Max Planck Research Group
Epistemes of Modern Acoustics

Sound & Science: Digital Histories

Funk: Die Wochenschrift des Funkwesens, no. 1-24, Berlin, 1936

https://acoustics.mpiwg-berlin.mpg.de/node/2108

Scan licensed under: CC BY-NC-SA 3.0 DE | Max Planck Institute for the History of Science

MAX PLANCK INSTITUTE
FOR THE HISTORY OF SCIENCE

FUNK

Jahr 1936



ZPress. M45.

Weidmannsche Buchhandlung / Berlin SW 68

UNIVERSITÄTS-BIBLIOTHEK BERLIN
Überwiesen v. d. Dt. Staatsbibl.

Inhaltsverzeichnis

A. Nach Verfassern geordnet

Den mit einem Stern gekennzeichneten Aufsätzen sind Bilder und Zeichnungen beigegeben

Seite

*Alker, M. H., Verfahren zur Prüfung des Frequenzganges von Mikrophonen ... 236
*Altner, Kurt, Zeilenraster-Kippgerät für Fernsehzwecke 335
*v. Ardenne, Manfred, Neues einstufiges Netzanschluß-Röhrenvoltmeter mit vier Meßbereichen ... 122
—, — (Berichtigung) ... 184
*—, Ein moderner Überlagerungssummer ... 197
*—, Oszillographenverstärker für extrem weite Frequenzbereiche ... 246
*—, Neue Elektronenstrahlröhren für Meßzwecke ... 733
*Awender, H., u. Dr. M. Tombs, Wassergekühlte Magnetron-Röhren für Hochleistungssender ... 600

*Berg, F., Der Sinn der logarithmischen Zählung und Einteilung ... 19
*—, Zusatz zum Hilfsgerät für die Röhrenprüfung ... 237
*Bergtold, Dr.-Ing. F., Zur Entwicklung der Rundfunkröhre 327
*—, Abgeschirmte Antennen mit Übertragern ... 689
*—, Bel, Dezibel und Neper ... 724
*Boese, Stellvertretender Reichssendeleiter, Ueber das Fernsehen in Deutschland; Inbetriebnahme des neuen Fernsehsenders in Berlin ... 57
*Boucke, Heinz, Selbsttätige niederfrequente Lautstärkeregelung in Abhängigkeit von Fremdgeräuschen ... 11
*—, Kleines umschaltbares Netzanodengerät für Gleich- und Wechselstrom ... 99
*—, Neue Schalter-Anordnungen für die Stummabstimmung ... 137
*—, Kapazitive und induktive Fernabstimmung mit Hilfe abgeschirmter Kabel. Vorschläge für Kraftwagen-, Wochenend- und Heimempfänger ... 269
*—, Empfindliches Röhrenvoltmeter mit stabilisierten Stromquellen ... 321
*—, Eichung und Anwendungsmöglichkeiten des Röhrenvoltmeters mit stabilisierter Stromquelle ... 363
*—, Vorschläge über die Verwendung magnetisch beeinflußbarer Selbstinduktionen in der Hochfrequenztechnik 429
*—, Optische Verflachung des gewölbten Bildschirms der Braunschen Röhre ... 668
*—, Messungen an Innenantennen ... 723

*Dahl, Dipl.-Ing. E., Sichtbarmachung der Seitenbänder bei Amplitudenmodulation ... 614
*Daudt, Dr. Walter, Ortsempfänger-Kraftverstärker für Wechselstromanschluß ... 461
*—, Der Ortsempfänger-Kraftverstärker mit den neuen Endröhren AD 1 ... 607
*Diefenbach, Werner W., Lautstärke- und Klangfarbenregelung nachträglich eingebaut ... 401
*—, Die Funkausrüstung des Flugstützpunktes „Ostmark" 601
*Dohnal, Ferdinand, Eichbares Schallmeßgerät für Netzbetrieb ... 107

*Ehrismann, Alfred, Die Radiosonde zur Erforschung der Stratosphäre ... 97
*—, Kofferempfänger in Geradeaus-Schaltung. Praktische Winke für den Aufbau ... 423
*—, Praktischer Netzteil für Allstrom-Empfänger ... 445

*Faust, Gerhard, Allwellensuperhet für Wechselstrombetrieb, Wellenlänge 6 bis 90 und 200 bis 2000 m ... 239
*Fehr, Dr. W., Elektronenstrahler und Elektronenoptik .. 657
Flanze, Oberpostrat Dipl.-Ing., Über das Fernsehen in Deutschland. Inbetriebnahme des neuen Fernsehsenders in Berlin ... 57
*Forstmann, Dr. Albrecht, Das Ohr als Schallempfänger 65, 114
*Froboess, Gerhard, Widerstands-Gegentaktverstärker mit Phasenumkehrröhre ... 731

Goehlich, Hans Joachim, 12. Deutscher Physiker- und Mathematikertag in Bad Salzbrunn ... 631
*Gottmann, H., Potentialreliefs hochevakuierter und gasgefüllter Gleichrichterröhren ... 7, 77

Seite

*Gottmann, H., Der Steuervorgang der Dreipolröhre ... 769
*te Gude, Helmuth, Die Bedeutung des Trockengleichrichters für die Tonfrequenz-Meßtechnik ... 257
*Gundlach, Dipl.-Ing. F. W., Dauermagnete für die Rundfunktechnik ... 756
*Guttwein, Dipl.-Ing. G., Neue Pausenzeichen im Rundfunkbetrieb ... 642

Helmers, Ing. J., Bewährtes Prüfgerät für Röhren und Widerstände ... 777
*Herbold, Erich, Ein Dreiröhren-Superhet-Empfänger mit drei Baumöglichkeiten ... 297
*Hertel, Dipl.-Ing. Heinz, Ein Ortsempfänger für beste Klanggüte. Einige meßtechnische Betrachtungen .. 205
*—, Verstärkerschaltungen mit der AD 1 ... 491
*—, Ein dreistufiger 10-Watt-Verstärker mit Dreipol-Endröhren ... 674
*Herterich, L. W., u. H. J. Wilhelmy, Ein direkt gekoppelter 3-Watt-Verstärker für Wechselstromanschluß 595
*Huben, Dipl.-Ing., Einfacher Zweiröhren-Ortsempfänger von besonders guter Wiedergabe ... 135
—, Ein einfacher Ortsempfänger von besonders guter Wiedergabe ... 343

*Jakob, Rudolf, Selbstbau eines dynamischen Tonabnehmers ... 111

*Kahra, Dr. Johannes, Einfache Anordnung zur Demonstration des Fernsehens ... 630
*Kalden, Herbert, Die Braunsche Röhre ... 1
*Keßler, Dipl.-Ing. Julius, Die Selbstaufnahme von Nadeltonfilmen unter besonderer Berücksichtigung des Gleichlaufproblems ... 579, 609
*—, Ein umschaltbares Nadelgeräuschfilter ... 727
*—, Ein Kondensatormikrophon Rieggerscher Art ... 761
*Klein, Paul E., Die Untersuchung von Klangbildern. Einrichtungen für Elektroakustiker und Musiker ... 141
*—, Der Elektronenstrahl-Oszillograph als Meßgerät 503, 547
*—, Die Welte-Lichtton-Orgel ... 666
*Klinger, Hans, Hochfrequente Elektronentanzschwingungen ... 44
*Köhler, Dipl.-Ing. Oswald, Selbsttätige Bandbreitenregelung ... 539, 569
Köpke, Dipl.-Ing. H., Kippgerät für Braunsche Röhren aus Volksempfängerbauteilen ... 773
*König, K., Ein wirksamer Fest-Sperrkreis ... 736
*Krumm, Studienassessor H. K., Der Einbau umschaltbarer Meßbereiche in ein Drehspul-Meßgerät ... 717

*Lamparter, Heinz, Das Problem der Dynamik-Steigerung. Verstärker mit selbsttätig veränderlichem Verstärkungsgrad ... 39
*—, Der praktische Aufbau eines Gerätes mit Dynamiksteigerung. (Ein Gegentakt-Kraftverstärker mit 5 Watt Ausgangsleistung) ... 395
*—, Selbsttätige Dynamiksteigerung durch ein Zwei-Röhren-Zusatzgerät ... 421
Leithäuser, Prof. Dr. G., Das Problem der Dynamik-Steigerung. Verstärker mit selbsttätig veränderlichem Verstärkungsgrad ... 39
—, Atmosphärische Störungen und Wetterkunde ... 440
*—, u. H. Boucke, Neuartiges Abstimmverfahren mit Vormagnetisierung ... 225
*Lennartz, Herbert, Ein Dreiröhren-Dreikreis-Allstromempfänger ... 373
*—, Verbesserungen am Dreiröhren-Dreikreis-Allstrom-Empfänger ... 645
—, (Berichtigung) ... 699
*Limann, Ing. O., Einfaches Prüfgerät für Kurzschlüsse in Rundfunkröhren ... 203
Lorch, J., Kurzschluß durch Bezeichnungsschild ... 590

Seite

*Mainka, Dr.-Ing. A., Ultra-Schallwellen im Dienste der Meereskunde ... 180
*—, Die Schallanlage des Deutschen Opernhauses in Berlin 625
*Meinholt, Albrecht, Ein Tonabnehmer „ohne Anker" ... 467
Möller, Dr. Hans, Nationalsozialistisches Patentrecht ... 593
*Möller, Studienrat W., Telephonie auf dem Lichtstrahl einer Glimmlampe. Ein Demonstrationsversuch mit moduliertem Licht ... 147
*Morgenroth, O., Über drahtlose Zeitsignale ... 33
*—, Der Piezoeffekt in der Zeitmeßkunde ... 721
*Musset, Walter, Ein Prüfsender für die Funkwerkstatt .. 45
*Nentwig, K., Die Ermittlung der Brummspannung bei Netzgeräten ... 469
*Nitturra, F., Ein Hochfrequenz-Vorsatzgerät in Allstromausführung ... 17
*Nüßlein, Günter, Konstruktion und Selbstbau dynamischer Lautsprecher ... 167, 208
*—, Konstruktion und Selbstbau eines Hochtonlautsprechers ... 385
*Pitsch, Dipl.-Ing. Helmut, Die Spannungsverteilung wird sichtbar gemacht ... 213
*—, Wie wirkt der Schwundausgleich? ... 313
*—, Was versteht man unter dielektrischen Verlusten? .. 341
*—, Trennschärfe und Röhrenwiderstand ... 647
*Pollak, Friedrich, Eine Schleifdraht-Meßbrücke für höhere Genauigkeit ... 671
*Pracher, Alexander, Ein billiger Kurzwellenempfänger aus Volksempfängerteilen ... 427
*Rapp, A., Das Wesen der Elektronenkopplung ... 417
*Rohde, Dr. L., und Dr. H. Schwarz, Aluminium in der Hochfrequenztechnik ... 543
—, — (Berichtigung dazu) ... 646
*Rüffler, H., Ein Verfahren zur genauen Messung kleinster Kapazitätsänderungen ... 538
*Saic, Dr. F. C., Reiseempfänger in Kleinformat von guter Wiedergabe ... 79
*—, Batteriesuperhet mit B-Endstufe ... 175
*—, Über die Erzeugung von Dezimeterwellen ... 266
—, Litzendrähte und ihre Verwendung für Spulenkonstruktionen ... 276
*—, Ein Vierkreis-Vierröhrenempfänger für Wechselstrombetrieb mit selbsttätiger Schwundregelung ... 433
*—, Neue Stromvervielfältigungsröhren ... 633
*Schadow, Rudolf, Die Sirufer-Uhr. Ein neues Hilfsmittel für die Berechnung von Eisenspulen ... 13
*—, Vorsatz-Superhet-Geräte für den Rundfunk- und Langwellenempfang ... 53
*—, Die Ausführung von Vorsatz-Superhet-Geräten in der Praxis ... 201
*—, Kapazitäts- und Selbstinduktions-Eichnormalien. (Anleitung für die Selbstherstellung) ... 309
*—, Die Berechnung von Kurvenrädern für Rundfunkempfänger ... 575
*—, Dreikreis-Dreiröhren-Empfänger mit selbsttätigem Schwundausgleich für Wechselstrombetrieb ... 603
*—, Ein Achtkreis-Fünfröhren-Superhet mit selbsttätig anzeigender Senderskala für Wechselstrom ... 635
*Schmidt, Fritz, Anodenspannungsgerät für Kraftwagenempfänger. Selbstbau des Zerhackers ... 499
*Schrenk, Dipl.-Ing. G., Der Doppelregler im Rundfunkempfänger ... 495
*Schwandt, Erich, Technik der deutschen Kraftwagenempfänger ... 129
*—, Neue Kofferempfänger auf der Leipziger Messe ... 161
*—, Die Technik der deutschen Kofferempfänger in Geradeausschaltung ... 231
*—, Der Gleichstrom-Transformator ... 289
*—, Die Technik der deutschen Superhet-Kofferempfänger 359
*—, Neue steilere Endröhren ... 391

Seite

*Schwandt, Erich, Ein vielseitiges Röhrenmeßgerät in Entwurf und Berechnung ... 441
*—, Der deutsche Olympia-Kofferempfänger ... 449
*—, Der neue Empfänger-Jahrgang ... 481
—, Kundendienst bei Kofferempfängern ... 513
*—, Sonderbauarten an Rundfunkempfängern ... 529
—, Die 13. Große Deutsche Rundfunk-Ausstellung ... 561
*—, Oszillographengeräte für die Funkpraxis ... 649
Schwarz, Dr. H., und Dr. L. Rohde, Aluminium in der Hochfrequenztechnik ... 543
—, — (Berichtigung) ... 646
Stahn, Herbert, Vor-, Schutz-, Regel- und Gitterwiderstände für Fünfpolröhren ... 781
*Steinbrenner, Dipl.-Ing. Hans, Die Selbstaufnahme von Schallplatten ... 705
*Stockhusen, E. W., Erprobte Schaltungen für 2-Volt-Schirmröhren mit besonderer Eignung für Reiseempfänger ... 243
*—, Eichbarer Einkreis-Allstromempfänger mit 55-Volt-Röhren ... 261
*—, Der Taschenempfänger als Reserveverstärker ... 330
*—, Hochfrequenz-Eisenkerne zum Selbstbau hochwertiger Spulen. Eine Zusammenschaltung mit praktischen Aufbau- und Wicklungsangaben ... 455
*—, Allstrom-Kofferempfänger mit 55-Volt-Röhren ... 573
*Sturm, Theo, Der wachsende Hexoden-Superhet. Sechste Baustufe (Schlußteil). Veränderliche Bandbreite — Nah-Fern-Umschalter — Meßergebnisse — Störungen 303
*—, Die Zeitkonstante bei der Dynamikregelung ... 358
*—, Neue Krachtöter-Anordnungen ... 453
*Sutaner, Hans, Die Schaltungstechnik der Stromregelröhren im Allstromempfänger ... 249
*—, Schneidstichel und Abspielnadeln für Selbstaufnahmeplatten ... 426
*—, Zweikreis-Vierröhrenempfänger mit Schwundausgleich und Stillabstimmung für Wechselstrom ... 661
*—, Zweikreis-Vierröhren-Batterie-Empfänger für 2-Volt-Röhren ... 700
*Tetzner, Karl, Neue Anordnung zur Störbefreiung am Empfänger ... 397
*Theile, Richard, Die selbsttätige Aufzeichnung von Schwunderscheinungen ... 367, 403
*—, Interessante Schwundbeobachtungen ... 692
*Thiele, Klaus, Wirkungsvolle Widerstandsverstärkung mit Fünfpol-Schirmröhren ... 739
*Tombs, Dr. M., und H. Awender, Wassergekühlte Magnetron-Röhren für Hochleistungssender ... 600
*Wigand, Rolf, Neue Wege im Röhrenbau. (Vierpolröhren; Anwendung der Elektronenoptik. — Eine neue amerikanische Endröhre) ... 302
*—, Spitzenempfänger in Amerika ... 753
*Wilhelmy, H. J., Der Dreiröhren-Einbereich-Superhet. Erfahrungen und Verbesserungen ... 49
*—, Weiterentwickelter Dreiröhren-Einbereich-Superhet für Wechselstrom ... 71
*—, Das Ende der Niederfrequenz-Vorstufe? Zur Frage der Schaltungsgliederung beim modernen Superhet .. 353
—, Übersichtliche Verdrahtung durch Mehrfach-Isolierschlauch ... 518
*—, Neuer Fortschritt in der Entwicklung des 1600-kHz-Superhets ... 531
*—, Sparableger für elektrische Lötkolben ... 589
*—, (und L. W. Herterich), Ein direkt gekoppelter 3-Watt-Verstärker für Wechselstromanschluß ... 595
*Wilke, R., Dauermagnete für Lautsprecher ... 103
*Wrona, Erich, Die Farbring-Kennzeichnung von Kondensatoren und Widerständen ... 714
*Zimmer, Hans, Bemerkungen zum selbsttätigen Lautstärkeausgleich ... 293
*—, Superhetvorsatz für kurze und ultrakurze Wellen .. 765
*Zimmermann, Martin, Mikrophon-Vorverstärker für Bändchen- und Kondensatormikrophone ... 669
*Zipfel, Ing. Friedrich, Tonfilmanlage für den Schmalfilm-Amateur ... 693

B. Sachverzeichnis

(P) = Funktechnische Patentschau, (Z) = Zeitschriftenschau

Allgemeine Empfangstechnik

*Abstimmverfahren, Neuartiges — mit Vormagnetisierung 225
*Bandfilter, Empfänger mit mehrfach ausgenutztem — (P) 255
— veränderlicher Bandbreite (Z) 380
Bandpaß-Filter (Z) 380
*Bremsfeldaudion mit selbsttätiger Lautstärkeregelung (P) 616
*Elektronenkopplung, Das Wesen der — 417
*Empfänger; Der neue — = Jahrgang 481
*Fernabstimmung, Kapazitive und induktive — mit Hilfe abgeschirmter Kabel 269
*— von Rundfunkempfängern (Z) 584
Fernschalteinrichtung für Rundfunkempfänger (Z) 343
*Frequenzkontrolle, Selbsttätige — im Empfänger (Z) 380
*Geräuschunterdrückung, Schaltung zur — (Z) 192
*Konstant, Anordnung zur Erzielung einer —en Verstärkung über den Empfangsfrequenzbereich (P) 616
*Kopplungsanordnung, Piezoelektrische — für Zwischen- und Hochfrequenz (Z) 62
*Leistungsanpassung, Versuche über — 644
*Neonröhre, Die Verwendung der — in der Rundfunktechnik (Z) 615
*Reflexschaltung mit Mehrgitterröhren (P) 743
Rückkopplung, Eine selbsttätig wirkende — (Z) 253
—, Empfangsanordnung mit — (P) 615
*—, Von der Empfangsfrequenz unabhängige — (P) 680
*Rückkopplungsschaltungen (Z) 472
*Rundfunk-Ausstellung, Die 13. Große Deutsche — 561
Rundfunkempfänger, Die deutschen — des Baujahres 1936/37 521
*Schirmgitter-Röhrenschaltung (P) 680
*Schwundbeobachtung, Interessante —en 692
*Selbstinduktion, Vorschläge über die Verwendung magnetisch beeinflußbarer —en in der Hochfrequenztechnik 429
*Sende-Empfänger, Ein — (Z) 679
*Sonderbauarten an Rundfunkempfängern 529
*Sperre, Die 9 kHz— 590
Sperrkreis, Der Widerstand eines —es (Z) 472
*Spitzenempfänger in Amerika 753
*Tonabnehmeranschluß, Einfache Schaltung für den — (P) 256
*Trennschärfe, Verfahren zur Erhöhung der — (P) 151
*Überrückkopplungsempfänger (P) 216
Verzerrungen in Rundfunkempfängern (Z) 711
*Wellenbereich-Umschaltung (P) 256

Antennen

*Abgeschirmte — mit Übertragern 689
*Aluminium, Anschluß von —-Antennenlitzen an Blitzschutzgeräte 265
Antennenberechnungen (Z) 150
*Antennenzubehör, Neues — 563
Antennen-Vorschriften, Neue — des VDE. 196
*Innenantennen, Messungen an — 723
*Kurzwellenrichtantennen (Z) 61
Nirostastahl-Antennendraht 344
*Stahlrohr-Antenne, Die 344
Strahlungsdiagramm von Vertikalantennen (Z) 61
Strahlungseigenschaften, Regelung der — von Antennen (Z) 61
Turmantennen (Z) 254

Bauanleitungen

Allstromgeräte

*Dreiröhren-Dreikreis-Allstromempfänger 373, 645
— (Verbesserungen am Dreiröhren-Dreikreis-Allstromempfänger) Ergänzungen dazu 699
*Einkreis-Allstromempfänger, Eichbarer — mit 55-Volt-Röhren 261
*Hochfrequenz-Vorsatzgerät in Allstromausführung 17

Batteriegeräte

*Batteriesuperhet mit B-Endstufe 175
*Reiseempfänger in Kleinformat von guter Wiedergabe 79
*Zweikreis-Vierröhren-Batterie-Empfänger für 2-Volt-Röhren 700

Vorsatzgeräte

*Hochfrequenz-Vorsatzgerät in Allstromausführung 17
*Superhet-Vorsatz für kurze und ultrakurze Wellen 765
*Vorsatz-Superhet-Geräte für den Rundfunk- und Langwellenempfang 53
*—, Die Ausführung von — in der Praxis 201

Wechselstromgeräte

*Achtkreis-Fünfröhren-Superhet mit selbsttätig anzeigender Senderskala für Wechselstrom 635
*Allwellensuperhet für Wechselstrombetrieb. Wellenlänge 6 bis 90 und 200 bis 2000 m 239
*Dreikreis-Dreiröhrenempfänger mit selbsttätigem Schwundausgleich für Wechselstrombetrieb 603, 784
*Dreiröhren-Superhet-Empfänger mit drei Baumöglichkeiten 297
*Einbereich-Superhet, Der Dreiröhren- —. Erfahrungen und Verbesserungen 49
*Einbereich-Superhet. Weiterentwickelter Dreiröhren- — für Wechselstrom 71
*Einbereich-Superhet, Neuer Fortschritt in der Entwicklung des —s 531
*Ortsempfänger-Kraftverstärker für Wechselstromanschluß 461
*Ortsempfänger-Kraftverstärker mit den neuen Endröhren AD 1 607
*Vierkreis-Vierröhrenempfänger für Wechselstrombetrieb mit selbsttätiger Schwundregelung 433
*Vorsatz-Superhet-Geräte für den Rundfunk- und Langwellenempfang 53
*Wachsender-Hexoden-Superhet. (Sechste Baustufe — Schlußteil) 303
*Zweikreis-Vierröhrenempfänger mit Schwundausgleich und Stillabstimmung für Wechselstrom 661
*Zweiröhren-Ortsempfänger von besonders guter Wiedergabe 135
*Zweiröhren-Ortsempfänger, Ein einfacher — von besonders guter Wiedergabe 343

Berechnungen

Bel, Dezibel und Neper 724
*Logarithmisch, Der Sinn der —en Zählung und Einteilung 19
*Schwingkreis, Der elektrische — 119
*Sirufer-Uhr, Die. Ein neues Hilfsmittel für die Berechnung von Eisenspulen 13
— (Korrektur) 56

Buchbesprechungen

Brockhaus: Der große — 552
Hennig, Prof. Dr. R.: Verkehrsgeschwindigkeiten. 775
Kammerloher, J.: Hochfrequenztechnik 776
Lehmann, W.: Die Rundfunk- und Tonfilmtechnik 551
Petillon, R.: Lautsprecher- und Verstärkeranlagen 776
Reim, R.: Handbuch des Deutschen Rundfunkhandels 776
Rhein, Eduard: Wunder der Wellen 85
Röhren A—Z. 146
Schwandt, Erich: Funktechnisches Praktikum 551
Weichart, F.: Die physikalischen Grundlagen der Rundfunktechnik 85
Wigand, R.: Hundert Kurzwellenschaltungen 776
—: Sendung und Empfang kurzer und ultrakurzer Wellen 776

Einzelteile und Zubehör

*Amenit-Schaltbuchse 279
*Einstellvorrichtung mit selbsttätiger Festhaltung (P) 256
*Einzelteile auf der Leipziger Messe 163
*—, Neue — 565
*Eisenkernspule in würfelförmigem Trolitulkörper 279
*Farbring-Kennzeichnung, Die — von Kondensatoren und Widerständen 714
*Fest-Sperrkreis, Ein wirksamer — 736
*Großsichtskalen, Neue 277
*Hochfrequenz-Eisenkerne zum Selbstbau hochwertiger Spulen 455
Hochfrequenzspule mit Siruferkern (Z) 316

Seite

*Kondensator nach dem Thermometerprinzip ..... (P) 381
*Kurvenräder, Die Berechnung von —n für Rundfunkempfänger 575
Litzendrähte und ihre Verwendung für Spulenkonstruktionen 276
*Schalter-Anordnungen, Neue — für die Stummabstimmung 137
*Sirufer-Uhr, Die. Ein neues Hilfsmittel für die Berechnung von Eisenspulen 13
(Korrektur) 56
*Spulensätze, Abgleichbare — mit Ferrocart-Kern 279

Elektrische Musik

*Magneton, Das —-Instrument 275
*Neues elektrisches Musikinstrument 711
*Welte-Lichtton-Orgel 666

Empfangsgleichrichter

Anodengleichrichter ..... (P) 744
Anodengleichrichterschaltung für Schwingungen geringer Amplitude ..... (P) 255
*Bremsaudionschaltung ..... (Z) 679
rückgekoppelt, Empfangsschaltung mit —em Richtverstärker ..... (P) 255
*Rückkopplungsaudion mit verringertem Klirrgrad . (Z) 741
*Schaltung zur Gleichrichtung phasenmodulierter Schwingungen ..... (Z) 191
*verzerrungsfrei, Ein —er Empfangsgleichrichter ... (P) 680
Westektor, Weiterentwicklung des —s ..... (Z) 150
Zweipolgleichrichtung ..... (Z) 84

Fernsehtechnik und Bildtelegraphie

Ausland, Vom Fernsehen im — 212
*Berliner, Ständiger Programmbetrieb des — Fernsehsenders 69
Bildfehler, Die Behebung von —n beim Fernsehen mit Braunschen Röhren ..... (Z) 280
*Bildtelegraph, Ein neuer tragbarer — 196
Bildtelegraphie, Stand der — ..... (Z) 343
*Braunsche Röhre, Die—. Ihr Werdegang, ihr grundsätzlicher Aufbau und ihre heutige Bedeutung 1
*—, Optische Verflachung des gewölbten Bildschirms der — 668
*Brocken-Fernsehversuche 57
*Demonstration, Einfache Anordnung zur — des Fernsehens 630
Fernsehbetrieb, Wiederaufnahme des deutschen —es .. 21
Fernseh-Sprech-Verbindung Berlin-Leipzig 149, 166
Fluoreszenzmaterialien für Fernsehzwecke ..... (Z) 316
*Großprojektion, Fernseh-— mit der Braunschen Röhre 451
*Inbetriebnahme des neuen Fernsehsenders in Berlin ... 57
*Olympia-Fernsehen, Fesselloses — 483
*Überlagerungsempfänger für Bildempfang ..... (Z) 584
*Zeilenraster-Kippgerät für Fernsehzwecke 335

Funkdienste

Debeg, 25 Jahre — 52
*Flugstützpunkt, Die Funkausrüstung des —es „Ostmark" 601
*Zeitsignale, Über drahtlose — 33

Funkphysik

*Amplitudenmodulation, Sichtbarmachung der Seitenbänder bei — 614
*dielektrisch, Was versteht man unter —en Verlusten? 341
*Elektronenstrahler und Elektronenoptik 657
*Hörens. Über die Technik des —. 678
Lichtempfindliche Zellen ..... (Z) 343
*Ohr, Das — als Schallempfänger 65, 114
*Schwundausgleich, Wie wirkt der —? 313
*Spannungsverteilung, Die — wird sichtbar gemacht ... 213
*Trennschärfe und Röhrenwiderstand 647

Geradeausempfänger

Dreiröhren-Batterieempfänger zum gleichzeitigen Empfang zweier Sender ..... (Z) 126
*Geradeausschaltung, Die Technik der deutschen Kofferempfänger in — 231
Reflexempfänger, Zweiröhren-— mit Kristalldetektor und Gleichstromanschluß ..... (Z) 126

Seite

Hochfrequenzverstärkung

Frequenzunabhängige Hochfrequenzverstärkung ... (Z) 253
*galvanisch, Verstärkerschaltung mit —er Rückkopplung ..... (P) 216
Hochfrequenzverstärker ..... (Z) 150
Leistungsanpassung in Hochfrequenzkreisen ..... (Z) 615
Schirmgitterspannung, Die „kritische" — ..... (Z) 742
Schwingneigung abgestimmter Hochfrequenzverstärker . 584
Verstärker für sehr kleine Eingangsspannungen .... (Z) 84

Kofferempfänger

*Allstrom-Kofferempfänger mit 55-Volt-Röhren 573
*Geradeausschaltung, Die Technik der deutschen Kofferempfänger in — 231
*—, Kofferempfänger in — 423
Kofferempfänger, Neue — auf der Leipziger Messe 161
—-Preisausschreiben entschieden 184
Kundendienst bei Kofferempfängern 513
*Olympia-Kofferempfänger, Der deutsche — 449
*Schaltung, Erprobte —en für 2-Volt-Schirmröhren mit besonderer Eignung für Reiseempfänger 243
*Superhet, Die Technik der deutschen —-Kofferempfänger 359
*Taschenempfänger, Der — als Reserveverstärker 330

Kraftwagenempfänger

Kraftwagenantenne ..... (Z) 24
Kraftwagenempfänger ..... (Z) 61
—, Neue — 125
*—, Technik der deutschen — 129
*—, Anodenspannung für — 499

Kurzwellen

Drähte, Die besten — für Kurzwellenempfänger und -spulen ..... (Z) 742
*Empfänger für kurze Wellen ..... (Z) 712
*Kurzwellenempfänger, Ein billiger — aus Volksempfängerteilen 427
*Kurzwellenrichtantenne ..... (Z) 61
— -Überlagerungsempfänger mit Siebenpolmischröhre (Z) 62
*—, Abstimmung von —n ..... (P) 552
Kurzwellenverstärker ..... (Z) 150
Medizin, Kurzwellentechnik in der — 333
*Umschaltung von Schwingkreisen auf kurze Wellen (P) 680

Meßgeräte und Meßverfahren

*Anpassungs- und Trennglied für Strom- und Spannungszeiger 653
*—, Ausgangs-Messungen mit dem — 713
*Ausgangsleistung, Prüfung der — ..... (Z) 408
*Brummspannung, Die Ermittlung der — bei Netzgeräten 469
Dämpfungsmessungen an technischen Isolierstoffen bei kurzen Wellen ..... (Z) 380
*Drehspul-Meßgerät. Der Einbau umschaltbarer Meßbereiche in ein —. 717
*—, Fehler am — 22
*Eichnormalien, Kapazitäts- und Selbstinduktions-— .. 309
*Elektronenstrahl-Oszillograph, Der — als Meßgerät 503, 547
*Elektronenstrahlröhre, Neue —n für Meßzwecke 733
Empfindlichkeitsmessungen an Rundfunkempfängern (Z) 280
Feldstärke-Meßgerät ..... (Z) 280
*Frequenzgang, Verfahren zur Prüfung des —es von Mikrophonen 236
*Glimmröhre, Der induktiv belastete —n-Oszillator . (Z) 508
*Hilfsgerät, Zusatz zum — für die Röhrenprüfung 237
Hochfrequenzmessungen bei 1 m Wellenlänge ..... (Z) 472
*Kapazitätsänderung, Ein Verfahren zur genauen Messung kleinster —en 538
Kathodenstrahlröhre, Die ..... (Z) 316
*Kippgerät für Braunsche Röhren aus Volksempfänger-Bauteilen 773
*Klangtreuemessung ..... (Z) 584
*Klirrgrad, Messungen von — und Sprechleistung .. (Z) 679
Meßinstrumente mit Gleichrichtern ..... (Z) 381
Modulationsmesser, Ein — ..... (Z) 255

Seite

*Oszillographengeräte für die Funkpraxis 649, 784
*Oszillographenverstärker für extrem weite Frequenzbereiche 246
*Prüfgerät, Einfaches — für Kurzschlüsse in Rundfunkröhren 203
*— für Röhren und Widerstände 777
*Prüfsender, Ein — für die Funkwerkstatt 45
*—, Einfacher — für den Empfängerabgleich 514
*—, Ein Hochfrequenz-Spannungsteiler für den — .. 587, 784
*Röhrenmeßgerät, Ein vielseitiges — in Entwurf und Berechnung 441
*—, Neue —e 585
*Röhrenvoltmeter, Empfindliches — mit stabilisierten Stromquellen 321
*—, Eichung und Anwendungsmöglichkeiten des —s mit stabilisierten Stromquellen 363
*—, Neues einstufiges Netzanschluß— mit vier Meßbereichen 122, 184
*Röhren-Vorprüfer, Einfacher — 656
*Schallmeßgerät, Eichbares — für Netzbetrieb 107
*Schleifdraht-Meßbrücke für höhere Genauigkeit 671
Schwebungssummer, Eigenartige Störung am — 782
Selektivitäts- und Regelkurven ..... (Z) 381
*Trockengleichrichter, Die Bedeutung des —s für die Tonfrequenz-Meßtechnik 257
*Überlagerungssummer, Ein moderner — 197
Ultrahochfrequenzleistung, Messung einer — ..... (Z) 711
*Untersuchung von Klangbildern. (Einrichtungen für Elektroakustiker und Musiker.) 141
Verlustmessung an Spulen bei Hochfrequenz ..... (Z) 254
Verzerrung, Einrichtung zum Messen von —n elektroakustischer Geräte ..... (Z) 615
Voltmesser für sehr hohe Spannungen ..... (Z) 84

Mikrophone, Lautsprecher, Tonabnehmer

*Billiges Besprechungsmikrophon 278
*Dauermagnete für die Rundfunktechnik 756
*Dauermagnete für Lautsprecher 103
*Dynamischen Tonabnehmers, Selbstbau eines 111
*Dynamischer Lautsprecher, Konstruktion und Selbstbau 167, 208
*— Einbau-Lautsprecher für Koffergeräte 518
*Hochtonlautsprecher, Konstruktion und Selbstbau eines —s 385
Kohlekörner, Bau eines —-Mikrophons ..... (Z) 126
Kohlemikrophonen, Empfindlichkeit von — bei sehr tiefen Frequenzen ..... (Z) 126
— Das Rauschen von — ..... (Z) 253
*Kondensatormikrophon Rieggerscher Art 761
Lautsprecheranschluß ..... (Z) 150
*Lautsprecheranlage, Tragbare —n großer Einsatzbereitschaft 379
*Nadelgeräuschfilter, Einfaches — 584
*Tonabnehmer „ohne Anker“ 467

Monographien der Fernsehempfänger

*Loewe FEB. 509
*Telefunken FE IV. 187

Monographien der Rundfunkempfänger

*Achtkreis-Sechsröhren-Superhetempfänger für Wechselstrom-Imperial 65 W. 23
*Neunkreis-Sechsröhren-Superhetempfänger für Wechselstrom Telefunken 586 WLK. 62
*Vierkreis-Dreiröhren-Superhetempfänger für Wechsel- und Allstrom. Mende-Oktoden-Super 278 383
*Zweikreis-Dreiröhrenempfänger für Allstrom Philips-Hamburg D 43 GW. 86
*— für Wechselstrom und Allstrom. Schaleco-Traumland 87
*— für Allstrom. Saba 336 GWL. 317

Netzanschlußtechnik

*Allstrom-Empfänger, Praktischer Netzteil für — 445
*Allstromempfänger, Hohe Leistung beim Wechselstromanschluß von —n 520
*Allstrom-Netzanschlußgerät ..... (Z) 508
*Autotransformator, Der — im Allstromempfänger 588
Batterieladegerät, Selbsttätiges — ..... (Z) 381
*Elektrolytkondensator, Schutz von —en durch Urdoxwiderstände 517
*Entladungsstrecke, Anordnung zur Inbetriebsetzung von —n bei Netzanschlußgeräten ..... (P) 319
*Gleichstrom-Transformator, Der 289
*Netzanodengerät, Kleines umschaltbares — für Gleich- und Wechselstrom 99, 184
Netzanschluß für mehrstufige Gegentaktverstärker (Z) 280
*Netzanschlußgerät für Wechselstrom ..... (Z) 408
*Netzempfänger, insbesondere Superheterodyneempfänger zum Anschluß an Netze verschiedener Gleichspannung ..... (P) 320
*Schaltungsanordnung für wechselstromgeheizte Verstärkerröhren ..... (P) 712
*Stromregelröhre, Die Schaltungstechnik der — im Allstromempfänger 249
*Strom-Sparschaltung, Die — 652
Wechselrichter ..... (Z) 343

Niederfrequenz- und Endverstärker

A-B-Verstärker, Der ..... (Z) 255
*Direkt gekoppelter 3-Watt-Verstärker für Wechselstromanschluß 595
*Dreistufiger 10-Watt-Verstärker mit Dreipol-Endröhre .. 674
*Ende, Das — der Niederfrequenz-Vorstufe? 353
frequenzunabhängig, Ein —er Verstärker ..... (Z) 150
Fünfpolregelröhre als erste Niederfrequenzröhre (Briefkasten) 146
Glimmlampen an Stelle von Kondensatoren ..... (Z) 84
*Mikrophonverstärker, Ein — und Tonabnehmerverstärker (Z) 508
*Mikrophon-Vorverstärker für Bändchen- und Kondensatormikrophone 669
*Niederfrequenzstufe, Weitgehend entkoppelte — mit Fünfpolröhre 127
*Ortsempfänger für beste Klanggüte 205
*Rückkopplung, Niederfrequente — ..... (Z) 742
Schallplattenverstärker. Was war die Ursache für die plötzlich aufgetretenen starken Verzerrungen bei einem —? 22
Störungen durch kapazitive Streufelder in Verstärkern (Z) 150
*Verstärkerschaltungen mit der AD 1 491
*Widerstands-Gegentaktverstärker mit Phasenumkehrröhre 731
*Widerstandsverstärkung, Wirkungsvolle — mit Fünfpol-Schirmröhren 739

Regeltechnik

Abhängige Lautstärke- und Tonregelung ..... (P) 152
*Abstimmvorrichtung für Empfänger mit selbsttätiger Lautstärkeregelung ..... (P) 216
*Bandbreiteregelung, Selbsttätige — 539, 569
*Doppelregler, Der — im Rundfunkempfänger 495
*Dynamikregelung, Die Zeitkonstante bei der — 358
*Dynamik-Steigerung, Das Problem der —. Verstärker mit selbsttätig veränderlichem Verstärkungsgrad 39
*—, Der praktische Aufbau eines Gerätes mit — 395
*—, Selbsttätige — durch ein Zwei-Röhren-Zusatzgerät .. 421
*Gitterspannungserzeugung ..... (P) 128
*Klangfarbenregelung, Zweiseitige — 588
*Kleinempfänger mit Schwundregelung 399
*Krachtöter, Neue —-Anordnungen 453
*—, Die Glimmröhre als — 508
*Lautstärkeausgleich, Bemerkungen zum selbsttätigen — 293
*Lautstärkeregler, Der — an der Zweipolröhre 590
* — ..... (Z) 742
*Lautstärkeregelung, Selbsttätige — im Überlagerungsempfänger ..... (P) 382
*—, Lautstärke- und Klangfarbenregelung nachträglich eingebaut 401
*— mit selbsttätiger Tonkontrolle ..... (Z) 508
*—, Anordnung zur — ..... (P) 552, 616
*— und Geräuschunterdrückung ..... (P) 743
*—, Selbsttätige niederfrequente — in Abhängigkeit von Fremdgeräuschen 11
Rückkopplungsregelung durch veränderliche Widerstände (Z) 150

Seite

*Schwundausgleich mit verzögertem Regeleinsatz .. (P) 128
*—, Empfänger mit — und Krachbeseitigung ..... (P) 151
*—, Empfänger mit — ..... (P) 744
—, Verzögerter ..... (Z) 84
Schwundregelung mit Reflexverstärkung 127
*Störbefreiung, Neue Anordnung zur — am Empfänger .. 397

Röhren

*Batterieempfänger, Neue Röhren für leistungsfähige — 5
*Bauformen, Neue — von Elektronenröhren 37
Dreipolröhre, Der Steuervorgang der — 769
Durchgriff durch enge Steggitter ..... (Z) 280
Elektronenoptik, Verstärkerröhren mit — 37
*Elektronenoptisch, Neuartige —e Systeme 185
*Endröhre, Neue steilere —n 391
Entwicklung, Zur — der Rundfunkröhre 327
*Gleichrichterröhren, Potentialreliefs hochevakuierter und gasgefüllter — 7, 77
*Isolierende Überzüge auf Isolierteilen in Röhren ... (P) 151
*Kraftwagenempfänger, Röhren für — mit Kupfer-Bifilar-Kathoden 35
*Neue Wege im Röhrenbau 302
Oxydkathoden, Herstellung von — ..... (Z) 62
*Renode, Dänische — 37
*Sekundärelektronen-Verstärker, Ein neuer — ..... (Z) 712
*Sekundäremissions-Verstärkung 37
*Stromvervielfältigungsröhre, Neue —n 633
Übersteuert, Hochfrequenz in —en Endröhren ..... (Z) 254
*Vor-, Schutz-, Regel- und Gitterwiderstände für Fünfpolröhren 781

Rundfunkarbeit, Rundfunksender

*Finnlands neuer Großsender 83
Gleichwellenrundfunk, Versuchsweiser — der Reichssender Berlin, Breslau, Königsberg 140
Gleiwitzer Sender, Inbetriebnahme des —s 56
*Olympische Winterspiele in Garmisch-Partenkirchen. Rundfunkverbindungen mit aller Welt 55
Olympia-Übertragungen, Rundfunkvorbereitungen für die — 378
*Pausenzeichen, Neue — im Rundfunkbetrieb 642
Schweden, Deutscher Rundfunk-Großsender für — 212
Sender, Neue — im neuen Jahr 68
Übertragung, Rundfunkprogramm-—en auf Freileitungen 83

Schallplattentechnik

*Nadelgeräuschfilter, Ein umschaltbares — 727
*Schneidestichel und Abspielnadeln für Selbstaufnahmeplatten 426
*Selbstaufnahme von Schallplatten 705

Schaltungen des Funkpraktikers

*Berliner Schul-Einheitsempfänger 719
*Deutscher Olympia-Koffer 783
*Dreikreis-Dreiröhren-Empfänger für Wechselstrom ... 655
*Einkreis-Zweiröhren-Empfänger für Wechselstrom 447
*— für Allstrom 591
*Zweikreis-Dreiröhren-Empfänger für Wechselstrom 519, 586

Sendetechnik

*Luftschiff, Die drahtlosen Einrichtungen des —es LZ 129 193
Nauen, 30 Jahre Groß-Funkstation — 230
*—, Jubelfeier in — 407
*Radiosonde zur Erforschung der Stratosphäre 97

Tonfilm

Amateurlichttonfilm ..... (Z) 316
*Mehrbandspieler, Neue Möglichkeiten der Tonfilm-Aufnahme durch — 331
Nachhallzeiten von Konzerträumen und Schallschluckung (Z) 741
*Nadeltonfilm, Die Selbstaufnahme von —en unter besonderer Berücksichtigung des Gleichlaufproblems 579, 609
*Tonlampengleichrichter, Ein praktischer — 737
*Tonfilmanlage für den Schmalfilm-Amateur 693

Seite

Überlagerungsempfänger

(siehe auch „Bauanleitungen")

Ausbildung, Über die — von Überlagerungsempfängern (Z) 254
Einknopfbedienung beim Überlagerungsempfänger .. (Z) 316
Gleichlauf, Der — beim Zwischenfrequenzempfänger (Z) 254
Kurzwellen-Überlagerungsempfänger mit Siebenpolmischröhre ..... (Z) 62
*Mischröhrenschaltung ..... (Z) 191
*Spiegelbildfrequenz, Anordnung zur Unterdrückung der — ..... (P) 381
*Sprechmaschinenanschluß im Überlagerungsempfänger (P) 615
*Tonabnehmeranschluß am Überlagerungsempfänger . (P) 152
Überlagererankopplung in Überlagerungsempfängern (Z) 316
*Überlagerungsempfänger für mehrere Wellenbereiche (Z) 192
*— mit niedriger Zwischenfrequenz ..... (Z) 192
*— mit selbsttätiger Lautstärkeregelung ..... (P) 743
Wahlweise, Empfänger mit — einfacher und zweifacher Überlagerung ..... (Z) 126

Übertragungstechnik

*Elektroakustik auf der Freilichtbühne 452
Klangwirkung, Verbesserung der — mit einfachen Maßnahmen ..... (Z) 24
*Schallanlage, Die — des Deutschen Opernhauses in Berlin 625
Zentralisierte oder dezentralisierte Verstärkeranlagen? .. 520

Ultrakurzwellen und Dezimeterwellen

Barkhausen, Über den —-Kurz-Generator ..... (Z) 254
*— -Kurz-Schaltung für ultrakurze tonmodulierte Schwingungen ..... (P) 319
Bremsfeldschaltung, Über die Beseitigung unerwünschter Schwingungen bei Kurzwellengeneratoren in — (Z) 61
*Dezimeterwelle, Über die Erzeugung von —n 266
Elektronentanzschwingungen, Hochfrequente — 44
Erzeugung von Ultrakurzwellen 61
*Glühkathodenröhrenschaltung für Ultrakurzwellen . (P) 744
Kristallsteuerung für ultrakurze Wellen ..... (Z) 253
Magnetron, Der —-Kurzwellen-Generator ..... (Z) 254
*—, Wassergekühlte —-Röhren für Hochleistungssender .. 600
— -schwingungen in Dreipolröhen ..... (Z) 741
Röhre, Ultra-Kurzwellen-—n ..... (Z) 280
Röhrentypen für den Ultrakurzwellenbereich ..... (Z) 742
*Senderöhre, Neue — hoher Ausgangsleistung für Zentimeter-Wellen 730
Strahlungsfeld, Das — von Ultrakurzwellen-Antennen (Z) 254
*Ultrakurzwellen-Röhrenanordnung mit mehreren Röhren in Bremsfeldschaltung ..... (P) 382
*Ultrakurzwellensender und Empfänger ..... (P) 743
Zentimeterwellen, Senden und Empfang von — ... (Z) 254

Verbesserungen an Empfängern

Bedienungselemente, Zusammengebaute — 716
*Doppelregler, Der 444
Endröhre, Die steilere — 444
Entbrummen älterer Empfänger 716
*Gitterschutz der Endröhre 444
Hochfrequenzstufen, Verbesserung alter... 780
Lautsprecher-Ausschalter 716
Netzantenne nachträglich eingebaut 716
Rückkopplung bei Klein-Superhets 516
*—, —s-Drehkondensator mit Rast 588
Schattenzeiger, Einregelung des —s 444
T 40 trennschärfer 516
Tonabnehmer-Anschaltung ohne Brummstörungen 516

Verschiedenes

Atmosphärische Störungen und Wetterkunde 440
Blindlandesystem, Das Lorenz-— ..... (Z) 253
*Blindlandung, Sendeanordnung zur — von Flugzeugen (P) 320
*Deutsche Empfänger-Entwicklung für den europäischen Markt 210
Deutsche Funk-Fachsprache 443, 515, 587, 715
*Gegensprechen, Drahtloses — Luftschiff „Hindenburg" — Dampfer „Bremen" 340

Seite

Gleichstromempfänger als Anzeiger von Netzstörungen (Z) 742
Nachrichtenübermittlung, Die drahtlose — im Weltkriege (Z) 343
Patentrecht, Nationalsozialistisches — ... 593
Physikertag, 12. Deutscher — und Mathematikertag in Bad Salzbrunn ... 631
*Piezoeffekt, Der — in der Zeitmeßkunde ... 721
Piezoelektrische Anziehungskräfte ... (Z) 253
Piezokristall, Die Ersatzgrößen von —en ... (Z) 253
Resonator, Keilförmige piezoelektrische —en ... (Z) 584
*Scheller, Was die Funktechnik Otto — verdankt ... 400
*Selbsttätige, Die — Aufzeichnung von Schwunderscheinungen ... 367, 403
Sprechend, Die —e Zeitung ... 252
Telephonie auf dem Lichtstrahl einer Glimmlampe. (Demonstrationsversuch mit moduliertem Licht) ... 147
Trägerstromtelephonie, Die neuere Entwicklung der — (Z) 280
Ultra-Schallwellen im Dienste der Meereskunde ... 180
VDE-Tagung, Funktechnische Fachberichte auf der — .. 439

Werkstatt-Ratschläge

Abschirmkabel, Unterputzverlegung von —n ... 518
Blitzschutzgeräte, verschmutzte — ... 446
Feilen, Etwas über die — ... 718
Kondensator, Betriebsspannungen von —en ... 446
Kontakt, Schlechte —e, wo sie keiner sucht ... 588
*Kurzschluß durch Bezeichnungsschild ... 590
Löten, Beim — im Empfänger Erde abschalten ... 446
Lötkolben, Das Zundern von — ... 590
Mehrfach-Becherkondensatoren, Schadhafte — ... 446
Thermosicherungen nicht löten! ... 446
Verdrahtung, Übersichtliche — durch Mehrfach-Isolierschlauch ... 518

Werkstoffe

*Aluminium in der Hochfrequenztechnik ... 543
— (Berichtigung dazu) ... 646
Rhodinierung, eine neue Art der Oberflächenveredlung .. 76

Werkzeuge und Hilfsmittel

*Abbrenngerät für Schaltdrähte ... 656
*Arbeitsständer für Rundfunkempfänger ... 448
*Ersatzteilschrank, Praktischer — ... 720
*Isolations-Pinzette ... 448
Isolierfaden ... 448
*Kabelstecker, Ein geschirmter — ... 720
*Lötkolben, Elektrischer — ohne Anschlußschnur ... 592
Meßgerät, Anfragen nach —en ... 592
*Prüfstecker für stiftlose Röhren ... 520
*Reißnadel, Eine praktische — ... 520
*Röhrenvergleichsgerät ... 592
*Spannungsprüfer mit geschütztem Kontaktstift ... 448
*Sparableger für elektrische Lötkolben ... 589
*— für Lötkolben ... 656

Heftübersicht

Heft 1	Seite 1— 32	Heft 13	Seite 385—416
„ 2	„ 33— 64	„ 14	„ 417—448
„ 3	„ 65— 96	„ 15	„ 449—480
„ 4	„ 97—128	„ 16	„ 481—528
„ 5	„ 129—160	„ 17	„ 529—560
„ 6	„ 161—192	„ 18	„ 561—592
„ 7	„ 193—224	„ 19	„ 593—624
„ 8	„ 225—256	„ 20	„ 625—656
„ 9	„ 257—288	„ 21	„ 657—688
„ 10	„ 289—320	„ 22	„ 689—720
„ 11	„ 321—352	„ 23	„ 721—752
„ 12	„ 353—384	„ 24	„ 753—784

CQ

A. Nach Verfassern geordnet

Seite

*Blaeser, Gustav, Der Kurzwellen-Bandsuper mit einer Zwischenfrequenz 1745 kHz 685
Blaß, E., Ein Empfänger für 5 bis 200 m 620
Bock, Dr. R., Erdmagnetischer Bericht 32, 160, 224, 416, 480, 560, 624, 688, 752
*Boehm, K., Vom Schreibtischentwurf in die Praxis. Nr. 13. Kleinsender mit Lastausgleich 159
*Brey, J. E., Ein Beitrag zum Problem der Kristallsteuerung großer Sender 287
*Burkard, Dr. Otto, Audion contra Superhet 155
*Diefenbach, Werner W., Bandwechsel im Kurzwellensender 749
*Fendler, Ernst, Das Sonnenaufgangs-Phänomen 29
*—, Stand der Technik und Forschung im 10-m-Band ... 217
*—, Der Einfluß der Sonnenfinsternis am 19. Juni 1936 auf den Kurzwellenempfang. Bericht der Technischen Abteilung des DASD 557
*—, Einfluß der Sonnenfinsternis auf den Kurzwellenempfang 682
*—, Absorption der direkten Strahlung bei 10 m Wellenlänge 748
*Fest, Werner, Die Arbeitsmöglichkeiten auf Kurzwellen mit Ägypten. 16. Bericht der naturwissenschaftlichen Forschungsstelle des DASD 476
Franzok, W., „Die DASD-Fibel" (Buchbesprechung) .. 416
*Gade, Der DASD auf der Funkausstellung in Hamburg 31
*Graff, Erhardt, Senderfernsteuerung. Fernbedienungsanlage von D 4 baf während der Großen Deutschen Funkausstellung 1935 27
*—, Zweiröhrenempfänger für Wechselstrom-Netzbetrieb. DASD-Standardgerät Nr. 7 473
*—, Zerhackerumformer für Senderspeisung 621
*—, Das Standardgerät Nr. 8 Absorptionsfrequenzmesser 683
*—, Leistungsversuche im Betriebsdienst 747
—, Deutscher Geschicklichkeitswettbewerb. Weihnachten 1936 751
*Greif, Dr. P., Der DASD auf der Funkausstellung in Halle 31
*Herbig, K., Tragbarer Sender-Empfänger 157
*Herrmann, F., Ein störungsfreier Tastgleichrichter 159
*Hettenhausen, A., Für Morseübungen 30
*Jäger, Paul, Die neue Station von D 4 ijh 223
*Jaehkel, Walter, und Gerhard Kunze, Bemerkungen zum Nordamerika- und Kanada-Empfang. 18. Bericht der Naturwissenschaftlichen Forschungsstelle des DASD 623
*Kawan, W., Ausbreitung der Bodenwelle auf 10 m ... 25
*Kinzinger, A. P. W., Der Audionempfänger 559
*Kunze, Dr. Gerhard, Beitrag zum Fading-Problem (II). 13. Erfahrungsbericht der Log-Auswertungs-Abteilung des DASD 155
*—, und Herbert Latzel, Die Arbeitsmöglichkeiten auf Kurzwellen mit Südamerika. 13. Erfahrungsbericht der DASD-Log-Auswertung 221
*—, Wirken Kurzwellen auf biologische Vorgänge? 16. Bericht der Naturwissenschaftlichen Forschungsstelle des DASD 560

Seite

*Kunze, Dr. Gerhard, und Walter Jaehkel, Bemerkungen zum Nordamerika- und Kanada-Empfang. 18. Bericht der Naturwissenschaftlichen Forschungsstelle des DASD 623
Laporte, Hansgeorg, Nachtrag zum Standard-Frequenzmesser Nr. 2 154
*—, Ein preiswerter Kurzwellenempfänger 415
*Latzel, Herbert, und Dr. Gerhard Kunze, Die Arbeitsmöglichkeiten auf Kurzwellen mit Südamerika 221
*Lengersdorff, Willy, Sonnenflecken-Durchgang und Kurzwellenempfang. Ein Beitrag zum Störungsproblem 409
*Lennartz, Herbert, Einige praktische Vorschläge zur Beseitigung des Netzgeräusches bei Vollnetzkurzwellenempfängern 348
Mimitz, Kurt, Eine Lanze für Eisenspulen im Kurzwellenempfänger 219
Morgenroth, O., „Die tote Viertelstunde" 347, 619
*Nentwig, K., Die Formel und ihr Ersatz 477
*Owczarek, Rudolf, Röhrenvoltmeter für den Amateur .. 220
*—, Konstruktionswinke für Hochspannungstransformatoren 556
*—, Über Stabilisatoren 558
*Plisch, Hans Helmut, Eine einfache und wirksame Richtantenne 351, 411
*Queck, H., DASD-Standardgerät Nr. 9. Zweiröhren-Batterieempfänger 748
Rohleder, Leo, Versuche mit Eisenkernspulen in Kurzwellen-Empfängern 30
*Schmelzer, Ch., Zur „Link"-Kopplung 410
*—, Zum Kathodenproblem beim ECO. 480
Schramm, W., Allgemeines zum Bau von Empfängern .. 92
*Stoye, Dr. K., Sonnenfinsternis und elektromagnetische Wellen 349
*—, 40-m-Empfang während der Sonnenfinsternis 557
—, 5-m-Beobachtungen 684
Wigand, Rolf, Ein neues Ausbreitungsphänomen? — Die „tote Viertelstunde" 28
*—, Kurzwellenempfänger — eine Übersicht 89
*—, Aus der Technik des Röhrensenders 281
*—, Einfacher 10-m-Sender 286
—, Bedeutung der neuen Endröhren für den Kurzwellenamateur 412
*—, Senderstufe mit Schirmgitter-Senderöhre 413
*—, Vom Schreibtischentwurf in die Praxis. Nr. 15. Gegentaktsender mit Empfängerröhren 475
*—, Neue Wege im Empfängerbau 553
*—, Der Kurzwellen-Amateur auf der Rundfunk-Ausstellung 617
—, Über den Wert amateurmäßiger Empfangsbeobachtungen 681
*—, Einfaches Röhrenvoltmeter mit Kompensation 687
—, Persönlichkeit kontra Kilowatts 745

B. Sachverzeichnis

*Absorption der direkten Strahlung bei 10 m-Wellenlänge 748
*Absorptionsfrequenzmesser. Das Standardgerät Nr. 8 683
Aluminium, Mattieren von — 350
*Arbeitsmöglichkeit, Die —en auf Kurzwellen mit Südamerika. 13. Erfahrungsbericht der DASD-Log-Auswertung 221
*—, Die —en auf Kurzwellen mit Ägypten. 16. Bericht der naturwissenschaftlichen Forschungsstelle des DASD 476
*Audion contra Superhet 155
*—, Das — ist überholt 553
*Audionempfänger, Der —. (Für den Jungamateur.) ... 559
*Ausbreitung der Bodenwelle auf 10 m 25
Ausbreitungsphänomen, Ein neues —? Die „tote Viertelstunde" 28, 347, 619
Ausgangstransformatoren für Empfänger mit Kopfhörer 224
Ausstellung, Der Kurzwellen-Amateur auf der Rundfunk— 617
Automatische Sicherung 154
*Bandsuper, Der Kurzwellen— mit einer Zwischenfrequenz 1745 kHz 685
*Bandwechsel im Kurzwellensender 749
*Bandwechselschaltung für Sender 352

Seite

*Betriebsdienst, Leistungsversuche im — 747
*Biologische Vorgänge, Wirken Kurzwellen auf —? 16. Bericht der Naturwissenschaftlichen Forschungsstelle des DASD 560
*Bodenwelle, Ausbreitung der — auf 10 m 25

*DASD, Der — auf der Funkausstellung 31
—, Dr. Goebbels gratuliert dem — 153
—, Jubiläums-Funk-Wettbewerb des — 345
— -Fibel 346, 416
*—, 15. Bericht der Naturwissenschaftlichen Forschungsstelle des — (Sonnenflecken-Durchgang und Kurzwellenempfang) 409
*—, Wirken Kurzwellen auf biologische Vorgänge? 16. Bericht der Naturwissenschaftlichen Forschungsstelle des — 560
*—, 18. Bericht der Naturwissenschaftlichen Forschungsstelle des —. (Bemerkungen zum Nordamerika- und Kanada-Empfang) 623
*— -Standardgerät Nr. 7. Zweiröhrenempfänger für Wechselstrom-Netzbetrieb 473
*— -Standardgerät Nr. 8. Absorptionsfrequenzmesser ... 683
*— -Standardgerät Nr. 9. Zweiröhren-Batterieempfänger 748
*—, Bericht der Technischen Abteilung des —. (Der Einfluß der Sonnenfinsternis am 19. Juni 1936 auf den Kurzwellenempfang.) 557
—, Die Naturwissenschaftliche Forschungsstelle des — berichtet 620
Dellinger-Effekt 345
Drehkondensator, Einfache Raste für —en 414

*ECO, Zum Kathodenproblem beim — 480
Eisenkernspule, Versuche mit —n im Kurzwellen-Empfänger 30
Eisenspule, Eine Lanze für —n im Kurzwellenempfänger 219
Elektrone, Der Einfluß der —n-Laufzeiten beim Kurzwellenempfang 350
Empfänger, Allgemeines zum Bau von —n 92
*—, Tragbarer Sender-— 157
—, Ausgangstransformatoren für — mit Kopfhörer 224
*—, Ein — für 5 bis 200 m 620
*—, Zweiröhren-Batterie-—. DASD-Standardgerät Nr. 9 748
Empfängerbau, Allgemeines zum Bau von Empfängern 92
*—, Neue Wege im —. (Das Audion ist überholt. Bau besserer Telegraphieempfänger) 553
Empfängerchassis, Billige — 414
Empfangsbeobachtung, Über den Wert amateurmäßiger —en 681
Endröhre, Bedeutung der neuen —n für den Kurzwellenamateur 412
Erdmagnetischer Bericht 32, 160, 224, 416, 480, 560, 624, 688, 752
Erfahrungsbericht, 13. — der Log-Auswertungs-Abteilung des DASD 155, 221

Fading, Beitrag zum —-Problem (II). 13. Erfahrungsbericht der Log-Auswertungs-Abteilung des DASD . 155
Fibel, DASD-— 346, 416
*Formel, Die — und ihr Ersatz 477
*Funkausstellung, Senderaussteuerung. Fernbedienungsanlage von D 4 baf während der Großen Deutschen — 1935 27
*—, Der DASD auf der — 31

*Gegentaktsender mit Empfängerröhren 475
Geschicklichkeitswettbewerb, Deutscher — Weihnachten 1936 751
Goebbels, Dr., gratuliert dem DASD 153

*Hochspannungstransformator, Konstruktionswinke für —en 556

Jubiläums-Funk-Wettbewerb des DASD e. V. 345
*Jungamateur, Für den —. Der Audionempfänger 559

*Kanada-Empfang, Bemerkungen zum Nordamerika- und —. 18. Bericht der Naturwissenschaftlichen Forschungsstelle des DASD 623
*Kathodenproblem, Zum — beim ECO 480
Kilowatt, Persönlichkeit kontra —s 745
Kitten von Trolitul 414
— von Celluloid 414
*Kleinsender mit Lastausgleich 159
*Konstruktionswinke für Hochspannungstransformatoren 556
*Kristallsteuerung, Ein Beitrag zum Problem der — großer Sender 287
*Kurzwelle, Die Arbeitsmöglichkeiten auf —n mit Südamerika. 13. Erfahrungsbericht der DASD-Log-Auswertung 221
—n und Sonnenfinsternis 345
—n-Amateure als Helfer bei der Überschwemmungskatastrophe in USA 345
*—, Die Arbeitsmöglichkeiten auf —n mit Ägypten. 16. Bericht der naturwissenschaftlichen Forschungsstelle des DASD 476
*—, Wirken —n auf biologische Vorgänge? (16. Bericht der Naturwissenschaftlichen Forschungsstelle des DASD) 560
*—, Der —n-Bandsuper mit einer Zwischenfrequenz 1745 kHz 685
Kurzwellenamateur, Bedeutung der neuen Endröhren für den — 412
*—, Der — auf der Rundfunk-Ausstellung 617
Kurzwellenempfang, Der Einfluß der Elektronen-Laufzeiten beim — 350
*—, Sonnenflecken-Durchgang und —. Beitrag zum Störungsproblem 409
*—, Der Einfluß der Sonnenfinsternis am 19. Juni 1936 auf den — 557
*—, Einfluß der Sonnenfinsternis auf den — 682
*Kurzwellenempfänger, eine Übersicht 89
—, Eine Lanze für Eisenspulen im — 219
*—, Einige praktische Vorschläge zur Beseitigung des Netzgeräusches bei Vollnetz-—n 348
*—, Ein preiswerter — 415
*Kurzwellensender, Bandwechsel im — 749
*Kurzwellenspule, Einfaches Prüfgerät für den Gütevergleich von —n 350

*Leistungsversuche im Betriebsdienst 747
*„Link"-Kopplung, Zur — 410
Literaturschau 219
Log-Auswertung, 13. Erfahrungsbericht der — des DASD 155, 221
— und Naturforschung 346

Mattieren von Aluminium 350
*Modernisierung der Gedankengänge (Neue Wege im Empfängerbau) 553
*Morseübung, Für —en 30

Naturforschung, Log-Auswertung und — 346
*Naturwissenschaftliche Forschungsstelle, 15. Bericht der — des DASD. (Sonnenflecken-Durchgang und Kurzwellenempfang 409
—, 16. Bericht der — des DASD. (Wirken Kurzwellen auf biologische Vorgänge?) 560
—, Die — des DASD berichtet 620
*—, 18. Bericht der — des DASD. (Bemerkungen zum Nordamerika- und Kanada-Empfang) 623
*Netzgeräusch, Einige praktische Vorschläge zur Beseitigung des —es bei Vollnetzkurzwellenempfängern ... 348
*Nordamerika-Empfang, Bemerkungen zum — und Kanada-Empfang. 18. Bericht der Naturwissenschaftlichen Forschungsstelle des DASD 623

Persönlichkeit kontra Kilowatts 745
*Prüfgerät, Einfaches — für den Güte-Vergleich von Kurzwellenspulen 350

Raste, Einfache — für Drehkondensatoren 414
*Reflexempfänger für den UKW-Empfang 94
*Richtantenne, Eine einfache und wirksame — —n 351, 411
*Röhrensender, Aus der Technik des —s 346

*Röhrenvoltmeter für den Amateur 220
*—, Einfaches — mit Kompensation 687
*Rundfunk-Ausstellung, Der Kurzwellenamateur auf der — 617
*Schirmgitter, Senderstufe mit —-Senderöhre 413
*Schreibtischentwurf, Vom — in die Praxis: Nr. 13. Kleinsender mit Lastausgleich 159
*—, Vom — in die Praxis. Nr. 14. Einfaches Prüfgerät für den Güte-Vergleich von Kurzwellenspulen 350
*—, Vom — in die Praxis. Nr. 15. Gegentaktsender mit Empfängerröhren 475
*Sender, Tragbarer —-Empfänger 157
*—, Einfacher 10-m-— 286
*—, Bandwechselschaltung für — 352
*Senderfernsteuerung, Fernbedienungsanlage von D 4 baf während der Großen Deutschen Funkausstellung 1935 27
*Senderöhre, Senderstufe mit Schirmgitter-— 413
—, Zwei neue Amateur-—n 414
*Senderspeisung, Zerhackerumformer für — 621
*Senderstufe mit Schirmgitter-Senderöhre 413
Sicherung, Automatische — 154
*Sonnenaufgangs-Phänomen, Das — 29
Sonnenfinsternis, Kurzwellen und — 345
*— und elektromagnetische Wellen 349
*—, Der Einfluß der — am 19. Juni 1936 auf den Kurzwellenempfang 557
*—, 40-m-Empfang während der — 557
*—, Einfluß der — auf den Kurzwellenempfang 682
*Sonnenflecken-Durchgang und Kurzwellenempfang. Ein Beitrag zum Störungsproblem 409
*Spulenherstellung 414
*Stabilisator, Über —en 558
*Standardgerät Nr. 2 (Nachtrag zum Standard-Frequenzmesser) 154
*— Nr. 7; Zweiröhrenempfänger für Wechselstrom-Netzbetrieb 473
*— Nr. 8; Absorptionsfrequenzmesser 683
*Standardgerät Nr. 9; Zweiröhren-Batterieempfänger 748
*Station, Die neue — von D 4 ijh. 223
Strahlung, Absorption der direkten — bei der 10-m-Wellenlänge 748
*Südamerika, Die Arbeitsmöglichkeiten auf Kurzwellen mit —. 13. Erfahrungsbericht der DASD-Log-Auswertung 221
*Superhet, Audion contra — 155
*Tastgleichrichter, Ein störungsfreier — 159
*Telegraphieempfänger, Bau besserer — 553
Überschwemmungskatastrophe, Kurzwellen-Amateure als Helfer bei der — in USA. 345
*UKW-Empfang, Reflexempfänger für den — 94
Viertelstunde, Die „tote —". Ein neues Ausbreitungsphänomen? 28
—, „Die tote —" 347
—, Nochmals „Die tote —" 619
*40-m-Empfang während der Sonnenfinsternis 557
Wettbewerb, Jubiläums-Funk-— des DASD e. V. 345
—, Deutscher Geschicklichkeits-— 751
Winke: Herstellung von Spulen. Einfache Raste für Drehkondensatoren. Kitten von Trolitul. Kitten von Zelluloid. Billige Empfängerchassis 414
*Zerhackerumformer für Senderspeisung 621
*10 m, Ausbreitung der Bodenwelle auf — 25
*—, Stand der Technik und Forschung im —-Band 217
*—, Einfacher —-Sender 286
—, Deutscher —-Tag 683
*—, Absorption der direkten Strahlung bei —-Wellenlänge 748
*Zweiröhrenempfänger für Wechselstrom-Netzbetrieb. DASD-Standardgerät Nr. 7 473
*Zweiröhren-Batterieempfänger. DASD-Standardgerät Nr. 9 748
*Zwischenfrequenz, Der Kurzwellen-Bandsuper mit einer — 1745 kHz 685

FUNK



DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

ZPA 1935, 1144

Einzelpreis 50 Pfennig

WEIDMANNSCHE BUCHHANDLUNG • BERLIN SW

INHALT

H. Kalden, Die Braunsche Röhre 1
Neue Röhren für leistungsfähige Batterieempfänger 5
Dipl.-Ing. H. Gottmann, Potentialreliefs hochevakuierter und gasgefüllter Gleichrichterröhren . 7
H. Boucke, Selbsttätige niederfrequente Lautstärkeregelung in Abhängigkeit von Frequenzgeräuschen 11
R. Schadow, Die Sirufer-Uhr 13
F. Nitturra, Ein Hochfrequenz-Vorsatzgerät in Allstromausführung 17
F. Berg, Der Sinn der logarithmischen Zählung und Einteilung 19
Funktechnik in der Praxis 22

Monographien der Rundfunkempfänger

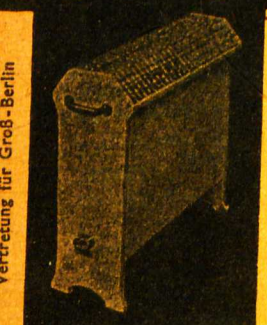
Imperial 65 W 23
Zeitschriftenschau 24

Kurzwellenbeilage

W. Kawan, Ausbreitung der Bodenwelle auf 10 m 25
Dipl.-Ing. E. Graff, Senderfernsteuerung 27
R. Wigand, Ein neues Ausbreitungsphänomen? — Die „tote Viertelstunde" 28
E. Fendler, Das Sonnenaufgangsphänomen . . . 29
L. Rohleder, Versuche mit Eisenkernspulen in Kurzwellen-Empfängern 30
A. Hettenhausen, Für Morseübungen 30
Der DASD auf der Funkausstellung 31
Erdmagnetischer Bericht 32
Funktechnische Kartei . . (Dritte Umschlagseite)

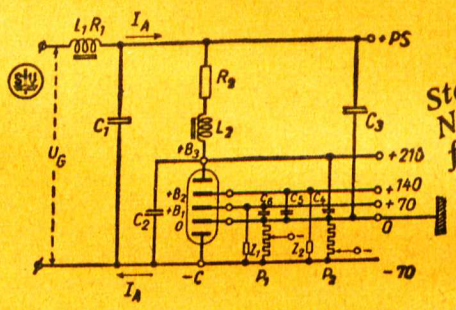


Sämtliche Einzelteile
die im FUNK beschrieben sind, insbesondere zu dem Aufsa
Ein Hochfrequenz-Vorsatzgerät in Allstromausführung Seite
halten wir stets am Lage
WALTER ARLT · Radio-Handels G. m. b. H
Berlin-Charlottenburg, Berliner Straße 4
Fordern Sie die ausführliche Materialaufstellung F 1/193
Riesenkatalog 25 Pfg. und 15 Pfg. Porto

DYNOS

Vertretung für Groß-Berlin
J. K. Peter, Bln.-Charlottenburg Kaiser-Friedrich-Str. 79.
Elektro-Warmluft-Ofen
DAS NEUE RAUMHEIZGERÄT
OHNE HITZESTRAHLUNG
EINE GLÜHENDEN TEILE
aubere und wirtschaftlich
RUCKSCHRIFT UND LIEFERUNG
lher & Co.
asing bei München
Preis 28.-

Ein Begriff: Erfolg und Erika

Alles sonst Wissenswerte vermittelt Ihnen die Werbeschrift No 816
AKTIENGESELLSCHAFT VORM.
SEIDEL & NAUMANN
DRESDEN-A·5·GEGR·1868

Stabilisator


Stabilisierter Netzanschluß für Kurzwellen-Sender!

mit einem Netzanschlußgerät gibt eine Spannungskonstanz: ± 0,1 % bei ± 10 % Primärschwankungen, 1—2 % zwischen Leerlauf und Vollast, 0,02 % ist nur die gegenseitige Beeinflussung der Teilspannungen

Trägheitslose Regelung durch Glimmentladung
Eigenverbrauch: Einige Milliampère

Ausführliche Beschreibungen sendet kostenlos

Stabilovolt GmbH.
Berlin SW 68, Wilhelmstraße 130
Fernruf: Sammelnummer F 5 Bergmann 2784

SABA-RADIO
Meisterwerke Schwarzwälder Feinmechanik

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS
1. Januar 1936 Heft 1
Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Die Braunsche Röhre

Ihr Werdegang, ihr grundsätzlicher Aufbau und ihre heutige Bedeutung

Von **Herbert Kalden**

Jeder Besucher der öffentlichen Fernsehstuben und der letztjährigen Funkausstellungen hat mit dem Fernsehbilde zugleich die Braunsche Röhre gesehen; sie bietet uns unmittelbar das Fernsehbild dar. Die Braunsche Röhre beherrscht heute zweifelsohne das Feld auf dem Gebiet des Fernsehempfangs. Damit ist ein physikalisches Gerät in weitestem Ausmaß volkstümlich geworden, das ursprünglich nur für den Wissenschaftler und Meßtechniker bestimmt war und das auch heute auf diesem, seinem ursprünglichen Verwendungsgebiet noch ständig an Bedeutung gewinnt. Gerade auf dem ebenfalls den Funkfreund besonders interessierenden Gebiet der Untersuchung und Messung von Hochfrequenzspannungen bzw. hochfrequenten Vorgängen hat der trägheitslose Elektronenstrahl-Oszillograph, die Braunsche Röhre, größten Wert gewonnen, ja, sie ist gar nicht zu ersetzen. In der Physik und Technik werden ihr immer neue Anwendungsgebiete erschlossen. Die Technik der einzelnen Verwendungsarten ist zumeist nur noch Spezialisten geläufig und braucht auch nur von diesen beherrscht zu werden. Die große Bedeutung der Braunschen Röhre für die Hochfrequenztechnik und das Fernsehen ist aber ein ausreichender Grund dafür, daß der Funkfreund einmal einen Einblick in den Entwicklungsgang, die grundlegende Technik und die wichtigsten Verwendungsgebiete des Kathodenstrahl-Oszillographen nimmt.

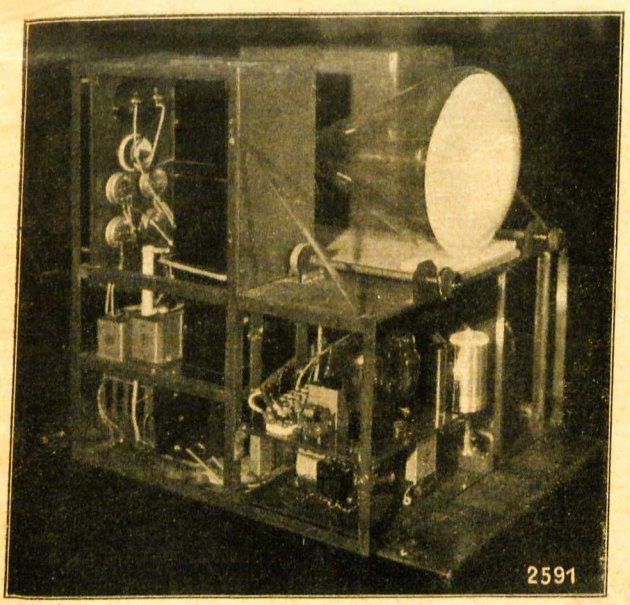


Abb. 1. Heutiger Fernsehempfänger (Innenaufbau mit Braunscher Röhre)

Ihren eigentlichen Ursprung leitet die Braunsche Röhre von der uns allen schon aus dem physikalischen Schulunterricht bekannten Geißler-Röhre her. Bereits 1859 entdeckte der Physiker Plücker in der Nähe der Kathode einer Geißlerschen Entladungsröhre (= eine auf hohe Verdünnung ausgepumpte Glasröhre mit zwei Elektroden) Fluoreszenzlicht des Glases. Die eigentliche Natur der Strahlen, die dieses Fluoreszenzlicht am Glase hervorriefen, wurde erst von Plückers Schüler Hittorf (1869) genauer erkannt und gedeutet. Unabhängig von Hittorf kam auch der Engländer Crookes (1874) zu gleichen Beobachtungen und Feststellungen; er konnte zudem noch darüber hinaus weitere Eigenschaften der Kathodenstrahlen, wie vor allem die Konzentrationsfähigkeit der Strahlen durch eine Hohlkathode, ermitteln. Die beiden deutschen Forscher hatten bereits die für die praktische Verwendung so wichtige Ablenkbarkeit der Strahlen durch äußere magnetische Felder festgestellt; langer Anstrengungen bedurfte es aber, ehe der praktische Nachweis der ebenso wichtigen elektrischen Ablenkbarkeit gelang. Dies war erst im Jahre 1897 den Forschern Thomson, Kaufmann und Aschkinaß vorbehalten, die zugleich auch Gesetze für die elektrostatische Ablenkung aufstellen konnten.

Nunmehr waren die Voraussetzungen für eine praktische Verwertung der Kathodenstrahl-Röhre gegeben. Man wußte, daß bei dem Ausgleich hoher elektrischer Schwingungen in Vakuumröhren (mit einem Druck von weniger als $^1/_{100}$ mm Quecksilbersäule) von der Kathode besondere Strahlen ausgehen, die sogen. Kathodenstrahlen. Diese Strahlen pflanzen sich geradlinig fort und vermögen mechanische bzw. physikalische und chemische Wirkungen

ervorrufen, so z. B. beim Aufprallen auf die Glaswand der Röhre ein Fluoreszenzlicht, desgleichen eine Erwärmung oder sogar die Bewegung eines in ihre Bahn gebrachten Flügelrädchens. Weiter hatte man erkannt, daß diese Strahlen durch äußere magnetische und elektrostatische Felder abgelenkt werden können, und daß sie imstande sind, eine photographische Platte zu schwärzen (A. Heß, 1894). Inzwischen war es auch Lenard gelungen, die Strahlen aus dem Entladungsrohr durch ein dünnes Metallfenster (Lenardsches Fenster) austreten zu lassen. Professor Braun konstruierte nunmehr (1898) ein Kathodenstrahlrohr, das allgemein für Demonstrationszwecke und Experimentaluntersuchungen gut geeignet war und deshalb bald große Verbreitung fand (Abb. 2). Zugleich gab Braun zuerst die verschiedensten grundlegenden Untersuchungsmethoden an der Kathodenstrahl-Röhre an, so daß die Sammelbenennung Braunsche Röhre auch für alle folgenden Konstruktionen in jeder Beziehung gerechtfertigt ist.

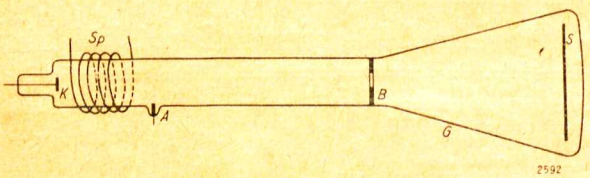


Abb. 2. Kathodenstrahlröhre von Braun (Braunsche Röhre) mit kalter Kathode und Evakuierung auf 8 — 10 mm Hg. Benötigte Spannung 12 000 — 30 000 V. Gesamtlänge etwa 50 cm. K = Kathode, A = Anode, Sp = Magnetspule zur Elektronenkonzentrierung, B = Blende, S = Fluoreszenzschirm, G = Glaskolben. Die Strahlablenkung geschah durch äußere Mittel (Magnete, Spulen, Potentialplatten).

Wenn wir die Braunsche Röhre in ihrer einfachen Form betrachten, so erscheint sie uns wie eine eigenartig gestaltete und aufgeblähte Verstärkerröhre. Wir finden eine Kathode, die die Elektronen ausstrahlt, ferner eine Anode, von der die Elektronen beschleunigt bzw. aus der Kathode herausgezogen werden, und dazwischen weitere Elektroden, die dem Gitter der Verstärkerröhre zu ähneln scheinen. Alle diese Einrichtungen bzw. Elektroden in der Braunschen Röhre dienen der Erzeugung der Kathodenstrahlen; dieser Raum bis zur Anode wird deshalb als Entladungsraum bezeichnet. Erst wenn wir die Anode und den Raum hinter ihr näher betrachten, stoßen wir auf augenfällige Unterschiede. Entweder finden wir die Anode seitlich von der auf der Kathode senkrecht stehenden Achse angeordnet (erste von Braun angegebene Röhre, 1897, s. a. Abb. 2), so daß die Elektronen an ihr vorbeischießen können, oder wir finden in einer achsial angeordneten Anode eine Aussparung in der Mitte, durch die die Elektronen hindurchschießen können. Hinter bzw. jenseits der Anode befindet sich demnach während des Betriebes der Röhre ein Strahlenbündel von Elektronen, die sich nunmehr mit gleichbleibender Geschwindigkeit weiterbewegen. Dieses Elektronenstrahlbündel ist der trägheitslos beeinflußbare Zeiger der Braunschen Röhre, um dessen willen der gesamte bisherige Aufwand getrieben worden ist. Dieser trägheitslose und praktisch auch masselose Kathodenstrahlzeiger (die Masse eines Elektrons ist etwa 2000mal kleiner als die Masse des leichtesten Moleküls, des Wasserstoffmoleküls) kann nun durch magnetische (elektromagnetische) oder elektrische (elektrostatische) Einwirkungen abgelenkt werden und dient zur Anzeige der hierbei übermittelten Vorgänge. Die Anzeige geschieht in einfachster Weise in der Form, daß das Elektronenstrahlbündel noch innerhalb des Glaskolbens der Röhre auf einen besonders präparierten Schirm auftrifft, der an der Auftreffstelle der Kathodenstrahlen durch diese zum Aufleuchten (Fluoreszieren) gebracht wird. Es entsteht also ein Lichtfleck vom Durchmesser des Kathodenstrahlenbündels. An die Stelle des Fluoreszenzschirmes kann auch eine photographische Platte oder ein Film gebracht werden, da die Kathodenstrahlen ebenso wie das Licht die photographische Schicht schwärzen. Andererseits kann auch der Fluoreszenzfleck photographiert werden.

Zwischen Anode und Schirm (d. i. der sog. Ablenkungsraum) finden wir nun die Einrichtungen, von denen das Elektronenstrahlbündel, das wir als Kathodenstrahlzeiger

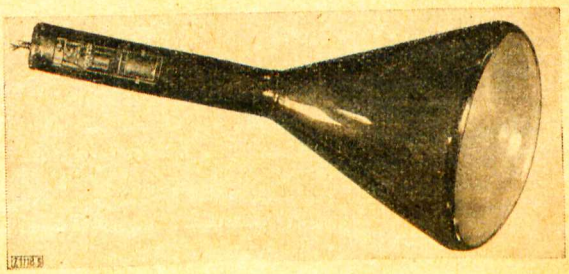


Abb. 3a. Fernsehröhre mit zwei Paar Ablenkplatten

bezeichnen wollen, beeinflußt bzw. abgelenkt wird. Es sind dies entweder mit ihren Achsen senkrecht auf dem Kathodenstrahlzeiger stehende Spulen außerhalb der Glasröhre, die an einer Einschnürung des Kolbens angebracht werden, oder innerhalb der Röhre angebrachte sich gegenüberstehende Plattenelektroden (Abb. 3a und b). Zwischen den Spulen, in deren Kraftlinienfeld, wird der Kathodenstrahlzeiger ebenso abgelenkt, wie ein an seiner Stelle angebrachter stromdurchflossener elektrischer Leiter. Von den Plattenelektroden dagegen wird der Kathodenstrahlzeiger abgestoßen oder angezogen, je nachdem, ob

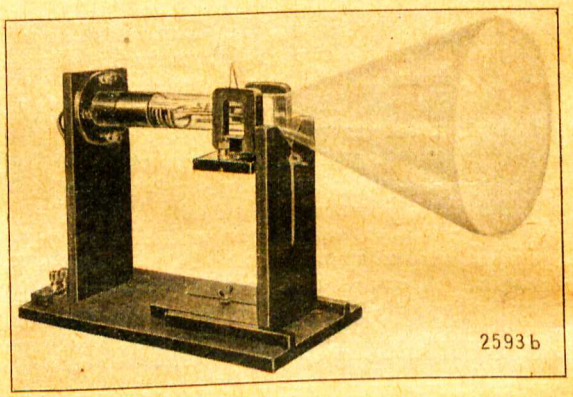


Abb. 3b. Fernsehröhre mit Ablenkplatten und Ablenkspulen auf Stativ (Schirmdurchmesser 25 cm)

sie negatives oder positives Potential haben. Die elektrostatische Steuerung durch Plattenelektroden bietet den großen Vorteil, daß sie leistungsfrei arbeitet. Die Spulen zur elektromagnetischen Steuerung haben dagegen einen mit höherer Frequenz stark ansteigenden Leistungsverbrauch, sie bieten aber unter Umständen den Vorteil, daß sich mit ihnen über einen großen Querschnitt sehr homogene Felder erreichen lassen. Für Fernsehzwecke werden deshalb auch die elektrostatische und die elektromagnetische Steuerung kombiniert, wobei man für die niedrigere Frequenz, d. i. die vertikale Ablenkung (Bildwechsel 25 Hz), die elektromagnetische Steuerung benutzt; man erreicht durch diese Kombination einen gedrungeneren Röhrenaufbau.

Damit haben wir das uns am meisten interessierende Verwendungsgebiet der Braunschen Röhre bereits in seinem letzten Stande erreicht. Wir müssen uns aber noch darüber klar werden, daß eine nach den dargelegten grundsätzlichen Aufbauplänen hergestellte Braunsche Röhre noch keineswegs die hohen Anforderungen zu erfüllen vermag, die für eine vielseitige Verwendung, vor allem auch für das Fernsehen, an sie gestellt werden. Man verlangt hier außer der trägheitslosen Ablenkung des Kathodenstrahlzeigers vor allem noch einen konzentrierten, scharfen Lichtfleck, also

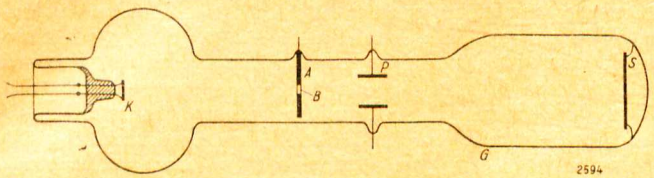


Abb. 4. Kathodenstrahlröhre von Wehnelt mit Oxyd-Glühkathode und schwacher Gasfüllung zur Strahlenkonzentration. Benötigte Spannung 300 — 2500 V, Lebensdauer wenige Stunden. K = Kathode, A = Anode, B = Blende, P = Ablenkplatten, S = Fluoreszenzschirm, G = Glaskolben

eine enge Bündelung der Kathodenstrahlen, sowie ferner, daß der Lichtfleck über den ganzen Bereich des Leuchtschirmes hinweg scharf, gleich groß und gleich hell bleibt, also überhaupt die Unterdrückung jeder Verzeichnung bzw. Verzerrung. Erste Voraussetzung zur Erreichung dieses Zieles war eine hohe Elektronenemission an der Kathode, damit ein kräftiges Kathodenstrahlbündel zur Verfügung steht. Während am Anfang mit kalten Kathoden (Platin-Elekroden) gearbeitet wurde, bei denen sehr hohe Spannungen aufgewendet werden mußten, um einen genügenden Elektronenaustritt aus der Kathode zu erzielen, wurde schließlich die Glühkathode eingeführt. Im Jahre 1903 entdeckte dann Wehnelt, daß die Oxyde bei hohen Temperaturen eine höhere Elektronenemission zeigen als Platin, und daß insbesondere auf diese Weise ein sehr niedriger Kathodenfall (Austrittsarbeit der Elektronen) erreichbar war (Abb. 4). Während bisher die Überwindung des Kathodenfalls bzw. der Raumladungswolke (wie ja auch aus der Technik der Verstärkerröhre bekannt) einen großen Spannungsaufwand erforderten, konnte Wehnelt jetzt Hochvakuumröhren schaffen, die nur 200 bis 300 V Spannung benötigen gegenüber einem bisher mehr als zehnfachen Wert. Bei höherer Elektronenemission ergab sich hier zugleich eine geringere Geschwindigkeit der Elektronen. Das war vor allem von Vorteil für das wichtige Verwendungsgebiet der Braunschen Röhre als Hochfrequenz-Oszillograph, denn es vergrößerten sich hiermit die Strom- und Spannungsempfindlichkeit. Die weitere Entwicklung der Kathode zu immer größerer Emissionsfähigkeit verlief dann in enger Anlehnung parallel zur Kathodenverbesserung in den Verstärkerröhren.

Als nächste Schwierigkeit war die Aufgabe einer ausreichend engen Bündelung der Elektronenstrahlen zu lösen. Es handelte sich hierbei zunächst darum, den Hauptteil der von der Kathode emittierten Strahlen parallel zur Achsrichtung verlaufen zu lassen (Ab. 5 a). Zu diesem Zweck führte Wehnelt eine Hilfselektrode (bzw. einen Konzentrationszylinder) an der Kathode ein, die auf Kathodenpotential oder auf ein negativeres Potential (negativer Pol einer zusätzlichen Gleichspannung) gebracht wird (Abb. 5 b). Von den auf diese Weise erreichten nahezu parallelen Abstrahlungen der Elektronen wird durch Blenden (Diaphragmen) ein Strahlenbündel von gewünschter Enge herausgeblendet. Solche Blenden sind in verschiedensten Formen von einfachen durchbohrten Scheiben (Braun) bis zu geschweiften Trichtern oder langgestreckten Rohren mit Flansch entwickelt worden. Diese Blenden können aus Isolierstoff oder Metall bestehen. Metallische Blenden werden zumeist mit der Anode auf Erdpotential gelegt.

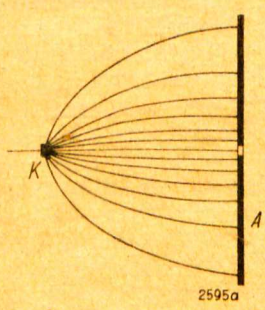


Abb. 5a. Elektrisches Feld (Feldlinien) zwischen angenähert punktförmiger Kathode K und Anode A

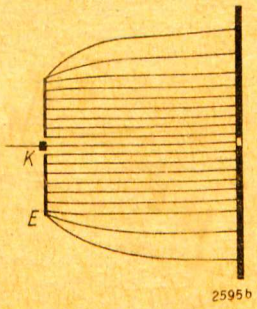


Abb. 5b. Elektrisches Feld (Feldlinien) zwischen angenähert punktförmiger Kathode K mit Wehnelt'scher Hilfselektrode E und Anode A

Für Fernsehzwecke wie auch für oszillographische Zwecke genügt jedoch eine auf diese Weise erreichte Bündelung der Kathodenstrahlen noch nicht; hier kommt es darauf an, einen kleinen, scharfen und sehr intensiven Lichtfleck zu erhalten. Die Eigenschaften der Kathodenstrahlen ermöglichen dies in eleganter Weise, und zwar genau analog der Zusammenfassung von Lichtstrahlen durch optische Linsen. Die von der Kathode ausgehenden Elektronen können nämlich durch axialsymmetrische elektrische Felder oder durch Magnetfelder, deren Achse in die Strahlachse fällt, in gleicher Weise konzentriert bzw. gesammelt werden wie die Lichtstrahlen durch eine Sammellinse [1]). Dementsprechend werden die hierfür erforderlichen Anordnungen (Spulen oder Metallzylinder, deren Achse mit der Strahlenachse zusammenfällt) auch Elektronenoptiken und gemäß ihrem Aufbau magnetische oder elektrostatische (elektrische) Elektronenoptiken bzw. Linsen genannt (Abb. 6 und 7). Die

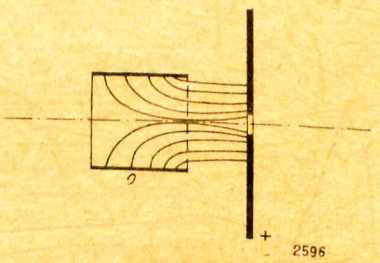


Abb. 6. Axialsymmetrisches Konzentrationsfeld zur Zusammenpressung (konzentrierten Bündelung) der divergierenden Elektronen

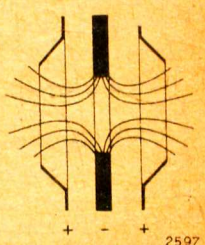


Abb. 7. Axialsymmetrisches doppeltes Konzentrationsfeld (elektr. Feldlinien)

elektrostatischen Optiken bieten die Vorteile, daß sie bequem im Inneren der Röhre montiert werden können, unempfindlich gegen Einstreuung durch äußere Felder sind und keinen Stromverbrauch, sondern nur einen Potentialbedarf haben. Eine zusätzliche Zusammenfassung der Kathodenstrahlen zu einem sehr dünnen Bündel (Fluoreszenzfleck-Durchmesser von 0,5 mm) kann durch Füllung der Braunschen Röhre mit Edelgasen (natürlich auch nur unter sehr geringem, dem Vakuum nahen Druck) erreicht werden (s. a. Abb. 4). Die Kathodenstrahlen bewirken Ionenbildung infolge Stoßionisation des Gases, und diese Ionen stoßen die Elektronen der Kathodenstrahlen ab, also zur Strahlungsachse zurück.

Damit sind die grundlegenden Eigenschaften, die für eine vielseitige Verwendung von der Braunschen Röhre verlangt werden, aufgeführt. Für Fernsehzwecke ist aber noch ein weiterer Steuervorgang notwendig, die Helligkeitssteuerung des Elektronenstrahles. Das Fernsehbild an der Braunschen Röhre entsteht ja, wie wir wissen, dadurch, daß ein kleiner Lichtfleck (die Spitze unseres Kathodenstrahlzeigers) auf dem Fluoreszenzschirm am Kolbenende der Braunschen Röhre blitzschnell eng untereinanderliegende Zeilen nacheinander durchwandert und in nur $^1/_{25}$ Sekunde das vollständige Bild auf der gesamten Schirmfläche erscheinen läßt. Dabei sind die Hell- und Dunkelstellen des Bildes mit allen Zwischenschattierungen dadurch entstanden, daß die Strahlungsintensität des Kathodenstrahlzeigers ständigen Schwankungen unterlag, womit sich in gleicher Weise die Helligkeit des Fluoreszenzfleckes änderte. Diese Wirkung kann entweder durch Ausblenden des Elektronenstrahles oder durch Änderung der Anzahl der aus der Kathode aus-

tretenden Elektronen erreicht werden. Das Ausblenden kann entweder auf die Weise geschehen, daß der Elektronenstrahl vor einer Blende mehr oder weniger abgelenkt wird, so daß nur ein kleinerer oder größerer Teil des Strahlenbündels hindurchtritt, oder so, daß man die Kathodenstrahlen durch axialsymmetrische Felder zu größerer oder geringerer Dichte zusammenfaßt. Die Anzahl der aus der Kathode austretenden Elektronen kann bequem durch mehr oder weniger starke negative Vorspannung einer unmittelbar vor der Kathode angeordneten und mit einer kleinen Durchtrittsöffnung versehenen Lichtsteuerelektrode nach Art des Wehnelt-Zylinders (s. Abb. 8) geregelt werden. Bei stär-

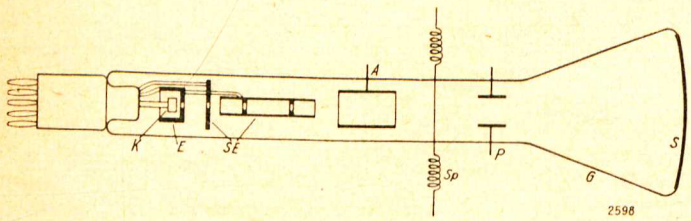


Abb. 8. Amerikanische Kathodenstrahlröhre mit Hochvakuum. Benötigte Spannung 600 — 2000 — 10 000 V. K = Kathode, A = Anode, E = Wehnelt-Elektrode für Intensitätssteuerung, SE = Sammelelektroden mit Blenden, Sp = Ablenkspulen, P = Ablenkplatten, S = Fluoreszenzschirm, G = Glaskolben

kerer negativer Vorspannung wird infolge der abstoßenden Wirkung und der immer stärkeren Abschirmung des Feldes eine immer geringere Anzahl von Elektronen durch die Öffnung hindurchtreten; das Strahlenbündel wird auch enger eingeschnürt und gegebenenfalls ganz abgeschnürt. Diese Anordnung bietet eine verhältnismäßig hohe Steuerempfindlichkeit und wird deshalb in Fernsehröhren bevorzugt verwendet.

Die letzte Betrachtung über den grundsätzlichen Aufbau der Braunschen Röhre gilt nun noch dem Bildschirm. Bereits Braun benutzte zur Beobachtung der Ablenkung des Kathodenstrahlzeigers einen in den Strahlengang gestellten Schirm. Dieser bestand aus einer runden Glimmerscheibe, die auf der der Kathode zugewandten Seite mit einer dünnen Schicht einer leuchtfähigen Substanz belegt war. Dieser Schirm war um 45° gegen die Achse geneigt, damit seine Leuchtseite direkt beobachtet und photographiert werden konnte. Durch die Schrägstellung ergeben sich aber Bildverzerrungen. Die heutigen Röhren werden deshalb entweder durch eine eingeschmolzene planparallele Glasplatte, durch eine einfach gekrümmte zylindrische Fläche, deren Achse senkrecht zur Rohrachse steht, oder durch eine flache Kugelkalotte abgeschlossen. Auf diesen Kolbenboden wird innen die Fluoreszenzmasse aufgebracht, entweder durch Bespritzen oder neuerdings durch Niederschlag einer zerstäubten feinkörnigen Masse, der mit ebenfalls nach Zerstäubung darauf niedergeschlagenem verdünntem Wasserglas sehr haltbar und beständig gebunden wird. Die Art des verwendeten Fluoreszenzmaterials, von dem heute eine große Auswahl genau erforschter Stoffe mit verschiedensten Eigenschaften zur Verfügung steht, richtet sich ganz nach dem Bestimmungszweck der betreffenden Röhre. Die Auswahl wird vor allem danach getroffen, ob eine große Intensität der für das Auge oder der für die photographische Aufnahme wirksamen Strahlen erwünscht ist. Von den wichtigeren Leuchtmassen seien genannt: Zinksilikat (mattgrün-leuchtend), Zinkkadmiumsulfid (gelb), Zinksulfid (gelb bis grüngelb, je nach Zusätzen), Kalziumwolframat (blau), Kadmiumwolframat (blaugelb) und Mangansilikat (rot).

Von den wichtigen Anwendungsgebieten der Braunschen Röhre wurden das Fernsehen und die Oszillographie bereits erwähnt. Für die Erforschung und Untersuchung verwickelter elektrischer Schwingungsvorgänge hat die Braunsche Röhre in mehreren hierfür besonders entwickelten Typen größte Bedeutung gewonnen. Schon sehr früh wurde die Braunsche Röhre zur Untersuchung von Lichtbogen-Schwingungen herangezogen. Wichtig für oszillographische Zwecke war die Frage geeigneter Verfahren zur Zeitablenkung, um Schwingungserscheinungen in Kurvenzüge auflösen zu können. So wurde für die Braunsche Röhre auch das von den Siemens'schen Schleifenoszillographen bekannte Prinzip der Zeitauflösung unter Benutzung einer nach einer doppelten archimedischen Spirale verlaufenden Trommel angewendet, wobei die Flächen der Trommel die Leuchtsubstanz tragen. Heute werden dagegen durchweg Kippschaltungen verwendet, wie sie in der Funktechnik bekannt sind. Die Braunsche Röhre dient sodann in der Starkstromtechnik zur Frequenzüberwachung und zum Frequenzvergleich; weitere wichtige Bedeutung hat sie auf dem Gebiet der Untersuchungen von Wanderwellen und von Blitzeinschlägen bzw. Blitzwirkungen gefunden, desgleichen für die Aufnahme und Untersuchung von Magnetisierungskurven, Leistungs- und Verlustdiagrammen, Phasenwinkeln, Leistungsfaktoren, Quotienten und Resonanzkurven aller Art. Ihre Eignung zur Frequenzsynchronisierung und Bestimmung des Frequenzverhältnisses mit hoher Genauigkeit bis zu den höchsten Frequenzen ist sehr wertvoll für die Eichung von Sendern und Wellenmessern (genaue Wellenmesser mit Braunscher Röhre). Ebenso lassen sich mit Hilfe der Braunschen Röhre in der Funktechnik schnell und übersichtlich die Arbeitskennlinien von Elektronenröhren aufnehmen.

Auch für die Untersuchung leistungsschwacher Vorgänge in der Ton- und Hochfrequenztechnik ist der Elektronenstrahl-Oszillograph in letzter Zeit insbesondere durch Schaffung geeigneter Verstärker weiter entwickelt worden. Hier stehen oft nur Spannungen von Bruchteilen eines Volt zur Verfügung; es wird dann von dem Verstärker verlangt, daß er Spannungen von einigen 100 Volt, wie sie zur vollen Aussteuerung des Elektronenstrahl-Oszillographen erforderlich sind, unverzerrt genau entsprechend den kleinen Steuerspannungen abgibt. Ein neuer Verstärker dieser Art liefert bei Erfüllung aller Voraussetzungen eine gleichbleibende Spannungsverstärkung von 2000 in dem Frequenzbereich von 0,2 bis 2 · 10^6 Hz, also bis weit in das Gebiet der Rundfunkfrequenzen. Es handelt sich hierbei um einen fünfstufigen Verstärker mit Schirmgitterröhren hoher Steilheit, dessen Leistungsbedarf einem Netzteil entnommen wird, in dem eine doppelte Stabilisierung der Spannungen durch

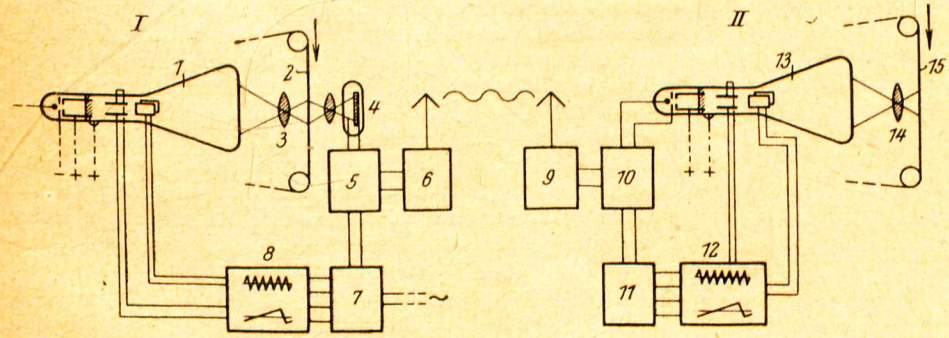


Abb. 9. Film-Schnellübertragung mittels Braunscher Röhren als Bildsender und -empfänger über Kurzwellen
I. Sendeseite: 1 = Röhre mit Zeilenfeldsteuerung, 2 = Film, 3 = Optik, 4 = Fotozelle, 5 = Verstärker, 6 = KW-Sender, 7 = Taktgeber-Generator für Gleichlaufimpulse, 8 = Kippschaltungsgerät
II. Empfangsseite: 9 = KW-Empfänger, 10 = elektr. Weiche für Bild- und Gleichlaufsignale, 11 = Trenngerät für Bildwechsel- und Zeilenwechselimpulse, 12 = Kippschaltungsgerät, 13 = Wiedergaberöhre, 14 = Objektiv, 15 = Positivfilm

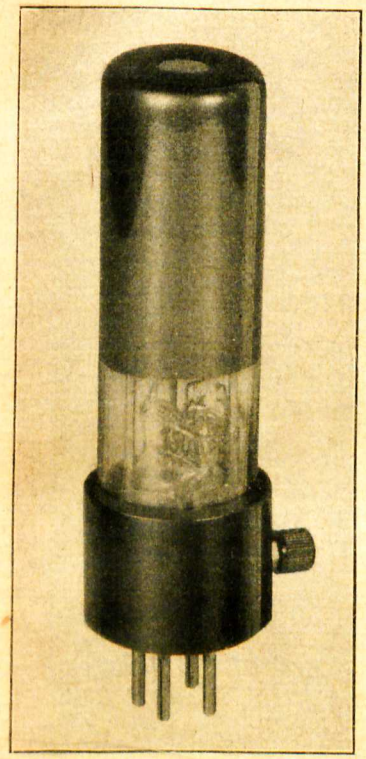


Abb. 10. Braunsche Röhre als Lichtrelais für Bildtelegraphie (Versuchsausführung Telefunken)

Glimmstreckenteiler vorgenommen ist. Die Schaltungskapazitäten sind äußerst klein gehalten; die gesamte Scheinkapazität des Oszillographenverstärkers liegt in der Größenordnung von 35 cm. Bedeutungsvolle Dienste leistete und leistet noch zur Zeit der Kathodenstrahl-Oszillograph bei Untersuchungen der Vorgänge von Blitzentladungen und atmosphärischen Rundfunkstörungen, wie sie in Schweden systematisch vom Institut für Hochspannungsforschung der Universität Upsala vorgenommen werden. Kathodenoszillographische Aufnahmen an Rahmenantennen ermöglichen bereits die Bestimmung der Stromstärkeverhältnisse im Blitz und die Klärung verschiedener Fragen der atmosphärischen Rundfunkstörungen.

Auch zur Herstellung der Tonschrift für Tonfilme findet neuerdings die Braunsche Röhre Verwendung. Sie wird dann so gebaut, daß an Stelle eines Fluoreszenzfleckes ein in seiner Intensität gleichmäßig steuerbarer Fluoreszenzstrich mittels elektronenoptischer Zylinderlinsen erzeugt wird; an den Gesamtaufbau einer solchen Braunschen Röhre werden besonders hohe Anforderungen gestellt. Analog dem Vorgange des Fernsehens ist eine schnelle Übertragung von aktuellen Filmen mit gleichzeitiger Umwandlung der Negativsendung im Positivfilm am Empfangsort (bzw. an mehreren Empfangsorten) über Kurzwellen möglich (Abb. 9).

In der Bildtelegraphie wird für photographischen Schreibempfang neben elektro-optischen Relais und steuerbaren Glimmlampen neuerdings ebenfalls die Braunsche Röhre eingesetzt. Es sind hierfür besondere Röhren mit feststehendem, helligkeitsmoduliertem Lichtfleck entwickelt worden, der unter linearer optischer Verkleinerung auf den Durchmesser 0,2 mm (= der üblichen Zeilenbreite) auf die Bildtrommel projiziert wird (Abb. 10). Ein anderes für die Bildtelegraphie entwickeltes Steuerverfahren beruht auf Zeitmodulation und ermöglicht zugleich einen einfachen selbsttätigen Schwundausgleich. Hierbei wird ein leuchtendes Rechteck von den Signalzeichen, sobald sie mit hinreichender Stärke (über den Störspiegel) eintreffen, über einen Bildpunktausschnitt hinweg abgelenkt, so daß dieser Ausschnitt jetzt unabhängig von weiteren Schwankungen der Zeichenfeldstärke stets ausgeleuchtet wird

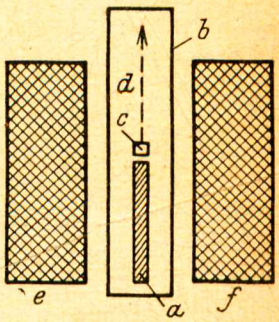


Abb. 11. Bildschrift mit Braunscher Röhre, schematische Darstellung. a = Fluoreszenzrechteck, b = Blende, c = Bildpunktausschnitt, d = Ablenkungsrichtung des leuchtenden Rechtecks a, e und f-Magnetspulen

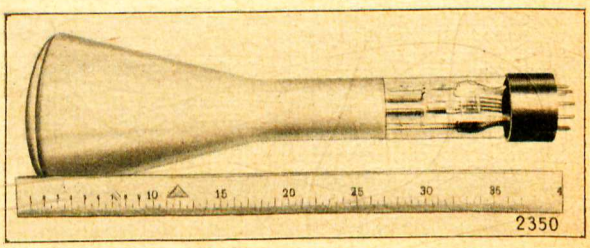


Abb. 12. Bastler-Fernsehröhre

(Abb. 11). Auf diesem wie auch auf allen übrigen in Betracht kommenden Gebieten stehen wir aber heute noch mitten in der Entwicklung zu einem immer weitergehenden und zweckmäßigeren Einsatz der Braunschen Röhre. Der Nutzen, den der trägheitslose Elektronenstrahl-Oszillograph, die Braunsche Röhre, der technischen Forschung und der praktischen Technik in der Zukunft noch bieten wird, ist deshalb heute noch längst nicht abzusehen.

Zeichnungen vom Verfasser, Abb. 1, 3a u. b, 9—12 Werkbilder.

Neue Röhren für leistungsfähige Batterieempfänger

Um den Empfängerfabriken und den Bastlern den Bau wirklich leistungsfähiger Batterieempfänger zu ermöglichen, wurde die Reihe der K-Röhren durch einige neue Typen ergänzt, die infolge ihrer hochwertigen Eigenschaften ganz besonders aufmerksame Beachtung verdienen. Mit diesen Röhren kann man Aufgaben der Empfangstechnik, die beim Netzempfänger bereits brauchbare Lösungen gefunden haben, nun auch beim Batterieempfänger in Angriff nehmen; unter Benutzung dieser Röhren lassen sich Batterieempfänger-Schaltungen entwerfen, die den entsprechenden Netzempfänger-Schaltungen grundsätzlich nicht nachstehen. Mit diesen Röhren ist die K-Reihe nunmehr vollständig; jetzt ist es Sache der Empfängerkonstrukteure, zu beweisen, daß der Batterieempfänger die gleiche sorgfältige und fortschrittliche Behandlung genießt wie der Netzempfänger. Das Preisausschreiben des Rundfunk-Großhändler-Verbandes [1]) wird hoffentlich ebenfalls dazu beitragen, daß für den kommenden Sommer Batterieempfänger zur Verfügung stehen, die sowohl hinsichtlich ihrer Leistung, als auch hinsichtlich des Energieverbrauchs und des Verkaufspreises befriedigen.

Die Reihe der Batterieröhren wird durch fünf neue Typen vervollständigt, deren elektrische Daten aus der Zahlentafel auf Seite 7 hervorgehen, während Abb. 1 die Sockelschaltungen wiedergibt. Die

[1]) Vgl. „Funk" 1935, Heft 23, Seite 762.

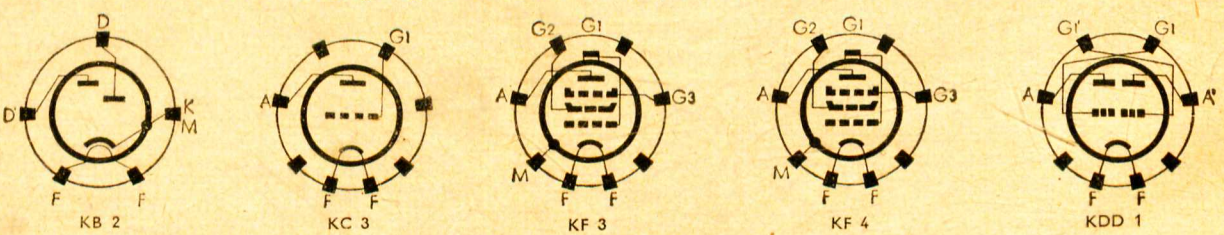


Abb. 1. Sockelschaltungen der neuen Batterieröhren

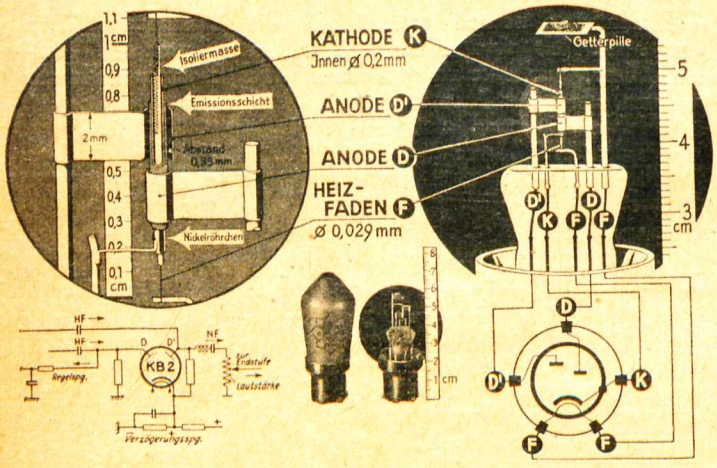


Abb. 2. Elektrodenaufbau und Schaltung der indirekt beheizten Doppel-Zweipolröhre KB 2

Röhren erfordern sämtlich eine Fadenspannung von 2 Volt, so daß sie aus dem einzelligen Akkumulator oder der zweizelligen Trockenbatterie geheizt werden können. Sie sind mit stiftlosem Sockel (Außenkontaktsockel) und mit Kolben kleiner Abmessungen ausgestattet.

Unter den Ergänzungstypen finden wir zunächst zwei Fünfpol-Röhren, die Fünfpol-Schirmröhre KF 4 und die Fünfpol-Regelröhre KF 3. Es sind Nachfolgetypen der bereits bekannten ähnlichen Röhren KF 7 und KF 8, von denen sich die neuen Typen vor

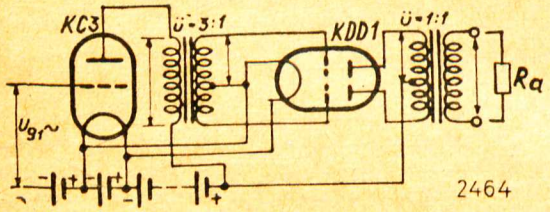


Abb. 3. Schaltung einer Gegentakt-Endstufe in B-Schaltung mit Treiberstufe unter Verwendung der neuen 2 Volt-Röhren

allem dadurch unterscheiden, daß sie — genau wie alle Netzröhren mit Außenkontaktsockel — das Steuergitter an dem Kolbenkontakt liegen haben. Infolgedessen ist es möglich, Spulensätze und Empfängerstufen, die für Netzempfänger mit Fünfpol-Schirm- und -Regelröhren entwickelt sind, ohne Änderung in die Batterieempfänger zu übernehmen. Die elektrischen Daten sind etwa die gleichen geblieben wie bei der KF 7 und KF 8; der Heizstrom konnte dagegen von 0,065 Amp. auf rund 0,05 Amp. herabgesetzt werden.

Die interessanteste Röhre unter den neuen Typen stellt die Doppel-Zweipolröhre KB 2 dar, die als einzige unter den 2-Volt-Batterieröhren von indirekt beheizter Art ist. Die elektrische Trennung von Faden und Kathode ist bei diesem Röhrentyp notwendig, um Regelschaltungen mit verzögertem Einsatz sowie Krachtöterschaltungen durchzubilden [2]); bei solchen Schaltungen muß nämlich zwischen der Kathode dieser Röhre und denen der übrigen Röhren im Empfänger eine kleine Gleichspannung bestimmter Größe vorhanden sein. Der Schaffung indirekt beheizter 2-Volt-Röhren steht natürlich die große Schwierigkeit entgegen, die in dem erhöhten Leistungsbedarf der indirekt beheizten Kathode liegt; diese Schwierigkeit wurde hier durch die Entwicklung einer neuen, ganz ungewöhnlich kleinen Kathode behoben. Wie winzig die Abmessungen tatsächlich sind, geht am besten aus Abb. 2 hervor; der Systemaufbau ist im rechten Bild in natürlicher Größe, im linken Teilbild etwa dreifach vergrößert dargestellt, während links unten die Prinzipschaltung dieser Röhre gezeigt wird. Die Kathode ist etwa 8 mm lang; ihr Innendurchmesser beträgt nur 0,2 mm. Der Abstand zwischen der Kathoden-Oberfläche und der Innenwand der Anoden ist 0,35 mm groß. Aus diesen Angaben mag man ersehen, daß das System dieser Röhre — das kleinste Rundfunkröhren-System überhaupt — ein kleines Wunder der Massenherstellung ist. Den

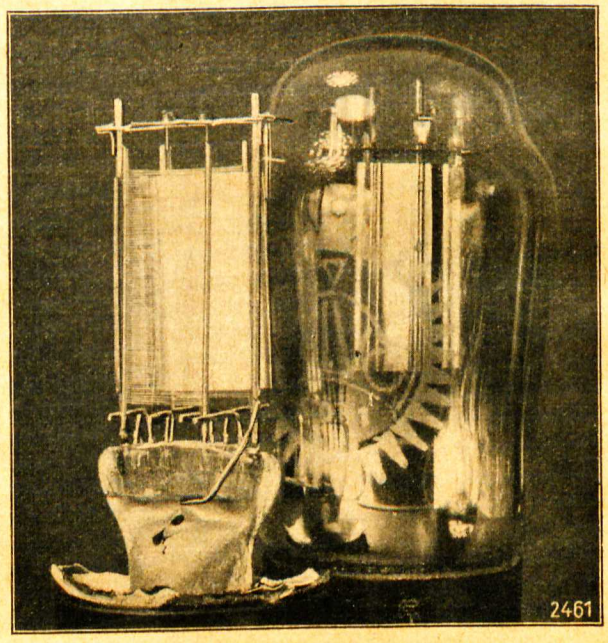


Abb. 4. System und Ansicht der Doppel-Dreipolröhre KDD 1

sehr geringen Abmessungen ist es denn auch zu danken, daß die Kathode nur eine Heizleistung von etwa 0,19 Watt, d. h. einen Heizstrom von 0,095 Amp., erfordert.

Die beiden übrigen Röhren-Neuerscheinungen gehören organisch zusammen; es handelt sich um eine Doppel-

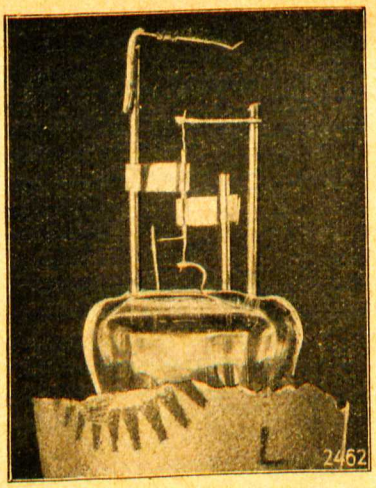


Abb. 5. System der Doppel-Zweipolröhre KB 2

Dreipolröhre für die Gegentakt-Endstufe in B-Schaltung KDD 1 mit der zugehörigen Treiberröhre KC 3. Die KDD 1 enthält zwei vollständige Dreipol-Röhrensysteme, die so bemessen sind, daß die Gittervorspannung der Röhre auf 0 Volt eingestellt, die

[2]) Eine ausführliche Darstellung solcher Schaltungen enthält der Ergänzungsband des „Funktechnisches Praktikum" von Erich Schwandt. 1936. Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68 (Seite 125 ff.).

Röhre also in den positiven Bereich hineingesteuert wird. Bei einem optimalen Außenwiderstand von 10 000 Ω gibt sie eine Sprechleistung von etwa 2 Watt ab; dafür ist eine Gitterwechselspannung von 14 Volt eff. notwendig (die angegebene Leistung gilt für einen Klirrfaktor von 10 %). Die

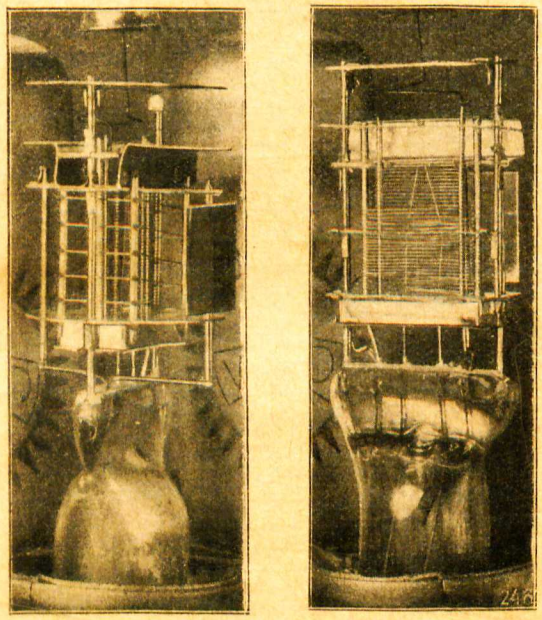


Abb. 6a und b. Systemansichten der beiden Fünfpolröhren

Schaltung der Endstufe und der Treiberröhre geht aus Abb. 3 hervor. Damit im Gitterkreis der Endstufe die durch den Gitterstrom erforderliche Leistung zur Verfügung steht, darf kein Aufwärts-Transformator benutzt werden, sondern der Übertrager muß abwärts transformieren. Als geeignet hat sich ein Übersetzungsverhältnis von 3 : 1 erwiesen. Um die Endstufe voll durchzusteuern, ist am Gitter der Treiberröhre eine Wechselspannung von 2 Volt eff. erforderlich.

Die Treiberröhre KC 3 ist eine Dreipolröhre, deren Anodenbelastung bis zu 0,5 Watt betragen darf. Sie kann außer als Treiberröhre auch als Schwingröhre in Überlagerungsempfängern und für andere Zwecke verwendet werden; man wird sie hier aber nur benutzen, wenn der Stromverbrauch, der bei dieser Röhre 0,22 Amp. beträgt, vernachlässigt werden kann. Muß man bestrebt sein, den Stromverbrauch klein zu halten, so wird man sich außerhalb der Treiberstufe lieber der KC 1 bedienen. *Schw.*

Werkphotos und Werkzeichnungen

Typ und Art der Röhre		Doppel-Zweipol	Dreipol	Doppel-Dreipol	Fünfpol-Regel	Fünfpol-Schirm
		KB 2	KC 3	KDD 1	KF 3	KF 4
Heizspannung	V	2	2	2	2	2
Heizstrom	A	0,095	0,21	0,22	0,05	0,05
Anodenspannung max.	V	—	135	135	135	135
Schirmgitterspannung max.	V	—	—	—	135	135
Negative Gittervorspannung	V	—	2,75	0	0,5 ÷ 15	0,5
Anodenstrom normal	mA	—	3,0	3j.Syst[1]	2	2,6
Schirmgitterstrom normal	mA	—	—	—	0,6	—
Steilheit normal	mA/V	—	2,5	—	0,65	0,8
Durchgriff	%	—	3,5	—	0,12	0,13
Verstärkungsfaktor		—	28	—	850	800
Innerer Widerstand	MΩ	—	0,012	—	1,3	1
Anodenbelastung	W	—	0,5	—	—	—
Sprechleistung	W	—	—	2	—	—
Gitter-Anode-Kapazität	pF	—	—	—	0,006	0,006

1) Anodenruhestrom

Arbeits-Daten der KF 3

Anoden- und Schirmgitterspannung in Volt	Gittervorspannung in Volt	Anodenstrom mA	Steilheit mA/V	Innenwiderstand MΩ	Verstärkungsfaktor	Schirmgitterstrom mA
135	— 0,5	2	0,65	1,3	850	0,6
	— 15	< 0,025	< 0,002	> 10	850	0,6
90	— 0,5	1	0,5	2	950	0,3
	10	< 0,025	< 0,002	> 10	950	0,3

Potentialreliefs hochevakuierter und gasgefüllter Gleichrichterröhren

Von

Dipl.-Ing. H. Gottmann

Die früher behandelten Potentialreliefs für Elektronenröhren [1]) wiesen zwischen Kathode und Anode zu Steuer- und anderen Zwecken eine oder mehrere Elektroden auf, die nach ihrer Bauart Gitter genannt werden. Die nunmehr zu besprechenden Reliefs sollen vornehmlich die Wirkungsweise der in der Empfängertechnik üblichen Gleichrichterröhren, die ohne Gitter arbeiten, dem Verständnis näher bringen.

Der einfachste Fall wird durch die Anordnung einer rohrförmigen Anode mit einer Kathode im Innern verwirklicht. Das elektrische Feld ist radial gerichtet, sofern Kathoden- und Anodenachse übereinstimmen; es wird durch Abb. 7 des eingangs erwähnten Aufsatzes dargestellt. Das daraus entstehende Relief ist das der Abbildung 8 derselben Arbeit. Ist die Kathode exzentrisch gelagert, so ergibt sich ein Feld- und Niveaulinienbild nach Abb. 1 des vorliegenden Aufsatzes. Die Resultierende der auf die Kathode wirkenden Kräfte ruft hier einen einseitigen Zug hervor, der bei den — wie wir noch sehen werden — nicht unbedeutenden Spannungen zur Berührung der beiden Pole und damit zum Kurzschluß innerhalb der Röhre führen kann. [2])

Häufig ist jedoch die Anode kastenförmig ausgebildet, d. h. sie weist rechteckigen Querschnitt auf. Die Kathode besteht dabei aus mehreren parallel oder in Reihe geschalteten Heizfäden, die innerhalb des Anodenkastens entweder parallel oder zickzackförmig hin- und hergeführt werden. In beiden Fällen liegen sie in einer Symmetrieebene parallel zu den Längswandungen der Anode, sodaß sich ein Querschnitt nach Abb. 2 ergibt. Wir denken uns aus diesem Rechteck den inneren Teil herausgeschnitten, wie er von den beiden gestrichelten Linien begrenzt wird. Dieser Ausschnitt wird durch die beiden Symmetrieachsen in vier spiegelbildlich gleiche Teile zerlegt, von denen einer in Abbildung 3 vergrößert dargestellt ist, und zwar mit eingezeichneten Feld- und Niveaulinien. Wiederum verlaufen die Feldlinien von der Kathode zur Anode, während sie im rechten Winkel von den Niveaulinien gekreuzt werden. Es dürfte dem Leser nicht schwer fallen, für die beiden äußeren Begrenzungsrechtecke der Abb. 2 sich das entsprechende Dia-

[1]) „Funk" 1935, Heft 2, Seite 39.

[2]) „Funk" 1931, Heft 45, Seite 716: „Nickelbandkathoden".

gramm wenigstens angenähert vorzustellen. Hier ist gerade der mittlere Teil gewählt worden, weil er später noch eine gewisse Rolle in unseren Betrachtungen spielen wird. Genauer genommen gilt das Diagramm für den Fall einer großen Anzahl paralleler Heizfäden, streng genommen sogar nur für eine unendliche Zahl. Das Gesamtbild läßt sich veranschaulichen, wenn man in den gestrichelten Linien einander zugekehrte Spiegel senkrecht aufstellt (Kaleidoskopwirkung).

Das dem Diagramm entsprechende Relief gibt Abb. 4 wieder. Wie ersichtlich, ist hier der vordere Quadrant herausgeschnitten. Die sich so ergebenden Schnittflächen lassen sowohl den Potentialverlauf längs des Lotes auf die Anode als auch auf den Verbindungslinien zwischen den Kathoden-

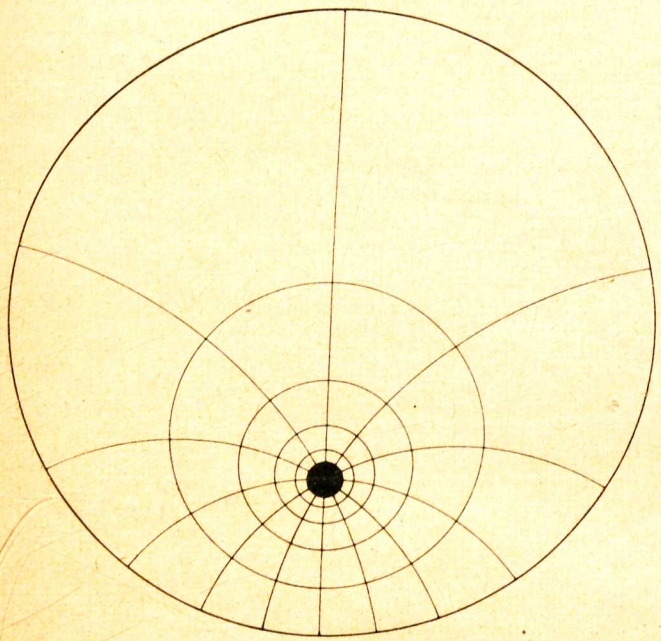


Abb. 1. Feld- und Niveauliniendiagramm der gitterlosen Hochvakuum-Gleichrichterröhre mit rohrförmiger Anode und exzentrisch gelagerter Kathode

fäden deutlich erkennen. Wenden wir wiederum die bereits erwähnten Spiegel an, so erblicken wir den Potentialverlauf bei einer unendlichen Anzahl von Kathodendrähten.

Rings des ganzen Umfanges eines Heizdrahtes ist das Gelände abschüssig. Daher werden auch alle aus der Potentialkuppe hervorquellenden Kugeln zuerst radial nach außen abrollen. Infolge der Feldlinienkrümmung werden sie jedoch um so mehr aus ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt, je mehr diese von dem Lot auf die Anode abweicht. Sie geraten dabei mehr oder weniger auch in das Feld des Nachbarfadens.

Die bisher besprochenen Diagramme bezogen sich auf den Einweggleichrichter nach Abb. 5 a. Denken wir uns nunmehr die beiden Querwände des Kastens in Abb. 2 entfernt, so daß die Längswände keine leitende Verbindung im Innern der Röhre mehr haben, so besteht die Möglichkeit, für jede Längswand einen gesonderten Anschluß zu schaffen. Zunächst scheint dadurch eine einfache Möglichkeit der Verwendung dieser Röhre als Doppelweggleichrichter zu bestehen. Tatsächlich „sind mit dieser Anordnung schon

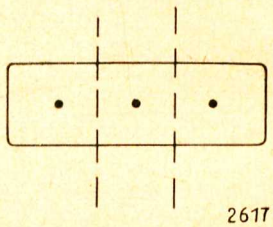


Abb. 2. Schnitt durch eine Gleichrichterröhre mit kastenförmiger Anode. Im Inneren die dreifädige Kathode im Schnitt. Der Bereich zwischen den beiden gestrichelten Linien ist in Abb. 3 näher untersucht

manche vergeblichen Versuche angestellt worden“ [3]). Das hierfür gültige Potentialrelief läßt uns über den zu erwartenden Mißerfolg nicht im unklaren.

Bevor wir jedoch dieses Relief entwerfen, müssen wir uns über die auf die Kathode einwirkenden Spannungen der beiden symmetrisch zu ihr angeordneten Anodenplatten klar werden. Diese Symmetrie, die hier von entscheidender Bedeutung ist, kommt noch besser zum Ausdruck in dem vereinfachten Schaltbild Abb. 6 eines Gleichrichters. Es ist bekannt [4]), daß die in der Gleichrichterröhre wirksame Spannung nur einen Bruchteil der Anodenspannung darstellt. Der weitaus größte Teil der wirksamen Spannung wird nutzbringend abgegeben. Für den Fall des Einweggleichrichters sind die Verhältnisse in Abb. 6 des erwähnten Aufsatzes [4]) veranschaulicht. Für die Doppel-

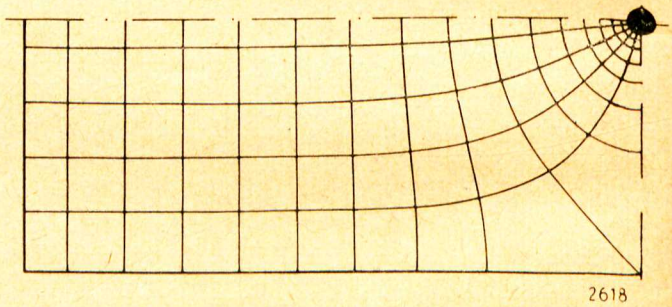


Abb. 3. Feld- und Niveauliniendiagramm für den mittleren Bereich der Röhre nach Abb. 2. Wegen der Symmetrie des Diagramms ist nur ein Quadrant dargestellt

[3]) Barkhausen, Elektronenröhren I, 1931, Seite 76.

[4]) Siehe den Aufsatz des Verfassers über Beanspruchung und Schutz der Gleichrichterröhre im „Funk“ 1935, Heft 12.

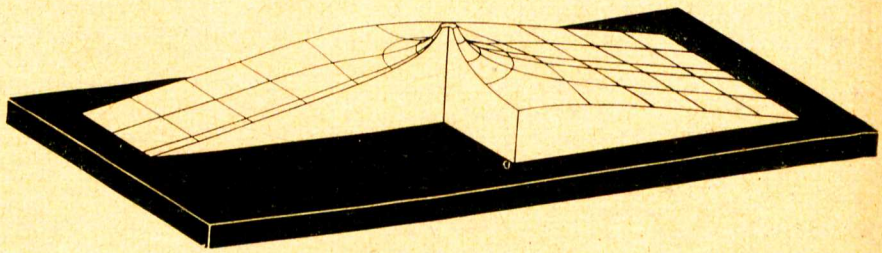


Abb. 4. Potentialrelief der Einweggleichrichterröhre nach Abb. 2 und 3. Zur besseren Sichtbarmachung des Potentialverlaufs ist ein Quadrant herausgeschnitten. Die Spitze stellt das negative Potential der Kathode dar

weg-Gleichrichterröhre dagegen gilt die vorliegende Abbildung 7 a. Wie diese erkennen läßt, liegt während der Dauer des Emissionsstromes zur einen Anode an der anderen die entgegengesetzte Spannung. Die letztere weist gegenüber ersterer jedoch einen bedeutend höheren Wert auf: Sie beträgt etwa das Zwanzig- bis Vierzigfache. Dabei entsprechen diese Ziffern obendrein den Werten, die im günstigsten Falle, nämlich während des Spannungsmaximums, auftreten. Vorher und nachher sind die Verhältnisse noch ungünstiger, wie Abb. 7 b noch deutlicher erkennen läßt. Dieses Bild stellt gleichsam eine Zeitlupenaufnahme des Vorgangs dar. Es zeigt außerdem deutlich, daß während eines nicht unbeträchtlichen Zeitraums

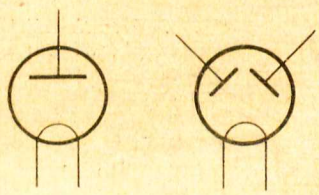


Abb. 5. Symbolische Darstellung gitterloser Gleichrichter. a) Der Einweggleichrichter. b) Der Doppelweggleichrichter

sogar beide Anoden negative Spannung gegenüber der Kathode haben. Daß für diese Zeitdauer der Emissionsstrom abgeriegelt ist, ist ohne weiteres klar, es wird sich aber zeigen, daß er überhaupt ständig unterbunden ist.

In Abb. 8 ist das Feld- und Niveaulinien-Diagramm der Doppelweggleichrichterröhre mit symmetrischer Anordnung der Anodenbleche dargestellt für ein Spannungsverhältnis von 1 : 17,5 im Sinne der obigen Darlegungen. Auf der Seite der stärkeren — negativen — Spannungen drängen sich, wie das in den Ausführungen des eingangs erwähnten Aufsatzes begründet ist, Feld- und Niveaulinien dicht zusammen.

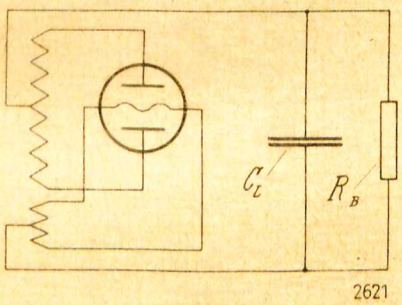


Abb. 6. Vereinfachte Schaltung eines Gleichrichtergeräts mit Doppelweggleichrichtung. Primärwicklung des Transformators und Siebmittel sind als für die vorliegenden Betrachtungen unwesentlich nicht aufgenommen worden. C_L Ladekondensator, R_B Belastungswiderstand. Beide Anodenbleche liegen symmetrisch zur Kathode (Unbrauchbare Anordnung!)

Auf der entgegengesetzten positiven Seite tritt der umgekehrte Fall ein. Der Sattelpunkt ist diesmal nicht besonders hervorgehoben, doch wird es dem Leser leicht fallen, ihn ungefähr zu ermitteln. Das Diagramm, das auch für die Spannungsverhältnisse des Audions gültig ist, wie wir noch sehen werden, ergibt das Relief nach Abb. 9. Da wir in unseren Reliefs stets positive Spannungswerte nach unten, negative dagegen nach oben auftragen, so liegt das Kathodenpotential über dem Potential der bei der Emission gerade beteiligten Anode. Die unbeteiligte, im vorliegenden Augenblick gerade stromlose Anode wird mit ihrem Potential durch die Oberkante des Reliefs dargestellt.

Das Potential der Kathode ist hier wie von Kraterwänden umgeben. Diese eigentümliche Ausbildung des Reliefs verhindert den Abfluß der an der Kathodenpotentialoberfläche in schwacher Bewegung befindlichen Elektronenkugeln. Gäbe es ein gleichmäßiges Gefälle von der Kathode zur darunterliegenden Anode, so wäre ein Abfluß ohne weiteres möglich. Das Diagramm besagt, daß die Röhre die von ihr verlangte Gleichrichterwirkung gar nicht ausüben kann.

Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, daß das auf den ersten Blick auffällig erscheinende Ergebnis sich auch aus der Gesetzmäßigkeit herleiten läßt, die Steuerspannung, Emissionsstrom und Durchgriff miteinander verknüpft. Obwohl hier der Begriff des Durchgriffs seine ursprüngliche Bedeutung verloren hat, schreibt man doch der jeweiligen Anode den Durchgriff von 100 % zu. Es ergibt sich dann, daß die Steuerspannung die Summe der beiden Anodenspannungen ausmacht, die aber nach dem Schaltbild Abb. 6 stets gleich Null ist. Diese Andeutung mag genügen, um einerseits die größere Anschaulichkeit und Überzeugungskraft der Feldlinienbilder gegenüber der Theorie des Durchgriffs darzutun, andererseits auf deren Zusammenhang mit dem Durchgriff hinzuweisen. Eine Hochvakuum-Doppelweggleichrichterröhre läßt sich aus den dargelegten Gründen nur durch paarweise Anordnung zweier Einweggleichrichter und deren Unterbringung in einem gemeinschaftlichen Kolben verwirklichen.

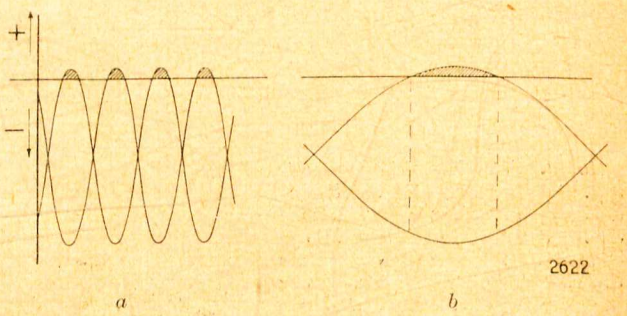


Abb. 7. Der Spannungsverlauf an den Anodenblechen einer Doppelweggleichrichterröhre. Die waagerechte Linie stellt das Null-Potential der Kathode dar. Während der durch Schraffur gekennzeichneten Zeitdauer findet Emission statt. Jeder der beiden Phasen entspricht eine größtenteils unterhalb der Nullinie verlaufende Sinuskurve. a) Aufnahme etwa zweier Perioden. b) Zeitlupenaufnahme einer halben Periode. Nur während der zwischen den beiden gestrichelten Linien eingeschlossenen Zeitdauer findet eine Emission statt

Das Diagramm der Abb. 8 stellt gleichzeitig die Spannungsverhältnisse des Audiongleichrichters dar. Zu diesem Zweck brauchen wir nur eine Rollenvertauschung der Elektroden und Spannungen vorzunehmen. Unsere bisherige

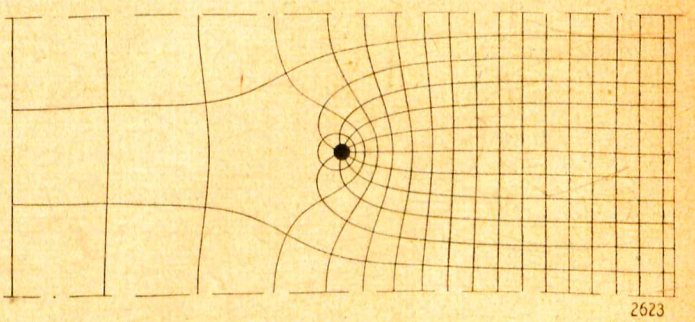
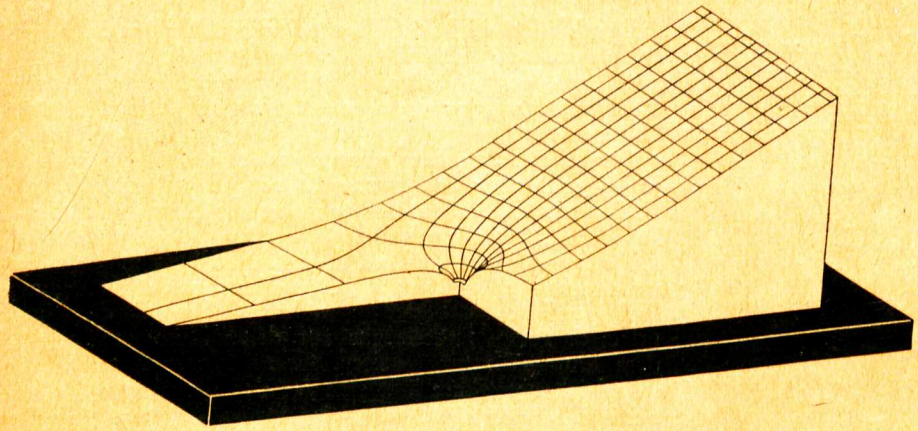


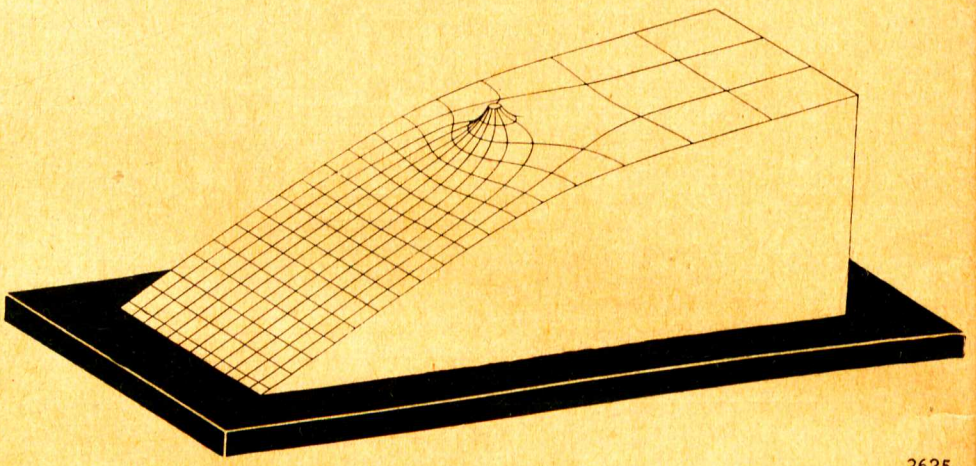
Abb. 8. Feld- und Niveaulinienbiagramm der Hochvakuumröhre mit symmetrischer Anordnung der beiden gegenphasigen Anodenbleche nach Abb. 6. In der Mitte der Glühdraht, rechts und links die beiden Anodenbleche. Nach Vertauschung der Rollen der Elektroden gilt das Diagramm für den Audiongleichrichter

Glühkathode übernehme jetzt die Aufgabe des Gitters, das natürlich kalt bleibt, die an das schwächere Feld angrenzende Elektrode bildet die oberflächig ausgebildete Audionkathode, die andere die Anode. Gleichzeitig kehren wir den Sinn aller Felder und Potentialunterschiede um, wodurch das Feldlinienbild natürlich nicht geändert wird. Unter dieser Auslegung des Feldlinienbildes ergibt sich das Relief des Audions in Abbildung 10. Wir erkennen, daß die Kathode, der wir hier das Potential Null zuschreiben, offensichtlich



2624

Abb. 9. Potentialrelief für den Pseudo-doppelweggleichrichter mit symmetrischer Elektrodenanordnung nach Abb. 6. In der Mitte das Kathodenpotential, das in einen Krater eingebettet ist, der den Elektronenstrom zur positiven (unteren) Anode vollkommen abriegelt. Zur besseren Sichtbarmachung des Potentialverlaufs ist wiederum ein Quadrant herausgeschnitten



2625

Abb. 10. Potentialrelief des Audions. Die Oberkante stellt das Potential der ebenflächig gedachten Kathode dar. Die Kuppe, das Potential des Gitters, liegt um eine Niveaulinie tiefer. Das positive Potential der Anode wird durch die Unterkante dargestellt. Die glatte Seitenfläche ist die Schnittfläche durch das Relief, das hierdurch in so viel Blocks zerlegt wird, wie Gitterdrähte vorhanden sind

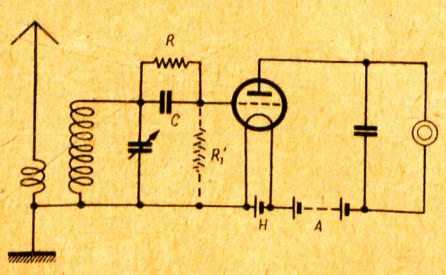


Abb. 11. Schaltschema des Audions. R der hochohmige Gitterableitwiderstand, über den die von der Potentialkuppe aufgefangenen Elektronen wieder allmählich abfließen können. Er kann auch durch den gestrichelt eingezeichneten Widerstand R_1 ersetzt werden

emittieren kann, denn vor ihr ist durchweg abschüssiges Gelände ausgebreitet. Die Gitterspannung hat einen geringen positiven Wert, so daß die oben abrollenden Elektronen das Gitter erreichen können. Allerdings zeigt sich, daß sie die Spitze einer Kuppe bildet, die jedoch von den Elektronen vermöge ihrer lebendigen Energie, die sie von der Kathode auf Grund des Maxwellschen Geschwindigkeitsverteilungsgesetzes und auf ihrem Wege durch das elektrische Feld mitbekommen haben, leicht erklettert werden kann. Bezüglich der Elektrizitätszu- und -ableitung ist das Gitter außerhalb fast vollkommen abgeriegelt. Lediglich ein Hochohmwiderstand R gestattet einen mäßigen Spannungsausgleich durch Zu- oder Abfluß von Elektronen, wie das Abb. 11 erkennen läßt.

Mit dem Auffangen von Elektronen durch das Gitter ändert sich demgemäß gleichzeitig sein Potential in negativem Sinne. Das bedeutet, daß die Gitterpotentialkuppen sich heben, womit das Feld vor der Kathode geschwächt wird. Diese Feldschwächung vor der Kathode verringert wiederum den Anodenstrom. Die weiteren Einzelheiten dieses Vorgangs werden als bekannt vorausgesetzt und können hier übergangen werden. Es ist jedoch ersichtlich, daß die Aufnahmefähigkeit des Gitters für Elektronen um so größer ist, je stärker die Gitterdrähte sind und um so weniger sich die Potentialkuppen über das umliegende Feld erheben. Die Abflachung der Kuppen läßt sich, wie schon der Augenschein lehrt, durch Herabsetzung der Anodenspannung erreichen. Im gleichen Sinne wirkt, wie sich mathematisch leicht beweisen läßt, eine Verstärkung der Gitterdrähte. Das letztere Mittel ist daher in zweifacher Hinsicht wirksam. Die Wirkungsweise der Anodengleichrichtung der Dreipolröhre ist bereits in der eingangs erwähnten Abhandlung geklärt worden, so daß auf diese Erscheinung nicht noch einmal eingegangen wird. Die Zweipolröhre stellt nichts anderes dar als den bereits besprochenen Einweggleichrichter ohne Gitter.

Zeichnungen vom Verfasser

Ein zweiter Artikel folgt!

Selbsttätige niederfrequente Lautstärkeregelung in Abhängigkeit von Fremdgeräuschen

Von

Heinz Boucke

Ob ein ernstliches Bedürfnis besteht, von dem nachfolgenden Regelungsprinzip Gebrauch zu machen, mag zunächst dahingestellt bleiben. Der Vorschlag ist aber originell und seine Durchführung technisch interessant genug, um seine Mitteilung zu rechtfertigen.

Die Verständlichkeit der Lautsprecherwiedergabe hängt bekanntlich nicht nur von der Größe der vom Lautsprecher abgestrahlten Schalleistung ab, sondern in erheblichem Maße auch von der Höhe des Störpegels, der durch Fremdgeräusche im Wiedergaberaum selbst entsteht. In den Zahlentafeln und Formeln, die in der Elektroakustik zur Berechnung der für einen bestimmten Raum bei einem bestimmten Verwendungszweck (z. B. als Vortragssaal, Kaffeehaus, Tanzdiele usw.) notwendigen Schalleistung dienen, ist der Störpegel weitgehend berücksichtigt. Auf Grund dieser Tafeln gelangt man zu einem Durchschnittswert an erforderlicher Wiedergabelautstärke, dessen Wahl auf der Annahme beruht, daß der Störpegel im Wiedergaberaum während längerer Zeit konstant bleibt. Im allgemeinen entspricht dies auch den Tatsachen; es gibt jedoch Fälle, wo der Grad der Fremdgeräusche sich in kurzen Zeiträumen so schnell und so stark ändert, daß die Verständlichkeit der Wiedergabe in Frage gestellt ist. So ist es z. B. eine einem jeden Besucher eines Lichtspieltheaters bekannte Erscheinung, daß im Beifall, den diese oder jene Szene des Films bei den Zuschauern hervorruft, manche für den Weiterverlauf der Handlung wichtigen Worte einfach untergehen. Zuweilen hilft dann zwar der Vorführer durch Aufriegelung des Verstärkers nach, aber das ist genau so unzulänglich wie etwa ein handbetätigter Schwundausgleich, da die Zeitkonstante eines für solche Regelungszwecke eingesetzten Menschen zu groß ist.

Diesem Übelstande könnte man durch das nachfolgend beschriebene Regelungsverfahren abhelfen. Wie weit man diesen Vorschlag praktisch verwirklichen wird und in welchen Fällen man tatsächlich davon Gebrauch machen wird, mag zunächst einmal dahingestellt bleiben. Der Vorschlag geht dahin, in Fällen wie den eben erwähnten eine selbsttätige Regelung der Lautstärke in Abhängigkeit von den störenden Fremdgeräuschen zu bewirken. Zu diesem Zweck wird nach Abb. 1 im Wiedergaberaum, am besten an der vom Lautsprecher entfernt gelegenen Rückwand oberhalb der Zuschauer bzw. Zuhörer, ein Mikrophon zur Aufnahme der Fremdgeräusche angebracht, dessen im Verstärker M (siehe Abb. 1) verstärkte Schallimpulse durch Gleichrichtung und Glättung in eine Regelspannung umgeformt werden, die den Verstärkungsgrad des Tonverstärkers T ändert. Hierbei ist es nun vor allem notwendig, dafür zu sorgen, daß die Regelspannung nur ein Maß für die Fremdgeräusche ist, die im Saal selbst erzeugt werden, und daß sie keinesfalls auch der Beeinflussung durch den Lautsprecherschall unterliegt. Am Mikrophon selbst läßt sich dies nicht erreichen. Selbst wenn man ein auf die Störquelle gerichtetes Richtmikrophon benutzen würde, wäre der Einfluß des Lautsprecherschalls noch viel zu groß. Es wird vielmehr die Unabhängigkeit der Regelspannung vom Lautsprecherschall durch Kompensation erzielt. Hierbei wird der Tonverstärker zur Bildung einer zweiten Regelspannung $K—Rg$ herangezogen, die dem Schallverlauf des Lautsprechers entspricht. Diese Regelspannung wird mit der des Mikrophonverstärkers M so vereinigt, daß jener Anteil an der vom Mikrophon gelieferten Regelspannung, der auf den Lautsprecherschall zurückzuführen ist, durch die Regelspannung, die am Tonverstärker unmittelbar abgenommen wird, kompensiert wird (Abb. 2). Es kann dann eine Aufschaukelung der Lautsprecherwiedergabe oder eine unerwünschte Beeinflussung der Dynamik bei dieser Regelanordnung nicht auftreten.

Praktisch empfiehlt es sich, die vom Tonverstärker abgenommene Regelspannung etwas größer zu wählen als den zu kompensierenden Anteil der Regelspannung $M—Rg$, da es praktisch schwer möglich erscheint, beide Regelspannungsteile für längere Zeit einander vollkommen gleich zu halten, was an sich am besten wäre. Kleiner als der zu kompensierende Anteil der Regelspannung $M—Rg$ soll die Regelspannung $K—Rg$ deshalb nicht werden, weil dann leicht eine Dynamiksteigerung auftritt, da erhöhte Lautstärke eine erhöhte Mikrophonregelspannung und einen erhöhten Überschuß des zu kompensierenden Spannungsanteils zur Folge hat [1]). Wählt man umgekehrt die Kompensationsspannung etwas größer als den zu kompensierenden Anteil, so tritt nur eine geringe Beeinflussung der Tonwiedergabe auf.

[1]) Andererseits wäre eine geringe dynamische Steigerung, die durch einen Überschuß des zu kompensierenden Anteils an der Spannung $M—Rg$ erreicht würde, u. U. sogar wünschenswert.

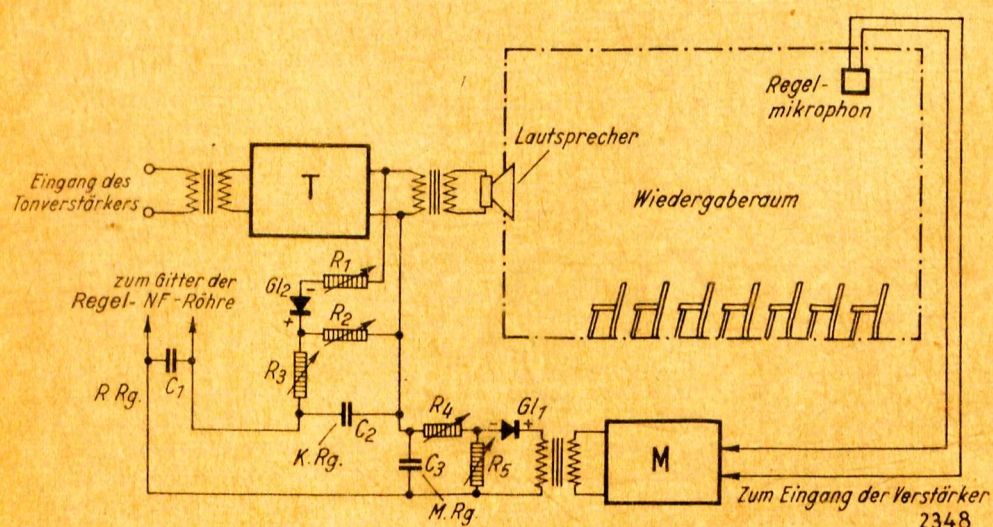


Abb. 1. Prinzip-Anordnung zur Regelung der Lautsprecherwiedergabe durch Fremdgeräusche. M = Verstärker für das Regelmikrophon, T = Tonverstärker des Lautsprechers, Gl_1 = Gleichrichter zur Erzeugung der Regelspannung, Gl_2 = Gleichrichter zur Erzeugung der Kompensations-Regelspannung C_1 bis C_3 = Glättungskondensatoren, R_1 bis R_5 = Widerstände zur Einstellung der Regelspannung und Kompensationsspannung und zur Regelung der Zeitkonstante (können z. T. auch durch Festkondensatoren ersetzt werden), MRg = Mikrophonregelspannung, KRg = Kompensationsregelspannung, RRg = resultierende Regelspannung

Zeichnungen vom Verfasser

Die Zeitkonstante des Regelungsvorgangs darf nicht zu klein gewählt werden, damit nicht jedes zufällige kurzzeitige Fremdgeräusch zu einem entsprechende Zeit währenden Lautstärkeanstieg führt. Man wird die Zeitkonstante zweckmäßig etwa ½ bis 1 Sekunde wählen, um nur eine allgemeine Änderung des Grundgeräusches sich auswirken zu lassen. Eine so große Zeitkonstante bietet weiter den Vorteil, daß sowohl an das Mikrophon wie auch an den Mikrophonverstärker keine besonderen Güteanforderungen gestellt zu werden brauchen, da wegen der ausgleichenden Wirkung der großen Zeitkonstante lineare und nichtlineare Verzerrungen, sofern sie nicht allzu groß sind, unberücksichtigt bleiben. Auch wird durch eine große Zeitkonstante der Fehler vermieden, der infolge des bei größerer Entfernung zwischen Lautsprecher und Mikrophon vorhandenen zeitlichen Unterschieds zwischen beiden Regelspannungen auftreten könnte Das Mikrophon soll jedoch so konstruiert und angeordnet sein, daß es im praktischen Betrieb nicht leicht übersteuert werden kann, weil dann die Symmetrie der zu kompensierenden Spannungen nicht mehr vorhanden ist.

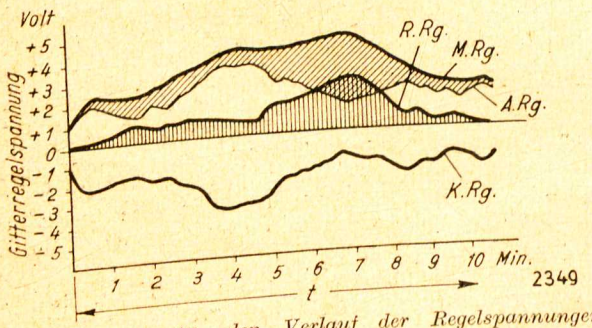


Abb. 2. Beispiel für den Verlauf der Regelspannungen. MRg = vom Mikrophon gelieferte Regelspannung, ARg = der auf den Lautsprecherschall zurückzuführende Anteil an der Regelspannung MRg, KRg = Kompensations-Regelspannung, vom Tonverstärker abgenommen, RRg = resultierende wirksame Fremdgeräusch-Regelspannung, die zur konstanten Gitterspannung der geregelten Röhre hinzuzurechnen ist

Die aus den beiden Regelspannungen gewonnene, nur noch den Amplituden des Fremdgeräusches entsprechende resultierende Regelspannung *R—Rg* wird einer oder mehreren mit Regelröhren bestückten Stufen des Tonverstärkers als veränderliche Gitterregelspannung zugeführt. Um Verzerrungen der Niederfrequenz infolge der gekrümmten Kennlinie möglichst klein zu halten, soll die Verwendung der geregelten Röhre in der ersten Stufe oder, wenn vorhanden, in einem Vorverstärker, z. B. Mikrophonvorverstärker oder Photozellenvorverstärker, erfolgen. Auch können etwaige Verzerrungen, die durch Anwendung der Regelröhre entstehen, durch entsprechende Entzerrungsanordnungen in anderen Stufen des Tonverstärkers ausgeglichen werden. Grundsätzlich ist es natürlich auch möglich, die Lautstärkeregelung auf irgendeine andere Weise, z. B. durch elektromagnetischen Antrieb eines Drehspannungsteilers oder regelbaren Widerstands zur Lautstärkeregelung durchzuführen. Es muß dann die Regelspannung in einem kräftigen Leistungsverstärker in eine Regelleistung oder in einen Regelstrom umgesetzt werden.

Der Beeinflussungsgrad der Störgeräusch-Regelspannung auf die Lautstärke des Lautsprechers sollte theoretisch so bemessen werden, daß die Verständlichkeit auch bei den stärksten Fremdgeräuschen gewahrt bleibt. Diese Forderung kann praktisch in dem Ausmaß nicht erfüllt werden, da sonst an den Verstärker wie an den Lautsprecher eine zu hohe Anforderung hinsichtlich der Lautstärkenreserve gestellt werden müßte, deren Durchführung zu einer Überdimensionierung und zur Unwirtschaftlichkeit der Tonanlage führen würde. Vielmehr wird man sich darauf beschränken, einen Ausgleich der kleineren und mittleren Störgeräusche herbeizuführen. Ein Ausgleich, der sich auch auf die stärkstmöglichen Fremdgeräusche erstrecken würde, brächte zudem für die dem Lautsprecher nächst befindlichen Zuhörer ein unerträgliches Übermaß an Lautstärke. Derartigen zu besonders starken Beifallsäußerungen des Publikums führenden Szenen wird im übrigen gewöhnlich bei der Abfassung der Filmdialoge bereits Rechnung getragen. Die beschriebene selbsttätige Lautstärkenregelung macht, um praktisch brauchbare Wirkungen zu erzielen, keine wesentliche Erhöhung der Lautstärkenreserve erforderlich; denn die Regelung soll nicht nur auf zeitweilig auftretende Erhöhung des Störpegels Rücksicht nehmen, eine wesentliche Hauptaufgabe wird es sein, die Lautstärke über das bisher übliche durchschnittliche Maß nach unten zu verringern. Die durchschnittliche Lautstärke wird nämlich praktisch sehr häufig zu hoch bemessen, lediglich aus dem Grund, um bei vorübergehendem Anstieg des Störpegels auch ohne Nachregelung eine Verständlichkeit zu gewährleisten. Diese lärmende, überlaute Wiedergabe ließe sich dann in der Zwischenzeit auf ein zweckmäßigeres Maß herabsetzen.

Für eine solche Anordnung zur selbsttätigen Lautstärkeregelung in Abhängigkeit von Fremdgeräuschen ergeben sich außer bei Lichtspieltheatern noch eine Reihe weitere Anwendungsmöglichkeiten. So ist bei Versammlungen in größeren Sälen, besonders bei gleichzeitigen Parallelversammlungen in örtlich getrennten Räumen, wo der Redner über Mikrophon und Lautsprecher spricht, diese Regelvorrichtung von Wert, weil damit unabhängig von dem jeweils ausgelösten verschieden starken und verschieden langen Beifall eine gleichbleibend gute Verständlichkeit erzielt werden kann. Ebenso wird bei der Schilderung großer Sportereignisse in Stadien, Rennbahnen u. dgl. der Ansager von der Aufgabe befreit, gegen die Unruhe der Zuschauer durch einen erhöhten Stimmaufwand anzukämpfen. Das gleiche gilt für Freilichtbühnen und große Saalbühnen mit Lautsprecherübertragung.

In Kaffeehäusen, wo Musik mehr Geräuschhintergrund als Selbstzweck ist, kann durch die Regelung stets der gleiche physiologische Lautstärkeeindruck eingestellt werden, unabhängig von der Zahl und der Lebhaftigkeit der Gäste. Bei Rundfunkempfängern für die Familie lohnt sich die Regelvorrichtung wegen des technischen Mehraufwandes nicht, jedoch mag hier nebenbei bemerkt werden, daß grundsätzlich die Nützlichkeit einer Lautstärkeregelung in Abhängigkeit von Fremdgeräuschen auch dort nicht von der Hand zu weisen wäre. Entweder würde man hier den Regelvorgang so einstellen, daß mit Zunahme der Störgeräusche, d. h. der Gesprächslautstärke der unaufmerksamen Zuhörer, die Lautsprecherwiedergabe lauter wird, um sich gleichsam die gebührende Aufmerksamkeit zu erzwingen; oder der Richtungssinn der Regelung könnte so gewählt werden, daß mit Zunahme der Fremdgeräusche die Lautstärke geringer wird, und schließlich könnte bei weiterer Steigerung der Fremdgeräusche durch ein Relais der Empfänger sowohl wie das Regelmikrophon völlig abgeschaltet werden. Dadurch wäre einer weitverbreiteten Unsitte, bei Übertragung ernster Musik gemütlich zu plaudern, abgeholfen. Als technischer Scherz sei die Möglichkeit erwähnt, daß man auf solche Weise einen Rundfunkempfänger durch einen lauten Zuruf außer Betrieb setzen und — sofern das Regelmikrophon samt Verstärker eingeschaltet bleibt — auch durch einen zweiten Zuruf wieder einschalten kann.

Außer diesen letztgenannten mehr originellen als praktisch durchzuführenden Anwendungsbeispielen der selbsttätigen Lautstärkeregelung in Abhängigkeit von Fremdgeräuschen bleiben zum Abschluß noch die Fälle zu erwähnen, wo in der Nachrichtenübermittlung durch Telephon oder Ruflautsprecher die Verständlichkeit durch stark wechselnde Fremdgeräusche häufig in Frage gestellt ist, so insbesondere in Fabriken, Reparaturwerkstätten und Geschäftsbetrieben.

Die Sirufer-Uhr

Ein neues Hilfsmittel für die Berechnung von Eisenspulen

Von **Rudolf Schadow**

Seitdem das Hochfrequenzeisen in den letzten Jahren soweit verbessert werden konnte, daß es fast überall in Industriegeräten Verwendung findet und auch dem Bastler in einzelnen Bauelementen zugänglich gemacht wurde, entsteht ein gewisses Bedürfnis nach der rechnerischen Ermittlung solcher Spulen, um bei der Planung von Hochfrequenzkreisen nicht auf mühevolles Experimentieren angewiesen zu sein. Die fehlerfreie Vorherbestimmung der Wicklungsdaten ist hier viel wichtiger als bei allen Luftspulen, da es ungleich schwieriger ist, an Eisenkernspulen mit Abgleichscheiben und ihren dünnen Litzendrähtchen im fertigen Aufbau Änderungen vorzunehmen.

Wenn man sich die verschiedenartigen Zwecke vergegenwärtigt, für die im heutigen Empfängerbau Hochfrequenzeisenspulen zur Anwendung kommen — man denke nur an einen Kleinsuperhet mit bestimmter Zwischenfrequenz und entsprechendem Überlagerer, eventuellen Zwischenfrequenz-Saug-, Interferenzsperrkreisen, Antennendrosseln usw. —, so lassen sich schwerlich Tabellen zusammenstellen, welche auf alle Fragen erschöpfende Auskunft erteilen. Hinzu kommen die besonderen Wünsche an Empfangsbereiche, Umbau und Ergänzung vorhandener Geräte, für die der Bastler eine Lösung sucht. Wie groß das Interesse für den Umbau älterer Empfänger oder die Ausführung älterer Bauanleitungen unter Verwendung selbstherzustellender Eisenkernspulen ist, beweisen die zahlreichen Zuschriften an den „Funk", die sich nicht immer ohne weiteres beantworten ließen. Da das Basteln gerade hier auf dem richtigen Wege ist, war es eine Notwendigkeit, zu helfen; die Lösung besteht in der Schaffung einer Berechnungsuhr, die die Fa. Siemens auf meine Anregung hin zur vorjährigen Funkausstellung für Industrie und Handel herausbrachte. Die nach den Eisenspulen dieser Firma genannte „Sirufer-Uhr" gibt dem Konstrukteur einen Rechenstab in die Hand, der mehr ist als eine einfache Vergleichstabelle oder ein nomographischer Maßstab. Die Uhr setzt auch nicht die gewissen mathematischen Grundlagen voraus, die ein Rechenschieber erfordert. Obwohl es mit der Uhr möglich ist, die schwierigsten Berechnungen bis zur Aufstellung vollständiger Abstimmkurven auszuführen, stellt sie das beste Bastlerrüstzeug dar, mit dem auch der noch wenig technisch unterrichtete Funkfreund rechnen kann; zwangsläufig kommt dann das Verständnis für die physikalischen Grundlagen beim Rechnen, und darin liegt ja schließlich der tiefere Sinn jeder bastlerischen Betätigung.

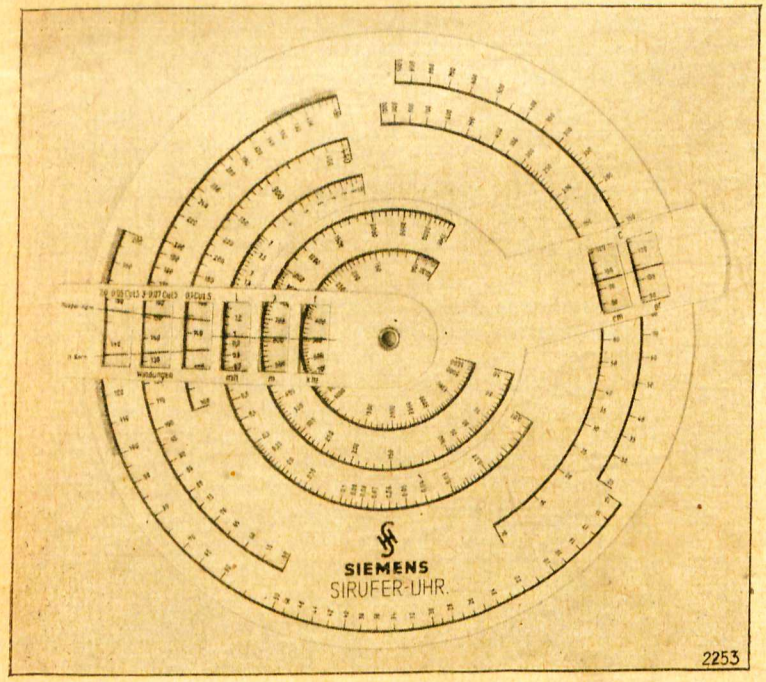


Abb. 1. Ansicht der Sirufer-Uhr

Die Uhr setzt sich aus drei Teilen zu der in Abb. 1 gezeigten Form zusammen. Als Grundlage dient die skalenmäßige Anordnung der Windungszahlen bei verschiedenen Litzen- und Drahtabmessungen und den hierfür ermittelten Selbstinduktionswerten. Daß die Aufteilung von der logarithmischen Abtragung der Selbstinduktionswerte ausgeht, dürfte den Techniker interessieren. Insgesamt erkennen wir drei Skalen für Windungszahlen und eine Skala der Selbstinduktionswerte, die ⅔ der großen Kreisfläche füllen. Auf der restlichen Fläche befinden sich zwei Maßstäbe für die Kapazitätswerte in cm und pF. Der drehbare zweite Teil der Uhr enthält in radialer Fortsetzung der Skalen für Windungs- und Selbstinduktionszahlen Maßstäbe für Wellenlängen und Frequenzen; gleichzeitig bestreicht der damit fest verbundene Einstellhebel die oben erwähnte Kapazitätsskala und bringt so die in der Thomsonschen Wellenlängenformel geforderte Abhängigkeit der Welle und Frequenz von Selbstinduktion und Kapazität im Schwingungskreis zustande. Als dritten Teil erkennen wir einen drehbaren Einstellschieber mit sechs Ablesefenstern, der durch Fadenstriche eine genaue Ablesemöglichkeit aller gesuchten Größen gestattet und die im Fenster erscheinenden Rechnungsfaktoren und ihre Einheiten angibt, z. B. für die Wellenlänge „λ" in „m" oder für die Selbstinduktion „L" in „mH". Die gleichen Angaben und der Ablesestrich befinden sich in den Fenstern des zweifenstrigen Einstellhebels.

Abweichend von den übrigen Ablesefenstern wurden die Fenster für die Wicklungsdaten mit zwei Fadenstrichen ausgeführt, von denen der obere als Ablesestrich für die Bewicklung des Haspelkerns, der untere für den bisher am meisten verwendeten H-Kern dient. Da der Haspelkern technisch mit einer höheren Windungszahl bewickelt werden kann, wurde der Skalenteil der Wicklungsdaten, der sich nur noch auf den Haspelkern bezieht, schraffiert gezeichnet; er ist also für den H-Kern nicht mehr zu verwenden. Weiterhin ist zu beachten, daß die abgelesenen Werte, wie L, λ, f, C usw., für den Haspelkern bei zur Hälfte eingedrehten Abgleichstift gelten, während H-Kern ohne Scheibe ermittelt wird. Für die Ermittlung der Windungszahlen der Rückkopplungsspulen, sofern sie auf dem gleichen Wickelkörper wie die Abstimmkreisspule aufgebracht werden, gelten folgende Richtlinien: Von 10 bis 80 Windungen erhält die Rückkopplungsspule ⅛, von 80 bis 300 Windungen ¼ der Abstimmkreisspulen-Windungszahl. —

Soweit die technische Beschreibung der Uhr, deren Aufbau der Bastler an den folgenden Berechnungsbeispielen noch besser verstehen lernen wird. Zur besseren Übersicht habe ich die folgenden Berechnungen in zwei Gruppen geteilt: Gruppe I mit einfachen, sofort ablesbaren Rech-

nungen, und Gruppe II mit Berechnungsbeispielen unter Verwendung von zusätzlichen graphischen oder Formel-Unterlagen.

I. Einfache Berechnungen mit der Sirufer-Uhr

a) Resonanzkreise mit kleinem Variationsbereich. Darunter verstehe ich Abstimmkreise, die von vornherein für eine bestimmte Frequenz zugeschnitten werden und keinen umfangreichen Variationsbereich nötig haben. Hierzu gehören alle Zwischenfrequenztransformatoren, Zwischenfrequenzdrosseln, Zwischenfrequenzsaugkreise, gewisse Sperrkreise für bekannte Störsender usw. Solche Schwingungskreise verwenden zu ihrer Abgleichung meistens kapazitive Mittel in Form von Trimmern, denen mitunter eine größere Festkapazität parallel geschaltet wird. Verlangt wird in diesen Fällen meist die Windungszahl der Eisenspule für eine bestimmte Frequenz oder Wellenlänge. Bekannt ist außer der Frequenz bzw. der Wellenlänge die Kapazität im Schwingungskreis. Führen wir beispielsweise

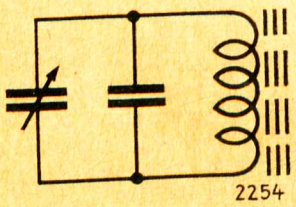


Abb. 2. Schema zur Berechnung einer Zwischenfrequenz-Anodendrossel

die Berechnung der in Abb. 2 gezeigten Zwischenfrequenz-Anodendrossel für einen Kurzwellenvorsetzer für die Zwischenfrequenzwelle 1000 m durch: Die feste Parallelkapazität betrage 200 cm, der Abstimmbereich des Trimmers ca. 60 cm. Um nach beiden Seiten eine Abgleichmöglichkeit zu erhalten, setzen wir zu den 200 cm nur die Hälfte der veränderlichen Kapazität, sodaß wir mit 230 cm rechnen müssen. Wir stellen unsere Uhr mit dem zweifenstrigen Schieber und dem Fenster „C" in „cm" auf 230 und den Ablesestrich im Fenster „λ" des sechsfenstrigen Schiebers auf 1000 m. Hatten wir bei der Konstruktion der Spule einen H-Kern vorgesehen, so lesen wir jetzt im Fenster 2 der Windungszahlen auf dem Ablesefaden für den H-Kern die Windungszahl zu 138 Windungen Hochfrequenzlitze $3 \times 0{,}07$ CuLS ab, die wir auf dem dreiteiligen Wickelkörper in 3×46 Windungen aufteilen.

Wenn wir eine sehr breite Resonanzkurve der Zwischenfrequenzdrossel erzielen wollen, so müssen wir C möglichst klein wählen (für Ultrakurzwellen ist das wichtig!) und können z. B. die Berechnung unter Fortlassen der Festkapazität von 200 cm ausführen oder eine kleinere Festkapazität wählen. Auf jeden Fall aber dürfen wir dann die Röhren- und Schaltungskapazitäten, die sich später hinzuaddieren, nicht vergessen und müssen außer dem Mittelwert der veränderlichen Kapazität noch etwa 15 bis 20 cm hinzurechnen. Nehmen wir daher eine Kapazität von 45 cm an, so erhalten wir bei Einstellung des Fensters „C" in „cm" auf 45 unter Beibehaltung der Einstellung im Fenster „λ" auf 1000 m die Wicklungsdaten zu 330 Windungen mit Hochfrequenzlitze $3 \times 0{,}07$ im Fenster 2 oder im Fenster 3 zu 322 Windungen mit Draht 0,1 *CuLS*.

b) Abstimmbereiche bei geschätzter Anfangskapazität und bekanntem Drehkondensator-Endwert. Diese Frage ist sehr wichtig bei der Planung von Empfangsgeräten, um die mit einem bestimmten Drehkondensator zu bestreichenden Wellenbereiche vorherzubestimmen. Bekannt ist stets der Drehkondensatorendwert, meist 500 cm; hinzuzurechnen ist der halbe Endwert des Kapazitätsausgleichs (Parallel-trimmer) von etwa 30 cm = 530 cm. Die Anfangskapazität mit Trimmerhalbwert und Röhren- sowie Leitungskapazität können wir auf 70 cm (Langwellen 70 cm, Mittelwellen 60 cm) schätzen, wenn nicht kompliziertere Umschaltwege oder ältere Drehkondensatoren verwendet werden. Für den Anfangsbereich ermitteln wir die Wicklungszahl z. B. für den Bereich von 800 bis 2000 m, indem wir mit dem Fenster „C" in „cm" 70 einstellen und den sechsfenstrigen Schieber mit dem Ablesestrich „λ" auf 800 m setzen; in den Fenstern für die Wickeldaten können wir sofort die Windungszahlen feststellen. Jetzt halten wir den sechsfenstrigen Schieber am Rande fest, so daß er auf der gefundenen Windungszahl unverändert stehen bleibt, und stellen indessen den zweifenstrigen Schieber mit C auf 530 cm, worauf wir im Felde „λ" den erreichbaren Endwert mit 2200 m ablesen können.

c) Abgleichgrenzen und Verstimmungen. Für viele Hochfrequenzkreise ist es wichtig, zu wissen, um welchen Betrag der Abstimmbereich durch die Abgleichung nach oben und unten verschoben werden kann, bzw. welche Verstimmungen durch Abgleichscheibe oder Abschirmzylinder eintreten. Wie wir schon im Abschnitt b erkannt haben, ist die Feststellung der kapazitiven Abgleichgrenzen eine recht einfache Angelegenheit, da wir nur den Zeiger auf der Kapazitätsskala unter gleichzeitiger Fixierung des sechsfenstrigen Schiebers auf der eingestellten Windungszahl oder *L* um den gewünschten Betrag zu verändern brauchen. Führen wir in diesem Sinn das oben gegebene Beispiel aus mit der Frage: „Wie groß ist bei der Anfangskapazität von 70 cm im Mittelwert des Ausgleichtrimmers der Abgleichsbereich?" Setzen wir rein theoretisch die Anfangskapazität des Trimmers ruhig mit 0 cm in Rechnung, und verändern wir den eingestellten Kapazitätswert von 70 cm mit 30 cm nach oben und unten, so lesen wir in „λ" die Grenzwerte mit 610 und 960 cm ab, wobei es uns klar ist, daß wir 610 m nicht mehr voll erreichen werden. Immerhin haben wir damit gewisse Anhaltspunkte gewonnen. Dasselbe läßt sich ähnlich für Selbstinduktionverstimmungen vornehmen, wobei wir meist mit prozentualen Selbstinduktionswerten rechnen. Beispielsweise erzielen wir bei Verwendung einer Abgleichsscheibe zum H-Kern eine Zunahme der Selbstinduktion von etwa 7 %. Wollen wir die dadurch eintretende Verstimmung in der Berechnung berücksichtigen, dann müssen wir einen Mittelwert von 3,5 bis 5 % zur Selbstinduktion addieren. Bei einer Windungszahl von ca. 20 Windungen entsprechend 2 mH würden wir bei 5 % = 0,1 mH hinzurechnen und bei der 800-m-Welle eine Differenz von 20 m errechnen, bei 7 % Abgleichsmöglichkeit könnten wir den Empfangskreis annähernd um 28 m verstimmen.

Abschirmbecher spielen bei Eisenspulen nur dann eine stark verstimmende Rolle, wenn ihre Durchmesser sehr klein gewählt werden und keine Abgleichscheibe verwendet wird. Bei einem Durchmesser von 35 mm findet eine A b n a h m e der Selbstinduktion um etwa 4 % statt, die bei größeren Durchmessern rasch absinkt, so daß sie völlig vernachlässigt werden kann.

d) Spulen in Reihenschaltung. Bei der Anordnung von Abstimmkreispulen in Serienschaltung, von denen zur Umschaltvereinfachung der nicht benötigte Teil kurzgeschlossen wird, muß bei der Berechnung der Spulen, die mit anderen in Reihe arbeiten sollen, der vorher für alle vorhergehenden Spulen emittelte Selbstinduktionswert abgezogen werden. Haben wir also für einen Wert von 200 m die Selbstinduktion von 0,14 mH (50 Windungen bei 70 cm Anfangskapazität) ermittelt, so müssen wir bei der Suche nach der Windungszahl für den nächsten Bereich, der mit 800 m beginnt, und für den wir eine benötigte Selbstinduktion von 2,3 mH feststellen, hiervon 0,14 mH abziehen und die Windungszahl bei 2,16 mH ablesen, die übrigen Werte, wie *f* und λ natürlich in der Stellung 2,3 mH vergleichen. Praktisch ist die Ablesung der zweiten Stelle hinter dem Komma jedoch überflüssig, weil sich eine so große Genauigkeit für den Bastler nicht erzielen läßt.

II. Berechnungen unter Zuhilfenahme weiterer Unterlagen

a) Die Berechnung von Oszillator-Abstimmbereichen. Für jeden Bastler bereitet es eine besondere Schwierigkeit, Überlagererkreise im voraus so zu berechnen, daß er gleichzeitig die Größe des Verkürzungskondensators ersieht, die er für den gegebenen Abstimmbereich des Vorkreises bei einer bestimmten Zwischenfrequenz benötigt. Da wir es im Empfängerbau meist mit 500-cm-Drehkondensatoren zu tun haben, genügt eine einfache nomographische Tafel nach Abb. 3, die eine Skala der Verkürzungskondensatoren C_v in Verbindung mit einer Skala der bei Serienschaltung mit einem 500-cm-Drehkondensator im Endwert erzielten Kapazitäten gegenüberstellt. Für andere Drehkondensatoren und Verkürzungen errechnen wir den resultierenden Wert aus der bekannten Formel für die Serienschaltung von Kondensatoren $C = \frac{C1 \cdot C2}{C1 + C2}$

Angenommen, es soll ein Superhet berechnet werden; gefragt sind 1. der Abstimmbereich des Überlagerers für den Empfangsbereich von 200 bis 600 m bei einer Zwischenfrequenz von 440 kHz, 2. die Windungszahl für den H.-Kern und 3. der benötigte Verkürzungskondensator C_v. Da es sich als zweckmäßig herausgestellt hat, die Zwischenfrequenz stets zur Empfangsfrequenz zu addieren, so suchen wir auf unserer Uhr im Fenster „λ" zunächst 200 m auf und lesen daneben die Frequenz „f" 1500 kHz und entsprechend für 600 m die Frequenz 500 kHz ab. Zu beiden addieren wir die Zwischenfrequenz und erhalten für den Überlagerer einen Bereich von 1940 bis 940 kHz. Für 1940 kHz stellen wir bei einer geschätzten Anfangskapazität von etwa 60 cm (in Überlagererkreisen etwas niedriger, weil die Verkürzung des Abstimmkondensators in Rechnung zu setzen ist) die Windungszahl mit 42 fest, die wir auf zwei Wickelrillen zu 2 × 21 Windungen verteilen müssen. In die dritte Rille legen wir die Rückkopplungswicklung = ⅛ der soeben errechneten Zahl, d. h. etwa acht Windungen. Für die Ermittlung der benötigten Maximalkapazität verstellen wir den zweifenstrigen Schieber unter Fixierung der Windungszahl 42, bis im Fenster „f" der Endbereich „940 kHz" erscheint; nun lesen wir im Fenster „C" die Kapazität 250 cm ab. Auf unserer nomographischen Tafel Abb. 3 finden wir dann bei C unter 250 cm, daß wir unseren Drehkondensator mit 250 cm verkürzen müssen.

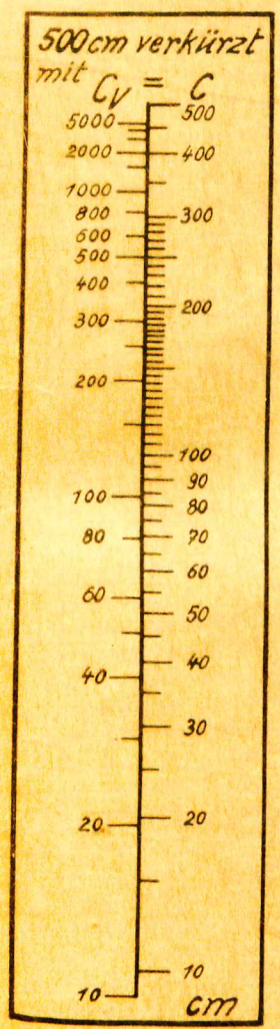


Abb. 3. Tafel der wirksamen Kapazität eines 500 cm-Kondensators bei veränderlichem Wert des Verkürzungs-Kondensators

b) Kurvenberechnungen mit der Spulenuhr. Es ist erheblich angenehmer, wenn man unter Zuhilfenahme eines derart einfachen Rechenmittels graphische Aufstellungen machen kann, anstatt sie unter mühevollen Experimenten in langen Meßreihen Punkt für Punkt zu ermitteln. Bei den verschiedenartigsten Möglichkeiten solcher Berechnungen ist es selbstverständlich schwer, ein allgemeines Beispiel zu geben, und ich will nur versuchen, an Hand der Abb. 4 a und 4b die Aufstellung einer Abstimmkurve an einem einfachen Abstimmkreis zu demonstrieren. Als Unterlage für die bekannte Veränderliche dient Abb. 4a, die Kapazitätskurve des verwendeten Drehkondensators, die von der Herstellerin geliefert wurde. Als Abszisse zeichnen wir den Drehwinkel in 180 Winkel- oder 100 Teilgraden und gehen von 0 anfangend in Etappen von 5 zu 5 oder 10 zu 10 Graden aufwärts. Wir beginnen also die Rechnung

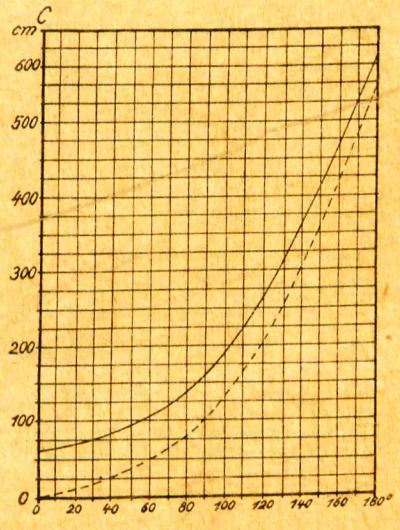


Abb. 4a

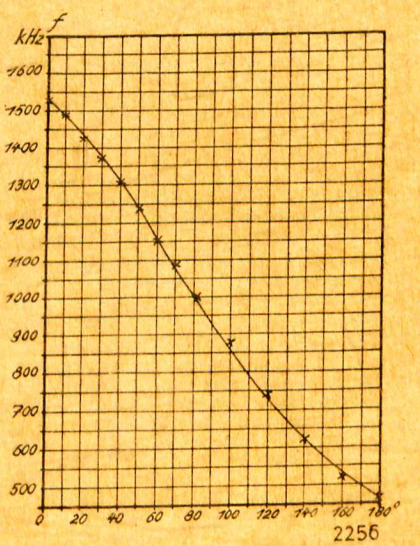


Abb. 4b

Abb. 4a und b. Aufstellung einer Abstimmkurve an Hand der Kapazitätskurve des Drehkondensators. a Kapazitätskurve eines handelsüblichen Drehkondensators + Anfangskapazität, b ermittelte Frequenzkurve bei L = 0,16 mH

bei 0 mit einer Anfangskapazität von 60 cm und einer beispielsweise angenommenen Selbstinduktion von 0,16 mH; die dafür ermittelte Frequenz von ca. 1525 kHz tragen wir auf dem Netz in Abb. 4b über dem Abszissenpunkt 0 ein und stellen so Punkt für Punkt der Kurve auf. Verändern wir jetzt z. B. die Anfangskapazität auf 100 cm, so ist die zweite Kurve unter dem Gesichtspunkt zu zeichnen, daß wir zu dem in Abb. 4a abzulesenden Kapazitätswert pro 5 bzw. 10 Grad Drehbewegung die hinzugekommenen 40 cm hinzurechnen. Die Rechnung geht sehr schnell vor sich, weil wir den Selbstinduktionswert fest stehenlassen und nur C entsprechend verändern, während in „f" sofort die Frequenz abzulesen ist. Wir können dann natürlich auch die Kurve bei verändertem L aufnehmen oder Vergleichskurven mit Oszillatorbereichen aufstellen: in diesem Stadium kommen wir auf ein Gebiet für den fortgeschrittenen Funkfreund, das eine lehrreiche und aufschlußreiche Beschäftigung bietet, die sich unbedingt lohnt.

Der Selbstbau der Sirufer-Uhr

Um dem Bastler die Möglichkeit zu geben, sich die beschriebene Uhr selbst zusammenzustellen, folgen nunmehr eine Abbildung der einzelnen Teile der Uhr und einige Winke für die Herstellung. Die abgebildeten Einzelteile müssen ausgeschnitten und auf Karton geleimt werden; a Material eignet sich weniger starke, als biegefeste Papp mit glatter Oberfläche. Die Fenster sind mit einem scharfe spitzen Messer auszusparen. Das endgültige Beschneide der äußeren Formen kann ebenfalls erst nach dem Au ziehen auf die Kartonunterlage erfolgen. Die Achslöch können nicht gebohrt, sondern müssen ausgestanzt werde wozu man sich eines dünnwandigen Röhrchens von etw 3 mm ⌀ bedient. Man muß sich darüber klar sein, da die Genauigkeit der angezeigten Werte außerordentlic stark von der Genauigkeit des Drehpunktes beeinflußt wir so daß man die letzte Arbeit besonders sorgfältig aus führen muß.

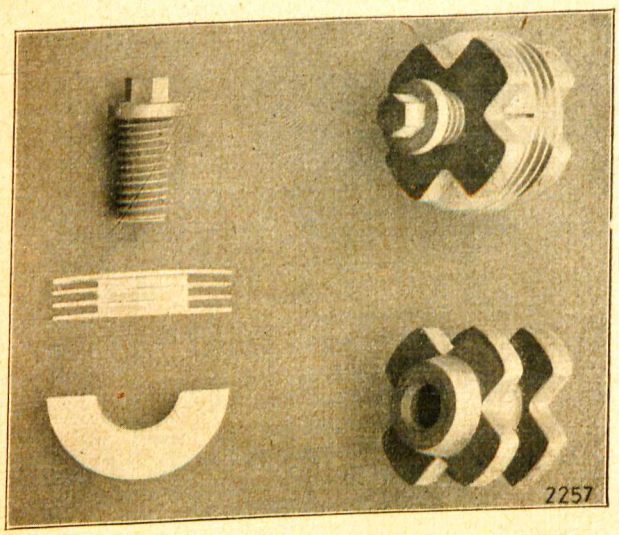


Abb. 5. Einzelteile des Haspelkerns

Die Zusammenstellung der Teile ist entsprechend Abb. folgende: Teil I bildet die Grundlage, hierauf kommt Teil I und zum Schluß Teil III. Die 2 bzw. 6 Fensterausschnitt der Teile II und III sind mit je einem Blatt Cellon zu hinter legen. Auf dieses Cellon sind dünne Striche mi Tusche zu ziehen. Die Cellonblätter werden dann so au Teil II bzw. III geklebt, daß die Fadenstriche mit den Lage marken auf der Vorderseite zur Deckung kommen. Al Achse verwendet man am besten eine Hohlniete, doch wir nicht jeder Bastler in der Lage sein, das Hilfswerkzeug fü diese Nietung aufzubringen. Es gibt jedoch zweiteilig Nieten für 3 mm-Achsendurchmesser, die nur mit einem Hammer zusammengeschlagen werden brauchen; anderen falls muß eine Schraube mit Mutter unter Zwischenlage von Scheiben helfen. *Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser*

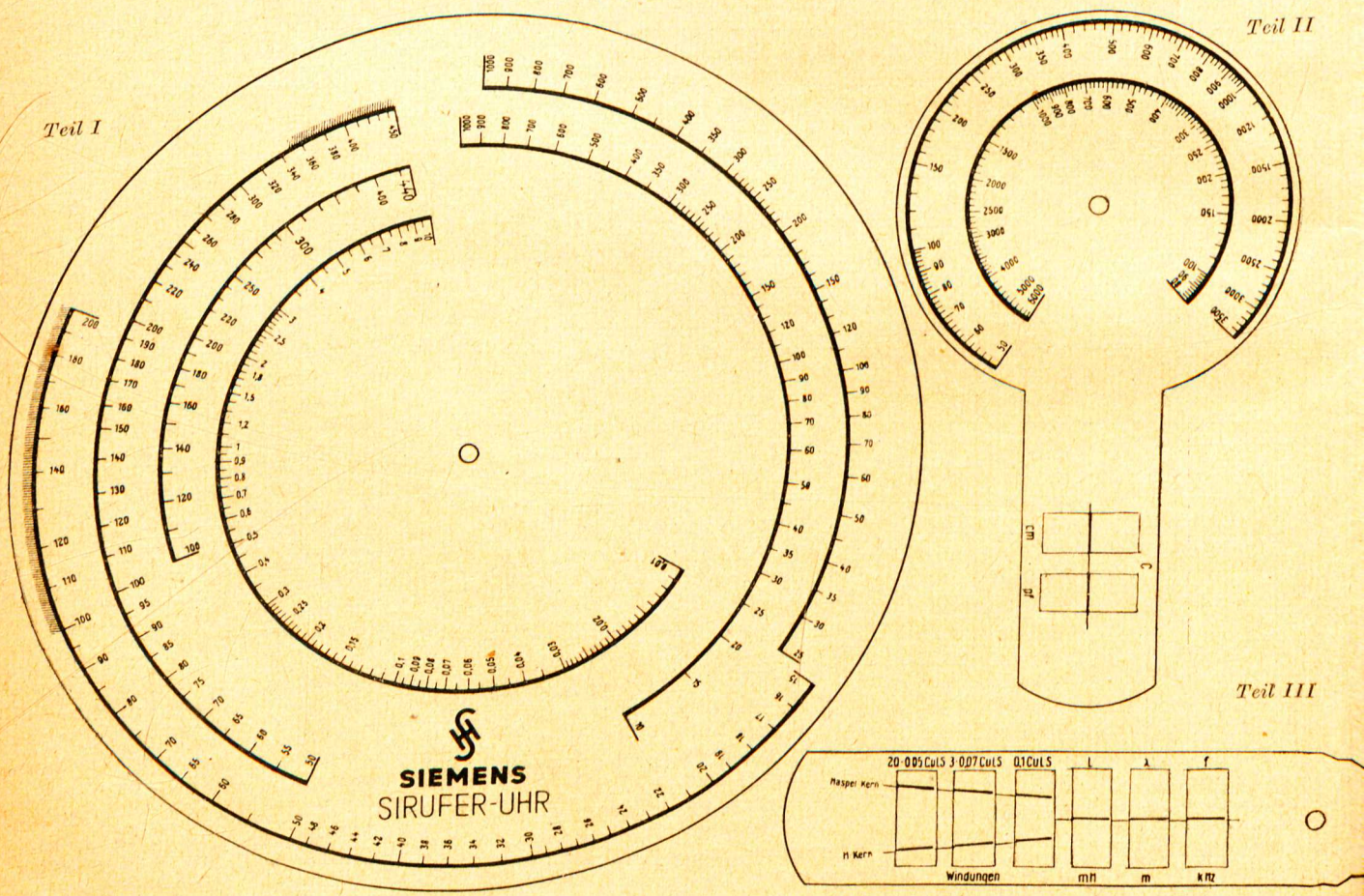


Abb. 6. Die Einzelteile der Sirufer-Uhr für den Selbstbau

Ein Hochfrequenz-Vorsatzgerät in Allstromausführung

Von
F. Nitturra

Der beliebteste und verbreitetste Fernempfänger ist immer noch das Dreiröhren-Zweikreisgerät. Er läßt sich auch vom Bastler einfach aufbauen und ist hinsichtlich der Klangreinheit, worauf neuerdings wieder großer Wert gelegt wird, besser als ein Drei-Röhren-Überlagerungsempfänger. Viele Volksgenossen sind heute aber nur im Besitz eines Zweiröhren-Einkreisempfängers. Verbindet man einen solchen Einkreiser mit dem nachstehend beschriebenen Vorsatzgerät, so verfügt man über einen Zweikreis-Empfänger und damit über Europaempfang. Unser Vorsatzgerät ist für jeden Einkreis-Zweiröhrenempfänger geeignet. Es zeichnet sich dadurch aus, daß es infolge der praktischen Allstromausführung ohne weiteres sowohl am Gleichstrom- als auch am Wechselstromnetz verwendet werden kann; es ist also ein ausgesprochenes Universalgerät. Ferner ist es preiswert aufzubauen; die Schaltung ist so einfach, daß sie selbst dem Anfänger keine Schwierigkeiten bietet.

Aus der Schaltung der Abb. 1 und den Lichtbildern Abb. 3 und 4 geht der einfache Aufbau klar hervor. Daß beim Zusammenbau auf kurze Leitungen und verlustfreie Montage zu achten ist, kann gar nicht oft genug betont werden; wir haben es hier mit einem Hochfrequenzkreis zu tun und müssen bei ungünstigem Aufbau mit großen Verlusten oder gar mit Selbsterregung rechnen. Vor allem aber ist auch auf sauberes Löten und gute Schraubverbindungen zu achten. In Abb. 4 ist erkennbar, daß der aus Spule, Drehkondensator und Röhre bestehende Schwingungskreis so bemessen und aufgebaut ist, daß die denkbar kürzesten Leitungen entstehen. Die wichtigste von ihnen, nämlich die Gitterleitung, die vom Kolben der Allstromröhre CF 7 zur Spule führt (bei den neuen Röhren befindet sich das Steuergitter bekanntlich immer oben auf dem Kolben) ist dadurch, daß Röhre und Spule nahe einander gerückt sind, ebenfalls sehr kurz ausführbar. Wenn die für den Aufbau angegebenen Richtlinien beachtet werden, liegt der Gitteranschluß (12) der Spule genau gegenüber der Röhre; der Kreis arbeitet dann ohne nennenswerte Verluste.

Um die beiden Kreise — d. h. den Kreis im Vorsatzgerät und den Schwingkreis des Audions (Gleichrichter) im vorhandenen Einkreisempfänger — auf gute Übereinstimmung bei der Abstimmung zu bringen, verzichten wir auf eine Eisenkernspule und nehmen dafür die im Handel erhältliche, bewährte und verlustfreie Volksempfänger-Käfigspule. Wir haben diese Spule schon einmal, und zwar in einem einfachen Zweiröhren-Reiseempfänger, verwendet [1]). Die Spule hat ihren Namen von den Drahtstäben, mit denen sie umgeben ist; an diesen Stäben liegen die Anschlüsse. Die Befestigung der Spule ist beim Versuchsgerät so vorgenommen worden, daß ein runder Holzkörper (noch besser ist Hartgummi) von etwa 15 mm Durchmesser an die Grundplatte geschraubt und die Spule mit ihrem Hartpapierzylinder einfach aufgeschoben wird. Bei der Montage auf einer Metallplatte ist darauf zu achten, daß die Drahtstäbe die Grundplatte nicht berühren dürfen; man stülpt vor dem Aufsetzen der Spule einen Hartpapier- oder Hartgummiring über das verschraubte Rundholz und erzielt so den erforderlichen Abstand. Zweckmäßig ist es, das Rundholz so lang zu schneiden, wie die Spule selbst, und dann oben noch ein kleines Hartgummistückchen quer aufzuschrauben; der Spulenkörper sitzt auf diese Weise fest auf der Grundplatte. Beim Einbau drehen wir den Spulenkörper gleich so herum, daß die sieben Antennenanschlüsse der kleinen Umschaltplatte in Abb. 3 deutlich sichtbar zugekehrt sind. Die Wellenbereich-Umschaltung erfolgt durch Kurzschluß der beiden Punkte 13 und Erde (E_0 bzw. E_{11}); in Abb. 3 ist der Kurzschlußbügel eingesteckt sichtbar. Über ihm liegt die Antennenbuchse; der Kurzschlußstecker zwischen Mitte und einem der sieben Antennenanschlüsse ist herausgezogen.

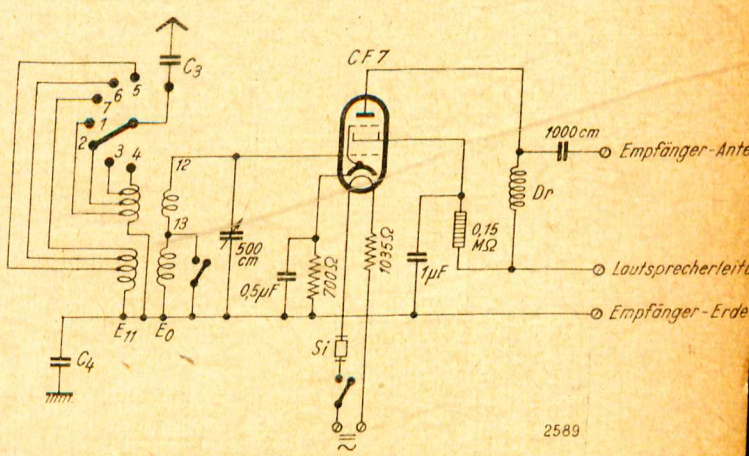


Abb. 1. Schaltung des Hochfrequenz-Vorsatzgerätes für Allstrom

Als Drehkondensator verwenden wir ebenfalls das VE-Modell (Kapazität 500 cm) mit Calitisisation, denn wir wollen ja möglichst die gleichen Verhältnisse in den beiden Schwingungskreisen haben.

Neu ist bei unserem Vorsatzgerät die Verwendung einer Allstromröhre (CF 7) und die Entnahme des Heizstromes direkt aus dem Netz mit Hilfe eines Vorschaltwiderstandes. Wir errechnen uns nach dem Ohmschen Gesetz den Widerstand, den wir gebrauchen, um die überschüssige Spannung zu vernichten. Die CF 7 benötigt 13 Volt Heizspannung, die wir von der Netzspannung, 220 Volt, abziehen; infolgedessen sind 207 Volt in einem hochbelastbaren Widerstand zu vernichten. Der Heizstrom der Röhre beträgt 0,2 Ampere. Nach dem Ohmschen Gesetz rechnen wir:

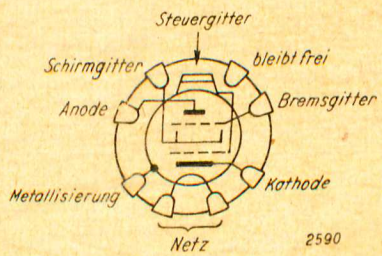


Abb. 2. Der Profilsockel der CF 7 (von unten gesehen)

$$R = \frac{E\ (\text{Spannung})\ 207}{J\ (\text{Stromstärke})\ 0{,}2} = 1035\ \text{Ohm}.$$

Der Vorschaltwiderstand für die Heizung muß also 1035 Ohm groß sein.

Jeder hochbelastbare Widerstand entwickelt Wärme. Um diese nicht zu groß werden zu lassen, schalten wir zwei entsprechende Widerstände von 600 und 500 Ohm zu einer Einheit zusammen. Oben wird die Verbindung beider Widerstände hergestellt; unten liegt an dem einen Streifen der Netzeingang und am anderen der Netzausgang. An dem 600-Ohm-Streifen befestigen wir etwa ½ cm vom unteren Ende entfernt eine Abgreifschelle; die Widerstandsanordnung hat dann den benötigten Wert von 1035 Ohm bei 240 mA Belastung; der Widerstandswert muß aber mit

[1]) Siehe „Funk" 1935, Heft 11, Seite 338.

einem Meßgerät genau kontrolliert werden. Noch richtiger ist es, den Heizstrom zu messen und den Widerstand mit der Schelle so einzuregeln, daß der Strom 0,2 Amp. beträgt.

Die Gittervorspannung an der Kathode erzeugen wir durch einen Widerstand von 700 Ohm, dem ein Überbrückungskondensator von 0,5 μF parallel geschaltet wird.

Die in Abb. 1 eingesetzten Zahlen entsprechen genau den Zahlenangaben auf der Käfigspule. Die Rückkopplungswindungen mit den Zahlen 14 und 15 sind nicht im Schaltschema enthalten, da wir diese Windungen im Hochfrequenzkreis nicht benötigen; sie können kurzgeschlossen und an Erde gelegt werden. Zwischen Anschluß 13 und Erde ordnen wir zwei Buchsen an, die in Abb. 3 sichtbar sind. Werden diese Buchsen mit einem Stecker kurzgeschlossen, so empfangen wir Rundfunkwellen mit den Antennenabgriffen 1 bis 4, während bei geöffneten Buchsen lange Wellen mit Antenne 5 bis 7 aufgenommen werden.

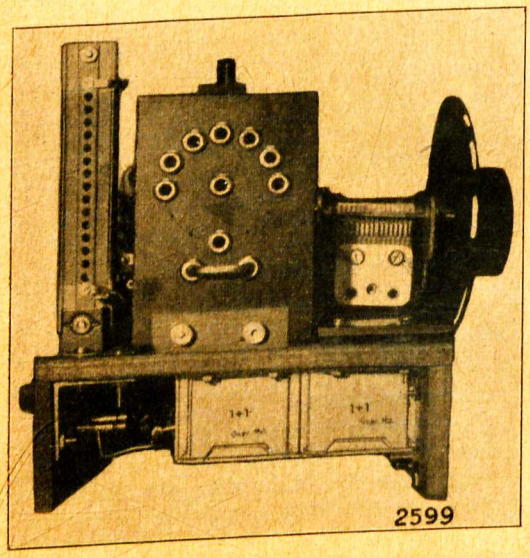


Abb. 3. Ansicht des Gerätes von der Antennenanschluß-Seite

Das Anschlußbrettchen kann sich jeder Bastler leicht selbst herstellen. Ein Hartgummi- oder Hartpapierstückchen von 95 × 60 mm wird zugeschnitten und auf ihm ein Kreis angerissen, dessen Halbmesser 20 mm beträgt. Auf der Kreislinie werden die sieben benötigten Antennenbuchsen gleichmäßig verteilt angeordnet. Durch einen Kurzschlußstecker (auf dem Lichtbild der Übersicht wegen fortgelassen) stellen wir zwischen der Mittelbuchse des Kreises und der jeweils gewählten Antenne die Verbindung her; dieser Stecker wirkt also gewissermaßen als Schalterarm. Die Antennenzuleitung selbst bleibt dauernd in der Buchse stecken, die über dem Wellen-Kurzschlußstecker sichtbar ist. Diese Buchse ist auf der Rückseite der Schaltplatte mit der Mittelbuchse des Kreises verbunden. Die ganze Anordnung soll ein kleines Beispiel sein, wie der Bastler einen Drehschalter auf einfache Weise durch Buchsen ersetzen kann.

Zwischen der Lautsprecherleitung und der Anode der CF 7 liegt eine gute Hochfrequenzdrossel. In die Leitung von der Anode zum Antennenanschluß des Empfängers schalten wir einen Blockkondensator von 1000 cm Kapazität. Beim Versuchsgerät wurde an dieser Stelle zunächst ein Drehkondensator eingebaut; es genügt aber eine feste Kapazität. Die Schirmgitterleitung wird von der Lautsprecherleitung über einen Widerstand von 0,15 Megohm abgezweigt, und vom Schirmgitter nach Masse wird ein Kondensator von 1 μF gelegt. Daß bei einem Allstromgerät, bei dem immer dieselben Voraussetzungen wie beim Gleichstromgerät vorliegen, durchschlagsichere Blockkondensatoren (Prüfspannung 1500 bis 2000 Volt) in die Antennen- und Erdleitung geschaltet werden, ist selbstverständlich.

In der Netzleitung liegt eine Feinsicherung von etwa 250 bis 300 mA. Wir haben leider keine Möglichkeit, die Netzspannung von wichtigen Einzelteilen fernzuhalten, deshalb wurde das Vorsatzgerät auch auf eine Grundplatte aus Hartpapier aufgebaut. Der Minuspol des Lichtnetzes hat bei geerdetem Pluspol — sowohl bei Wechsel- als auch an Gleichstromnetzen — immer die volle Netzspannung gegen Erde, also Vorsicht bei den Versuchen! Wer das Gerät in ein Kästchen einbauen will, muß an der Rückseite, wo der Widerstand stehend montiert ist, durch Anbringen von Öffnungen für genügende Lüftung sorgen.

Die Verbindung unseres Vorsatzgerätes mit einem Einkreis-Gerät bietet, soweit die beiden Anschlüsse zur Antennen- und Erdungsbuchse des Empfängers in Frage kommen, keinerlei Schwierigkeiten. Um die Lautsprecherleitung, der wir den Anodenstrom für die Röhre entnehmen, anzuschließen, benutzen wir ein Stück bewegliche Gummiaderlitze; diese erhält an dem einen Ende einen Bananenstecker und am anderen eine sogenannte Freileitungs- oder Krokodilklemme. Die Plusleitung des Empfängers wird durch Verfolgen der Innenschaltung oder durch den Versuch ermittelt. Diese Art der Verbindung ist allerdings als provisorisch zu betrachten. Besser ist es, wenn wir im Gehäuse des Einkreis-Empfängers eine Buchse anbringen und diese mit der positiven Lautsprecherleitung verbinden. Eine solche isolierte Buchse paßt z. B. sehr gut in eine der Ventilationsöffnungen der Rückwand.

Wenn die Verbindung zwischen Buchse und Lautsprecherleitung im Empfänger hergestellt ist (die Gummiaderlitze kann ruhig etwas länger sein), so schrauben wir die Rückwand wieder an; wir brauchen nun den Empfänger nicht jedesmal zu öffnen, um das Vorsatzgerät anzuschließen. Die Verbindungsleitungen zwischen dem Empfänger und dem Vorsatzgerät halte man recht kurz, um Energieverluste zu vermeiden. Die Leitung von der Antennenbuchse des Empfängers zum Vorsatzgerät ist zweckmäßig abzuschirmen.

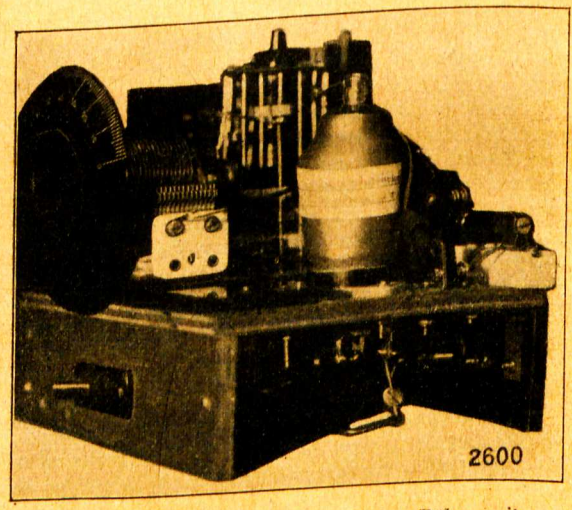


Abb. 4 Ansicht des Gerätes von der Röhrenseite

Das beschriebene Vorsatzgerät ist ohne weiteres sowohl am Gleichstrom- als auch am Wechselstromnetz zu verwenden; die Geräte, an denen das Vorsatzgerät benutzt wird, können für beide Stromarten oder für Batteriebetrieb eingerichtet sein. Selbstverständlich wird der Bastler, der reinen Batteriebetrieb hat, das Vorsatzgerät mit einer Fünfpol-Schirmröhre oder einer anderen geeigneten Batterieröhre betreiben und die Heizung aus dem Akkumulator entnehmen. Das Batterie-Vorsatzgerät ist durch den Fortfall

der Blockkondensatoren in Antenne und Erdleitung und die einfache Röhre sowie den Fortfall des hoch belastbaren Widerstandes noch billiger.

Die Versuchsergebnisse mit dem Vorsatzgerät waren sehr gut. Einkreis-Zweiröhrenempfänger einfacher Bauart arbeiteten mit dem Vorsatzgerät annähernd wie ein einfacher Zweikreis-Dreiröhrenempfänger und brachten bei einigermaßen günstigen Antennenverhältnissen den Empfang der meisten großen europäischen Sender. Man muß beim Einstellen nur auf den genauen Gleichlauf beider Drehkondensatoren achten, was aber bei einiger Übung bald zu erlernen ist. Das Ideal hierbei wäre allerdings, wenn man beide Geräte, sowohl den Einkreis-Empfänger als auch das Vorsatzgerät, mit der gleichen Aufsteckskala versehen könnte; das Ablesen und Einstellen würde sich dadurch sehr vereinfachen.

Abschließend sei noch darauf hingewieen, daß die im Schaltschema angegebenen Widerstände das Ergebnis genauer Messungen sind und die Größen bei Benutzung der Röhre CF 7 daher innegehalten werden müssen.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 1	Größ
1	1	Käfigspule		
2	1	Blockkondensator 1500 Volt		1000 c
3	2	dsgl. 1500 Volt	C_3, C_4	500 c
4	1	dsgl. 400 Volt Arbeitsspannung		0,5 μ
5	1	dsgl. 400 Volt Arbeitsspannung		1 μ
6	1	Widerstands-Einheit für 0,2 Amp.		500 + 60
7	1	Hochfrequenzdrossel		
8	1	Feinsicherung	*Si*	300 mA
9	1	Starkstromschalter		
10	—	Buchsen, Schaltdraht, Isolierschlauch, Schrauben		
11	2	Kurzschlußbügel		
		Röhren		
12	1	Fünfpol-Schirmröhre für Allstrom	*CF 7*	

Der Sinn der logarithmischen Zählung und Einteilung

Von **F. Berg**

Vorbemerkung

Wir wollen der logarithmischen Teilung auf ursprüngliche und praktische Weise nahekommen und es dabei vermeiden, uns mathematisch näher mit dem Logarithmus einzulassen. Wer nämlich mit logarithmischen Teilungen zu tun hat, braucht von der mathematischen Ableitung der Logarithmen nichts zu wissen; er muß deren Wesen aber um so besser kennen.

Logarithmische Einteilungen sind vor allem dort am Platz, wo es sich um große Zahlenbereiche handelt, deren Anfang, Mitte und Ende gleich wichtig sind. Solche Zahlenbereiche kommen in der Rundfunk- und Verstärkertechnik häufig vor.

Ein Zahlenbereich ist dann als groß zu bezeichnen, wenn Anfang und Ende des Bereiches sehr verschiedene Werte aufweisen. So ist z. B. der Zahlenbereich von 1 bis 1000 groß, während der Zahlenbereich von 1 000 000 bis 1 001 000 klein ist, obwohl auch der 1000 Einzelzahlen umfaßt. Im ersten Bereich ist das Ende 1000mal so groß wie der Anfang, während sich im zweiten Bereich Anfang und Ende nur um einen geringen Bruchteil voneinander unterscheiden. Demgemäß ist für den Bereich von 1 bis 1000 eine logarithmische Teilung angebracht, während man für den Bereich von 1 000 000 bis 1 001 000 mit einer gewöhnlichen Teilung auskommt.

Die gewöhnliche Teilung

Um den Wert der logarithmischen Zählung und Teilung würdigen zu können, müssen wir uns zunächst mit der gewöhnlichen Zählweise 1, 2, 3 usw. beschäftigen. Die Schwierigkeiten, die sich aus dieser Zählweise für einen großen Zahlenbereich bei gleicher Wichtigkeit aller seiner Teile ergeben, treten besonders deutlich zutage, wenn der ganze Zahlenbereich in einem Kennlinienbild zum Ausdruck gebracht werden soll. Abb. 1 zeigt einen solchen Fall. Wir sehen dort drei Kennlinien einer Sechspolregelröhre. Die rechten Teile der beiden oberen Kennlinien lassen den Zusammenhang zwischen der Spannung des ersten Gitters und dem Anodenstrom deutlich erkennen. Die linken Teile der beiden oberen Kennlinien sowie die untere Kennlinie sagen uns nur, daß der Anodenstro hierfür sehr geringe Werte aufweist. Welche Werte er fü die einzelnen Gitterspannungen tatsächlich annimmt, ist au Abb. 1 nicht ersichtlich.

Man kann den linken Teil des Kennlinienbildes wohl — unter Verwendung eines gewöhnlichen Maßstabes — so dar stellen, daß der dort geltende Zusammenhang zwische

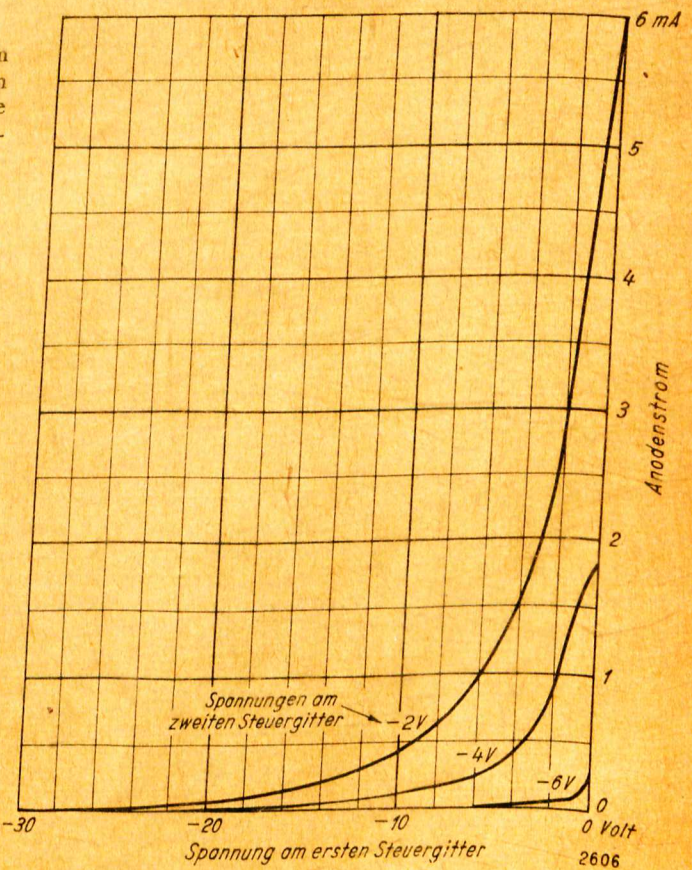


Abb. 1. Kennlinienbild der RENS 1234 mit gewöhnlichem Strommaßstab

Spannung des ersten Gitters und Anodenstrom deutlich zu erkennen ist (Abb. 2). Hier fehlt nun aber der Bereich, der in Abb. 1 gut abzulesen war, vollkommen. Solange wir bei der gewöhnlichen Teilung bleiben, können wir demnach bei Geltung großer Zahlenbereiche immer nur einen Teil des Kennlinienbildes derart gestalten, daß darin eine genauere Ablesung ermöglicht wird.

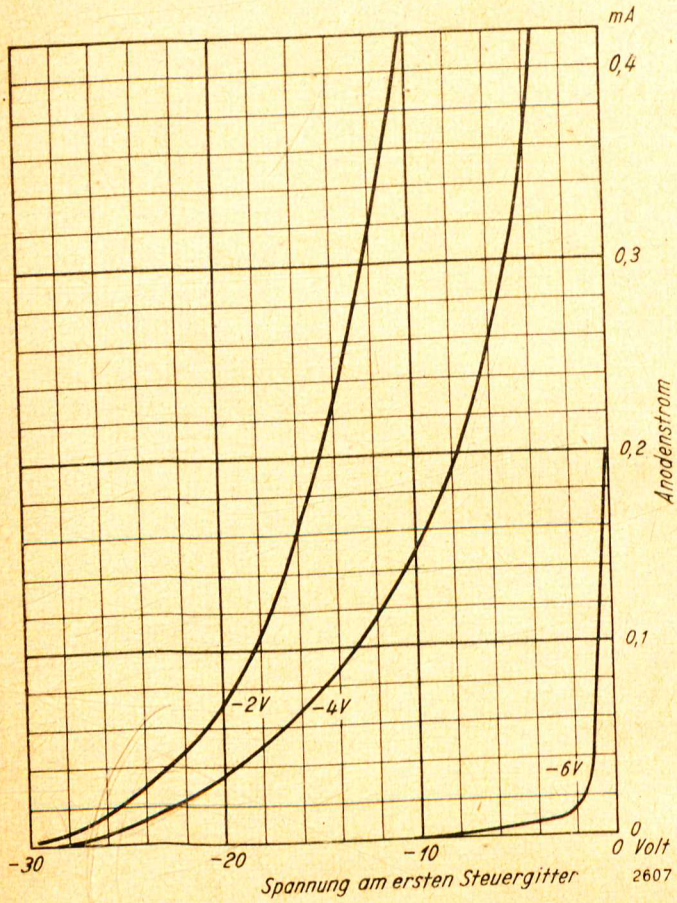


Abb. 2. Der untere Teil der Abb. 1, durch größeren Strommaßstab deutlicher gemacht

Die gewöhnliche Teilung von einem andern Standpunkt aus gesehen

Die Abb. 1 und 2 sind auf der Zählweise 1, 2, 3 usw. aufgebaut. Diese Zählweise, die uns natürlich erscheint, weil wir dabei die Finger zu Hilfe nehmen können, ist — von einem andern Standpunkt aus betrachtet — recht merkwürdig. Wir wollen jetzt diesen andern Standpunkt einnehmen:

Wir stellen fest, daß man beim Übergang von 1 auf 2 vom Einfachen auf das Doppelte kommt, während man beim Übergang von 2 auf 3 vom Doppelten aufs Dreifache gelangt. Die Zahl 3 ist 1,5mal so groß wie die Zahl 2. Der Schritt von 2 auf 3 ist also — im Vergleich zu der Anfangszahl 2 — geringer als der Schritt von 1 auf 2 im Vergleich zu der Anfangszahl 1.

Wenn wir nun von 3 auf 4 übergehen, wird der Schritt — gemessen an der Anfangszahl 3 — noch kleiner. Wenn wir gar von 1000 auf 1001 übergehen, ist der zugehörige Schritt — gemessen an der Anfangszahl 1000 — außerordentlich klein.

Wir erkennen: Sofern es sich nicht um die tatsächliche Größe der einzelnen Schritte handelt, sondern um deren verhältnismäßige Größe, ist die altehrwürdige Zählweise 1, 2, 3 uws. ungeeignet.

Auch im gewöhnlichen Leben kommt es nicht immer auf den tatsächlichen Wert des Schrittes an, sondern auf das Verhältnis des Schrittes zum Anfangswert. Wir wollen das an einem Beispiel betrachten: Wir denken uns, jemand habe ein Vermögen von 1000 RM und gewinne in einer Lotterie 9000 RM dazu. Dieser Gewinn ist für unsern Mann sehr bedeutungsvoll. Durch den Gewinn wird sein Vermögen verzehnfacht. Ein anderer Mann mache denselben Gewinn, besitze aber ein Vermögen von 1 000 000 RM. Der Gewinn von 9000 RM ist hier von einer nur geringen Bedeutung, da er nicht ganz $^1/_{100}$ des ursprünglichen Vermögens bedeutet.

Eine Zählweise, die auf gleichem Schrittverhältnis beruht

Wir können an Stelle der Zählweise 1, 2, 3 usw. auch die Zählweise 1, 10, 100 und 1000 verwenden; hierbei geht jeder Schritt auf das Zehnfache des Anfangswertes. Jeder Schritt ist somit — bezogen auf den zugehörigen Anfangswert — derselbe.

Diese Zählweise trägt großen Zahlenbereichen weit besser Rechnung als die Zählweise, die sonst üblich ist, da sie sich selbsttätig dem Anfangswert anpaßt. Zu großen Anfangswerten gehören hier ohne weiteres große Schritte, zu kleinen Anfangswerten kleine Schritte. Wir kommen aufs Zehnfache, wenn wir von 1 auf 10 übergehen, ebenso, wie wenn wir von 100 000 auf 1 000 000 fortschreiten. Bei dieser Zählweise wird also auch der größte Zahlenbereich am Ende genau so behandelt wie am Anfang und in der Mitte.

Auch diese Zählweise wird übrigens im täglichen Leben benutzt: Die ganze Zinsrechnung beruht auf Schritten, die sich nach der Größe des Anfangswertes richten. Wenn man 100 RM ausleiht, ergeben sich am Ende eines Jahres 104 RM als Schuld. Wenn man 1000 RM ausleiht, so ergeben sich am Ende des Jahres nicht 1004, sondern 1040 RM als Schuld. Gleiches Schrittverhältnis ist gleichbedeutend mit logarithmischer Zählweise.

Wir haben im vorigen Abschnitt kennengelernt, daß bei gleichem Schrittverhältnis Anfang, Mitte und Ende eines großen Zahlenbereiches in gleicher Weise behandelt werden. Zu Anfang dieses Aufsatzes wurde darauf hingewiesen, daß bei Anwendung logarithmischer Teilungen diese gleichmäßige Behandlung aller Teile eines großen Zahlenbereiches von selbst zustandekommt.

Aus beiden Bemerkungen zusammengenommen ergibt sich, daß wir einen logarithmischen Maßstab einfach dadurch erhalten, indem wir ein gleichbleibendes Schrittverhältnis zugrundelegen. So ergibt sich eine logarithmische Teilung, wenn wir z. B. den Abstand von 2 bis $2 \times 2 = 4$ ebensogroß machen wie den Abstand von 1 bis 2 und den von 4 bis $2 \times 4 = 8$ wiederum ebensogroß machen wie den von 2 bis 4.

Wir bekommen aber selbstverständlich auch dann eine logarithmische Teilung, wenn wir den Abstand von 10 bis 100 ebensogroß machen wie den von 1 bis 10 und den von 100 bis 1000 wiederum ebensogroß wie den von 10 bis 100.

Mit Schritten, die jeweils auf das Zweifache oder gar auf das Zehnfache gehen, erzielen wir nur sehr grobe Teilungen. Wir können aber die Schritte natürlich auch so klein machen, daß wir z. B. mit jedem Schritt stets nur auf das 1,1fache kommen, wodurch wir eine sehr sehr feine Teilung erhalten. Hierbei ergeben sich gleiche Abstände für 1 bis 1,1 und 1,1 bis 1,21 und 1,21 bis 1,33 usw. Wir erkennen sofort, daß die Ausrechnung einer solch feinen Teilung zwar ein-

fach aber zeitraubend ist. Um die jeweilige Ausrechnung zu vermeiden, ist in folgender Zahlentafel eine für alle Zwecke verwertbare Teilung angegeben.

Zahl	Zugehöriger logarithmischer Längenwert	Zahl	Zugehöriger logarithmischer Längenwert
1,0	0	3,6	556
1,1	41	3,8	680
1,2	79	4,0	602
1,3	114	4,2	623
1,4	146	4,4	643
1,5	176	4,6	662
1,6	204	4,8	681
1,7	230	5,0	699
1,8	255	5,5	740
1,9	278	6,0	778
2,0	301	6,5	813
2,2	342	7,0	845
2,4	380	7,5	875
2,6	415	8,0	903
2,8	447	8,5	929
3,0	477	9,0	954
3,2	505	9,5	978
3,4	531	10	1000

Zur Anwendung der Zahlentafel: Wir betrachten ein Beispiel: Es sollen Ströme von 1 Mikroampere bis 1 Milliampere in einer logarithmischen Teilung aufgetragen werden, wofür eine Gesamtlänge von 120 mm zur Verfügung steht. 1 Milliampere umfaßt 1000 Mikroampere. Das bedeutet, daß der ganze Bereich sich in drei Schritte vom 1fachen auf das 10fache gliedert. Auf jeden dieser drei Schritte entfällt somit eine Länge von 120 : 3 = 40 mm.

Wir beginnen mit 1 Mikroampere. Dazu gehört die Länge 0 — z. B. das untere Ende der senkrecht abgetragenen Strecke von 120 mm. Zu 1,5 Mikroampere ergibt sich an Hand der Zahlentafel ein Längenwert von 176. Dem entspricht bei 40 mm Gesamtlänge eines Schrittes von 1 bis 10 eine Länge von $176 \cdot {}^{40}/_{1000} = 7{,}4$ mm. Diese Länge wird vom Nullpunkt aus abgetragen. Zu 2 Mikroampere gehören demgemäß $301 \cdot {}^{40}/_{1000} = 12{,}4$ mm, die wieder vom Nullpunkt aus aufgetragen werden. Zu 10 Mikroampere gehören 40 mm Entfernung vom Nullpunkt. Um den Punkt für 11,5 Mikroampere zu finden, benutzen wir die schon für 1,5 Mikroampere bestimmten 7,4 mm, die wir jetzt nicht vom Nullpunkt aus auftragen, sondern zu den 40 mm hinzufügen.

Wem die Anwendung der Zahlentafel entsprechend dem hier ausgeführten Beispiel zu unbequem ist, oder wer zu wenig Zeit hat, sich die der Zahlentafel entsprechende Teilung jedesmal neu aufzuzeichnen, verwendet nach einer oder beiden Richtungen logarithmisch geteilte Papiere, die in Zeichenwarengeschäften zu haben sind. Da logarithmische Teilungen nur für große Zahlenbereiche nötig sind, muß man beim Einkauf der Papiere darauf achten, daß deren logarithmische Teilungen mehrere Schritte vom Einfachen auf das Zehnfache, d. h. mehrere Zehnerpotenzen umfassen.

Der Anfangspunkt einer logarithmischen Teilung kann niemals „0" bedeuten. Die im vorigen Abschnitt besprochene Teilung beginnt mit der Länge 0. Diese hat aber die Bedeutung von 1 Mikroampere. Würden wir die Teilung um 40 mm über diesen Punkt hinaus fortsetzen, so kämen wir auf 0,1 Mikroampere, würden wir sie um weitere 80 mm fortsetzen, so kämen wir damit auf 0,001 Mikroampere. Jeweils 40 mm weiter über das Ende hinaus ergibt einen Anfangspunkt mit $^1/_{10}$ des vorhergehenden Wertes. Das Zehntel eines bestimmten Wertes kann niemals Null sein. Das ist der Grund, warum der dem Wert Null entsprechende Punkt auf der logarithmischen Teilung undenkbar weit nach außen geschoben ist.

Unser Kennlinienbild als Beispiel für die Anwendung der logarithmischen Teilung

In Abb. 3 sind die Kennlinien von Abb. 1 und 2 auf eine logarithmische Anodenstromteilung umgezeichnet. Die logarithmische Teilung zieht die unteren Kennlinienstücke weit auseinander, wodurch der Zusammenhang zwischen der Spannung des ersten Gitters und dem Anodenstrom bis hinunter zu den kleinsten Anodenstromwerten deutlich erkennbar bleibt. Selbst das untere Ende der zu —6 V

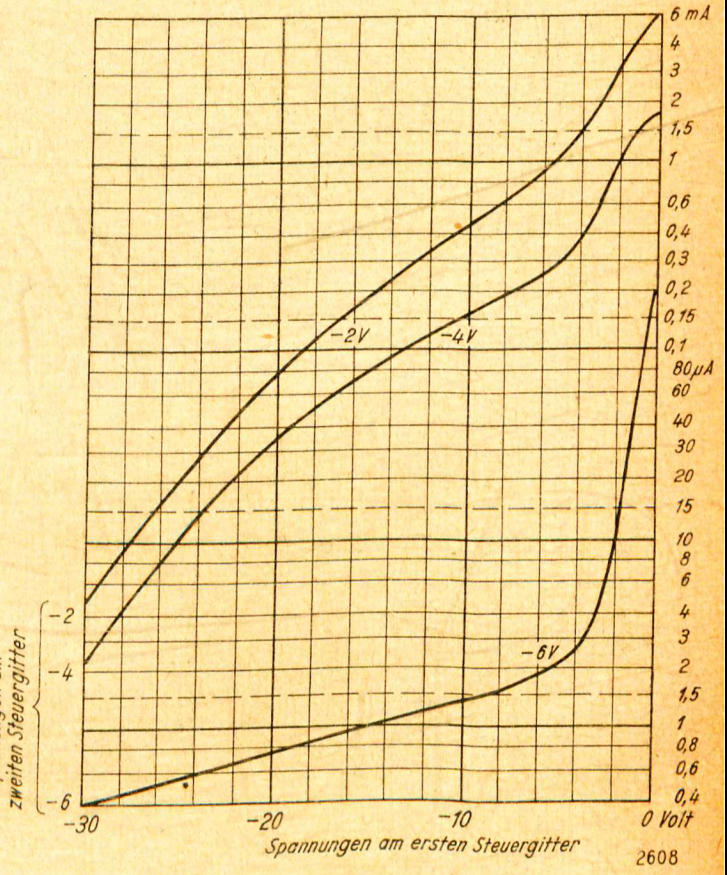


Abb. 3. Kennlinienbild der RENS 1234 mit logarithmischem Strommaßstab

gehörigen Kennlinie, die nicht einmal in Abb. 2 klar zum Ausdruck kommt, wird deutlich gezeigt.

Es hat hier keinen Zweck, auch den Gitterspannungsmaßstab logarithmisch zu wählen, da einerseits nur der Bereich von —1,5 bis —30 V eine Rolle spielt und andererseits die Anodenstromwerte auch bei gewöhnlicher Teilung für kleine Gitterspannungen genügend genau abgelesen werden können. *Zeichnungen vom Verfasser*

Wiederaufnahme des deutschen Fernsehbetriebes

Der große Brand auf der Berliner Rundfunkausstellung hatte, wie bekannt, auch den Fernsehsender Witzleben vollkommen vernichtet. Den Bemühungen der deutschen Reichspost ist es nun gelungen, eine neue Fernseh-Sendeanlage wieder erstehen zulassen, die bereits am 23. Dezember in Betrieb genommen werden konnte. In einer kurzen Eröffnungsfeier stellte Oberpostrat Dip.-Ing. Flanze vom Reichspostministerium die Anlage dem Reichsministerium für Volksaufklärung und Propaganda, vertreten durch Ministerialrat Demann, zum Betrieb durch die Reichs-Rundfunk-Gesellschaft zur Verfügung.

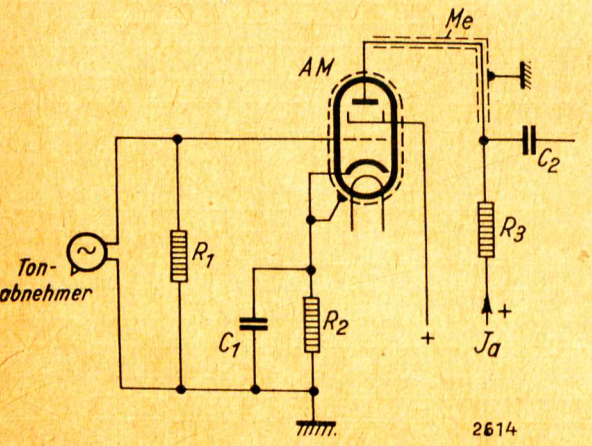
Öffentliche Fernseh-Empfangsstellen befinden sich z. Zt. in den Postämtern Berlin W 30, Geisbergstraße 7, Schöneberg, Hauptstraße 27, Berlin N 24, Artilleriestraße 10, Neukölln I, Richardstraße 119/20, Steglitz I, Bergstr. 1, Lichtenberg, Dottistr. 12/16, Charlottenburg I, Berliner Str. 62/64, und Potsdam, Am Kanal 16/18.

Funktechnik in der Praxis

In der Rubrik „Funktechnik in der Praxis" sollen von nun an in zwangloser Folge auch kleine Aufsätze erscheinen, die über eigenartige Fehler in Instrumenten, Schaltungen u. dergl. berichten. Gleichzeitig treten wir an unsere Leser mit der Bitte heran, ihrerseits derartige Beiträge zu liefern. Dabei können natürlich nur Beschreibungen solcher Fälle veröffentlicht werden, die wirklich als eigenartig anzusprechen sind. Von einer Nennung der Fabrikate (falls die Fehler in den Einzelteilen selbst liegen) wird selbstverständlich abgesehen.
Die Schriftleitung

Was war die Ursache für die plötzlich aufgetretenen starken Verzerrungen bei einem Schallplattenverstärker?

Bei einem Niederfrequenzverstärker für Schallplattenwiedergabe, dessen erste Verstärkerstufe eine Vierpol-Schirmröhre (RENS 1204) enthielt, traten eines Tages ganz plötzlich unerträgliche Verzerrungen auf, die nach Auswechseln der ersten Röhre gegen eine neue RENS 1204 prompt verschwanden. Da aber schon an einem der nächsten Tage mit einemmal die gleichen heftigen Verzerrungen wieder zu hören waren, lag nunmehr die Vermutung nahe, daß wohl nicht die erste Röhre an diesem Mißstand schuld gewesen sein könnte, sondern ein anderer Fehler die Veranlassung dazu war.



Da ein langes Suchen nach diesem Fehler, der fürs erste in Wackelkontakten vermutet wurde, erfolglos blieb, wurde der Verstärker einer genauen Nachmessung unterzogen (was man in solchen Fällen daher stets gleich tun sollte!). Bei dieser Prüfung stellte sich bei der Kontrolle des Anodenstromes der RENS 1204 heraus, daß dieser seinen Sollwert erheblich überschritt, um auf ihn plötzlich wieder abzusinken. Es wurde vermutet, daß diese heftigen Anodenstromschwankungen in plötzlichen Gittervorspannungsänderungen begründet seien. Zur besseren Erläuterung sei die nebenstehende Schaltskizze herangezogen — dabei ist aber nur der in Betracht kommende Schaltungsteil dargestellt.

Es liegt, wie man aus dieser Abbildung ersehen kann, der sogen. *K*-Punkt nicht unmittelbar an Erde, sondern erst über einem Widerstand R_2, der hier zur Gewinnung der Gittervorspannung erforderlich ist. Für die Niederfrequenz ist er praktisch mit Erde durch den hochkapazitiven Überbrückungskondensator C_1 verbunden.

Hervorgehoben sei noch, daß ferner dieser *K*-Punkt bei der hier verwendeten Röhre unmittelbar mit deren Außenmetallisierung *AM* (Abschirmung) verbunden ist.

Berührt nun zufällig die mit der Erde (Masse) direkt verbundene Metallumspinnung *Me* des Abschirmschlauchs der Anodenzuleitung (vgl. Abb.) die Röhre, genauer gesagt, deren Außenmetallisierung, so wird, wie man aus der Schaltskizze ersehen kann, R_2 kurzgeschlossen, wodurch die negative Gittervorspannung verschwindet. Da bei dieser Röhre schon bei der Gittervorspannung „Null" und der vorliegenden Schirmgitterspannung der Sättigungswert für *J* fast erreicht ist, wird dadurch der Arbeitspunkt über den oberen Knick der Kennlinie ($J_a = f\ (Ugs)$) verlegt, wodurch starke Verzerrungen des Anodenwechselstromes und damit der Wiedergabe eintreten müssen.

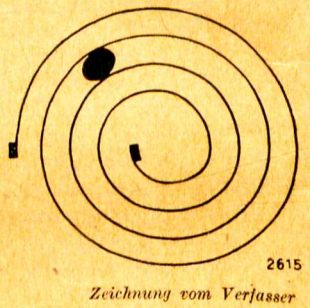
Diese Fehlerursache konnte deswegen hier so leicht übersehen werden, weil man Abschirmungen bei Geräten als stets auf gleichem Potential stehend vermutet (in bezug auf die Tonfrequenz ist dies zwar auch hier der Fall) und daher deren gegenseitige Berührung nicht beachtet, weil man sie für unschädlich hält.

An dem soeben geschilderten Beispiel soll der Leser aber erkennen, daß die Voraussetzung nicht immer stimmt. Daher ist auch bei gewissen Schaltungen sehr darauf zu achten, daß abgeschirmte Anodenzuleitungen nicht die Außenmetallisierungen der Röhre berühren oder sie leicht berühren können.

Zeichnung vom Verfasser

Fehler am Drehspul-Meßgerät

Bei einem Voltmeter (Meßbereich 0÷3 Volt) trat, obwohl es ein Markenfabrikat war, folgende recht eigenartige Erscheinung auf: Nachdem mit Hilfe dieses Instrumentes die Spannung in einer Schaltanordnung zur Durchführung von Versuchen auf einen bestimmten Wert einreguliert worden war, sprang der Zeiger nach einigen Minuten ohne erkennbare Ursache plötzlich auf einen höheren Spannungswert. Als Spannungsquelle diente, was noch bemerkt sei, ein 2-Volt-Sammler. Eine Abnahme der Spannung trotz unveränderter Schaltung wäre nicht verwunderlich, daß die Spannung aber nach einer Einschaltdauer von einigen Minuten „von selbst", und zwar momentan um etwa 10 % ansteigt, war doch etwas eigenartig, und es lag nahe, die Ursache dieser Erscheinung im Meßinstrument zu suchen.

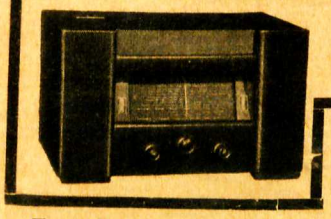


Zeichnung vom Verfasser

Nach sehr langem Suchen (auch nach „Wackelkontakten") wurde schließlich folgende, nicht ganz alltägliche Ursache für dieses merkwürdige Verhalten des Instrumentes festgestellt: In eine der beiden Spiralfedern, die den zu messenden Strom der Drehspule zuleiten und dem Instrument gleichzeitig die nötige „Richtkraft" geben, war ein winziges, nur mit einem starken Vergrößerungsglas erkennbares Kolophoniumtröpfchen, vermutlich beim Anlöten dieser Feder, gespritzt und dortselbst erstarrt. In der nebenstehenden Abbildung sind die betreffende Feder und das Kolophoniumtröpfchen stark vergrößert skizziert. Wie man sieht, klebt das Tröpfchen zwei Windungen der Spiralfeder zusammen. Stand nun das Instrument einige Zeit unter Strom, so wurde durch die wenn auch nur geringe Stromwärme das Kolophoniumtröpfchen etwas erweicht und, da die Feder außerdem etwas gespannt war, von den Windungen gelöst. Dadurch wurde aber die Direktionskraft der Spiralfeder verringert und damit bei gleichem Stromdurchgang (d. h. gleicher angelegter Spannung, die sich somit nicht geändert hatte), der Zeigerausschlag vergrößert.

Nachdem dieses Kolophoniumtröpfchen durch einen in einer kleinen Flamme erwärmten, zugespitzten Kupferdraht vorsichtig (unter Zuhilfenahme einer Lupe!) entfernt worden war, arbeitet dieses Instrument wieder ordnungsmäßig, d. h. ohne Tücken zu zeigen.

jak



Achtkreis-Sechsröhren-Superhetempfänger für Wechselstrom

IMPERIAL 65 W

Aufgabe des Empfängers

Es galt, einen großen Fernempfänger mit der Ausgangsleistung eines kleinen Kraftverstärkers zu schaffen, der in Verbindung mit geeigneten Lautsprechern hohen Wirkungsgrades in der Lage ist, kleine Säle mit Rundfunkdarbietungen und Schallplattenmusik zu füllen. Die Trennschärfe sollte ausreichend, aber nicht übersteigert sein, um ohne Anwendung eines Bandbreitenreglers eine zufriedenstellende Wiedergabe auch der hohen Schwingungen zu erzielen. Die Empfindlichkeit des Gerätes sollte etwa eine Größenordnung über der des Durchschnitts-Superhets liegen. Schließlich sollte das Gerät in seiner aufbaumäßigen Gestaltung besonders für die Wiedergabe in größeren Räumen geeignet sein.

Um diese Forderungen zu erfüllen, wurde ein Sechsröhren-Superhet geschaffen, der als Endröhre die Dreipolröhre LK 4200 (6 Watt Sprechleistung) benutzt und der im übrigen eine HF-Vorstufe, eine Mischstufe, eine ZF-Stufe, einen Zweipol-Empfangsgleichrichter und insgesamt drei Niederfrequenzstufen aufweist. Der Empfänger wird in zwei Ausführungen hergestellt: 1. ohne eingebauten, aber mit einem angepaßten Lautsprecher in eigenem Gehäuse, 2. in Form eines großen Schrankes mit Schallplattenteil.

Technische Daten

Das Gerät wird als „Imperial 65 W" nur für Wechselstrom gebaut; es stellt schaltungs- und aufbaumäßig eine Fortentwicklung des vorjährigen „Imperial 64 W" dar. Es ist mit folgenden Röhren bestückt:

Hochfrequenz-Vorstufe ...	Fünfpol-Regelröhre	RENS 1294 / H 4129 D
Mischstufe	Achtpolröhre	AK 1
Zwischenfrequenzstufe	Fünfpol-Regelröhre	RENS 1294 / H 4129 D
Empfangsgleichrichter und 1. Niederfrequenzstufe ..	Zweipol-Dreipol-Verbundröhre	REN 924 Bi/ AN 4092
2. Niederfrequenzstufe ..	Dreipolröhre	REN 904 Bi/A 4110
Endstufe.....	Dreipolröhre	LK 4200
Netzgleichrichter (2 Röhren)	Doppelweg - Gleichrichter	2x RGN 1064/ G 1064

Das Gerät wird mit einem fremderregten dynamischen Lautsprecher in besonderem Gehäuse geliefert; der Feldstrom wird dem Netzteil des Empfängers entnommen (600 Volt Erregerspannung). Der Empfänger ist in ein Holzgehäuse eingebaut; er besitzt eine waagerechte, von den Stirnseiten her beleuchtete Linearskala, optischen Abstimmanzeiger (Zeigerinstrument), Schwundausgleich, hochfrequenten Empfindlichkeits- und niederfrequenten Lautstärkeregler, stetige Klangfarbenregelung und einen zusätzlichen niederfrequenten Bandbreitenschalter. Wellenbereiche: 200 bis 600 und 800 bis 2000 m. Zwischenfrequenz: 125 kHz. Leistungsentnahme aus dem Netz: bei Entnahme des Feldstromes 140 Watt, ohne Felderregung 125 Watt.

Schaltungstechnik

Der Empfänger weist vier abstimmbare Kreise auf, die durch die Drehkondensatoren C_1 bis C_4 bedient werden (Abb. 1). Die Vorselektion ist ungewöhnlich umfangreich; sie besteht aus dem zweikreisigen Eingangsbandfilter mit HF-Vorstufe und dem folgenden dritten Kreis. Für die Mischung wird eine Achtpolröhre benutzt, die mit fester Vorspannung arbeitet, also nicht geregelt wird. Der Zwischenfrequenzverstärker ist einstufig und weist zwei je zweikreisige Bandfilter BF_1 und BF_2 auf. Auf ihn folgt der Zweipol-Gleichrichter, der durch die Strecke Kathode—Hilfsanode in einer Verbundröhre gebildet wird, und auf diesen der dreistufige, widerstandsgekoppelte Niederfrequenzverstärker, dessen sämtliche Stufen Dreipolröhren enthalten. Zwischen der Zweipolstrecke und der ersten NF-Stufe befinden sich der Lautstärkeregler L und außerdem eine Widerstands-Kondensatorkette zum Zurückhalten von Zwischenfrequenzresten. Die Klangfarbenregelung erfolgt durch den Spannungsteiler K, mit dessen Hilfe ein Kondensator C_k dem Gitter der vorletzten Niederfrequenzstufe mehr oder weniger genähert wird; je weiter der Anschlußpunkt des Kondensators nach dem gitterseitigen Ende des Spannungsteilers geschoben wird, um so dumpfer ist die Klangfarbe. Eine einstufige Änderung des Frequenzganges kann ferner durch die beiden Schalter S_b erzielt werden, mit denen man zur Ankopplung

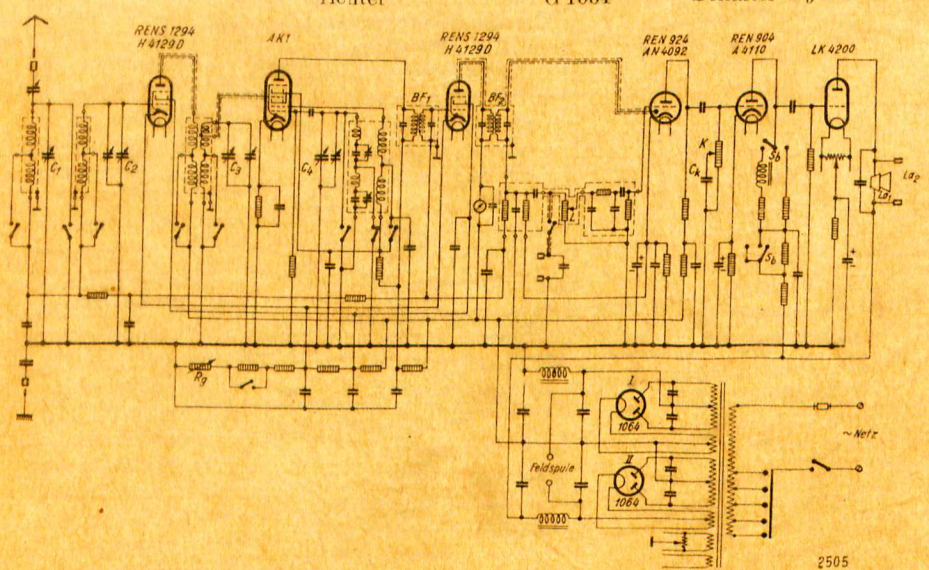


Abb. 1. Prinzipschaltung des „Imperial 65 W"

der Endstufe an die vorletzte Röhre ein reines Widerstands-Kopplungsglied, oder aber eine Drossel einschaltet.

Die Schubspannung für den Schwundausgleich wird an der Zweipolstrecke abgenommen und in gleicher Größe der Hochfrequenzvorstufe und der Zwischenfrequenzstufe zugeführt. Durch den Widerstand R_g läßt sich beiden Röhren eine beliebige Grundgittervorspannung erteilen; durch entsprechende Einstellung dieses Regelwiderstandes kann man also die Verstärkung dieser beiden Röhren auf jeden beliebigen kleineren Wert bringen, so daß die Schwundregelung dann nur von dem eingestellten Wert nach unten arbeitet. Man setzt durch die Bedienung von R_g also die Empfindlichkeit beliebig herab, schränkt damit aber auch den Regelbereich des Gerätes ein.

Die Endstufe des Empfängers wird mit einer Anodenspannung von rund 600 Volt betrieben, und sie besitzt bei dieser Spannung eine Stromaufnahme von rund 50 mA. Um die hohe Spannung zu erzeugen, sind zwei Netzgleichrichter in Reihe geschaltet; der positive Pol des Gleichrichters I ist unmittelbar mit dem negativen Pol des Gleichrichters II verbunden. Gleichrichter I liefert allein Anoden- und Schirmgitterspannungen für die ersten vier Röhren, während beide Gleichrichter in Hintereinanderschaltung die Feldspannung für den Lautsprecher und die Anodenspannung für die letzten beiden Stufen abgeben.

Einzelheiten des Aufbaues

Der Innenaufbau des Empfängers wird durch den großen Aufwand an Röhren und wertvollen Einzelheiten beherrscht, die sich auf der Oberseite des Empfängergestells wohl ausgerichtet zeigen (Abb. 2). Ein Viergang-Drehkondensator, vier Elektrolyt-Kondensatoren für die beiden Siebketten, zwei Gleichrichterröhren, vier große und zwei kleine Spulensätze und sechs Röhren, dazu Netztransformator und Drossel sind auf einer Grundfläche von 260 × 470 mm untergebracht. Die Spulensätze sind so eingebaut, daß sie leicht herausgenommen werden können, um sie bei einem Schaden nachzuprüfen und auszuwechseln; sie ragen mit vier bzw. acht Isolierstutzen durch die Grundplatte nach unten hindurch und werden mit nur einer Schraube gehalten. Man braucht lediglich die Anschlußleitungen von den Lötösen in den Isolierbuchsen loszulöten und die eine Schraube zu lösen, um die Töpfe nach oben herausziehen zu können.

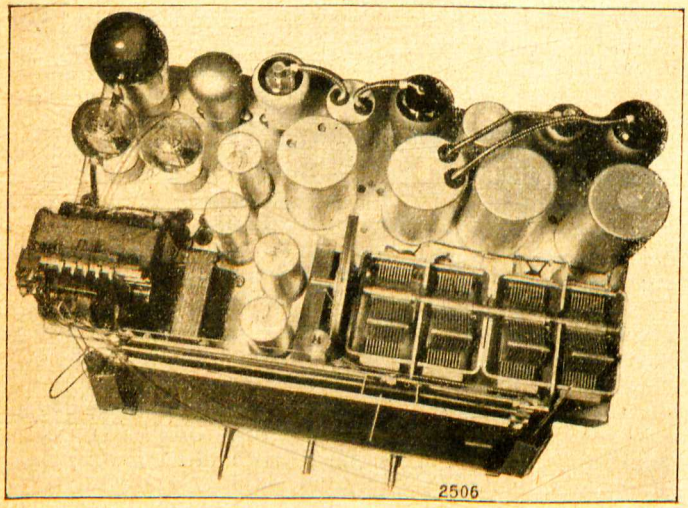


Abb. 2. Der innere Aufbau, von oben gesehen

Die Verdrahtung ist nach dem Grundsatz der kürzesten Verbindung ausgeführt (Abb. 3). Die Hochohmwiderstände und Kleinkondensatoren sind dort in die Schaltleitungen eingehängt, wo sie gebraucht werden. Besondere Wert wurde auf gute Zugänglichkeit aller Teile gelegt; s sind der Wellenumschalter und die wichtigsten Wide stände und Kondensatoren zugänglich, wenn man ei Schutzblech am Boden des Gehäuses abnimmt.

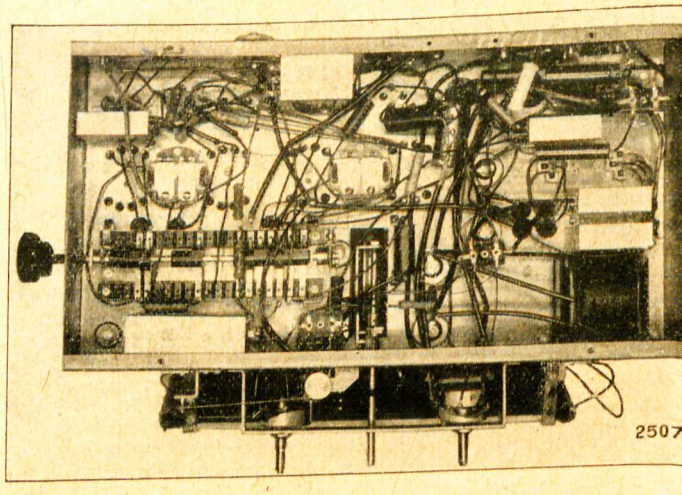


Abb. 3. Die Verdrahtung, Anblick des Gerätes von unten

Die Lautsprecheranschlüsse sind so gelegt, daß ein Herausziehen der Stecker während des Betriebes unmöglich ist, denn die hohe Feldspannung von etwa 600 Volt würde hier leicht Schaden stiften; man muß erst die Rückwand abnehmen, wenn man an die Stecker gelangen will. Damit aber wird die Netzzuleitung unterbrochen und das Gerät spannungslos gemacht. An der Rückseite des Empfängers ist auch eine Anschlußmöglichkeit für einen zum Empfänger lieferbaren Kurzwellen-Vorsatz vorgesehen.

Werkbilder und Aufnahmen der Schriftleitung

Zeitschriftenschau

Verbesserung der Klangwirkung mit einfachen Maßnahmen

Wird das Mikrophon in einem Aufnahmeraum von der Schallquelle weiter entfernt, so nimmt die Stärke der direkt einfallenden Schallwellen ab, während die von den Wänden zurückgeworfenen Wellenzüge an allen Stellen des Raumes gleiche Amplitude besitzen, ihre Stärke daher unverändert bleibt. Dadurch aber scheint der Nachhall nach dem Verschieben des Mikrophons stärker, so daß der Zuhörer den Eindruck erhält, als würde die Aufnahme in einem merklich größeren Raum stattfinden. Der Unterschied ist um so auffälliger, je näher das Mikrophon an die Schallquelle herangerückt war, je größer also das Verhältnis zwischen den Entfernungen von Schallquelle und Schallempfänger ist.

Journal of technical Physics, Leningrad (in russischer Sprache, englische Zusammenfassung) Bd. 4, Heft 6, S. 1134

Kraftwagenantenne

Es werden die Anforderungen, die an eine Kraftwagenantenne zu stellen sind, kurz besprochen und Messungen an gebräuchlichen Autoantennen mitgeteilt. Das dazu benutzte Meßgerät ist im Schaltbild wiedergegeben. Für einige besondere Automobiltypen werden praktische Vorschläge zur Ausbildung der Antennenanlage gemacht; so wird z. B. für einen Tropfenformwagen mit Heckmotor und über das Dach verlaufender Stabilisierungsfläche vorgeschlagen, die letztere aus Isoliermaterial zu fertigen und in ihr die Antenne zu verlegen.

Electronics, New York, Band 8, Heft 2, Seite 41

CQ MITTEILUNGEN DES DEUTSCHEN AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGS-DIENSTES e. V.

JAHR 1936 (DASD e. V.) JAHR 1936

HERAUSGEBER: DEUTSCHER AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGSDIENST e. V.

ANSCHRIFT: BERLIN-DAHLEM, SCHWEINFURTHSTRASSE 78, FERNRUF: G 6 (BREITENBACH) 3850

DIE BEILAGE „CQ" ERSCHEINT MONATLICH / GESONDERT DURCH DEN DASD e. V. BEZOGEN VIERTELJÄHRLICH 3,— RM

Ausbreitung der Bodenwelle auf 10 m

Von

W. Kawan

Einige Worte über den Sender möchte ich vorausschicken. Es ist dies eine Verdopplerstufe mit einer LK 4200, die von einem 20-m-Kraftverstärker gesteuert wird. Die eigentümliche Schaltung dieses Verdopplers zeigt Abb. 1. Sie verbindet die Vorteile der im UKW-Bereich üblichen, selbsterregten Sender mit Serienabstimmung (vgl. DASD-Handbuch, 2. Aufl., S. 321) mit denen einer Fremdsteuerung. Der Wirkungsgrad beträgt annähernd 60 %, was ich folgendermaßen gemessen habe: Maximaler Strom im Dipol ist 0,7 A. Der Gesamtwiderstand eines Dipol auf der Resonanzwelle beträgt rund 70 Ohm. $N = I^2 \cdot R = 35$ Watt. Dabei betrug die Anodenaufnahme 60 Watt. Diese Schaltung ist dem üblichen Geradeaus-Verstärker weit überlegen, und wird nur noch übertroffen durch die obengenannte UKW-Schaltung, bei der ich mit der LK 4200 bis zu 70 % Wirkungsgrad erzielen konnte. Als selbsterregter Sender gibt die UKW-Anordnung aber einen sehr schlechten Ton, und bei ihrer Verwendung als „locked PA" war bei mir volle Click-Freiheit nicht zu erreichen. Deshalb benutze ich seit 1934 endgültig die in Abb. 1 gezeigte Schaltung, weil sie völlige „Click"-Freiheit mit beachtlicher Leistung vereinigt. Ungewöhnlich für einen Verdoppler ist auch die Neutralisation. Sie erwies sich als notwendig, um eine Erregung als Huth-Kühn auf 20 m zu unterdrücken. Die große Selbstinduktion im Anodenkreis (5 Windungen bei 8 cm ∅) ergibt eben auch unabgestimmt den nötigen Widerstand auf 14 mHz, um die LK 4200 anschwingen zu lassen. Diese unbeabsichtigte Erregung läßt sich zwar auch durch große Gittervorspannung abtöten; es bleibt dann aber immer ein Click, besonders beim Aussatz.

Die hauptsächlich verwendete Antenne ist ein 23 m langer Draht in Richtung Ost-West, der zu einem 14 m hohen Mast führt. 16 m der Antenne hängen waagerecht, die restlichen 7 m bilden die Ableitung am östlichen Ende, die etwas schräg auf etwa 9 m herunterführt. Die Antenne ist stromerregt: Antennenspule eine Windung; Gegengewicht 1,50 m. Diese Antenne wurde stets für Gegenverkehr benutzt, und über sie liegt die Hauptanzahl der Berichte vor. Daneben sollte ein senkrechter Dipol geprüft werden, der ja theoretisch die gleichmäßigste Ausstrahlung der Bodenwelle haben mußte. Kurz nach seiner Fertigstellung riß er leider ab und konnte nicht wieder hochgezogen werden. Über ihn sind daher nur wenige Berichte vorhanden. Statt dessen wurde nunmehr der vorhandene 3,5- und 7 mHz-DX-Draht von 81 m Länge durch künstliche Verlängerung mit einem Meter Draht auf die 16. Harmonische gebracht, und über ein Neutrodon von etwa 5 cm spannungserregt. Die Kopplung über ein Neutrodon unmittelbar an die Anode der letzten Stufe ist dem Fuchskreis vollkommen gleichwertig, erübrigt aber diesen Kreis sowie die stets notwendige sorgfältige Abstimmung desselben. Später wurde festgestellt, daß die 81-m-Antenne ohne künstliche Verlängerung zusammen mit der Antennenspule und dem Gegengewicht der 23-m-Antenne eine Resonanz auf 28 000 kHz ergab, sich aber auch auf 28 200 kHz noch brauchbar erregen ließ. Dadurch ergab sich die Bequemlichkeit, daß ein Umschalten ohne Nachstimmen möglich wurde. Die 81-m-Antenne verläuft von S-20°-O nach N-20°-W. Die 10 m lange Ableitung ist am Südende und geht fast senkrecht herunter. Am Südende ist die Antenne 18 m und am Nordende 10 m hoch. Alle 10-m-Sendungen wurden übrigens gleichzeitig auf 20 m ausgestrahlt, um die Aufmerksamkeit auf das 10-m-Band zu lenken. Die Antennenleistung auf 20 m betrug etwa 10 Watt, während die anderen 10 Watt des 20-m-Verstärkers dem 10-m-Verdoppler zugeführt wurden.

Die eigene Anschrift ist Gr.-Flottbek, ein Vorort westlich des eigentlichen Stadtgebietes von Hamburg-Altona-Wandsbek und Harburg. Den ersten Bericht über die Bodenwelle erhielt ich 1932 von DE 1645 (später D 4 bhj), der mich damals r5 hörte bei 15 Watt Hochfrequenzleistung und einer Entfernung von 14 km. Als im November 1933 der lange DX-Draht errichtet worden war, ergab ein Versuch mit dieser 81-m-Antenne r7 bei gleicher Leistung und Stromkopplung. Nach Fertigstellung des neuen Verdopplers stiegen die Lautstärken auf 6 bzw. 8. Am 19. 8. 1934 hörte OM Voß mich dann im Arbeitsdienstlager in Dahlenburg (70 km) mit Lautstärke r3 Lesbarkeit w3 und Fading. Als er am 1. 9. 1934 G 2 tm im Verkehr mit mir hörte, konnte er jedoch von meinen Zeichen nichts feststellen, obwohl an seiner Empfangsstation alles noch genau so wie am 19. 8. war. Wir haben lange darüber nachgedacht, ob das nun die Raumwelle oder die Bodenwelle oder beides zusammen war. Wir entschieden uns für Raumwelle, weil die Bodenwelle einmal kein Fading und zweitens keine so großen Unterschiede wie von r3 zu r0 haben durfte. Außerdem war das dann ja ein Rekord für kleine tote Zone auf 10 m, gegen den Meldungen einer Hörbarkeit über 300 oder gar nur 150 km noch immer verblaßten. Die Erfahrungen des Jahres 1935 haben uns aber Unrecht gegeben.

Im Mai 1935 begann ich mit regelmäßigen Aussendungen, die dazu dienen sollten, die Brauchbarkeit der 10-m-Welle als „Ortsgruppenband" zu prüfen. Ursprünglich war für diesen Zweck die 5-m-Welle ausersehen, auf der OM Rapcke seit Sommer 1934 schon erfolgreiche Sendungen vorgenommen hatte. Wegen des Verbots des 5-m-Bandes mußten diese Versuche aber eingestellt werden. Nach der Ankündigung meiner Versuche im Nachrichtenblatt der LGJ. erhielt ich bald Berichte von nah — und fern! Die Rekordentfernung wuchs auf 30, 60 und

80 km. An allen diesen Stellen wurden die Zeichen mehrmals beobachtet. Den absoluten Rekord hält jetzt DE 2194/j aus Oldenburg (Stadt) mit einer Einzelbeobachtung über 125 km. Die Zeichen waren nur für Minuten und mit r2—0 zu hören, aber OM Naumann konnte alle zu meinem Rufzeichen gehörigen Buchstaben einmal sicher aufnehmen. Merkwürdigerweise stammten alle auffälligen Berichte etwa aus den Richtungen SO, NO und NW, so daß in diesen Richtungen scheinbar eine bevorzugte Strahlung vorhanden war. Das hätte auch gut mit dem theoretischen Strahlungsfeld einer 2-λ-Antenne übereingestimmt, die eine maximale Strahlung in einem Winkel von 40° zur Drahtrichtung haben soll. Aber es war nicht klar, ob das Ausbleiben von Berichten aus den übrigen Richtungen vielleicht nur auf das Fehlen von Beobachtern zurückzuführen war. Um diesen Mangel zu beheben, erboten sich einige OMs, mit einem Auto und einer beweglichen Station in der von mir gewünschten Richtung Beobachtungen anzustellen. Aus einem Wagen wurden zwei und schließlich starteten am 4. 8. 1935 drei Wagen in Richtung Süd, Nord und Ost, und drei weitere OMs fuhren mit einem Dampfer die Elbe hinunter. Über die Einzelergebnisse zu berichten, würde hier zu weit führen. Nur auf eine seltsame Einzelerscheinung sei hingewiesen. Bei Brunsbüttelkoog, unmittelbar querab von den Schleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals, wurde ein scharfes Empfangsminimum festgestellt. Innerhalb von 10 Minuten sank die Lautstärke von r5 auf 0 und stieg wieder auf r3. Völlig verschwunden waren die Zeichen nur für 2—3 Minuten. Bei einer Geschwindigkeit des Dampfers von 20 km wäre das also eine Zone von 1 km

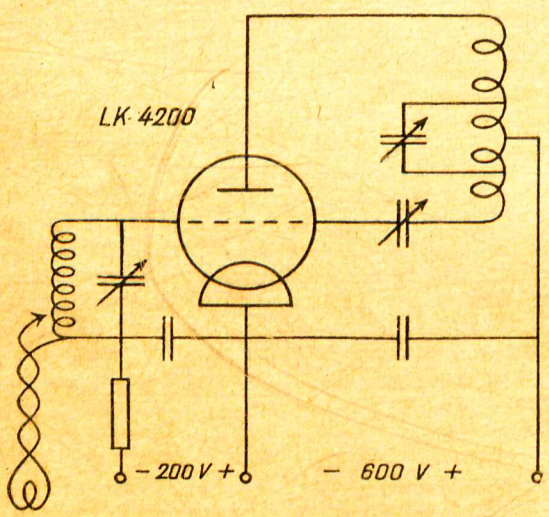


Abb. 1

ohne jeden Empfang. Wie wir in Erfahrung bringen konnten, ist diese Stelle auch den Berufsfunkern wohlbekannt. Auch auf Langwellen läßt sich dort ein Telegramm nur unter größten Schwierigkeiten absetzen. Ich dachte immer, solche geheimnisvollen Sachen gäbe es nur in entfernten Weltgegenden (vgl. z. B. den Bericht von OM Gohlke[1]): nun liegen sie sozusagen vor der eigenen Tür! Da gibt es noch viel zu tun.

Die Einzelergebnisse der Hörbarkeit der 23-m-Antenne gibt Abb. 2. Die scheinbare Richtwirkung ist durch die Beobachtungen der beweglichen Stationen widerlegt. Nach Norden und Süden konnte in 70 bzw. 60 km noch Empfang erzielt werden, obwohl die provisorische Antenne in ihrer Güte mit einer richtigen Hochantenne nicht wetteifern konnte. Das zeigte sich so richtig, als die Besatzung

[1]) „Funk" 1931, S. 777

von Wagen 1 nach fünf Stunden Hetzjagd — wir hatten aus Unerfahrenheit den Abstand zwischen den einzelnen Versuchen auf nur eine Stunde festgesetzt — vor Lüneburg in einem Gasthaus eine große Kanne Kaffee „unter Mitbenutzung der 15 m hohen Fahnenstange" bestellt hatten: R 7 im l-v-p bei fast 50 km war der Erfolg! Bemerkenswert war, daß die 81-m-Antenne, von der ich mir gute

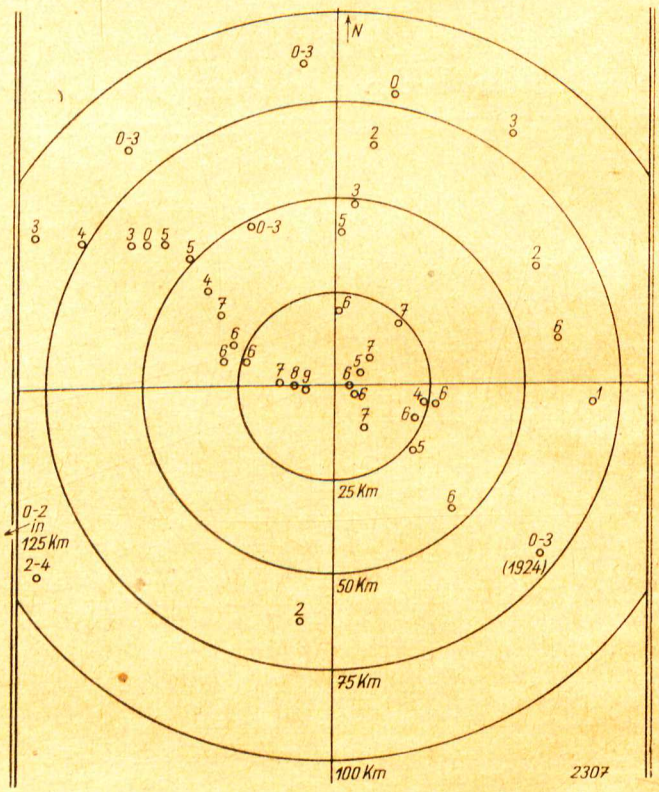


Abb. 2

Resultate aus Nord und Süd versprochen hatte, durchweg erheblich schlechter, als die 23-m-Antenne gehört wurde. Allerdings war sie in der Nord-Süd-Richtung verhältnismäßig am besten mit nur etwa 1—2 R an Einbuße. Nur im Hamburger Stadtgebiet wurde sie teils besser gehört. Bis dahin hatte ich die 81-m-Antenne immer spannungserregt. Erstaunlich ist nun, daß ich am 13. 8. 1935, als ich den alten Verdoppler (15 Watt Hochfrequenzleistung) — wegen Umbaues am neuen — aushilfsweise in Betrieb genommen hatte, von OM Guy DE 3015 mit r9 gegenüber sonst r8 gehört wurde, wobei ich die 81-m-Antenne stromerregt mit Gegengewicht benutzte. Nur das Gegengewicht konnte die Ursache für die bessere Lautstärke trotz geringerer Leistung sein. Und das alte verachtete Gegengewicht scheint tatsächlich das Geheimnis der Bodenwelle zu sein. Denn bald darauf erhielt ich von DE 2454/j aus Itzehoe einen Bericht, er habe mich am 12. 8. ganz ausnehmend gut mit r4 (sonst r2) gehört. An diesem Tage hatte ich gerade die 81-m-Antenne in Stromkopplung ausprobiert und abends einige Zeit mit der V-Schleife laufen lassen.

Auf der Empfangsseite hat es sich nach den Erfahrungen der beweglichen Stationen bei größeren Entfernungen als günstig erwiesen, wenn der Draht in Richtung auf die zu empfangende Station hin verläuft. Ob das offene Ende dem Sender zu- oder abgewandt sein soll, wurde bisher nicht untersucht. Die benutzten Antennen hatten durchweg das offene Ende dem Sender zugewandt. Bei kleinen Entfernungen (bis 15 km) habe ich auf 7 und 14 mHz immer festgestellt, daß ein zur Sendeantenne parallel verlaufender Draht das beste ist, selbst wenn dieser Draht unter Umständen senkrecht zur Empfangsrichtung verläuft.

Das ist wohl darauf zurückzuführen, daß in der Nähe das Senderfeld noch gut polarisiert ist, während auf größere Entfernungen meist eine Drehung der Polarisationsebene eintritt. So ist es z. B. im Ultrakurzwellenbereich eine bekannte Erfahrungstatsache, daß Sendungen eines senkrechten Dipols in größeren Entfernungen stets mit waagerechtem Dipol am besten empfangen werden. Die häufig in größeren Entfernungen beobachteten Flackerfadings möchte ich auf kurzzeitige Änderungen in der Polarisation des Feldes zurückführen und nicht etwa auf das Vorhandensein einer Raumwelle. Denn dieses Fading wurde auch an Tagen festgestellt, an denen kein 10-m-Verkehr möglich war, die Raumwelle also überhaupt nicht zur Erde zurückkam, geschweige denn in solch kleiner Entfernung. Der Zeichencharakter hatte nach Ansicht einiger DEs große Ähnlichkeit mit dem der Nauener Sender in Winternächten, also zu einer Zeit, wo die Raumwelle dieser Sender in Deutschland nicht hörbar ist. Aber nach den jetzigen Erfahrungen kann man etwas Endgültiges kaum

Nach der Ansicht von OM Cehak DE 2454/j (Itzehoe) hat der Empfang der Bodenwelle bei ihm ein Optimum in der Zeit gegen Sonnenuntergang und verschwindet etwa eine Stunde danach. Zu späteren Zeiten hat er meine Zeichen niemals bekommen, obwohl er Stationen im Verkehr mit mir hörte. OM Schweer DE 2162/j hörte mich in Altengamme (30 km SO) durchweg r5, aber an den Tagen mit Hochbetrieb auf 10 m nur r3. Andererseits hörte mich OM Andresen DE 2039/v in Meldorf (80 km Richtung NW) r2, an „guten 10-m-Tagen" aber bis r4. Diese Dinge sind noch ungeklärt.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Mit der angegebenen Energie läßt sich bei geeigneter Wahl der Empfangsantenne eine brauchbare Hörbarkeit bis 50 km erzielen. Über 50 km besteht nur unregelmäßige Hörbarkeit. Eine merkliche Richtwirkung der 23-m-Antenne ist nicht vorhanden. Für Gegenverkehr wähle man die Antenne in Richtung der Gegenstation, wobei die Frage, an welchem Antennenende die Ableitung zu machen ist, noch der Klärung bedarf. Ich möchte die Ableitung an dem Ende empfehlen, das der Gegenstation zugewandt ist.

Für die Förderung meiner Versuche danke ich allen OMs nochmals an dieser Stelle, besonders aber den folgenden Inhabern der beweglichen Stationen: D 4 bwj, D 4 kvj, D 4 rzj, DE 3015 (ex: G 2 cs), D 4 kwj, DE 2531, DE 3178, DE 2557, DE 2532, DE 2533, DE 2584, D 4 kfj.

Zeichnungen vom Verfasser

Senderfernsteuerung

Fernbedienungsanlage von D 4 baf während der Großen Deutschen Funkausstellung 1935

Von **Dipl.-Ing. E. Graff**

Zum Zwecke der Vorführung von Amateurverkehr wurde auf der Ausstellung eine Funkanlage eingebaut, wobei es zweckmäßig erschien, den Sender fernzubedienen, um etwaige, mit seiner Aufstellung auf dem Messegelände verbundene Störmöglichkeiten benachbarter Rundfunkanlagen von vornherein auszuschalten. Die Fernbedienungsanlage mußte von dem Gesichtspunkte aus konstruiert werden, daß der Sender ohne jede Wartung vom Ausstellungsstand aus eingeschaltet und getastet werden konnte. Hierzu sind vier Schaltvorgänge notwendig:

1. Einschaltung der Heizkreise inkl. Kathoden der Gleichrichterröhren, die wegen der langen Anlaufzeit während des Betriebes durchlaufen müssen.
2. Rückmeldung der Sendebereitschaft.
3. Einschaltung der Anodenspannung in Stellung „Senden".
4. Tasten.

Gleichzeitig war es notwendig, eine Fernsprechverbindung zwischen dem Ausstellungsstand und dem Sendeort herzustellen, um bei etwaigen Störungsfällen oder sonstigen Betriebswünschen eine Verständigungsmöglichkeit zu haben.

Als Verbindung zwischen dem Ausstellungsstand und dem Sender wurde von der Post eine 12,6 km lange Doppelleitung zur Verfügung gestellt, über die sämtliche fünf Vorgänge unter Hinzunahme der Erde übertragen werden mußten.

Die Einschaltung der Heizung erfolgte unter Verwendung der Ader 1—1′ im Schaltbild Abb. 1, wobei beim Schließen des Schalters S_1 ein Stromkreis geschlossen ist, der das Relais D zum Ansprechen bringt. Sofern der Hauptschalter *Sch* eingelegt ist, der am Sendeort die Abtrennung der gesamten Fernsteueranlage gestattet, schaltet der Kontakt von D einen inneren Stromkreis ein, der das Relais F betätigt, das die Heizkreise des Senders netzseitig schaltet. Gleichzeitig ist mit dem Schalter S_1 eine Signallampe SL_1 eingeschaltet worden, die an dem Steuerplatz die Einschaltung der Heizung anzeigt. Parallel zu dem Relais F liegt über dem Kontakt C_1 des Relais C ein Thermorelais, das die gleiche Anzugsdauer hat wie die Röhren zur vollen Aufheizung an Zeit benötigen. Dieses Relais schaltet beim Schließen seines Kontaktes das Relais C ein, dessen Kontakte C_2 und C_3 den Einschaltweg des Anodenstroms freigeben. Dieser Vorgang wird an den Steuerplatz folgendermaßen zurückgemeldet. Solange C_3 geöffnet ist, bleibt der Taststromkreis unterbrochen, so daß beim Niederdrücken der Taste und beim Schließen des Dauerstrichschalters S_2 das Mithörkontrollrelais K nicht anziehen kann. Der Mithörsummer, der mit dem Telephon des Empfängers in Verbindung steht, schweigt. Mit dem Moment, wo C anzieht und C_3 schließt, wird der Kreis für das Relais E geschlossen, dessen Kontakt den internen Stromkreis für das Relais A und das mit einem in Serie

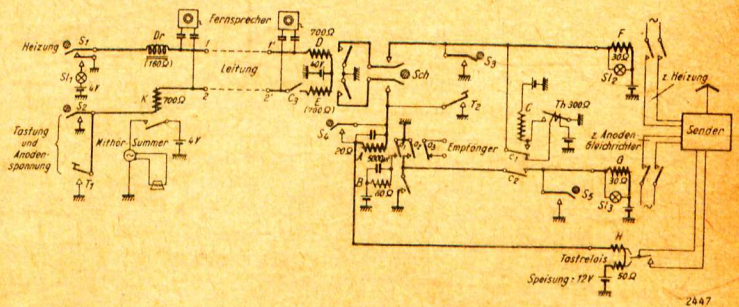


Abb. 1

liegenden Tastrelais H geschlossen. Das Relais A schaltet mit einem Kontakt $\mathfrak{A}_1$ das Relais B ein. Über $\mathfrak{A}_2$ und den jetzt geschlossenen Kontakt C_2 ist das Relais G eingeschaltet. G schaltet netzseitig die Anodenstromzuführung des Senders ein, so daß dieser jetzt voll betriebfähig ist. Gleichzeitig ertönt der Mithörsummer zum Zeichen der Bereitschaft des Senders. Wird jetzt die Taste T_1 auf der Steuerseite betätigt, wobei natürlich S_2 geöffnet sein muß, so kommen die Tastimpulse auf dem Tastrelais an, während das Relais A durch einen parallel gelegten Elektrolytkondensator so stark verzögert ist, daß es während der Tastpausen, die ½ Sek. nicht überschreiten dürfen, nicht abfällt,

sondern erst dann, wenn die Taste länger als ½ Sek. losgelassen wird. Um diese Zeit noch mehr zu verlängern, ist über A_1 das ebenfalls stark verzögerte Relais B eingeschaltet worden, das den Kontakt A_2 überbrückt und damit das Anodenspannungsrelais G weiter festhält. Das Relais B hat ebenfalls eine Abfallverzögerung von etwa ½ Sek., so daß die Taste etwa 1 Sek. losgelassen werden kann, ehe beim Sender die Anodenspannung ausgeschaltet wird. Zum Einschalten der Anodenspannung ist es also nur notwendig, die Taste niederzudrücken, wobei bereits nach einem Bruchteil einer Sekunde die Anodenspannung vom Relais G wieder eingeschaltet wird, so daß also ohne weitere Bedienung sofort mit dem Tasten begonnen werden kann. Nach Betriebsschluß ist lediglich der Schalter S_1 zu öffnen, wobei sämtliche Relais in die Ruhelage zurückkehren. Das Thermorelais *Th* ist inzwischen durch den Ruhekontakt C_1 ausgeschaltet worden, damit der *Bi*-Metallstreifen sich so schnell wie möglich wieder abkühlt und den Kontakt öffnet, da sonst die Gefahr besteht, daß bei einem kurzen Ausschalten von S_1 die Heizfäden der Röhren abgekühlt sind, ehe der Thermokontakt die Zufuhr der Anodenspannung trennt. Der Thermokontakt geht also dadurch, daß er mit Hilfe des Umschaltkontaktes C_1 ersetzt wird, sofort wieder in die Ruhelage zurück.

Wenn die Station ohne Verwendung der Fernsteuerung direkt vom Sendeort bedient werden soll, wird diese durch den Schalter *Sch* abgetrennt. Die Einschaltung der Heizung erfolgt nunmehr direkt durch den Schalter S_3, wobei ebenfalls das Thermorelais anspricht und den gleichen Vorgang vornimmt wie oben beschrieben. Durch das Niederdrücken der Taste T_2 wird jetzt wieder über die Verzögerungskombination A—B die Anodenspannung eingeschaltet und gleichzeitig getastet. Der Stationsempfänger wird beim Anziehen des Relais A gleichzeitig durch den Kontakt a_3, abgetrennt, um während des Sendens abgeschaltet zu sein. Hier ist ja die Anordnung so getroffen, daß beim Loslassen der Taste das Relais A bereits ½ Sek. vor dem Relais B abfällt. Es schaltet sich also der Empfänger bereits kurze Zeit vorher ein, ehe der Sender ausgeschaltet ist, wodurch der *Op* ein Warnzeichen erhält, wenn eine zu lange Tastunterbrechung erfolgt, damit nicht beim Wiedereinschalten womöglich der erste Punkt des nächsten Zeichens verloren geht.

Beim direkten Betrieb am Sendeort kann natürlich auch diese Automatik abgeschaltet und durch eine Handumschaltung ersetzt werden, wobei über den Schalter S_4 das Relais A kurzgeschlossen wird und das Tastrelais allein im Taststromkreis liegt. Die Anodenspannung muß in diesem Fall von Hand durch den Schalter S_5 über das Relais G eingeschaltet werden. Der Schalter S_5 enthält gleichzeitig einen Kontakt, der den Empfänger während des Sendens abtrennt.

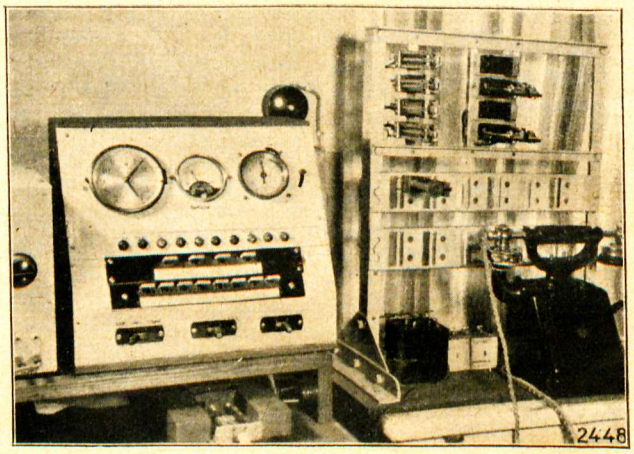


Abb. 2

Die Schalter *Sch*, S_3, S_4 und S_5 sind auf der Station in einem Steuerpult untergebracht (Abb. 2 links), während die Relais A—H auf dem in der gleichen Abbildung rechts ersichtlichen Gestell montiert sind. Bei K, D, E und H sind polarisierte Siemens-Schnelltelegraphenrelais angewendet worden; A, B und C sind normale Fernsprechrelais, während F und G mit Quecksilberschaltröhren versehen sind.

Die Fernsprechanlage, die den Steuerplatz auf der Funkausstellung mit der Station zu verbinden hatte, bestand aus zwei normalen *Ob*-Tischapparaten, die durch je zwei Kondensatoren zu 4 µF direkt an die Enden der Leitung angeschlossen waren. Die Drossel *Dr* auf der Steuerseite verhinderte einen teilweisen Kurzschluß der Sprechströme im eingeschalteten Zustand des Schalters *S* und diente zur Symmetrierung der beiden Leitungen gegen Erde, damit nicht beim Rufen mittels des Kurbelinduktors die Relais D und E ansprechen.

Zeichnung und Aufnahme vom Verfasser

Ein neues Ausbreitungsphänomen? — Die „tote Viertelstunde"

Auf eine sehr eigenartige Erscheinung wurde kürzlich von Dr. J. H. Dellinger, dem Leiter der Radio-Abteilung des „National Bureau of Standard" in den Vereinigten Staaten, hingewiesen [1]). Es handelt sich um das völlige Schwinden jeglicher Kurzwellen-Zeichen, die aus großer Entfernung kommen, für einen bestimmten, etwa 15 Minuten dauernden Zeitraum. Die Erscheinung wurde nun auf dem Teil der Erde beobachtet, der unter vollem Tageslicht lag, und zwar am 20. März, 12. Mai, 6. Juli und 30. August. Die beobachtete Periode von 54 Tagen entspricht dem Zweifachen der Zeit, in der die Sonne eine volle Umdrehung gemacht hat. Über die Zeit vom 21. bis 25. Oktober, in der eine Wiederholung der Erscheinung zu erwarten war, liegen noch keine Beobachtungsergebnisse vor. Das könnte darauf zurückzuführen sein, daß der kurze Zeitraum der Aufmerksamkeit der Beobachter entgangen ist.

Am 12. Mai wurde von einer französischen Großstation nahe Paris ein so plötzliches Schwinden der Zeichen festgestellt, daß man zunächst an ein Ausfallen der Gegenstation infolge einer Betriebsstörung glaubte. Die Störung trat zwischen 12.57 und 13.15 MEZ auf und genau zur selben Zeit machten die Stationen Riverhead der R. S. A. und Metcong der A. T. & T. (Radio Corporation of America und American Telephone and Telegraph) dieselbe Beobachtung.

Merkwürdig ist, daß dieser rätselhafte „Total-Schwund" bisher unentdeckt blieb, doch braucht das kein Gegenargument zu sein. Der Bericht der „QST"[1]), auf den wir uns stützen, sagt ganz richtig, daß u. U. der Effekt zwar schon beobachtet wurde, aber auf irgendeinem Fehler im Empfänger zurückgeführt wurde und daß er möglicherweise schon vorbei war, aber man eine eingehendere Untersuchung des Empfängers vorgenommen hatte.

Der Amerikaner F. D. Jenkins (Rufzeichen W 4 sb) in Atlanta stellte am 28. November 1934, um 11.10 C. S. T. fest, daß ganz plötzlich alle Zeichen verschwanden und das 80- und 40-m-Band für die Dauer einer halben Stunde völlig tot blieben.

Hier bietet sich ein interessantes Betätigungsgebiet auch für alle deutschen Kurzwellenamateure. Die Stationstagebücher für die oben genannten Tage, ferner für die Zeit zwischen 17. und 21. November, 14. und 18. Dezember 1935 sowie 10. bis 14. Januar 1936 könnten hier wertvolle Aufschlüsse geben. Besonders interessant dürfte es sein, festzustellen, ob die Periode dieses „Dellinger Effekts" wirklich 54 Tage beträgt oder ob zuverlässige Unterlagen für eine 27tägige Wiederkehr sprechen.

Rolf Wigand

[1]) s. a. „QST" 1935, Dezember-Heft, S. 21.

Das Sonnenaufgangs-Phänomen

Von

E. Fendler D 4 idh

Bei regelmäßigem Verkehr auf dem 80-m-Wellenband um die Zeit des Sonnenaufgangs, machten sich gewisse Erscheinungen bemerkbar, die nachfolgend erläutert werden sollen.

Insbesondere brachte im Winter der Zeitpunkt kurz vor Sonnenaufgang meist eine sehr große tote Zone, d. h. völligen Ausfall bis etwa zu 1000 km. Zur selben Zeit war auf kürzeren Wellen alles tot (untere Grenzwelle?). Typische Lautstärkenkurven (Entfernung 310 km) zeigt Abb. 1; zu bemerken ist, daß die untere Linie (unhörbar)

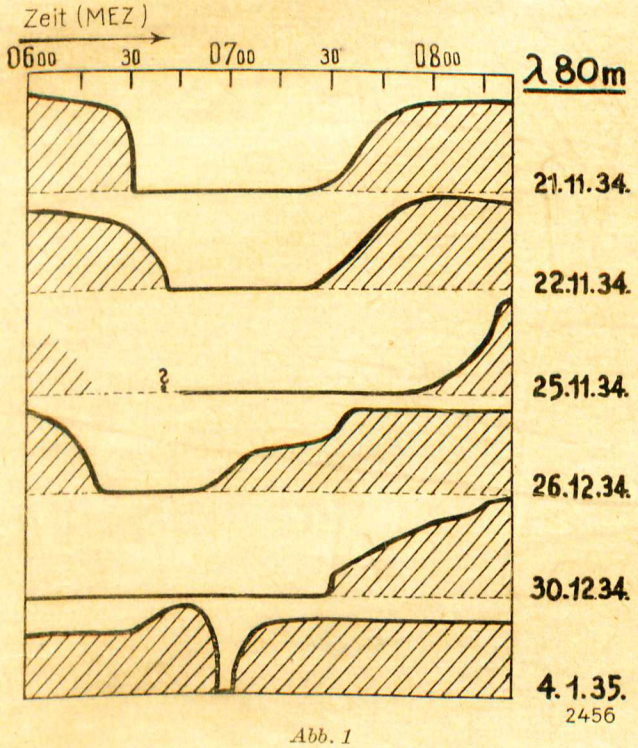


Abb. 1

vom 30. 12. 1934 schon ab 04.40 Mez aufgezeichnet wurde. Zur selben Zeit liegt auch eine größere erdmagnetische Störung vor. Die 80 m-Welle wird am Tage an der unteren Schicht (Kennelly-Heaviside) und bei Nacht an der oberen Schicht (Appleton) reflektiert (Abb. 3). Bei Einwirkung veränderter Sonnenstrahlung (Anzeichen: erdmagnetische Störung!) wird jedoch die Schicht bei 100 km Höhe erheblich stärker ionisiert durch einwandernde Korpuskeln (elektrische Sonnenteilchen), so daß die Brechung ausschließlich an der unteren Schicht zustande kommt und außerdem mit größerer Absorption verbunden ist (minimale tote Zone; Ausfall auf größerer Entfernung). Der Kurvenverlauf am 4. 1. 1935 (Abb. 1) zeigt, daß der Lautstärkeabfall (bis unhörbar) infolge des Sonnenaufgangphänomens auch bei völliger Ruhe (Erdmagnetismus) da ist, wenn auch nur für kurze Zeit; die gleiche Kurve wurde zur selben Zeit auch bei einer anderen Station auf 600 km gemessen!

Während im 80 m-Band günstige Ausbreitungsbedingungen für sehr große Entfernungen (DX) etwa von Mitternacht bis Sonnenaufgang, insbesondere in den Wintermonaten gegeben waren, konnte die Beobachtung gemacht werden, daß das Maximum der Feldstärke fast ausnahmslos etwas vor Sonnenaufgang lag. In den Wintermonaten 1934/35 konnte der Verfasser mit einer Eingangsleistung von 6 Watt auf 80 m mehrere Amerikaverbindungen (ca. 07.00 Uhr) erzielen.

Dies gegensätzliche Verhältnis zeigt z. B. typisch eine Aufzeichnung der Lautstärken amerikanischer Stationen

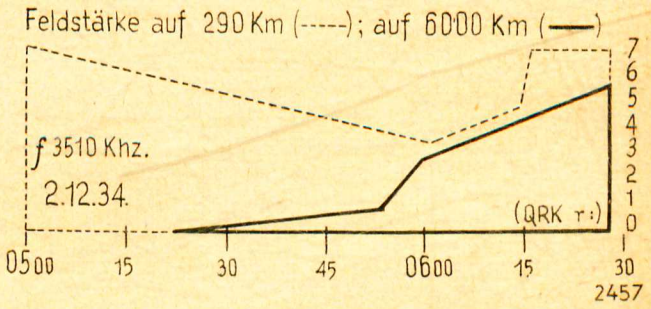


Abb. 2

zu einer solchen aus 290 km Entfernung in Abb. 2. In diesem Zusammenhang interessiert noch eine Meldung einer gänzlich unbeteiligten Station, daß in 18 km Entfernung die Feldstärke am 14.—16. Februar um 06.40—06.50

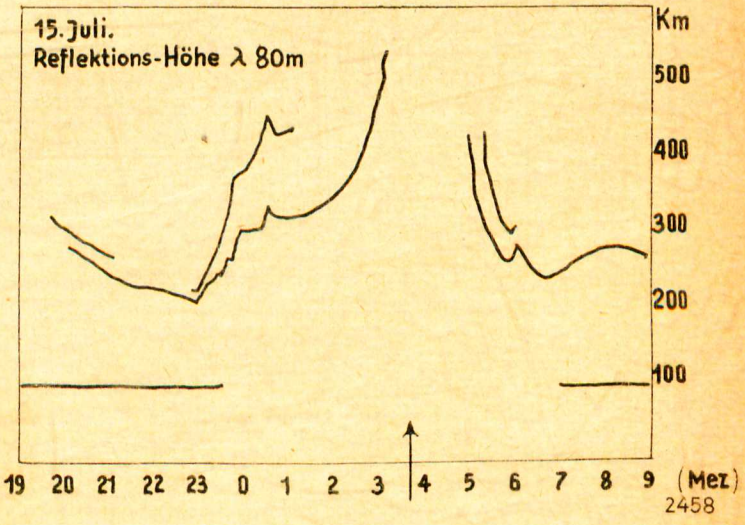


Abb. 3

MEZ. jeweils zur selben Zeit anstieg; es handelt sich wohl um zusätzliche indirekte Strahlung neben der Bodenwelle.

Bei erheblichem Lichtwechsel (morgens und abends) hat die Konzentration der oberen Schicht einen starken Gradienten, wie auch die Messung der äquivalenten Höhe von P. Wolf (Abb. 3), in der die Brechung der 80 m-Welle stattfand, zeigt (Pfeil: Sonnenaufgang — Juli); dieser Höhenverlauf erklärt auch die beobachteten Erscheinungen. Besonderen Dank gilt Herrn Dr. Stoye für die unermüdliche Mitarbeit.

Zeichnungen vom Verfasser

Versuche mit Eisenkernspulen in Kurzwellen-Empfängern

Wir stellen nachstehenden Aufsatz über die Brauchbarkeit von Eisenkernspulen im Kurzwellenbereich zur Diskussion, wenn wir auch der Meinung sind, daß die ablehnende Stellungnahme des Verfassers durch die mit unzureichenden Mitteln gewonnenen Prüfungsergebnisse nicht überzeugend genug belegt wird. *Die Schriftleitung*

Ich beschäftige mich seit einiger Zeit mit Eisenkernspulen in meinem Kurzwellen-Empfänger auf dem 20 und 40 m Band. Normalerweise werden Spulen auf Röhrenfüßen verwandt, und meine Versuche gingen nun dahin, festzustellen, welche Spulenart in bezug auf Lautstärke und Trennschärfe die besseren Ergebnisse brächte.

Lange Zeit führte ich die Versuche rein nach dem Gehör durch, d. h. ich hielt die beiden Spulen für ein Band bereit, suchte nun mit einer von beiden eine Station etwa mit r 5 und tauschte die Spule dann gegen die andere, um auf diese Art zunächst einmal etwaige Unterschiede in der Lautstärke festzustellen.

Auf diese Art und Weise ergab sich, daß die Eisenkernspule k e i n e Verbesserungen der Lautstärke bedeutete, und zwar weder auf dem 40 noch auf dem 20 m Band. Immerhin ist die Feststellung nach dem Gehör sehr ungenau. Oft war ich im Zweifel und glaubte doch, daß die Spule mit Eisenkern eine Verbesserung der Lautstärke brächte. Nachdem ich nunmehr die Spulen für 20 und 40 m besaß, wollte ich mich aber auf Grund der durch das Gehör festgestellten Ergebnisse nicht zufrieden geben, sondern exaktere Messungen vornehmen, zumal in der CQ[1]) von DE 1183 K ebenfalls über Versuche mit Eisenkernspulen auf den Amateurbändern berichtet wurde.

Ich vereinbarte deshalb mit einem Kameraden unserer Ortsgruppe D 4 BNT bestimmte Sendezeiten auf dem 20 und 40-m-Band, um zunächst einmal alle äußeren Einflüsse bzw. Nebeneinflüsse, wie Fading und sonstige Lautstärkeschwankungen, so gut es ging, auszuschalten. Hierbei konnte es auch nicht mehr vorkommen, daß ein Sender während des Spulenwechsels ohne jede Rücksicht auf meine Versuche seine Sendung einstellte. Ferner wurden die Messungen nicht mehr nach dem Gehör sondern mit einem Röhrenvoltmeter durchgeführt. Aber auch hierbei traten nun wieder einige Schwierigkeiten auf. Vorweg sei festgestellt, daß die Differenz-Ausschläge am Milli-Amperemeter dermaßen gering waren, daß auch hier keine ganz genauen Feststellungen gemacht werden konnten. Das kam daher, daß man bei nicht modulierten Sendern ja kurz nach dem Schwingungseinsatz arbeiten muß und selbst bei den kleinsten Drehungen des Potentiometers, mit dem ich an meinem Empfänger die Anodenspannung des Audions und damit den Schwingungseinsatz reguliere, der Zeigerausschlag des Instrumentes stark schwankte. Es wäre also, um einen ganz genauen Vergleich zwischen beiden Spulen zu haben, notwendig, stets am gleichen Punkt des Schwingungseinsatzes zu arbeiten. Dies dürfte aber in der Praxis, ganz abgesehen von Spannungsschwankungen, ich benutze Netzanode, nicht möglich sein. Immerhin glaube ich aber auch hier gerade auf Grund der schwachen Differenzen am Instrument, die exakte Feststellungen nicht zuließen, behaupten zu dürfen, daß eine Verbesserung des Empfangs in bezug auf die Lautstärke sowohl als auch in der Trennschärfe durch Verwendung von Eisenkernspulen nicht erzielt werden kann.

Selbst wenn durch ganz genaue Messungen eine geringe Überlegenheit der Eisenkernspule festgestellt werden könnte, so wäre sie kaum von praktischer Bedeutung. Berücksichtigt man noch die Mühe, die man auf das Wickeln und Abgleichen der Eisenkernspulen verwenden muß, da ja hierbei viel geringere Drahtlängen in Frage kommen (was nebenbei bemerkt als einziger Vorteil verbucht werden könnte, auf der anderen Seite aber kein finanzieller Vorteil bedeutet, denn der Eisenkern kostet ja beinahe so viel wie 100 m 0,3 mm Kupferdraht), so kann man eigentlich für die Verwendung von Eisenkernspulen in Kurzwellengeräten nicht eintreten.

Bei meinen Versuchen benutzte ich sowohl E- als auch H-Kerne, wobei auch zwischen diesen beiden Arten kein Unterschied festgestellt werden konnte.

Als Empfänger diente ein Vierröhren-Batterie-Empfänger mit aperiodischer Vorstufe + Audion + 1 × transformatorisch und 1 × widerstandsgekoppelte Niederfrequenzstufe.

Zusammenfassend kann zum Schluß nur nochmals festgestellt werden, daß durch Verwendung von Eisenkernspulen in Kurzwellenempfängern kein Vorteil zu erzielen ist, daß zumindest der finanzielle Mehraufwand sowie die größere Arbeitsleistung in keinem Verhältnis zu der praktisch erzielbaren Verbesserung steht. Ich benutze deshalb auch weiterhin meinen aus 15 Spulen bestehenden, auf Röhrenfüße gewickelten Spulensatz, mit dem ich den gesamten Kurzwellenbereich von 5 bis 100 m, und zwar jedes Band in genügender Breite bestreiche. Die Durchschnittslautstärken sind hierbei r 6—r 7. *Leo Rohleder DE 2543 T*

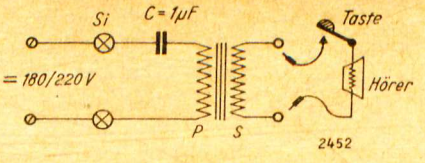
[1]) „Funk" 1935, Heft 7.

Für Morseübungen

Für den Morsekursus möchte ich nachstehend kurz ein „Netzgerät" schildern, das ich zum Üben benutzte und das jetzt auch beim Üben in unserer Ortsgruppe Verwendung findet. Das Gerät verursacht keine Unterhaltungskosten, arbeitet aber nur an Maschinengleichstrom oder an gleichgerichtetem Wechselstrom, da zur Erzeugung des Tones das sonst so sehr verhaßte Netzbrummen einmal nützlich angewendet wird.

Der Aufbau des Gerätes dürfte nach beistehender Schaltskizze keine Schwierigkeiten bereiten. Benötigt werden:

1 Niederfrequenz-Transformator (1 : 4 — 1 : 8),
1 Blockkondensator 1 µF,
2 Sicherungen,
1 Starkstromkabel mit Stecker und 2 Buchsen.



Die Arbeitsweise ist folgende. Die vom Gleichstrom mitgeführten Wechselstromperioden werden durch den Kondensator der Primärspule des Transformators zugeführt und erzeugen in der Sekundärspule für einen alten Telefonhörer, den ich mit zwei 2000 Ohm-Spulen ausgerüstet habe, ein für 4—6 Personen genügend lautes Summen. Der Ton ist ja nicht gerade ideal, aber in Anbetracht dessen, daß keine Unterhaltskosten entstehen, ausreichend. Der Ton wird etwas besser, wenn man die Membran an den Magnet kleben läßt. Der Einbau von 2 Sicherungen ist zu empfehlen, da mir die eine Sicherung, die ich zuerst nur hatte, öfter durchbrannte. Bei Verwendung eines größeren Blocks werden größere Lautstärken erzielt. Tritt im benachbarten Rundfunkgerät Knacken auf, so genügt meistens ein Umpolen, um dies zu beseitigen. *A. Hettenhausen DE 2560/D, Göttingen*

Zeichnung vom Verfasser

Der DASD auf der Funkausstellung

In Halle

Die bereits zur Tradition gewordene Hallische Funkausstellung fand in vorigem Jahre vom 1. bis 6. November statt. Für die Industrie bedeutet eine derartige Schau eine Vorschau auf das kommende Geschäftsjahr, für die übrigen Aussteller jedoch einen Rückblick auf die im letzten Jahre geleistete Arbeit. Neben der Geräteschau, auf der leider keine Apparate im Betrieb vorgeführt wurden, nahm den größeren Teil des Ausstellungsraumes die Ausstellung der Wehrmacht ein. Die seit einigen Monaten in Halle befindliche Heeres- und Luftnachrichtenschule hatte eine vollständige Sammlung von drahtlosen Nachrichtengeräten bis zu den neuesten ausgestellt. Da sah man die Poulsenlampe, den Löschfunkensender, die ersten Detektorapparate in der Größe eines modernen 100 Watt-Senders und die alten Langwellenstationen, deren Spulen geradezu als Kupferbergwerke Verwendung finden könnten. Auch die ältesten Röhrengeräte konnte man bewundern. Schwierigkeit bereitete es nur manchmal, die unscheinbaren Röhren in dem Gewirr von Skalen, Spulen und Schaltern zu finden. Die Geräte der letzten Kriegsjahre nahmen bereits modernere Formen an und die jedem Senderamateur wohlbekannten RS 5 und RS 17 war vorherrschend. Die modernen Tornisterstationen mit Gegensprechverkehr fanden lebhaftes Interesse. Einige neue Stationen waren im Betrieb zu besichtigen. Peilgeräte und Kurzwellenapparate schlossen diese überaus lehrreiche Ausstellung und die aufsichtführenden Soldaten hatten stets eine Schar wißbegieriger junger und älterer Besucher um sich versammelt. Eine fahrbare 100 Watt-Station sowie zwei solche von 5 Watt wurden im Garten manövermäßig vorgeführt und erweckten jedesmal lebhafte Begeisterung.



Für den Bastler war der Stand des DASD eine besondere Freude. Zum ersten Male wurde hier der von unserem OM Dr. Straubel, Jena, konstruierte direkt turmalingesteuerte 80 cm-Sender gezeigt. Über die Länge des Ausstellungstisches wurde Schallplattenmusik auf den zugehörigen Audionempfänger übertragen und im Kopfhörer hörbar gemacht. Wie aus dem Bild (Abb. 1) hervorgeht, arbeitet der Sender mit der amerikanischen Röhre RCA 955. Der Schwingkreis besteht aus einem halbkreisförmig gebogenen Kupferdraht. Zu einem Teil dieser Selbstinduktion liegt die Abstimmkapazität parallel. Das Kristall hat eine Dicke von 0,01 mm und ist in dem rechts neben der Röhre befindlichen Trolitulröhrchen zwischen Messingplatten untergebracht. Die Röhre hat indirekte Heizung mit 6,3 Volt und 0,16 Amp. Die Heiz- und Anodenleitungen sind mit einfachen Stufendrosseln gegen Hochfrequenz abgeriegelt. Die neben den Apparaten aufgestellte Taschenuhr gibt eine Vorstellung von den Größenverhältnissen.

Weiterhin waren zwei normale Bandempfänger ausgestellt, Schaltung 1-V-2, Netzanode und Batterieheizung in Din-Kästen. Daneben stand ein Dreiröhrensuper mit AK 1, RENS 1284 und RENS 1374 d. Zwei Standard-Frequenzmesser vervollständigten die Apparatereihe. Besondere Aufmerksamkeit erregte auch der dreistufige Sender D 4 all. Außerdem befand sich die komplette Station D 4 p × 1 auf einem Tisch an der Rückwand des Standes, bestehend aus einem Hartley mit RV 218, Empfänger 1-V-2 (Vollnetz) und Standard-Frequenzmesser. Mit dieser Station wurden von der Ausstellung aus Verbindungen auf 80 m mit verschiedenen deutschen und ausländischen Stationen hergestellt. Trotz der primitiven Antenne innerhalb des Hauses waren die Lautstärken recht gut.

Den Mittelteil der Rückwand nahm eine Karte der Landesgruppe ein, auf der die Ortsgruppen, Sender und Mitglieder durch kleine Lämpchen bezeichnet waren und von den Besuchern einzeln wahlweise mittels eines Druckknopfschalters vom Ausstellungstisch aus eingeschaltet werden konnten. Statistische Angaben, in- und ausländische Amateurzeitschriften, WAC-Diplom und Bilder vervollständigten das Bild. Da der Besuch der Ausstellung überaus gut war, konnte auch die Ortsgruppe Halle eine große Anzahl von Interessenten verbuchen, deren größter Teil aus den Nachrichtenschulen stammen.

Der Andrang am DASD-Stand war zeitweilig so groß, daß die Tische in bedrohlicher Weise gegen die nimmermüden OMs geschoben wurden und die Morseübungsanlage zeitweise außer Betrieb gesetzt werden mußte. Wenn die Ausstellung der OG Halle viel Arbeit und Mühe machte, so wurden alle OMs durch das wirkliche Interesse vieler Ausstellungsbesucher belohnt. Dies soll nun auch für das folgende Jahr ein Ansporn sein, unentwegt weiter zu arbeiten.

Aufnahme: M. Drechsler *Dr. P. Greif DE 2911/L, Halle*

In Hamburg

Wie in den beiden vorhergehenden Jahren, so konnte auch in diesem Jahre die Landesgruppe Norden den DASD auf der Funkausstellung in Hamburg wieder wirksam vertreten und damit aufklärend für die Ziele der Amateurfunkertätigkeit werben.



Anerkennung gebührt der Ausstellungsleitung, die uns an wirkungsvoller Stelle einen Stand von 17 Meter Frontlänge zur Verfügung gestellt hatte. Durch die tätige Mitarbeit einer Anzahl OMs wurde in kürzester Zeit der Stand repräsentativ hergerichtet. Schon beim Betreten der Ausstellung wurde der Besucher durch das weithin leuchtende, 12 Meter lange Werbeplakat mit der Aufschrift: „Deutscher Amateur-Sende- und Empfangs-Dienst“ auf unseren Stand aufmerksam gemacht.

Die Einteilung der Schaustücke war so vorgenommen, daß immer eine fortlaufende Übersicht in betriebstechnischer Hinsicht gegeben war. In der Abteilung Meßeinrichtungen konnte man alle gebräuchlichen Systeme finden. Vom einfachen Absorptionskreis bis zum erstklassigen Röhrenfrequenzmesser mit Fünfpol-Schirmröhre und Mikroskopablesung, Quarz-Frequenzdivisor usw. war hier alles vertreten. Außerdem alle Arten Meßinstrumente für alle Stromarten und Spannungen. Insbesondere ein zweistufiges Röhrenvoltmeter, Spiegelgalvanometer, Mikroamperemeter, Thermoelement für Hochfrequenzmessung vermittels Drehspulinstrument und ein Universalinstrument.

Im Anschluß daran konnte der Besucher einen Einblick in den Aufbau, die Bearbeitung und Wirkungsweise eines Steuerquarzes tun. Es konnte jedoch nicht verhindert werden, daß trotz aller Aufklärung ein großes Quarzmodell oft als Kurzwellen-Rahmenantenne (!) bezeichnet wurde. An dem Quarzmodell konnte dem Besucher erklärt werden, wie der richtige Schnitt eines Steuerquarzes zu geschehen hat. Eine Laue-Apparatur für die röntgenspektroskopische Analyse von schwingenden Kristallen erregte die Bewunderung der Fachleute. Einige Röntgenspektrogramme, Rohquarz und geschnittene Platten vervollständigten die Schau.

Im Anschluß daran waren eine größere Anzahl von Empfängern und Sendern ausgestellt. Gegenüber den vorhergehenden Ausstellungen zeigten diese Geräte in der Qualität einen bemerkenswerten Fortschritt auf. Insbesondere waren alle Geräte mit hochwertigem Isoliermaterial aufgebaut und veranschaulichten auch in der werksmäßigen Ausführung den hohen Ausbildungsstand der Amateure. Weiterhin waren eine Anzahl von Netzanschlußgeräten aufgebaut. Alle Arten von Tasten, vom alten Klopfer bis zum „Bug“ (halbautomatische Taste) waren mit Summer und Lautsprecher verbunden und wurden vom Publikum mit großer Ausdauer betätigt. Den Abschluß der Tischreihe bildete ausgelegte Funkliteratur und auf der anderen Seite ein kleiner 15-Watt-Hartley-Sender, mit dem „WAC“ getätigt war. Eine Tischdekoration zeigte auch den ernsten, wissenschaftlichen Amateur von der humorvollen Seite. Kleine „Sinnsprüche“, etwa folgenden Inhalts: „Für die Frau die Suppenkelle, für den Mann die Kurze Welle“ usw., lockten den weiblichen Besuchern manches Schmunzeln ab. Die Rückwand des Standes war weiterhin mit zahlreichen Tabellen und OSL-Karten dekoriert.

Die größte Anziehungskraft des gesamten Standes für das Publikum bildete jedoch unzweifelhaft die betriebsfertige Station D 4 lcj. Als Sender war ein kleiner Hartley mit einem Input von 14 Watt aufgebaut. Ein Netzanschlußgerät für den Sender, ein O-V-2-Batterie-Kofferempfänger, Barometer und Stationsuhr vervollständigten die Station. Eine Lautsprecheranlage stellte den notwendigen Kontakt mit dem Publikum her. Vor jeder Inbetriebnahme des Senders wurde ein kleiner Vortrag über die Anlage gehalten. Es war jedesmal eine große Freude, zu sehen, wie das zahlreiche Publikum mit regem Interesse der Arbeit an der Station folgte. Sehr wesentlich hat die außerordentlich packende Schilderung unseres OMs Hans Ramcke dazu beigetragen, der es meisterhaft verstand, das Publikum in seinen Bann zu halten. Der gewiß nicht schmale Gang vor dem Stand war daher oft völlig verstopft. Wenn der Empfang auch durch lokale Störungen außerordentlich stark gestört war, so konnten doch zahlreiche Verbindungen zustande gebracht werden. Ganz besondere Anerkennung verdient OM Schröder — D 4 dic —, der während der ganzen Ausstellungszeit zu jeder vollen Stunde als Gegenstation zur Verfügung stand. Unzählige Verbindungen konnten mit dieser Station getätigt werden. Durch seine dauernde Betriebsbereitschaft konnte die Arbeit am Stand wesentlich interessanter gestaltet werden. Wahrer, vorbildlicher Amateurgeist!

Die Ausstellung ist vorbei. Zahlreiche Mitarbeiter konnten gewonnen werden, die nun in den kommenden Monaten weiterhin zu betreuen sind. Das ist die beste Anerkennung für uns, alle funktechnisch interessierten Volksgenossen an uns zu ziehen, um dadurch Deutschland den Platz in der Weltamateurbewegung zu sichern, auf den es dank seiner technischen Leistungen Anspruch erheben kann!

Aufnahme vom Verfasser *Gade D 4 lcj*

Erdmagnetischer Bericht

Vom 1. bis 31. Oktober 1935

Zeiten in mittlerer Greenwicher Zeit

1. Okt. 0 ruhig. 19.00 bis Ende des Tages etwas Bewegung in allen Elementen.
2. Okt. 0 ruhig. 17.21 Störung in allen Elementen (W. Z.); 22.00—24.00, H, sin-förmig, Ampl. 42 γ; 22.15—23.30, Elementarwellen bei D und H.
3. Okt. 0 ruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen in allen Elementen.
4. Okt. 0 ruhig.
5. Okt. 0 ruhig.
6. Okt. 0 ruhig.
7. Okt. 0 unruhig. 0.15—1.20, H, ∩, 33 γ.
8. Okt. 0 unruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen bei D und H.
9. Okt. 0 ruhig.
10. Okt. 0 ruhig. 17.30—18.35, D, ∪, 11′; 17.35—19.00, H, ∩, 61 γ; 17.45—18.00, Z, Abfall um 22 γ.
11. Okt. 0 unruhig. Stärker bewegt von 14.00—20.00. 14.20 bis 16.20, H, ∪, 65 γ; 15.10—16.00, D, ∩, 8′; 16.20 bis 19.05, H, sin-förmig, Ampl. 70 γ; 18.05—19.10, D, ∩, 18′.
12. Okt. 0 ruhig. 1.15—13.00, kurze, schnelle Schwankungen in allen Elementen.
13. Okt. 0 ruhig.
14. Okt. 0 ruhig.
15. Okt. 0 stärker bewegt. 1.30—1.45, Anstieg in D um 12′; 1.40—2.05, Anstieg bei H um 49 γ; 1.40—2.05, Abfall bei Z um 22 γ; 15.00—16.10, D, ∪, 7′; 19.00—20.35, H, ∩, 47.
16. Okt. 0 ruhig. 4.05—5.35, H, ∪, 47 γ; 10.30—12.40, Elementarwellen bei D und H; 16.50—19.05, H, sin-förmige Bewegung, Ampl. 56 γ; 17.40—18.40, D, ∪, 8½′.
17. Okt. 0 ruhig. 15.00—23.00 Unruhe in D und H.
18. Okt. 0 ruhig.
19. Okt. 0 ruhig.
20. Okt. 0 stärker bewegt. 12.05—12.55, H, ∪, 60 γ; 20.05 bis 20.18, D, Abfall um 17′.
21. Okt. 0 unruhig. Von Beginn des Tages bis 16.00 schnelle Bewegung in allen Elementen. 17.30—18.50, H, ∪, 91 γ; 17.30—19.05, D, ∩, 21′; 20.20—21.05, H, ∪, 49 γ; 20.25—20.45, Anstieg in D um 17′; 22.40—23.20, H, ∩, 58 γ; 22.40—23.10, Abfall in D um 21′.
22. Okt. 0 ruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen in allen Elementen.
23. Okt. 0 ruhig.
24. Okt. 0 ruhig. 14.45—15.30, H, ∪, 82 γ; 14.40—15.50, D, sin-förmige Bewegung, Ampl. 25′.
25. Okt. 0 ruhig.
26. Okt. 0 ruhig.
27. Okt. 0 bewegt. Stärkere Unruhe in allen Elementen von 16.30—23.00.
28. Okt. 0 unruhig. 17.00—18.20, D, ∪, 13′; 18.15—18.25, Abfall in H um 40 γ.
29. Okt. 0 ruhig.
30. Okt. 0 ruhig.
31. Okt. 0 etwas bewegt. 18.55—19.45, sin-förmige Schwankungen in H, Ampl. 47 γ.

Dr. R. Bock

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für „CQ“: Rolf Wigand, Berlin. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin-Schöneberg, Langenscheidtstraße 6. DA III. Vj. 1935 = 9650. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G., Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94, Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 88378. Sonderkonto „Funk“. — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung.
Nachdruck sämtlicher Artikel verboten

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS
15. Januar 1936 Heft 2
Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Über drahtlose Zeitsignale

Von

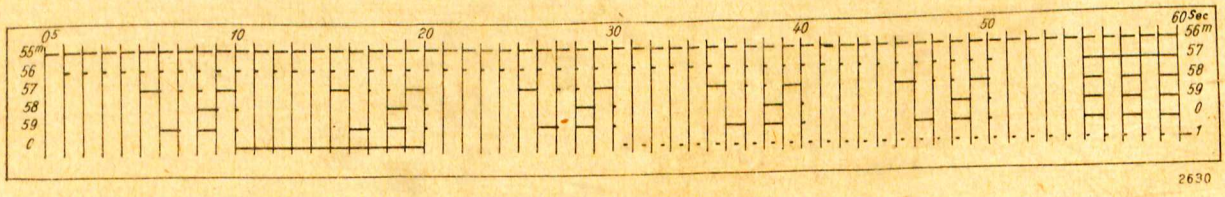
O. Morgenroth

Die Zeitübermittlung auf drahtlosem Wege ist etwas Alltägliches geworden. Über die verschiedenen Methoden und Systeme der Zeitübermittlung wurde früher in dieser Zeitschrift wiederholt berichtet. Der inzwischen verstrichene lange Zeitraum rechtfertigt es heute wieder einmal, in einer mehr historischen Betrachtung auf dieses Thema zurückzukommen.

Die ersten praktischen Versuche, ein astronomisch genaues Zeitsignal auf drahtlosem Wege zu übermitteln, wurden, kaum zehn Jahre nach Inbetriebnahme der ersten brauchbaren Sendestation durch Marconi, im Jahre 1906 am Geodätischen Institut in Potsdam begonnen. Bereits im folgenden Jahre wurden die kanadische Funkstelle Halifax und einige Zeit später in den Vereinigten Staaten die Station Arlington für die regelmäßige Aussendung von drahtlosen Zeitsignalen in Dienst gestellt. Erst im Jahre 1910 folgten zwei europäische Stationen: Norddeich und Paris. Am 21. März 1935 konnte die drahtlose Übermittlung von Zeitzeichen in Deutschland auf eine 25jährige Geschichte zurückblicken.

Die Bestrebung, die Durchführung eines international geregelten Funkzeitzeichendienstes zu erreichen, führte zur ersten internationalen Zeitkonferenz, die im Jahre 1912 in Paris stattfand, und zur Gründung des Bureau international de l'heure. Auf dieser Konferenz, an der die Vertreter von 31 Staaten teilnahmen, wurde die Errichtung von 10 ständigen über die ganze Erde verteilten Zeitsendern beschlossen. Es wurden allgemeine Richtlinien aufgestellt und das Onogo-Signal, das die bis dahin angewandten Schemata mannigfacher Art ablösen sollte, empfohlen. Dieses Signal besteht, wie die Bezeichnung andeutet, aus den Morsezeichen o, n, o, g, o. Es wurde in Deutschland, Schweden, Spanien, Niederländisch-Indien, Britisch-Indien, Ceylon, Australien und Mozambique eingeführt. Auf der Zeitkonferenz im Jahre 1925 regte man eine Modifikation des Onogo-Systems an. Sie bestand darin, an die Stelle der drei Striche des o jeweils sechs Punkte treten zu lassen. Für die Verbreitung dieses Systems haben sich Frankreich, Südafrika, Viktoria, Portugiesisch-Ostafrika, Argentinien, Brasilien und China entschieden. Zeitzeichen besonderer Art werden in England, Kanada, Rußland und Portugal verbreitet. In Amerika wird ein Schema gebraucht, das aus Punkten und einem Schlußstrich besteht und von den Funkstellen der Vereinigten Staaten, Panama-Kanalzone, Plilippinen, von Hawai, Mexico und — mit einer geringen Änderung — von Chile zur Aussendung gelangt. Anschließend an das allgemeine Zeichen wird heute in verschiedenen Ländern, so in Deutschland, England, Frankreich, Rußland u. a., ein weiteres Zeichen, das Koinzidenz-Signal gegeben, das, auf dem Prinzip des Nonius beruhend, in erster Linie wissenschaftlichen Zwecken dient und die Zeitbestimmung mit größter Genauigkeit gewährleistet. In Deutschland wurde es 1924 eingeführt.

Im Jahre 1917 stellte Norddeich, das ein Tages- und ein Nachtzeichen, erst auf 2000 m, von Ende 1911 ab auf 1650 m aussandte, den Zeitdienst ein. An seine Stelle trat die damals fertiggestellte Station Nauen, deren Sendeeinrichtung mit Energien arbeitete, welche die Aufnahme der Aussendungen in allen Teilen der Welt ermöglichte. Die Verbreitung der Zeitsignale erfolgte nach dem Onogo-System mit einem Tonfunkensender zweimal täglich auf Welle 3900, später auf 3100 und 18 130 m; jetzt werden die Wellen



Das Zeit-Koinzidenz-Signal *Zeichnung vom Verfasser*

13 000 m, sowie 37,89; 44,91; 23,10 und 20,54 m benutzt. Die Nauener Zeitsignale werden gegenwärtig noch von der Küstenfunkstelle Norddeich, vom Deutschlandsender Königswusterhausen und von den schwedischen Rundfunksendern übertragen. Das Zeitzeichen wird seit dem 1. Juli 1932 in der Form, wie sie die umstehende Abbildung zeigt, gegeben.

Das Koinzidenz-Signal, welches bereits oben erwähnt wurde, besteht aus einer Reihe von 306 Zeichen, die in 300 Sekunden mittlerer Zeit gegeben werden. Die Zeichen 1, 62, 123, 184, 245 und 306 sind Striche und fallen stets auf die volle Minute; ihnen folgen jeweils 60 Punkte mit Ausnahme von Strich 306, der das Ende des Signals bezeichnet. Der Anfang dieses Signals, der der vorstehenden Abbildung zu entnehmen ist, wird durch einen 10 Sekunden dauernden Strich, bei 0 *m* 10 *s* beginnend und bei 0 *m* 20 *s* endigend, angekündigt.

Die Auslösung des Nauener Zeitzeichens erfolgte bis zum 31. Oktober 1919 durch die Sternwarte Bergedorf, und von diesem Zeitpunkt ab wird der Zeitdienst durch die Deutsche Seewarte in Hamburg versehen. Dort wird die Zeit durch Sternbeobachtungen (Durchgangsbeobachtungen im Meridian) ermittelt. Das Institut ist zu diesem Zwecke mit einem Durchgangsinstrument mit unpersönlichem Mikrometer ausgestattet. Ferner befinden sich dort 4 Präzisionsuhren, von denen eine als Signalhauptuhr dient, und ein Signalgeber. Bei dem Vorgang der Zeichenauslösung selbst sind unmittelbar nur dieser und die Signalhauptuhr beteiligt. Durch den Pendelkontakt der Signalhauptuhr geschieht die Auslösung aller Punkte und Strichanfänge für das Hauptsignal. Mit dieser Uhr ist der Signalgeber nach einem besonderen Verfahren synchronisiert. Er ist als Uhr mit Graham-Gang ausgebildet und hat die Aufgabe, entweder die Schlüsse des Pendelkontaktes (Punkte) der Signalhauptuhr unverändert dem Linienrelais zuzuführen, oder die Punkte in Striche auszuziehen, die Unterbrechung der Striche zu bewirken, oder gar nichts durchzulassen, mit anderen Worten, die in strengem Sekundenintervall abgegebenen Punktsignale in das Onogo-Signal umzuschreiben. Vom Signalgeber werden dann die Zeichen über eine Kabelleitung an den Sender Nauen gegeben und von dort aus verbreitet. Der Abgang der Zeichen, sowohl des Onogo- als auch des Koinzidenzsignals, wird von der Seewarte kontrolliert. Sie veröffentlicht dann allmonatlich die Verbesserungen der Signale, zugleich die der Koinzidenz-Signale von Bordeaux, Paris, Rugby, Pontoise, Monte Grande, Norddeich und Moskau.

Erwähnt sei noch, daß sich die Seewarte seit September 1933 der durch Quarzuhren gelieferten Zeitnormale bedient. Diese Uhren, von denen sich vier bei der Physikalisch-technischen Reichsanstalt in Berlin befinden [1]), werden piezoelektrisch gesteuert, wie die modernen Sender. Quarzuhren zeichnen sich besonders durch ihre große Gangkonstanz, die bisher von keiner anderen Konstruktion auch nur annähernd erreicht wurde, aus. Mittels Fernkabels werden die Kontakte dieser Uhren einmal täglich auf den Chronographen der Seewarte übertragen und mit den dortigen Hauptuhren verglichen, um deren Stände zu ermitteln.

Bezüglich der Genauigkeit, die dem Zeitzeichen der Deutschen Seewarte innewohnt, ist zu bemerken, daß sie von nur einigen wenigen anderen Zeitdienststationen erreicht wird. Die absolute Größe der Verbesserungen liegt unter 0,10 Sekunden.

Die Ausführungen lassen erkennen, welche wichtige Rolle der Funktechnik hinsichtlich der Zeitsignal-Übermittlung zukommt. Im Verlauf einer relativ kurzen Zeit hat sich, dank der unermüdlichen Zusammenarbeit von Wissenschaft und Technik, ein Faktor herausgebildet, der sowohl dem Wissenschaftler selbst, dem Geodäten, Geophysiker und Astronomen, als auch der Schiffahrt und anderen Verkehrsbetrieben, nicht zuletzt einem Gewerbezweig, dem Uhrmacher, heute völlig unentbehrlich ist. Das monotone Tüh, Tüh . . ., das aus dem Lautsprecher dringt, kann auch dem Außenstehenden viel sagen, wenn er sich vor Augen führt, welche Präzision, Gewissenhaftigkeit und Arbeit sich hinter einem Zeitzeichen verbirgt!

[1]) Siehe „Funk", 1935, Heft 3, Seite 77.

Übersicht der europäischen und überseeischen Zeitdienststationen, die einwandfreie drahtlose Zeitsignale verbreiten:

Station und Rufzeichen	Wellenlänge	Signaltyp	Hauptsignal MEZ	Koinzidenzsignal MEZ
Nauen DFY[1])	13000,45 m	6 nogo	$0^h\ 55^m\ 0^s$ - $1^h\ 0^m\ 0^s$	Anschließend an das Hauptsignal. — Dauer 5 · 5 Minuten (Deutschlandsender nur nachts)
Norddeich DAN[2])	26,45 „	„		
Königswusterhausen — (Deutschlandsender)	1571 „	„	$12^h\ 55^m\ 0^s$ - $13^h\ 0^m\ 0^s$	
Nauen DFP	37,89 „	„	$0^h\ 55^m\ 0^s$ - $1^h\ 0^m\ 0^s$	
„ DGK	44,91 „	„		
„ DFC	23,10 „	„	$12^h\ 55^m\ 0^s$ - $13^h\ 0^m\ 0^s$	
„ DGZ	20,54 „	„		
Schwedische Rundfunksender —[3])	—	„	$12^h\ 55^m\ 0^s$ - $13^h\ 0^m\ 0^s$	—
Paris (Eiffelturm) FLE	2650 „	Neues internat. Zeitsign.	$10^h\ 27^m\ 0^s$ - $10^h\ 30^m\ 0^s$	$10^h\ 31^m\ 0^s$ - $10^h\ 36^m\ 0^s$
			$23^h\ 27^m\ 0^s$ - $23^h\ 30^m\ 0^s$	$23^h\ 31^m\ 0^s$ - $23^h\ 36^m\ 0^s$
Bordeaux (Croix d'Hins) FYL	19100 „	„	$8^h\ 57^m\ 0^s$ - $9^h\ 0^m\ 0^s$	$9^h\ 1^m\ 0^s$ - $9^h\ 6^m\ 0^s$
Pontoise FYB	28,35 „	„	$20^h\ 57^m\ 0^s$ - $21^h\ 0^m\ 0^s$	$21^h\ 1^m\ 0^s$ - $21^h\ 6^m\ 0^s$
Rugby GBR	18740 „	—	—	$10^h\ 55^m\ 0^s$ - $11^h\ 0^m\ 0^s$ / $18^h\ 55^m\ 0^s$ - $19^h\ 0^m\ 0^s$
Monte Grande (Argentinien) LQC	16,99 „	—	—	$12^h\ 45^m\ 0^s$ - $12^h\ 50^m\ 0^s$ / $0^h\ 45^m\ 0^s$ - $0^h\ 50^m\ 0^s$

[1]) Etwa auftretende Ungenauigkeiten des Signals werden nach dessen Beendigung durch das Irrungszeichen (zweimal schnell aufeinanderfolgende Punkte) und die Meldung „Zeitsignal ungültig" gekennzeichnet. — Falls die Abgabe des Zeitzeichens nicht stattfinden kann, wird die Meldung „Zeitsignal fällt aus" gegeben.

[2]) Nur bis 31. Dezember 1935.

[3]) Zeitsignal von Nauen.

Die siebente Million überschritten

7192952 Rundfunkhörer in Deutschland

Wie amtlich mitgeteilt wird, betrug der Zugang im Dezember 202 211 Hörer. Damit steigt die Gesamtteilnehmerzahl von 6 990 741 am 1. Dezember auf 7 192 952 am 1. Januar 1936.

Die deutsche Rundfunkausstellung im Olympia-Jahr

Die große deutsche Rundfunkausstellung, der von jeher nationale Bedeutung zukam, wird in diesem Jahr, da Deutschland zur Olympiade viele Ausländer erwartet, ganz besonders die Aufmerksamkeit auf sich lenken. Als Zeitpunkt dieser Ausstellung ist die Zeit vom 28. August bis 6. September festgelegt worden.

Neues Pausenzeichen des Reichssenders Berlin

Am ersten Tag des neuen Jahres hat der Reichssender Berlin ein neues Pausezeichen in Betrieb genommen. Statt des bisher auf den Kammerton abgestimmten Summertons wird jetzt der Morsebuchstabe b (— . . . .) als Anfangsbuchstabe der deutschen Hauptstadt Berlin mit einem schwingenden Gong geschlagen, dessen Ton eine Oktave tiefer als der Kammerton a liegt.

Das rhythmisch schnell geschlagene Pausenzeichen geht angenehm ins Ohr, und es hat den Anschein, als ob man sich diesen Klang und Rhythmus nicht so schnell „überhört".

Röhren für Kraftwagenempfänger
mit Kupfer-Bifilar-Kathoden

Der Kraftwagenempfänger, der im vergangenen Jahr in Deutschland in vier verschiedenen Modellen auf den Markt kam, hat bisher eine völlig unbefriedigende und unzureichende Verbreitung gefunden, sehr im Gegensatz zu Amerika, woher auch jetzt wieder ein neuer Millionen-Umsatz in Autoempfängern gemeldet wird. Die Gründe hierfür sind natürlich in erster Linie in der anderen wirtschaftlichen Struktur des Kraftwagenmarktes und in den grundsätzlich andersartigen Preisen sowohl für die Kraftwagen als auch für die Empfänger zu suchen, und nicht zuletzt in der anderen wirtschaftlichen und sozialen Struktur überhaupt. In Deutschland entfällt der Hauptumsatz auf den ausgesprochenen Kleinwagen, d. h. auf den Wagen unter 2000 RM; dieser Wagen würde um 20 bis 25 % teurer werden, wenn man ihn mit einem Kraftwagenempfänger ausstatten wollte. Aber auch der Mittelwagen würde sich um rund 10 % verteuern, eine Preiserhöhung, die nicht tragbar erscheint. Die Preise der Kraftwagenempfänger sind natürlich bei den heute üblichen Herstellungs- und Berechnungsverfahren und den Röhrenpreisen durchaus gerechtfertigt; vielleicht sind sie eher zu knapp als zu reichlich kalkuliert. Trotzdem bleibt es sehr fraglich, ob der Kraftwagenempfänger bei dem heute bestehenden Verhältnis zwischen Empfänger- und Wagenpreis eine nennenswerte Verbreitung erlangen kann, so daß das sachliche Interesse an ihm schon durch die Fertigstellung immer neuer Autobahn-Strecken gegeben ist.

Wir sind also von dem amerikanischen Idealzustand, daß praktisch jeder neue das Werk verlassende Wagen von Haus aus mit einem Empfänger ausgerüstet ist, noch sehr weit entfernt. Trotzdem haben die Techniker erneut alles getan, um

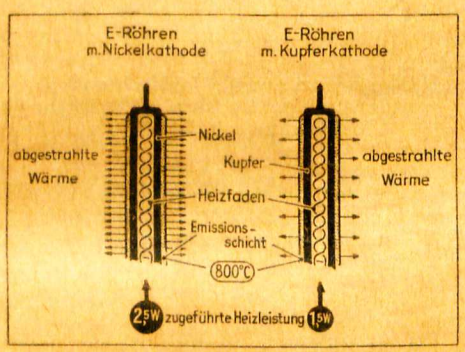


Abb. 1. Vergleich der Kupferkathode mit der Nickelkathode

den Kraftwagenempfänger vollkommener zu gestalten, und zwar durch die Schaffung einer neuen Röhrenreihe. Es wurden sechs neue E-Röhren herausgebracht, von denen fünf mit einer völlig neuartigen Kathode, der sog. Kupfer-Bifilar-Kathode, ausgestattet sind. Außer durch die Kathode zeichnen sich die neuen Röhren dadurch aus, daß sie in ihren Daten mit den entsprechenden Typen der C-Reihe vollkommen übereinstimmen.

Die Kupferkathode ermöglicht es, mit einer geringeren Heizleistung auszukommen; so konnte die Heizleistung von 2,6 Watt bei den bisherigen E-Röhren auf 1,5 Watt bei den neuen Typen gesenkt werden. Es gibt drei Wege, um die Heizleistung indirekt beheizter Röhren herabzusetzen: 1. die Anwendung der Cäsiumkathode, die nur auf 300 Grad erhitzt zu werden braucht und die sich deshalb mit erheblich kleinerer Leistung begnügt, 2. die Verkleinerung der Kathode und schließlich, 3. die Anwendung eines Kathodenmetalls mit günstigeren Strahlungseigenschaften. Die Cäsiumkathode — so aussichtsreich sie in theoretischer Hinsicht ist — kommt vorerst für diesen Zweck nicht in Frage, da sie technisch noch nicht ausgereift ist; bis zu ihrer Verwendungsmöglichkeit dürften noch Jahre angestrengter technischer Entwicklung vergehen. In den jetzigen Laboratoriumsmustern erreicht sie erst eine Lebensdauer von wenigen Stunden. Immerhin besteht hier für die zukünftige Röhrentechnik ein sehr aussichtsreiches Prinzip, an dessen Vervollkommnung und Vollendung heute in allen



Abb. 2. Die neuen Kraftwagenröhren im Vergleich zu einem Kraftwagenempfänger

Industrieländern viele Physiker tätig sind. Die Verringerung der Heizleistung durch eine kleinere Kathode, die heute technisch ohne weiteres durchführbar wäre, wurde nicht gewählt, da sie die vollkommene Neukonstruktion der Systemaufbauten bedingt hätte. Das hätte nicht nur sehr viel Zeit gekostet, sondern auch die mühsam errungene Einheitlichkeit unter den einzelnen Röhrenreihen zerstört; die genaue konstruktive und datenmäßige Übereinstimmung der einzelnen Röhrentypen in den verschiedenen Reihen ist aber

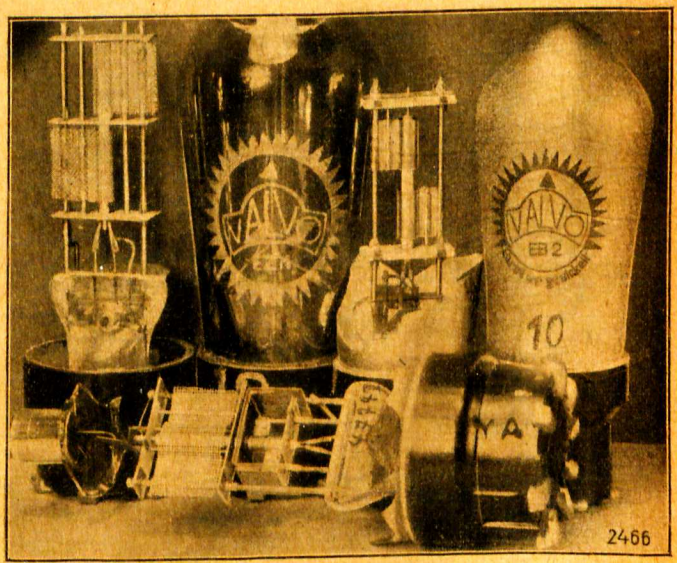


Abb. 3. System und Außenansicht der EZ 1 Cu (Doppelweg-Gleichrichterröhre) und der EB 2 Cu (Doppel-Zweipolröhre) Im Vordergrund das System der Doppel-Zweipol-Dreipolröhre EBC 1

der Hauptvorzug der neuen Röhren überhaupt, da sie einheitliche Herstellung der Röhren und einheitliche Konstruktionen der Empfänger zuläßt. Diesen Weg hat man deshalb ebenfalls nicht beschritten.

Durch die Anwendung der Kupferkathode hat man auf sehr elegante Weise eine Verringerung der Heizleistung erzielt, ohne daß sich an der Röhre sonst irgend etwas änderte;

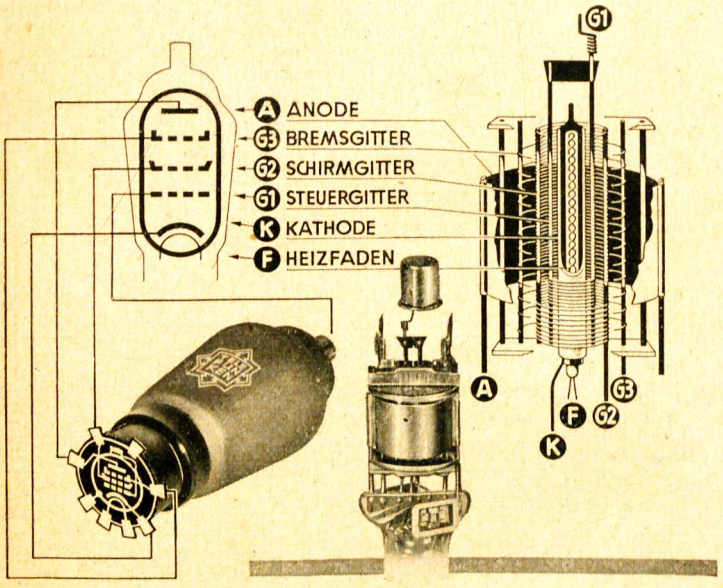


Abb. 4. Aufbau und Schaltung der beiden neuen Kraftwagenröhren EF 3 Cu-Bi und EF 7 CuBi

Systemaufbau und auch elektrische Daten blieben vollkommen die gleichen, von einer geringfügigen Änderung in der zu erteilenden Gitterspannung abgesehen. Kupfer hat im Infraroten nämlich einen erheblich kleineren Strahlungs-Koeffizienten, als Nickel; während Nickel etwa die Hälfte der Strahlung des schwarzen Körpers aufweist, ist die Strahlung des Kupfers nur etwa ⅓ so groß. Obgleich nun der Strahlungskoeffizient der eigentlichen emittierenden Schicht, der sog. Sprühschicht, kaum von dem des schwarzen

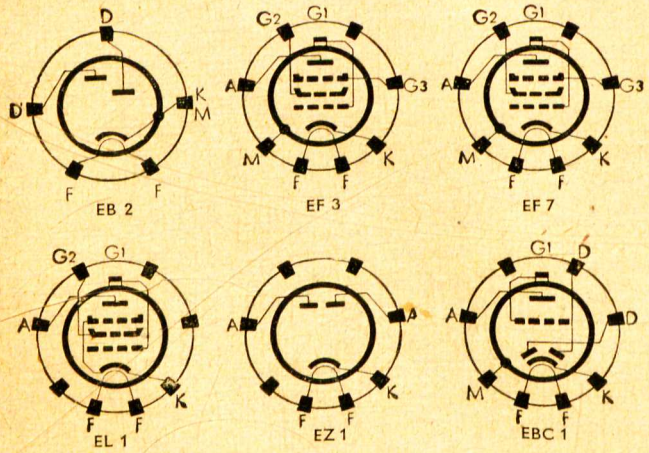


Abb. 5. Sockelschaltungen der neuen Kraftwagenröhren

Körpers abweicht, wird die wirkliche Strahlung doch von dem Metall des Kathodenzylinders bestimmt; die Sprühschicht wird nämlich bei den Kathoden so gleichmäßig dünn gehalten, daß sie für die langwelligen Wärmestrahlen als durchsichtig zu gelten hat. Auf diese Weise wurde die erhebliche Herabsetzung der Strahlung und damit der Heizleistung erzielt, ohne daß die Maße des Kathodenzylinders geändert zu werden brauchten.

Vielleicht tritt hier und da die Frage auf, in welcher Hinsicht die Heizleistung von der Strahlung der Kathodenoberfläche abhängig ist. Die Zusammenhänge werden jedoch sofort klar, wenn man sich vergegenwärtigt, daß die Wärmestrahlung der Kathode ja als ein Verlust anzusehen ist, der natürlich durch eine zusätzliche Heizleistung wettgemacht werden muß. Je geringer die Strahlung, je kleiner also der Strahlungskoeffizient, um so kleiner ist auch der Wärmeverlust, und um so niedriger ist die erforderliche Heizleistung. Abb. 1 will diese Verhältnisse an einer simplen schematischen Darstellung zeigen.

Die Kupferkathode, die im übrigen einen gleichartigen bifilar gewickelten Heizdraht enthält, wie die normale Nickel-Bifilarkathode, hat nicht nur für die Kraftwagenröhren Bedeutung, sondern für die zukünftige Röhrentechnik überhaupt. Vor allem großflächige Kathoden wird man vielleicht in Zukunft als Kupferkathoden bauen, weil die Strahlungsverluste naturgemäß um so stärker ins Gewicht fallen, je größer die Kathodenoberfläche ist.

Mit Kupferkathoden werden fünf neue E-Röhren ausgerüstet, und zwar eine Doppel-Zweipolröhre EB 2 Cu-Bi, eine Fünfpol-Regelröhre EF 3 Cu-Bi, eine Fünfpol-Schirmröhre EF 7 Cu-Bi, eine Fünfpol-Endröhre EL 1 Cu-Bi und eine Doppelweg-Gleichrichterröhre EZ 1 Cu-Bi[1]). Mischröhren wurden mit der neuen Kathode nicht herausgebracht, weil das Kontaktpotential der Kupferkathode einen anderen

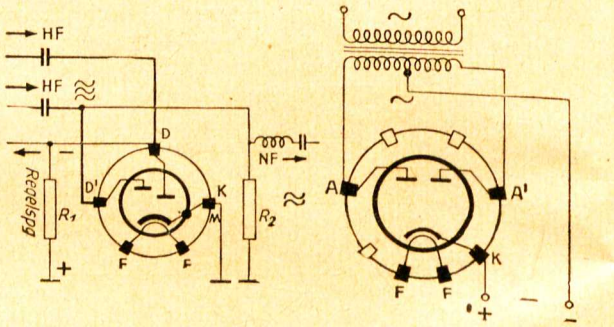


Abb. 6. Schaltungen der beiden Gleichrichterröhren: links der Empfangsgleichrichter mit EB 2 CuBi, rechts der Anodenstrom-Gleichrichter mit EZ 1 CuBi

Wert hat als das der Nickelkathode, und weil das Kontaktpotential und damit der Gitterstrom-Einsatzpunkt — bei den übrigen Röhren praktisch belanglos — bei den Mischröhren doch so von Einfluß sind, daß man die Röhre hätte umkonstruieren müssen. Infolgedessen werden Mischröhren (Sechs- und Achtpolröhren) weiterhin mit Nickelkathode geliefert. Da die Röhren im Autoempfänger parallel geheizt werden, kann man ohne weiteres Röhren mit verschiedenen Kathoden nebeneinander verwenden.

Die Daten der Röhren gehen aus der beistehenden Zahlentafel hervor. Wir finden in dieser neben den bereits genannten Röhren noch eine weitere, nämlich eine Doppel-Zweipol-Dreipolröhre, die jedoch über eine Nickelkathode verfügt. Diese Röhre wurde geschaffen, um auch in der 6,3-Volt-Reihe eine Röhre zur Verfügung zu haben, wie wir sie in der 13-Volt-Reihe bereits besitzen.

Über die neuen Röhren ist sonst nicht viel zu sagen, da sie — wie mehrfach erwähnt — in ihren elektrischen Daten vollkommen mit den entsprechenden, bekannten C-Typen übereinstimmen. Bemerkenswert ist lediglich, daß die Fünfpol-Regelröhre eine günstiger verlaufende Kennlinie besitzt, die eine Verringerung der Kreuz- und Brummodulation bringt und sich deshalb für den Zerhackerbetrieb im Kraftwagen besonders gut eignet, und daß ferner die Anoden-

[1]) Das sind die Bezeichnungen der Telefunkenröhren; die der Valvo-Röhren lauten EB 2 Cu, EF 3 Cu, EF 7 Cu, EL 1 Cu und EZ 1 Cu.

belastung bei der Fünfpol-Endröhre erhöht werden konnte; sie beträgt jetzt 8 Watt. Mit dieser Röhre kann man infolgedessen bei einem zulässigen Klirrgrad von 10 % eine Sprechleistung von max. 3,6 Watt erzielen. Die Gleichrichterröhre hingegen setzt den entnehmbaren Gleichstrom von 50 auf 60 mA herauf, so daß eine zuverlässige Anodenstromversorgung des Gerätes sichergestellt ist. *Schw.*

Werkbilder

Type und Art der Röhre	Doppel-Zweipolröhre	Fünfpol-Regelröhre	Fünfpol-Schirmröhre	Fünfpol-Endröhre	Doppelweg-Gleichrichterröhre	Doppel-Zweipol-Dreipolröhre
	EB 2 Cu-Bi EB 2 Cu	EF 3 Cu-Bi EF 3 Cu	EF 7 Cu-Bi EF 7 Cu	EL 1 Cu-Bi EL 1 Cu	EZ 1 Cu-Bi EZ 1 Cu	EBC 1
Heizspannung in Volt	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
Heizstrom in Amp.	0,24	0,24	0,24	0,24	0,28	0,4
Heizleistung in Watt	1,5	1,5	1,5	1,5	1,75	2,5
Anodenspannung max. in Volt	—	250	250	250	2 × 250	250
Schirmgitterspannung max. in Volt	—	100	100	250	—	—
Negative Gittervorspannung in Volt	—	2,5 ÷ 55	1,5	18,5	—	7
Anodenstrom normal in mA	—	8	3	32	60	4
Schirmgitterstrom normal in mA	—	—	—	—	—	—
Steilheit normal in mA/V	—	1,8 ÷ < 0,002	2,1	2,6	—	2
Durchgriff in %	—	—	—	—	—	3,7
Verstärkungsfaktor	—	—	—	—	—	27
Innerer Widerstand in MΩ	—	1,2 ÷ > 10	2	0,048	—	0,0135
Anodenbelastung in Watt	—	—	—	8	—	—
Sprechleistung bei 10% Klirrgrad in Watt	—	—	—	3,6	—	—
Gitter-Anoden-Kapazität in pF	—	0,003	0,003	—	—	—

Neue Bauformen von Elektronenröhren

Dänische Renode / Verstärkerröhren mit Elektronenoptik / Sekundäremissions-Verstärkung

Die ausländische Fachpresse beschäftigt sich seit kurzer Zeit mit neuen, demnächst in Dänemark herauskommenden Empfängerröhren, die nicht von der sonst allgemein gebräuchlichen Gittersteuerung, sondern von einer elektronenoptischen Steuerung Gebrauch machen. Diese als „Renode" bezeichnete Röhre kann jedoch wegen der sehr geringen Ergiebigkeit ihrer Kathode nur in Hochfrequenzstufen und zur Empfangsgleichrichtung verwendet werden; sie soll bei der letzteren Anwendung genau wie die bekannte Zweipolröhre den Vorteil der linearen Kennlinie haben, bewirkt aber ebenso wie das Audion außerdem eine gewisse Niederfrequenzverstärkung.

Die Dänen machen mit ihrer Röhre eine ziemliche Propaganda, sie weisen aber nicht darauf hin, daß die Röhre auf ältere deutsche Arbeiten zurückgeht. Der Aufbau dieser älteren deutschen Versuchsröhren ist aus Abb. 1 ganz schematisch ersichtlich: *K* ist die Kathode,

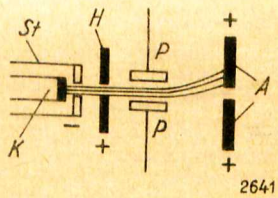


Abb. 1. Ältere deutsche Versuchsröhre mit Steuerung durch Stromverteilung

St der sogen. Striktionszylinder, der durch seine Vorspannung ein Zusammenschnüren der Elektronen zu einem scharfen Strahl zur Folge hat, *H* die Hilfsanode, *A* zwei Hauptanoden und *P* die beiden Steuerplatten. Die Steuerspannung wird an die beiden Platten *P* mit entgegengesetztem Vorzeichen gelegt; dadurch wird der Kathodenstrahl aus seiner Ruhelage, in der auf die beiden Anoden gleichviel Elektronen entfallen, mehr oder weniger abgelenkt und die Stromverteilung auf die beiden Anoden entsprechend geändert. Aus dieser Röhre wurde nun die dänische Renode gemäß Abb. 2 entwickelt, indem an Stelle der beiden Anoden einfach nur ein Anodenblech eingebaut wurde. Die Wirkungsweise ist hier die, daß der Elektronenstrahl entsprechend der an den Platten *P* liegenden elektrischen Spannung auseinandergezogen und ein Teil der Elektronen von den Steuerplatten aufgenommen wird. Dadurch tritt eine „Verarmung" des zur Anode übergehenden Strahles an Elektronen ein, und zwar genau im Rhythmus der Steuerspannung.

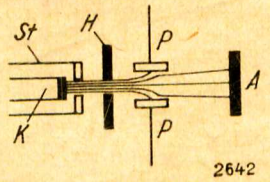


Abb. 2. Schema der Renode mit Steuerung durch „Stromübernahme" durch die Steuerplatten

Die in Deutschland seit mehr als zwei Jahren durchgeführten Versuchsarbeiten haben ergeben, daß einer Röhre nach dem Prinzip der Braunschen Röhre keine Möglichkeiten zu einer vorteilhaften Weiterentwicklung innewohnen; man hat jedoch neue Röhrenarten entwickelt, die weit aussichtsreicher erscheinen. Aber auch hierzu muß gesagt werden, daß diese neuen Röhren noch durchaus Laboratoriums-Zustand haben, und daß es noch Jahre dauern dürfte, bis sie eine praktische Bedeutung erlangen. Hier scheint sich eine vollkommen neue Richtung im Bau von Elektronenröhren zu erschließen, für die durch die umfangreichen elektronenoptischen Erkenntnisse, über die wir vom Bau der Braunschen Röhren her verfügen, wesentliche Vorarbeit geleistet wurde.

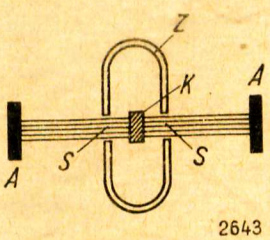


Abb. 3. Schema einer neuen deutschen Röhre mit Elektronenbündelung (Röhre mit Elektronenoptik)

Abb. 3 zeigt das Prinzip einer Röhre mit Elektronenbündelung. *K* ist hier die Kathode, um die ein Zylinder *Z* angeordnet ist, der bei *s* Längsschlitze besitzt. *A* sind die beiden Anoden. Die Anoden erhalten positive, der geschlitzte Zylinder bekommt negative Spannung gegenüber der Kathode. Die Elektronen gehen dann von der Kathode zu den Anoden in scharf begrenzten Bündeln über, und die Steuerung der Röhre erfolgt durch veränderliche Spannung am Zylinder *Z*. Dadurch ändert sich nur die Elektronendichte des Strahles, während die Form beibehalten wird. Man erzielt auf diese Weise Kennlinien ähnlich der Abb. 4,

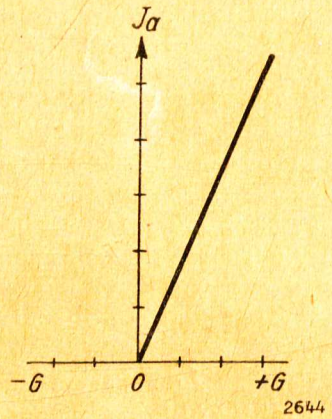


Abb. 4. Prinzipielle Kennlinie einer Verstärkerröhre mit Elektronenbündelung

die vollkommen geradlinig verlaufen, und zwar im positiven Gitterspannungsbereich (der Gitterstrom ist unschädlich, da er erst bei + 5 Volt einsetzt). Eine solche Kennlinie ist natürlich für Gleichrichtung und Verstärkung ideal. Außerdem ist es — im Gegensatz zu der Renode — nach diesem Prinzip möglich, Röhren zu bauen, die durchaus die gewohnten elektrischen Daten hinsichtlich Größe des Anodenstromes, Steilheit, Durchgriff usw. aufweisen; daneben zeigen sich aber viele neue Möglichkeiten, die z. B. in der starken Herabsetzung des inneren Röhrenwiderstandes bis auf etwa 200 Ohm liegen.

Ein neuer Weg in der Röhrentechnik wurde beschritten; er zeigt schon in seinen ersten Krümmungen überraschende Ausblicke. Es hat aber keinen Sinn, uns schon nach der ersten Steigung dieses Weges nach einem Ruheplatz umzusehen, d. h. praktisch verwertbare Konstruktionen zu schaffen; unsere Physiker müssen diesen Weg noch viel weiter aufwärts verfolgen, bis diese theoretischen Erkenntnisse auch der praktischen Röhrentechnik zugute kommen. Es ist aber gerade für den technisch interessierten Rundfunkhörer wertvoll, einmal einen solchen Ausblick in die zukünftige Entwicklung zu tun, und sei es nur, damit er die ausländischen Sensationsberichte über gewisse Erfindungen, über die unsere deutschen Physiker stillschweigend hinausgegangen sind, richtig beurteilen kann.

★

Wie man neueren Nachrichten aus Dänemark entnehmen kann, scheint die Renode im Empfängerbau vorerst keine Rolle zu spielen; das ist auch verständlich, wenn man sieht, daß diese Röhre eigentlich nur im Empfangsgleichrichter verwendet werden kann, daß also in einem beliebigen Rundfunkempfänger nur eine Röhre durch die Renode ersetzt werden kann, während in den übrigen Stufen Röhren bekannter Ausführung verwendet werden müssen. Betreibt man die Renode in einer für sie von der Herstellerfirma vorgeschriebenen Schaltung, so wird eine Steilheit der Arbeitskennlinie von nur 0,14 mA/V wirksam; die Renode bleibt also weit hinter den bekannten gittergesteuerten Röhren zurück. Ihre aussteuerbare Spannung ist mit etwa 1 Volt eff. ebenfalls viel zu klein, um auf sie unmittelbar die Endröhre folgen lassen und diese voll aussteuern zu können. Gewiß ermöglicht es die Röhre, in ganz bestimmten Spannungsbereichen sehr große Steilheiten zu erzielen; die Spannungen müssen dann aber auf 0,01 Volt genau eingehalten werden, was praktisch überhaupt nicht möglich ist. Tatsächlich geben die Hersteller die Betriebsvorschriften so, daß die Röhre weit ab von diesen kritischen, instabilen Bereichen arbeitet, und im übrigen sind solche instabilen Bereiche großer Steilheit seit längerer Zeit bekannt.

Die Renode stellt aber nicht das einzige neue Röhrenprinzip dar, von dem jetzt die Rede ist; auch aus Amerika kommen sensationelle Nachrichten, mit denen wir uns befassen müssen. Zworykin führte eine neue Röhre nach dem Prinzip der Sekundärelektronen-Verstärkung vor, mit der er eine 100-millionenfache Verstärkung erzielt. Diese neue Röhre ist vor allem für die Sendeseite des Fernsehens geeignet, wobei es darauf ankommt, außerordentlich kleine Spannungen wirksam und so zu verstärken, daß die Geräuschspannungen gegenüber der Nutzspannung klein bleiben. Das Prinzip besteht darin, daß durch Lichtstrahlen aus einer Photokathode Elektronen ausgelöst werden, die man jetzt auf eine zweite Elektrode lenkt, aus der sie Sekundärelektronen losschlagen. Diese Sekundärelektronen werden ebenfalls beschleunigt und auf eine dritte Elektrode gelenkt, aus der erneut Sekundärelektronen losgeschlagen werden. So wird die Verstärkung in der Röhre in mehreren Stufen durchgeführt, bis man am Ausgang der Röhre einen genügend großen durchmodulierten Elektronenstrom besitzt. Diese neue Röhre ist den bekannten Anordnungen dadurch überlegen, daß der Elektronenstrom am Eingang der Röhre, auch wenn er noch so klein ist (Zworykin berechnet für die erste Kathode einen Strom von 67 Elektronen), bereits hundertprozentig durchmoduliert ist, so daß das Elektronenrauschen keine Bedeutung erlangen kann. Bei der normalen Röhre ist es dagegen so, daß der Elektronenstrom in der ersten Verstärkerstufe nur ganz minimal durchmoduliert wird, so daß die Rauschspannungen leicht in der Größenordnung dieser Modulation liegen können. Die Röhre eignet sich deshalb überall dort, wo man mit sehr kleinen Eingangsspannungen rechnen muß, wie es ja beim Fernsehen der Fall ist. Für den normalen Rundfunkempfang hat diese Röhre dagegen vorerst keine Bedeutung, denn hierfür ist der Aufwand viel zu groß — man braucht Anodenspannungen von 1000 bis zu mehreren tausend Volt — und außerdem würde dann, wenn der zu verstärkende Vorgang die Elektronen nicht unmittelbar auslöst, sondern man eine selbständige, gleichmäßige Elektronenquelle einführt, das Verhältnis zwischen der Nutzspannung und der Geräuschspannung wieder ungünstiger werden.

Es scheint also doch nach allem, was man bei einer kritischen Prüfung der neuen Röhren-Vorschläge feststellen kann, keine Aussicht zu einer grundsätzlichen Umstellung unserer heutigen Röhrentechnik vorhanden zu sein. Einerseits scheinen mit den Neuerungen keine technischen Fortschritte verbunden zu sein — wie bei der Renode —, oder die Röhren sind für ein ganz bestimmtes Anwendungsgebiet geeignet, aber nicht universell anwendbar — wie die neue Zworykinsche Röhre. Man darf nicht vergessen, daß unsere heutige Röhrentechnik leistungsmäßig, konstruktiv und hinsichtlich der herstellungstechnischen Zuverlässigkeit eine so bedeutende Höhe erreicht hat, daß es jedes grundsätzlich neue Prinzip schwer hat, überhaupt erst einmal bis an die üblichen Röhreneigenschaften heranzukommen. Andererseits werden auch die bekannten gittergesteuerten Röhren laufend weiter verbessert — so neuerdings durch die Einführung der Kupferkathode —, so daß ein stetiger Fortschritt gesichert bleibt. Von den ersten praktischen Vorführungen eines neuen Röhrenprinzips bis zu seiner endgültigen Anwendung ist stets eine sehr zeitraubende Entwicklung notwendig, bei welcher sich meist erst die Hauptschwierigkeiten ergeben, so daß das mit großen Hoffnungen aufgenommene Röhrenprinzip sich nicht selten als undurchführbar erweist.

Zeichnungen vom Verfasser *Schw.*

Das Problem der Dynamik-Steigerung

Verstärker mit selbsttätig veränderlichem Verstärkungsgrad

In der technischen Entwicklung der Apparate für Funkempfang lassen sich die zeitlichen Fortschritte in gewisse Gruppen teilen. War man zuerst bestrebt, die Empfindlichkeit der Apparate zu steigern und ging man dann dazu über, die Qualität der Wiedergabe auf eine gute Höhe zu bringen, so folgte als besonders wichtiger Wendepunkt die Einführung des Empfängers mit Netzbetrieb. Dieser Schritt gab die Möglichkeit, größere Energiemengen nach Bedarf auszunutzen, so daß bei gleichzeitiger Entwicklung der Lautsprecher große Endleistungen auch in unverzerrter Wiedergabe möglich wurden. Als weitere Entwicklungsstufe der Empfangstechnik ist die Schaffung des Schwundausgleichs zu nennen, welche die Vollwertigkeit der Empfänger auf einen höheren Stand brachte.

Fragt man sich, in welcher Richtung sich nunmehr die technische Weiterentwicklung der Empfänger bewegen wird, so knüpft man am besten am kleinen Versuch an, den wohl jeder musikalische Hörer bereits mit seinem Rundfunkapparat gemacht hat, sofern dieser eine von Hand zu bedienende Lautstärkeregelung besitzt. Für einen musikalischen Hörer ist es ein leichtes, den Takt der Bewegung dieses Regelknopfes so zu bemessen, daß die mit „fortissimo" wiederzugebenden Stellen der Musik wirklich mit der Höchstleistung des Apparats herauskommen, während die „piano"-Stellen durch Rückregelung auf ein wirkliches „piano" herabgesetzt werden. Es ist erstaunlich, wie man bei Kenntnis eines bestimmten Musikstückes die „Dynamik", die der Empfänger hergibt, so gänzlich verändern und dem Ohr als außergewöhnlich schöne Darbietung nutzbar machen kann. Ein Hörerkreis, der einen derart regulierten Empfänger vernimmt, wird über die prachtvolle Wiedergabe der Rundfunkdarbietungen erstaunt sein. Somit wird die nächste technische Neuheit des Funkempfängers die „Dynamiksteigerung" sein.

Es ist ja auch begreiflich, daß die Steigerung der Dynamik am Empfänger die wirkliche Güte der gehörten Musik außerordentlich verbessern muß. Unsere Mikrophone und unsere Verstärker sind ja zunächst nicht in der Lage, große Unterschiede der Klangstärke bei der Aufnahme richtig wiederzugeben. Die Dynamik eines Musikstückes wird durch diese Unvollkommenheit der Übertragungsmittel stark verflacht, da man gezwungen ist, auf der Senderseite eine gewisse „Verdichtung" der Musik am besten nach einer bestimmten Gesetzmäßigkeit vorzunehmen. Es wird nun eine besonders wichtige Aufgabe der Rundfunkindustrie sein, die Qualität der Empfänger weiterhin in dem Sinne zu steigern, daß Vorrichtungen eingebaut werden, die zur automatischen Regelung der Dynamik Verwendung finden können. Wenn auch der oben angeführte Versuch für musikalische Hörer immer zu einer gewissen Befriedigung bei seiner Durchführung führen wird, so ersetzt doch die automatische Regelung ebenso beim Schwundausgleich die ständige Betätigung und macht die dabei notwendige Aufmerksamkeit überflüssig.

Für eine automatische Durchführung der Dynamikregelung wird man aus praktischen Gründen gern davon ausgehen, eine Regelspannung als Gleichspannung aus dem vom Apparat hergegebenen Tonwechselstrom zu gewinnen. Diese Regelspannung kann dazu ausgenutzt werden, in verschiedenster Weise die Verstärkung des Apparates je nach der gewünschten Tonstärke zu erweitern. Man wird hierzu zweckmäßig eine logarithmisch verlaufende Ausdehnung der Klangstärke herbeiführen.

Als mögliche Regelungseinrichtungen seien hier nur erwähnt: Änderung des Verstärkungsgrades einer oder mehrerer Röhren innerhalb des Empfängers, bewirkt durch die erwähnte Regelspannung. Verwendung einer veränderlichen Kopplung, eingestellt wiederum durch die Regelspannung. Verwendung abgeänderter magnetischer Übertragereigenschaften, und endlich Energieabsorption innerhalb von Verstärkerstufen, deren Größe wiederum durch die Regelspannung bestimmt wird. Man erkennt aus dieser Aufzählung, daß dem Funktechniker eine große Anzahl von Möglichkeiten für die Lösung des wichtigen Problems zur Verfügung stehen. Welche davon man ausnutzen will, wird von der Art des Apparates und dem augenblicklich einzusetzenden Aufwand abhängig sein.

Aber nicht nur für den Rundfunkempfänger ist die Dynamikerweiterung von Wichtigkeit. Auch der Tonfilm bedarf ihrer, um die Schönheit der Wiedergabe den natürlichen Klangstärken anzupassen. Er benötigt eine Apparatur, die von denselben Grundsätzen ausgeht. Hier wird eine Zusatzapparatur vermutlich die besten Dienste leisten, die erst dann ihre Energie auslöst, wenn die Regelspannung die Wiedergabe großer Lautstärken verlangt. Auf diese Weise ist auch eine sparsame Ausnutzung der jeweilig benutzten Verstärker möglich.

Die nachfolgende Arbeit beschäftigt sich ausführlich mit diesem Problem der Dynamikregelung. Sie beleuchtet die einzelnen Teilaufgaben und führt dem Leser die wichtigsten Punkte, die bei der Lösung beachtet werden müssen, vor Augen. Es ist zu erwarten, daß diese Arbeit dazu beiträgt, die praktische Durchführung der Dynamikerweiterung in baldiger Zeit an vielen Stellen anzuregen und zu fördern.

G. Leithäuser

*

Von einer veränderlichen Verstärkung macht man im Empfängerbau seit langem Gebrauch, um damit einen Schwundausgleich durchzuführen; in Abhängigkeit von der Hochfrequenzspannung am Eingang des Empfängers wird die Hochfrequenzverstärkung verändert. Da die Schaltung so gewählt wird, daß einer zunehmenden Spannung eine abnehmende Verstärkung entspricht, wird erreicht, daß die dem Niederfrequenzteil zugeführte Spannung sehr viel weniger schwankt, als die hochfrequente Eingangsspannung. Mit Hilfe eigens dafür entwickelter Röhren und neuzeitlicher Schaltungen gelingt es heute, Hochfrequenzunterschiede von 1 : 100 000 auf Unterschiede der dem Niederfrequenzteil zugeführten Spannungen von nur 1 : 4 zu regeln. Ein bestimmter kleiner Unterschied in den abgegebenen Spannungen muß verbleiben, da die Schaltungen sonst zu Unstabilität und Pendelung neigen würden. Der noch verbleibende Unterschied ist aber bedeutungslos, da die Eingangsspannungen praktisch sehr viel geringere Unterschiede als 1 : 100 000 aufweisen.

In der vorliegenden Abhandlung soll aber von einer ganz anderen Art der veränderlichen Verstärkung gesprochen werden: Für besondere Zwecke sind neuerdings Niederfrequenzverstärker entwickelt worden, deren Verstärkung sich selbsttätig in Abhängigkeit von der jeweiligen Niederfrequenzamplitude ändert. Daß ein Niederfrequenzverstärker einen von Hand zu betätigenden Lautstärkeregler besitzt, ist heute eine Selbstverständlichkeit. Eine Einrichtung dagegen, die selbsttätig und stetig in bestimmter Weise sozusagen einen Lautstärkeregler dreht, ist dagegen neu. Es gibt zwei Möglichkeiten dieser selbsttätigen Regelung der Niederfrequenzverstärkung: 1. Die Verstärkung wird mit zunehmender Amplitude herunter-

geregelt, oder 2. sie wird mit zunehmender Amplitude heraufgeregelt. Beide Arten finden ihre Anwendung. Die erstere Art ergibt eine Verringerung, die letztere eine Vergrößerung der „Dynamik", wobei man unter „Dynamik" das Verhältnis von kleinster zu größter Lautstärke versteht. Man hat versucht, das Wort „Dynamik" mit „Wucht" zu verdeutschen und spricht dann von „Wuchtsteigern" oder „Wuchtverringerern". Während man im bisherigen Verstärkerbau auf streng lineare Amplitudenabhängigkeit bedacht war, führt man damit bewußt ein nichtlineares Verhalten ein. Das Besondere dabei ist aber, daß dies mit einer gewissen Trägheit erfolgt, so daß die Kurvenform der zu verstärkenden Spannungen nicht verzerrt wird, sondern nur die Amplituden entsprechend der verschiedenen Verstärkung verschieden groß werden. Hierin liegt aber die große Schwierigkeit des Problems: Die Verstärkungsregelung muß mit einer gewissen Trägheit ausgeführt werden. Ist diese zu klein, so wird, insbesondere bei tiefen Frequenzen, die zu verstärkende Spannung verzerrt. Ist sie zu groß, so erfüllt sie nicht ihre Aufgabe. Bei der Verstärkungsregelung zum Zwecke des Schwundausgleichs hat man die Verstärkung von Frequenzen in der Größenordnung von 1 000 000 Hz zu ändern, wobei die Periode der Schwunderscheinungen in der Größenordnung von 1 Hz liegt. Bei den amplitudenabhängigen Niederfrequenzverstärkern müssen, wenn sie allen Anforderungen gerecht werden sollen, Frequenzen von 30 bis 10 000 Hz verstärkt werden, während die Periode der Lautstärkeänderungen bis zu etwa 30 Hz erreichen kann.

Alle Schaltungen zur Verstärkungsregelung sind im Prinzip so aufgebaut, daß die zu verstärkende Spannung an einer Stelle großer Amplitude gleichgerichtet und die entstehende veränderliche Gleichspannung einer Stelle mit kleiner Amplitude zugeleitet wird. Wenn die Periode der veränderlichen Gleichspannung sich, wie im Falle der Schwundausgleich-Schaltungen, von der zu verstärkenden Frequenz um mehrere Größenordnungen unterscheidet, so ist es leicht, eine rückkopplungs- und verzerrungsfreie Schaltung und Bemessung zu finden. Kommen beide aber, wie im Fall der amplitudenabhängigen Niederfrequenzverstärker, in dieselbe Größenordnung, so gelingt die Erzielung von Rückkopplungs- und Verzerrungsfreiheit nur durch besondere Schaltungstricks und sehr sorgfältige Bemessung aller beteiligten Schaltelemente.

Welche Vorteile ergeben nun amplitudenabhängige Niederfrequenzverstärker, und wo finden sie ihre Anwendung? Die natürliche Dynamik von Musik, Sprache und Geräuschen, also der Unterschied zwischen größten und kleinsten Amplituden, ist sehr groß. Die Schalldruckamplitude eines Kanonenschusses unterscheidet sich von der des leisesten eben noch hörbaren Raschelns eines Blattes im Luftzug etwa wie 1 000 000 zu 1. Die elektrischen Übertragungsmittel erlauben bei dem zur Zeit erreichten Stand der Technik noch nicht die Übertragung einer so großen Dynamik. Es wäre wahrscheinlich auch gar nicht erwünscht, die natürliche Dynamik bei der Übertragung beizubehalten. Die Übertragungsmittel bedingen eine sehr viel engere Begrenzung der an sich möglichen Dynamik. Die obere Grenze, also die höchst zulässige Amplitude, ist in den Verstärkern durch die auftretenden Verzerrungen, bei den Rundfunksendern durch die auftretenden Störungen der Nachbarwellen, beim Schallplattenschneiden durch die Gefahr des Rillenüberschneidens auf Leitungen durch das auftretende Übersprechen auf Nachbarleitungen sehr genau festgelegt. Die untere Grenze, also die kleinst zulässige Amplitude, ist durch die bei allen Übertragungsmitteln auftretenden Grundgeräusche (bei Rundfunk sind es Störgeräusche und Netzbrummen, bei Tonfilm und Schallplatte Film- bzw. Nadelrauschen, bei Leitungen Fremdgeräusche) festgelegt.

Bei allen Übertragungsarten wird eine ungefähr gleiche Dynamik von etwa 100 : 1 für zulässig erachtet. Man muß deshalb dafür sorgen, daß durch eine entsprechende Bedienung der Lautstärkeregler unmittelbar hinter dem Mikrophon die „natürliche" Dynamik auf die „zulässige" verringert wird. Diese Regeltätigkeit wird von besonders geschultem Personal ausgeübt, und es ist für die künstlerische Wirkung einer Aufführung entscheidend, daß die technischen Möglichkeiten voll ausgenutzt werden, ohne daß eine „Über-" oder „Untersteuerung" eintritt. Im Tonfilm wird diese Tätigkeit für so wichtig gehalten, daß bekanntlich immer der Name des für den Ton verantwortlichen Mannes genannt wird. Die Regeltätigkeit ist aber durch die Ausübung von Menschenhand stark subjektiv beeinflußt, was zweifellos als nachteilig angesehen werden muß. Man ist deshalb schon seit längerer Zeit bemüht, eine selbsttätige Einrichtung zu entwickeln, die diese Regeltätigkeit in sehr viel vollkommenerer und objektiverer Weise ausführen kann. Das Ziel ist, alle durch ihre Zwischenschaltung möglichen Fehler und Verzerrungen zu vermeiden. Eine solche selbsttätige Einrichtung auf der Aufnahmeseite, also unmittelbar hinter dem Mikrophon, fordert dann natürlich dazu heraus, eine genau umgekehrt wirkende Einrichtung auf der Wiedergabeseite, also unmittelbar vor dem Lautsprecher, zu verwenden, die bewirkt, die ursprüngliche natürliche Dynamik wieder herzustellen.

Das ist aber — und das geht aus den obigen Ausführungen doch wohl genügend deutlich hervor — nur dann sinnvoll, wenn auf der Aufnahmeseite schon mit der selbsttätigen Einrichtung gearbeitet wird. Vorläufig wird aber im Rundfunk und im Tonfilm, und — bis auf eine Ausnahme — auch bei den Schallplattenherstellern noch immer von Hand reguliert. Dabei kann dann nur durch sinngemäße Regelung von Hand auf der Wiedergabeseite eine Steigerung der Dynamik versucht werden. Daß eine Steigerung der Dynamik eine erhebliche Verbesserung der Eindrucksfähigkeit der Musik ergibt, wird bei einem Versuch in diesem Sinne sofort klar. Man kann sogar sagen, daß die Beschränkung der Dynamik zur Zeit der störendste Einfluß in allen elektroakustischen Verfahren ist, nachdem man durch die Erforschung der meisten Teilprobleme gelernt hat, ein genügend breites Frequenzband zu übertragen und die Verzerrungen genügend klein zu halten. Dabei ist es allerdings noch fraglich, ob es erwünscht ist, im Wohnzimmer eines Rundfunkhörers die volle Dynamik eines Orchesters, wie sie sich im Konzertsaal auswirkt, zur Verfügung zu haben. Aber jedenfalls zeigen die Verstärker mit selbsttätig veränderlichem Verstärkungsgrad Wege zur Vergrößerung der Dynamik und damit zur Verbesserung der Wiederabgabewirkung.

Die bisher entwickelten Verstärker dieser Art scheinen bezüglich Frequenzkurve, Verzerrungen und Betriebssicherheit noch nicht die allerkritischsten Anforderungen zu erfüllen; immerhin zeigen sie schon, daß sehr viel auf diesem Gebiet zu erwarten sein wird. Wenn wir einen Überblick über die möglichen Schaltungen geben wollen, so müssen wir zunächst vorausschicken, daß für diese Verstärkerart die Namen Kompressor- bzw. Expander-Verstärker eingeführt wurden, je nachdem, ob darin die Dynamik komprimiert oder expandiert wird. Für die Arbeitsweise der Schaltungen ist der Unterschied zwischen beiden Funktionen meist belanglos, da bei beinahe allen Schaltungen ein Umpolen der Regelspannung aus dem Kompressor einen Expander und umgekehrt macht.

Das Prinzip der Schaltungen soll an Hand der schematischen Darstellung der Abb. 1 erläutert werden. Eine Fünfpol-Regelröhre wird zur Niederfrequenzverstärkung benutzt. Die Eingangsspannung wird dem Steuergitter über einen Transformator zugeführt. Im Anodenkreis liegt ein Hochohmwiderstand, an dem die verstärkte Spannung auftritt. Zur Erzielung einer genügend großen Verstärkung

muß dieser Widerstand verhältnismäßig groß sein. Die Ausgangsspannung kann von ihm über einen Transformator abgenommen werden. Die Verstärkung der Anordnung hängt, da eine Regelröhre verwendet wird, von der zwischen O und $-G$ angelegten Gittervorspannung ab. Werden die im Verstärker auftretenden Wechselspannungen gleichgerichtet und wird die entstehende, von der Amplitude abhängige Gleichspannung als Gittervorspannung benutzt, so ergibt sich die gewünschte amplitudenabhängige Verstärkung. Die erforderliche Trägheit der Regelung (Zeitkonstante) ergibt sich beispielsweise durch einen im Gitterkreis liegenden Kondensator, der seine Spannungen über einen Hochohmwiderstand zugeleitet bekommt. Arbeitet man im Ruhezustand mit geringer negativer Vorspannung und läßt die gleichgerichtete Wechselspannung zusätzlich in negativer Richtung wirken, so entsteht ein Kompressorverstärker. Umgekehrt ergeben hohe negative Vorspannung und in positiver Richtung wirkende Zusatzspannung einen Expander. Die Größenordnung der Wechselspannungen im Gitterkreis muß, damit durch den exponentiellen Verlauf der Kennlinien keine Verzerrungen verursacht werden, einige Millivolt betragen. Die Größenordnung der zur Regelung benötigten Spannungen beträgt dagegen einige Volt. Damit ergeben sich für die Gesamtschaltung zwei prinzipiell verschiedene Wege:

1. Parallel zu den Eingangsklemmen des zu regulierenden Verstärkers wird ein zweiter Verstärker mit konstantem Verstärkungsgrad geschaltet. Die von diesem verstärkten

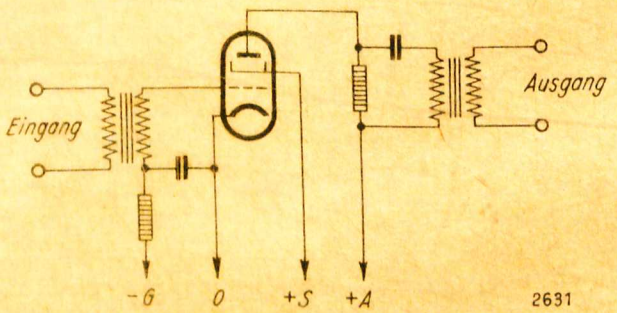


Abb. 1. Grundschaltung einer geregelten Verstärkerstufe

Wechselspannungen werden gleichgerichtet und zur Verstärkungsregelung des ersten Verstärkers verwendet.

2. Vom Ausgangskreis des zu regelnden Verstärkers wird ein passender Spannungsanteil abgenommen, gleichgerichtet und zur Regelung verwendet. Der letztere Weg spart Verstärkerröhren, bedingt aber ungünstigere Eigenschaften. Die Rückkopplungsgefahr macht es notwendig, daß die tiefste vom Verstärker übertragene Frequenz einen verhältnismäßig großen Abstand von der durch die notwendige Zeitkonstante bedingten schnellsten Regelfrequenz hat. Außerdem sind bei den beiden Wegen die am Gleichrichter wirksamen Amplitudenverhältnisse verschieden, was für den letzteren Weg für den Fall des Kompressors günstig, für den Expander aber ungünstig ist.

Die Schaltungen der Abb. 2 und 3 sind Beispiele für die beiden angegebenen Wege. Das nähere Studium des Verhaltens dieser Schaltungen ergibt vier besonders kritische Einzelprobleme:

a) Eine im Gitterkreis angelegte Regelspannung gibt außer der beabsichtigten Verstärkungsänderung eine Verschiebung der Gleichspannungsverteilung im Anodenkreis. Eine plötzlich angelegte Regelspannung bedeutet einen plötzlich anderen Anodenstrom und damit eine erhebliche Änderung der an dem Anodenwiderstand auftretenden Gleichspannung. Steile Spannungsfronten wirken sich aber aus wie eine sinusförmige Front tiefer Frequenz mit einer großen Zahl von Oberwellen. Bei einem solchen Verstärker ist also jede Regelung mit einer Art Knackgeräusch verbunden. Es muß also dafür gesorgt werden, daß diese Gleichspannungsänderungen möglichst klein und möglichst unschädlich gemacht werden. Wenn es gelingen würde, das Ansteigen und Abfallen der Regelspannung sinusförmig mit niedriger Frequenz erfolgen zu lassen (die Aufladung eines Kondensators über einen Widerstand erfolgt aber leider nach einer exponentiellen Kurve), so würde diese Aufgabe besonders einfach. Da dies aber noch nicht gelingt, müssen die im folgenden angegebenen Wege genügen, obwohl sie nur eine Verringerung, nicht eine völlige Behebung des störenden Einflusses ergeben.

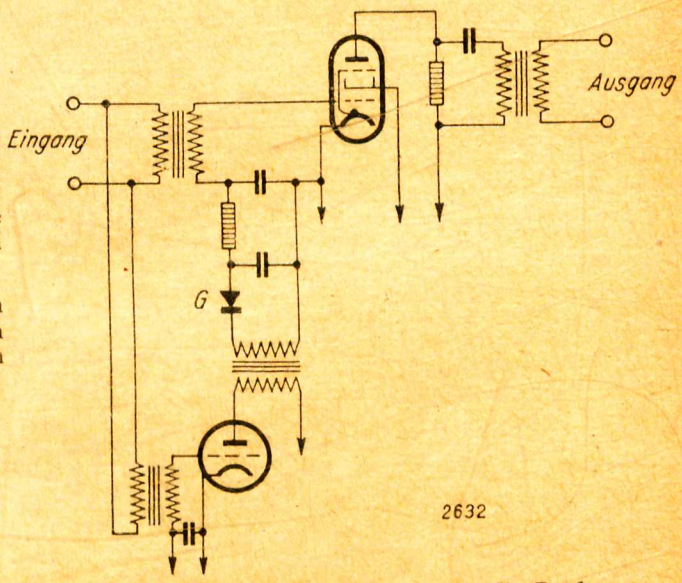


Abb. 2. Regelschaltung mit Verstärker für die Regelspannung

b) Die Zeitkonstante der Regelung soll so gewählt werden, daß auch sehr schnelle Amplitudenunterschiede noch richtig erfaßt werden, daß aber trotzdem die tiefsten durchzulassenden Frequenzen von der Regelung noch nicht in ihrer Kurvenform beeinträchtigt werden. Entsprechend den akustischen Vorgängen, die ein sehr schnelles Anwachsen, aber ein nur langsames Zurückgehen der Amplituden bedingen, erscheint es angemessen, die Zeitkonstanten der Regelung für Anschwellen und Ausklingen verschieden zu

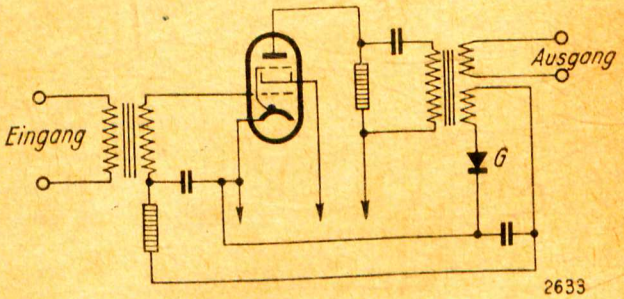


Abb. 3. Regelschaltung ohne zusätzlichen Verstärker

bemessen. Damit kann dann trotz genügend schnelle Regelung eine unverzerrte Übertragung auch sehr tiefe Frequenzen erreicht werden.

c) Das Eingreifen der Regelspannung darf nicht s erfolgen, daß der Regelvorgang allein von der Amplitud der Eingangsspannung abhängt. An dieser Stelle muß d für verschiedene Frequenzen auch verschieden große Em findlichkeit des Ohres berücksichtigt werden. Eine vo

einem Künstler mit völlig gleichbleibender Lautstärke gespielte Tonleiter entspricht gemäß der verschieden großen Ohrempfindlichkeit bei den verschiedenen Tönen sehr unterschiedlichen Amplituden. Eine nur von den Amplituden abhängige Lautstärkeregelung würde also aus der mit gleicher Lautstärke gespielten Tonleiter ein Crescendo oder Diminuendo machen. Nur durch Berücksichtigung der verschieden großen Ohrempfindlichkeit (entsprechend den sogenannten „Kingsburry-Kurven") kann der Fehler vermieden werden.

d) Die Kompression bzw. Expansion muß möglichst gleichmäßig über den ganzen Lautstärkebereich verteilt werden, da auf diese Weise bei gleicher Gesamt-Dynamikänderung die Fehler zwischen Lautstärken, die wenig von einander verschieden sind, ein Minimum werden. Zur Veranschaulichung sind in Abb. 4 und 5 zwei Beispiele von „Durchgangsbildern" einer aus einem Kompressor und einem Expander bestehenden Anordnung gezeichnet. Die Art der Darstellung ist ungewohnt, muß also kurz erläutert werden. Auf der in Abb. 4 links gezeichneten senkrechten Geraden ist in logarithmischem Maßstab eine Lautstärkeskala aufgetragen, wobei die größte zu erwartende Lautstärke als 100 %, kleinere mit 50, 20, 10, 5, 2, 1 % bezeichnet sind. Die Prozentzahlen geben ihr gegenseitiges Verhältnis an. Das Einschalten eines Kompressors bedeutet eine Verschiebung der Lautstärkeverhältnisse. Auf einer parallel zur ersten gezeichneten Geraden kann nun aufgetragen werden, welche neuen Lautstärkewerte den bisherigen 50 . . . 1 % nach der Kompression entsprechen, wobei wieder die größte zu erwartende Lautstärke mit 100 % bezeichnet wird. Man sieht, daß aus 50 % Lautstärke etwa 70 % werden (= × 1,4), aus 20 werden 40 (= × 2,0), aus 10 werden 20 (= × 2,0), aus 1 werden 2 (= × 2,0). Der Expander stellt dann wieder die ursprünglichen Lautstärkeverhältnisse her, was auf der dritten senkrechten Geraden aufgetragen ist. Es fällt aber auf, daß aus 20 : 100 %, also 1 : 5 Dynamik, 40 : 100 %, also 1 : 2,5 wird, während

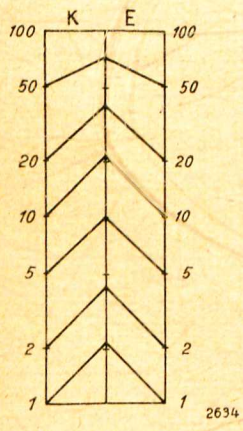


Abb. 4. Durchgangsbild I

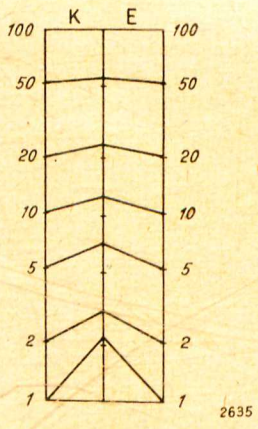


Abb. 5. Durchgangsbild II

bei 1 : 10 % nach der Kompression 2 : 20 % werden, also dasselbe dynamische Verhältnis bestehen bleibt. Die Kompression ist also nur bei großen Amplituden wirksam und verursacht eine ziemlich starke Fälschung im Verhältnis von nahe zusammenliegenden Lautstärken (schnell zunehmender Multiplikationsfaktor).

Günstiger sind die Verhältnisse bei der Kompression und Expansion nach Abb. 5. Aus 50 % werden 55 % (= × 1,1), aus 20 werden 25 (= × 1,25), aus 10 werden 15 (= × 1,5), aus 2 werden 3,5 (= × 1,75) und schließlich aus 1 werden 2 (= × 2,0). Die Gesamtkompression ist also ebensogroß wie bei Abb. 4, da sie aber gleichmäßig über den ganzen Bereich verteilt ist (langsam zunehmender Multiplikationsfaktor), werden die Fehler im Verhältnis von nahe zusammenliegenden Lautstärken sehr klein. Erreicht wird die gleichmäßige Verteilung durch ein schon bei ganz kleinen Amplituden beginnendes Einsetzen der die Verstärkungsänderung ergebenden Regelspannung. Das bedeutet, daß der die Regelspannung liefernde Gleichrichter über einen Bereich von mindestens 1 : 100 linear arbeiten muß, um schon bei kleinsten Amplituden eine ausreichende Regelspannung liefern zu können.

Versucht man nun, mit diesen vier besonders kritischen Einzelproblemen fertig zu werden, so ergibt sich eine Schaltung nach Abb. 6. Das Problem a) ist durch die Gegentaktschaltung in der Regelstufe und durch Verwendung von

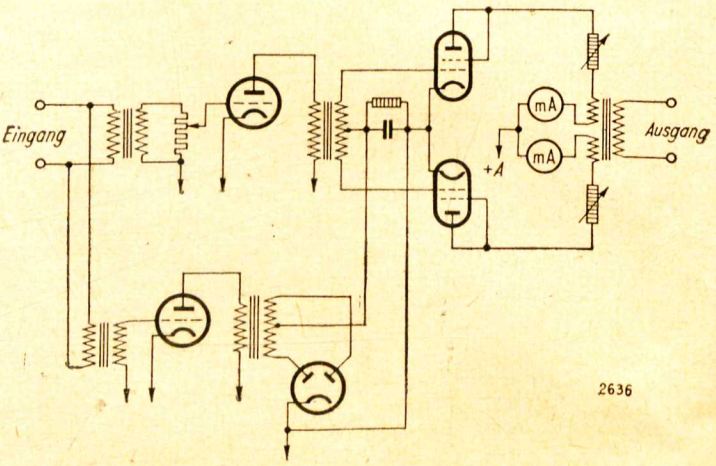


Abb. 6. Schaltung für selbsttätig veränderliche Niederfrequenzverstärkung

Regelröhren mit niedrigem, innerem Widerstand (gewöhnliche Regelröhre, bei der Schirmgitter und Anode zusammengeschaltet wurden) einigermaßen gelöst. Wenn man aber die Gleichspannungsstöße völlig unschädlich machen will, so ergeben sich außerordentlich scharfe Forderungen bezüglich der Symmetrie der Gesamtschaltung; für die Röhren ergibt sich noch die besondere Schwierigkeit, daß die unbedingte Symmetrie sich auf einen großen Kennlinienbereich erstrecken sollte. Mit den bisher zur Verfügung stehenden Röhrentypen kann das auch bei sorgfältiger Auswahl kaum erreicht werden. Für den Ruhezustand kann sie durch die in der Schaltung enthaltenen Symmetriermittel eingestellt werden. Vielleicht werden einmal Spezialröhren entwickelt werden müssen, die gerade im Hinblick auf die hier notwendige gute Symmetrie genügend enge Toleranzen haben.

Das Problem b) ist dadurch gelöst, daß der Gitterkondensator, an dem die Regelspannung wirksam ist, über den sehr kleinen inneren Widerstand der Gleichrichterröhre aufgeladen und über einen größeren Hochohmwiderstand langsamer entladen wird. Die Anordnung einer Entkopplungsstufe zwischen Eingang und Regelstufe ergibt die notwendige Rückkopplungsfreiheit.

Das Problem c) kann dadurch gelöst werden, daß die Verstärkerstufe vor der Gleichrichterröhre mit entsprechendem Frequenzgang ausgeführt wird.

Das Problem d) ist dadurch gelöst, daß die Gleichrichtung in einer Doppel-Zweipolröhre erfolgt und diese mit so großen Amplituden betrieben wird, daß sie über den ganzen gewünschten Bereich genügend linear gleichrichtet. Mit anderen Gleichrichterarten wäre diese Anforderung nicht zu erfüllen. Die Vollweggleichrichtung der Sprechfrequenzen ist notwendig, da sich positive und negative Halbwellen

häufig beträchtlich unterscheiden. Der jeweils einzustellende Verstärkungsgrad muß sich nach der jeweils stärkeren Halbwelle richten, was bei der gewählten Schaltung auch der Fall ist.

Damit steht also eine Regelverstärkerschaltung zur Verfügung, durch die schon recht weitgehende Anforderungen an richtiges Verhalten ohne Verzerrungen erfüllt werden können. Wie schon erwähnt, liegt die einzige noch bestehende Schwierigkeit in der Notwendigkeit, für die Gegentaktregelstufe zwei Röhren mit über einen großen Bereich völlig übereinstimmenden Kennlinien zu benutzen. Die in Abb. 6 gekennzeichnete Polarität der Regelspannung ergibt Kompressor-Wirkung. Ein Umpolen der beiden vom Kreis der

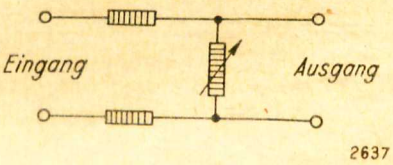


Abb. 7. Grundlegende Regelschaltung

Gleichrichterröhre kommenden Leitungen unter Einschaltung einer zusätzlichen festen negativen Gittervorspannung ergibt Expander-Wirkung.

Die bisher beschriebenen Anordnungen beruhten sämtlich auf der Ausnutzung der Verstärkungs-Regelmöglichkeiten bei Regelröhren. Es gibt aber noch andere Arten der Regelung, die vielleicht bei kurzer Betrachtung völlig verschiedenartig erscheinen. Die nähere Prüfung ergibt aber, daß dabei dieselben Einzelprobleme auftreten, daß sie also sehr eng mit den bereits erläuterten Schaltungen verwandt sind. Bei ihrem Entwurf ist man von der elementarsten, in Abb. 7 gezeichneten Regelschaltung ausgegangen. In symmetrischer Anordnung liegen zwischen den Eingangsklemmen zwei feste und ein veränderlicher Widerstand in Reihe. Die Ausgangsspannung wird parallel zu dem veränderlichen Widerstand abgenommen. Für eine selbsttätige Regelverstärkerschaltung kann der veränderliche Widerstand aus dem inneren Widerstand einer Röhre bestehen, der durch Änderung der Gittervorspannung beeinflußt werden kann. Auch dabei erweist

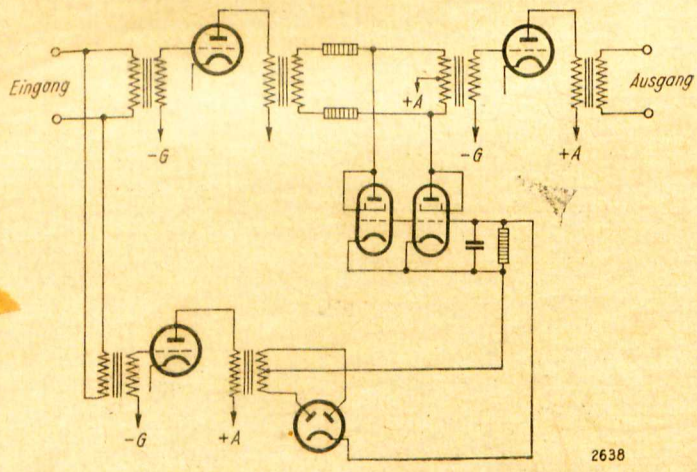


Abb. 8. Regelverstärkerschaltung in Anlehnung an Abb. 7

sich dann ein symmetrischer Schaltungsaufbau als notwendig. Dies führt zu der in Abb. 8 gezeichneten Schaltung. Die Längswiderstände der Regelschaltung sind als solche darin sofort zu erkennen. Der veränderliche Querwiderstand wird durch die beiden symmetrisch angeordneten Regelröhren gebildet. Die Schaltung entspricht nicht nur bezüglich der bei ihr auftretenden Einzelprobleme, sondern auch bezüglich der bei ihr erreichbaren Eigenschaften und bezüglich der auftretenden Schwierigkeit ziemlich genau der bereits behandelten Schaltung der Abb. 6.

Schließlich gibt es noch eine dritte Bauart für Regelverstärker; sie beruht ebenso wie die zweite auf einem unveränderlichen Widerstand. Dieser ergibt aber die veränderliche Verstärkung nicht nach dem in Abb. 7 dargestellten Prinzip, sondern dadurch, daß er als Anodenwiderstand einer Widerstandsverstärkerstufe verwendet wird. Die für das Gitter einer zweiten Verstärkerstufe verfügbare Spannung hängt bekanntlich von der Größe des Anodenwiderstandes ihrer Vorstufe ab. Bei entsprechender Bemessung kann erreicht werden, daß die Verstärkung proportional diesem Widerstand wird. Als veränderlicher Widerstand kann eine aus Kupferoxydul-Gleichrichterzellen bestehende Brückenschaltung verwendet werden. Der Widerstand zwischen zwei gegenüberliegenden Punkten der Brückenschaltung ist von der zwischen den zwei anderen gegenüberliegenden Punkten angelegten Gleichspannung abhängig. Die bei der Besprechung der Abb. 6 gemachte Feststellung, daß nur mit Doppel-Zweipolröhren eine lineare Gleichrichtung auf einem

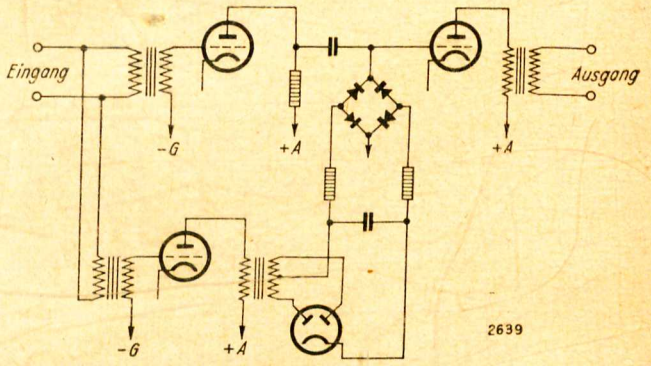


Abb. 9. Regelverstärkerschaltung mit Trockengleichrichter-Anordnung

Bereich von 1 : 100 möglich ist, bedeutet keinen Einwand, in dieser Schaltung Kupferoxydul-Gleichrichterzellen zu verwenden. Die vollständige Schaltung für diese Bauart eines Regelverstärkers ist in Abb. 9 gezeichnet. Wie daraus hervorgeht, erfolgt die Gleichrichtung ja auch bei dieser Schaltung in einer Zweipolröhre. Bei den Gleichrichterzellen wird nur ihre Eigenschaft der Widerstandsänderung ausgenutzt; der dafür erforderliche Bereich umfaßt höchstens 1 : 10. Auch diese Bauart entspricht in ihren Eigenschaften der zuerst beschriebenen. An Stelle der schwierig zu erreichenden zwei Röhren mit genügend gleichen Eigenschaften tritt hier die Forderung nach vier Gleichrichterzellen, deren Widerstands-Amplitudenabhängigkeit außerordentlich genau übereinstimmen muß.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Es lassen sich Kompressor- und Expander-Verstärker mit verschiedenen Schaltarten aufbauen. Wenn auch schon recht günstige Eigenschaften erreicht werden können, so sind doch noch nicht alle dabei auftretenden Schwierigkeiten restlos gelöst. Wenn man vollends gelernt haben wird, mit diesen letzten Schwierigkeiten fertig zu werden, so werden auf der Mikrophonseite bei Rundfunk, Tonfilm und Schallplatte sicher Kompressorverstärker Verwendung finden. Dann wird eine Anwendung von Expanderverstärkern auf der Wiedergabeseite eine erhebliche Erweiterung des zur Zeit üblichen Dynamikbereichs, also eine Steigerung der Eindrucksfähigkeit von Musik und Sprache, ergeben. Es wird damit ein weiterer wichtiger Schritt in der Entwicklung zu möglichst natürlicher, unverfälschter Übertragung getan sein.

Zeichnungen vom Verfasser *Heinz Lamparter*

Hochfrequente Elektronentanzschwingungen

Von
Hans Klinger

Die systematische Erforschung des Ultrakurzwellengebietes hat in neuester Zeit zur praktischen Anwendung der Dezimeterwellen geführt. Zwar kannte man bereits schon länger die Wege, um Mikrowellen herzustellen, aber die erzielten Leistungen waren zu gering, um die Dezimeterwellen der Praxis zu übergeben. Erst neuere Forschungen haben zum Bau von Dezimeterwellensendern brauchbarer Leistung geführt.

Ultrakurzwellen unter 1 m Wellenlänge werden heute in der Regel mit dem Habann-Generator erzeugt. Verfasser stellte aber mit der Telefunkenröhre RV 218 in der Sendeschaltung nach Barkhausen Versuche an, über die hier berichtet werden soll. Die Untersuchungen sollten zeigen, wieweit es möglich ist, mit dieser Röhre Dezimeterwellen zu erzeugen. Ein anschauliches Bild der Elektronenfrequenz im Rohr vermittelt die graphische Darstellung Abb. I, in der die Abhängigkeit der Wellenlänge der erzeugten Schwingung vom Gitterpotential aufgetragen ist.

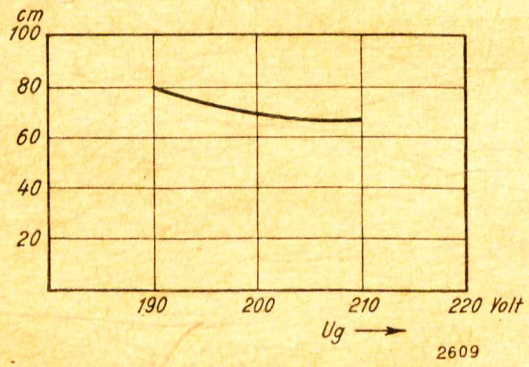


Abb. 1. Abhängigkeit der Elektronenfrequenz in der RV 218 vom Gitterpotential. U_a = — 2,5 Volt

Die Darstellung zeigt, daß die Schwingungen bereits bei 66 Zentimeter Wellenlänge aussetzen und auch nach Steigerung der Gitterspannung nicht mehr einsetzen. Hier macht sich bereits die Unsymetrie im Elektrodenaufbau der RV 218 bemerkbar. Um nun die Frequenz zu steigern, wurde die Röhre der Einwirkung eines kräftigen Magnetfeldes ausgesetzt, das zur Folge hatte, daß die sogenannte virtuelle Kathode, d. h. ein Staugebiet von Elektronen kurz vor der Anode (Bremselektrode), in ihrer

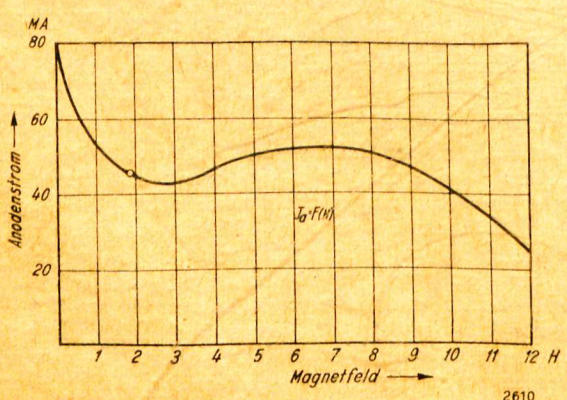


Abb. 2. Abhängigkeit des Anodenstromes vom Magnetfeld

Dichtigkeit verändert bzw. zur Anode fortbewegt wurde. Der Einfluß des Magnetfeldes auf die Elektronen ist aus der fallenden Kennlinie der Abb. 2 ersichtlich. Mit wachsender Größe des Magnetfeldes fällt der Anodenstrom, um bei weiterer Steigerung der Feldstärke zu steigen und dann wieder zu fallen. Die Umkehr des Innenwiderstandes ist dabei auf eine Bewegung der Elektronen etwa in einer Schraubenlinie zurückzuführen, deren einzelne Schraubengänge in den Rand des Anodenzylinders einschneiden.

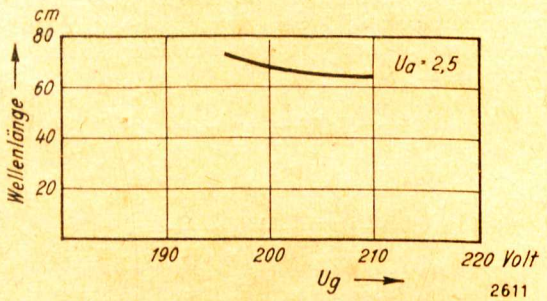


Abb. 3. Abnahme der Wellenlänge nach Einführung des Magnetfeldes

Dabei war eine geringe Änderung der Neigung des Magnetfeldes zum Rohr für die Ausdehnung der negativen Widerstandsbereiche von erheblicher Bedeutung. Die Abhängigkeit zeigt die Abb. 2, in der das Magnetfeld in willkürlichem Maße angegeben ist. Bei einer ganz bestimmten

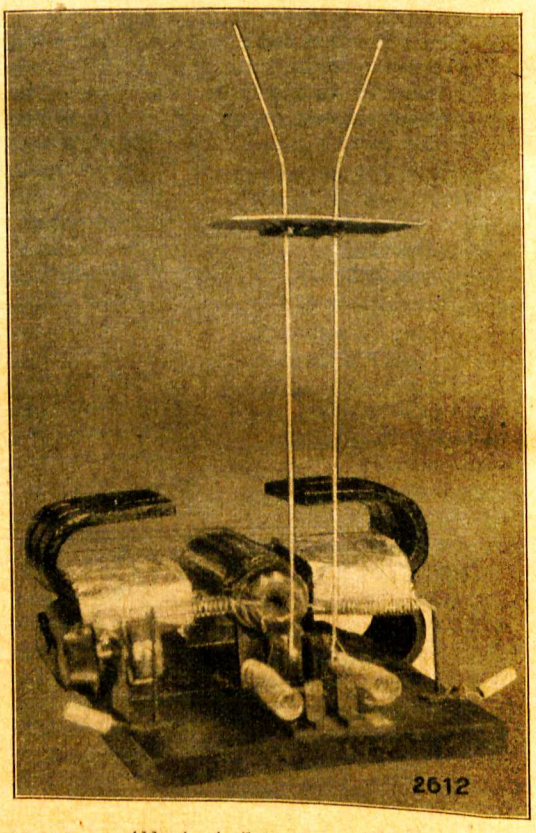


Abb. 4. Aufbau des Senders

magnetischen Feldstärke (dieser Wert ist in Abb. 2 durch ein × gekennzeichnet), gelang die Anfachung einer ultrakurzwelligen Schwingung von 49 Zentimeter Wellenlänge, was wohl die mit dieser Röhre überhaupt zu erzeugende kürzeste Wellenlänge darstellt (Abb. 3). Kurz hinter dem markierten Punkt in Abb. 2 setzten die Schwingungen wieder aus, die auch bei weiterer Steigerung der Feldstärke

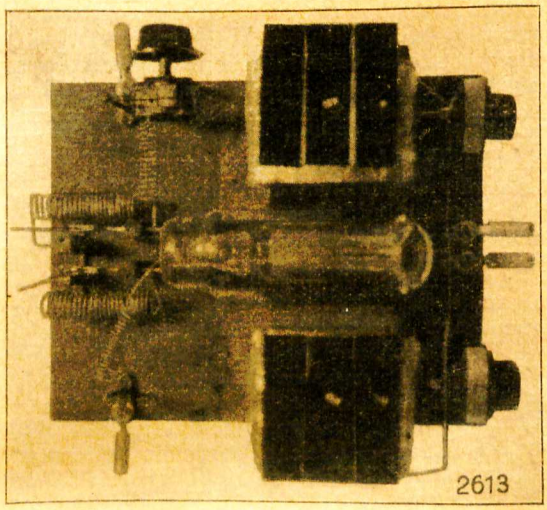


Abb. 5. Ansicht des Senders von oben

nicht mehr zum Einsatz zu bringen waren. Bei den Untersuchungen kam es sehr darauf an, die Sperrdrosseln in den Speiseleitungen genau auf die Generatorfrequenz abzustimmen, da sonst die Schwingleistung so gering wird, daß eine Ausnutzung nicht erfolgen kann.

Die beiden Lichtbilder (Abb. 4 und 5) zeigen schließlich den Aufbau des Dezimeterwellensenders. Links und rechts vom Röhrenkolben befinden sich die Pole des Magneten. Unmittelbar an Gitter und Anode sind die Ausstrahlungsdrähte angebracht. Zwecks Vermeidung von Reflektionen wird man praktischerweise die Antenne so anordnen, daß sie mit dem Elektrodensystem in einer Ebene liegt. Durch Varieren der Kondensatorbrücke, die auf der Sendeantenne angebracht ist, kann das System auf die Generatorfrequenz abgestimmt werden.

Zum Schluß soll noch erwähnt werden, daß die statisch aufgenommenen negativen Widerstandsbereiche (vergl. Abb. 2) zur Entdämpfung von Schwingungskreisen dienen können. Wieweit es auf diesem Wege möglich ist, noch Ultrakurzwellen zu erregen, ist vom Verfasser nicht untersucht worden. Es soll deshalb darauf auch nicht weiter eingegangen werden. *Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser*

Ein Prüfsender für die Funkwerkstatt

Von

Walter Musset

Ein Meßsender, der als Hilfsmittel für die Eichung und Abgleichung von Hoch- und Zwischenfrequenzkreisen oder zur Prüfung von Trennschärfe, Empfindlichkeit, Lautstärke und Wirksamkeit des vorhandenen Schwundausgleichs benutzt werden soll, muß einer Anzahl von Bedingungen genügen, deren wichtigste nachstehend genannt seien.

1. Die erzeugte Hochfrequenzspannung muß frequenzkonstant und möglichst arm an Harmonischen sein.
2. Die Hochfrequenzteile müssen so aufgebaut werden, daß der Prüfsender eichbar ist; deshalb ist u. a. eine zuverlässige Einstell- und Ablesvorrichtung notwendig.
3. Das Gerät darf nicht ungewollt strahlen; es muß also sorgfältig abgeschirmt werden.
4. Die hochfrequente Ausgangsspannung muß sich durch eine zweckmäßige Regeleinrichtung stufenlos von Null bis auf einen Höchstwert bringen lassen.
5. Es muß möglich sein, die erzeugte Welle mit einer beliebigen Tonfrequenz einwandfrei zu modulieren. Für Meßzwecke sind 400 Hertz international festgelegt.
6. Bei Netzbetrieb ist im Interesse von gutem Ton, Frequenzstabilität und Strahlungsfreiheit auf beste Hoch- und Niederfrequenz-Verdrosselung und -Siebung zu achten.

Für ein diesen Forderungen entsprechendes Gerät wurde bewußt eine einfache, in ihrer Arbeitsweise leicht übersehbare Schaltung gewählt. Als Bauteile wurden normale, handelsübliche Industrieteile verwendet, die leicht beschafft werden können. Auch besteht bei der gewählten Anordnung die Möglichkeit, das Gerät ohne große Änderungen an der Schaltung selbst für eine beliebige andere Betriebsart umzukonstruieren.

Der Prüfsender besteht aus drei Hauptteilen, nämlich der Hochfrequenz-Oszillatorstufe, dem zweistufigen Niederfrequenz-Verstärker, dessen erste Röhre sowohl als Vorverstärker, wie auch als Tonfrequenzgenerator verwendet werden kann, und dem Netzanschlußteil. Abb. 1 zeigt die Prinzipschaltung: Der Hochfrequenz-Oszillator besteht im wesentlichen aus einer normalen Dreipol-Röhre in kapazitiv-induktiver Rückkopplungsschaltung. Als Spulensystem wurde der Einfachheit halber eine bekannte, käufliche Industrie-Ausführung mit Hochfrequenz-Eisenkern verwendet, welche für einen Bereich von $\lambda = 200$ bis 2000 m gebaut ist und allen Anforderungen bezüglich der Frequenzkonstanz genügt. Da es als Einzelteil für Empfänger entwickelt wurde, enthält es bereits Rückkopplungs- und Antennenkopplungs-Spulen in günstiger Bemessung.

Die Abstimmung des Generatorkreises erfolgt mit Hilfe eines sehr stabilen Drehkondensators (C_3) von 500 cm Kapazität, welcher einen Trimmer zur Einstellung der Anfangskapazität sowie eine zuverlässige Feineinstellung besitzen muß. Vorteilhaft ist unter Umständen eine Ausführung mit geschlitzten Rotorplatten. Sehr großer Wert ist auf eine genaue Skalenanordnung zu legen, die in mindestens 180 Teile unterteilt ist.

Einige Beachtung verdient der Antennenkreis. Die Antennenspule arbeitet auf einen kapazitiven Spannungsteiler, bestehend aus den beiden Kondensatoren $C_1 = 150$ cm und $C_2 = 15$ cm, deren gemeinsamer Verbindungspunkt über den induktions- und rauschfreien, gleichmäßig regelnden Drehspannungsteiler P_1 an Masse liegt. Mit seiner Hilfe wird die Hochfrequenzausgangsspannung geregelt. Die Anschaltung der Antenne bzw. der Verbindungsleitung an den Eingang des zu prüfenden Gerätes geht aus dem Schaltbild klar hervor. Dr_2 ist eine kleine Selbstinduktion von ungefähr 20 000 cm, die dazu dient, um bei Verwendung ganz kurzer Antennen oder Energieleitungen am Ausgang die elektrischen Werte normaler Empfangsantennen zu erzielen. Sie wird in 30 Windungen mit 0,3 mm Lackdraht auf einen Körper von 25 mm Durchmesser gewickelt. C_1 dient demselben Zweck und vermindert gleichzeitig noch die Gefahr einer Verstimmung des Oszillatorkreises durch Anschluß der Antenne.

Die Gitterkombination R_1, C_4 erhielt zur Erzielung einer nicht zu großen statischen Vorspannung und damit verbundenen Armut an Oberwellen die verhältnismäßig kleinen Werte von 80 KΩ und 150 cm. Bei Verwendung des angegebenen Spulensatzes ist der Rückkopplungskondensator mit 350 cm richtig bemessen. Er ist jedoch in Sonderfällen zur Erzielung von gleichmäßigen Durchschwingen genau zu erproben. Die Drossel Dr_1 muß von möglichst kapazitätsarmer Bauart und von mindestens 35 mHy Selbstinduktion sein.

Außer der Hochfrequenzdrossel liegt im Anodenstromkreis der Oszillatorstufe zunächst die Sekundärwicklung des Modulationstransformators Tr_3; darauf folgt ein von außen zugängliches Meßbuchsenpaar M zur Kontrolle von Strom und Spannung und schließlich die Glätteinrichtung, bestehend aus dem Kondensator C_{14}, dem drahtgewickelten Widerstand R_8 und der Glimmlampe V_5. Diese dient in bekannter Weise zur Konstanthaltung der Oszillatorspannung bei Netzschwankungen oder dgl. und darf im Interesse der Frequenzstabilität nicht fortgelassen werden.

Für den Niederfrequenzteil wurde ein zweistufiger Verstärker vorgesehen, einmal, um bei Modulation des Senders durch Meßfrequenz-Schallplatten eine genügende Verstärkungsreserve zu haben, und zweitens, um — bei Verwendung der ersten Stufe als Tonerzeuger — eine stabile, von der Lautstärkeregelung unabhängige Tonfrequenz zu erhalten. Bei der in Abb. 1 gezeichneten Stellung des Schalters *Sch* liegt der Eingang des Verstärkers an den Buchsen *To*, welche zur Anschaltung eines Tonabnehmers dienen. V_1 arbeitet über einen NF-Transformator Tr_2 (1 : 2) und die Lautstärkeregeleinrichtung R_3, P_2 auf die zweite Verstärkerröhre V_2, in deren Anodenkreis der Modulationstransformator Tr_3 liegt, dessen Übersetzungsverhältnis am besten mit 1 : 1 gewählt wird. Ebenso wie P_1 muß auch P_2 unbedingt rauschfrei und stetig regelbar konstruiert sein. Wie ersichtlich, stellt das verwendete Modulationsverfahren eine einfache Anodenstrommodulation dar, die nach den Erfahrungen des Verfassers absolut zuverlässig arbeitet. Um eine Verzerrung der Modulation durch Übersättigung des Kernes von Tr_3 zu vermeiden, empfiehlt es sich, dessen beide Wicklungen gegenläufig zu schalten, um so eine annähernde Kompensation der Vormagnetisierung herbeizuführen.

An den Buchsen *TFr* läßt sich eine verstärkte Tonfrequenz zu Meßzwecken direkt abnehmen. Die beiden Niederfrequenzstufen kann man übrigens Dank ihrer guten Siebung und Verstärkung sehr gut als Vorverstärker ausnutzen, eine Möglichkeit, welche sich im praktischen Werkstattbetrieb in vielen Fällen als sehr vorteilhaft erweisen dürfte. Die Tonfrequenzerzeugung erfolgt nach entsprechender Umschaltung des Schalters *Sch* mit Hilfe von V_1 in Verbindung mit einem besonderen Tonkreis. Dieser besteht aus einer auf Niederfrequenz (etwa 400 Hz) abgestimmten Rückkopplungsschaltung.

Als geeignetes Spulenaggregat wurde ein für den Volksempfänger VE 301 entwickelter Netztransformator benutzt. Die Anschlüsse gehen aus der Schaltung klar hervor. Wie man sieht, dient die Anodenspannungwicklung als Gitterspule, die gesamte Primärwicklung (Netzseite) als Rückkopplungsspule, während die beiden Heizwicklungen für Empfänger- und Gleichrichterröhren unbenutzt offen liegen bleiben. Die Größen von R_5/R_6 sowie des Abstimmkondensators C_{12} und des Rückkopplungskondensators C_{11} richten sich natürlich ganz nach den elektrischen Werten des vorhandenen Transformators, welche bei jedem Exemplar etwas variieren dürften; sie sind deshalb praktisch zu erproben. Als Näherungswert seien angeführt: der Gitterkreis muß bei ungefähr 2Hy Selbstinduktion eine Kapazität von 50 000 bis 70 000 cm erhalten. Die Rückkopplungsspule muß 0,5 Hy haben und C_{11} rund 50 000 cm. Im übrigen besitzen jede Werkstatt und jeder Bastler Einzelteile, welche an dieser Stelle verwendbar sind; es ist lediglich eine Sache des Experiments, deren Anwendbarkeit festzustellen. Im besonderen sei auf alte Niederfrequenztransformer, Drosselspulen mit Anzapfung (3-Punktschaltung!) und Lautsprecherausgangstransformatoren hingewiesen.

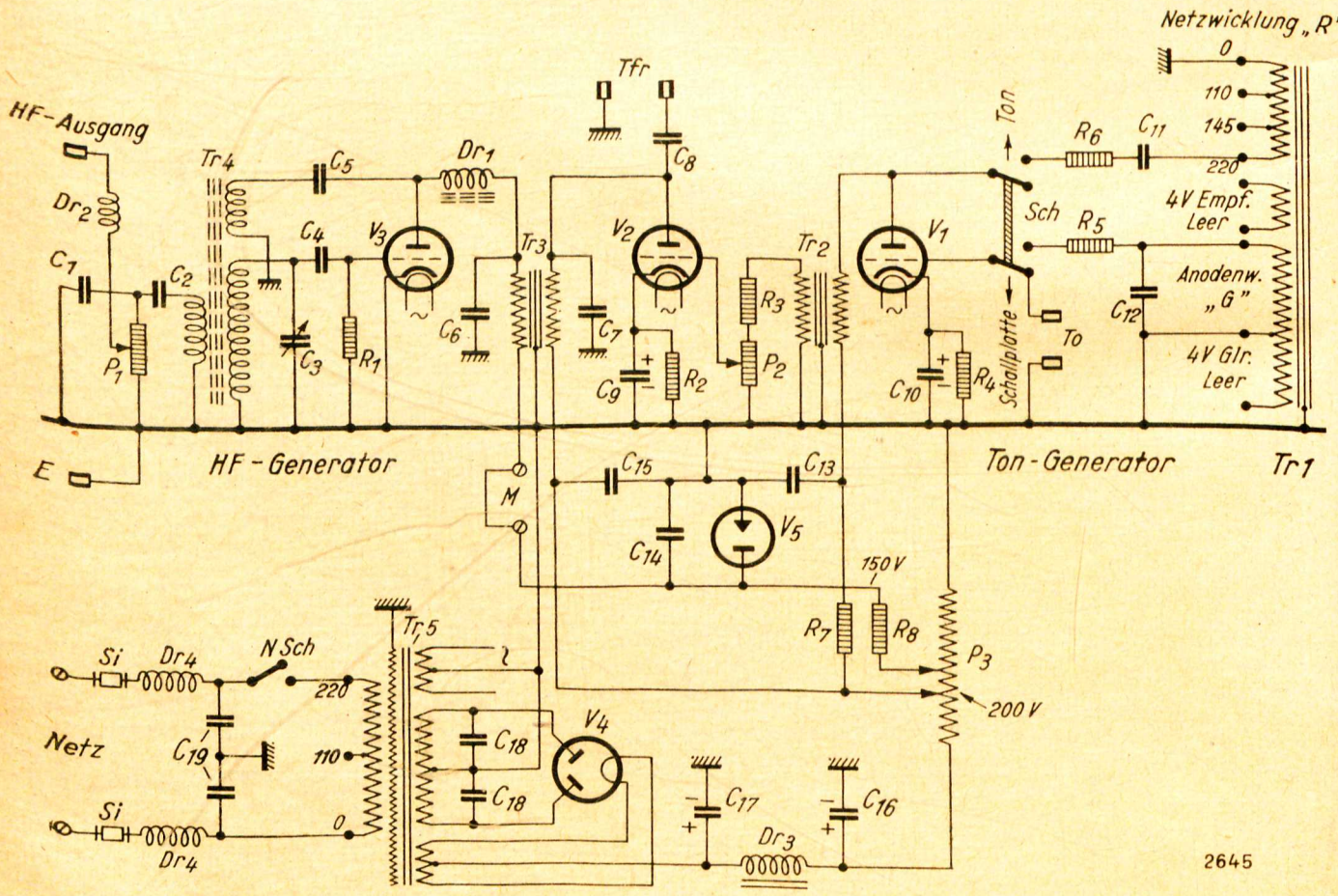


Abb. 1. Prinzipschaltung des Werkstatt-Prüfsenders für Wechselstrom-Netzanschluß

Zur Erzielung einer wenig pulsierenden Gleichspannung besitzt der Netzteil Vollweggleichrichtung; er ist im übrigen in der üblichen Weise geschaltet. Sehr wesentlich bezüglich der Punkte 3 und 4 und 6 der eingangs gestellten Bedingungen ist die Hochfrequenzverdrosselung der Netzzuleitung; diese besteht aus den induktionsfreien Blockkondensatoren C_{19} von je 0,2 µF und der Doppeldrossel Dr_4 von ca. 30 mHy Gesamtinduktion. Zur Selbstherstellung der Drossel mögen folgende Angaben dienen:

Auf einen Hartpapierkörper von 5 cm Durchmesser werden zwei Wicklungen zu je 100 Wdg. aufgebracht. Der Abstand beider Wicklungen beträgt 5 mm, die Drahtstärke 0,3 mm (zweifach mit Baumwolle umsponnen), Windungssinn gleichlaufend. An den beiden äußeren Enden

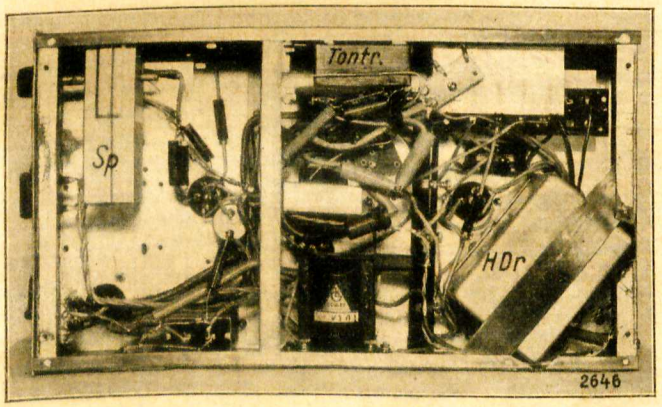


Abb. 2. Ansicht des fertigen Prüfsenders von unten Sp = Spulensatz (umschaltbar), Tontr = Tontransformator (Netztransformator des VE 301 W); HDr = Hochfrequenzdrosseln

wird das Netz, an den beiden inneren werden der Transformator und der Blockkondensator C_{19} angeschlossen. Beide Teile wurden beim Modell gemeinsam in ein besonderes Abschirmgehäuse eingebaut.

Als Netztransformer wird ein Typ mit folgenden Daten benötigt:

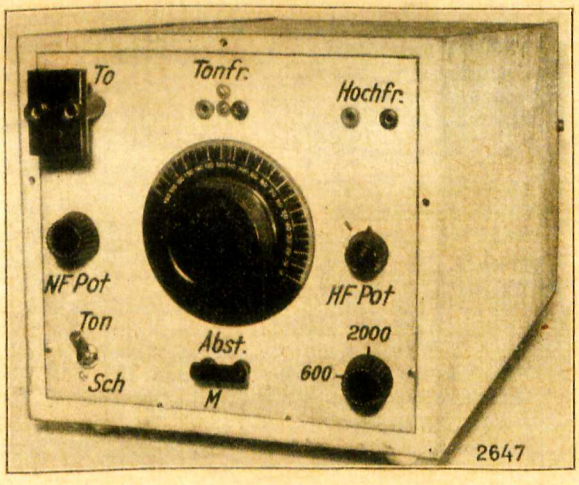


Abb. 3. Frontansicht des Prüfsenders Tonfr und Hochfr = Buchsen zur Abnahme der Ton- und Hochfrequenzspannung; To = Anschluß für Tonabnehmer; NF = Niederfrequenz-Spannungsteiler; HF = Hochfrequenz-Spannungsteiler; Abst = Geeichter Abstimm-Drehkondensator; links unten Umschalter für Tonerzeuger und Schallplatte, rechts unten Wellenbereich-Umschalter

Anodenwicklung 2 × 250 V bei 50 mA max.; Heizwicklung des Gleichrichters 4 V, 1,5 Amp.; Verstärker-Heizwicklung 4 V, 3,5 Amp.; Primärwicklung von 110 auf 220 V umschaltbar. Ferner muß sich zwischen der Primär- und Sekundärseite eine Schirmwicklung befinden, welche mit Erde verbunden wird. Die Hauptsiebkette besteht aus der Drossel Dr_3 und den Elektrolyt-Kondensatoren C_{16} und C_{17}. Am Spannungsteiler P_3 werden als Anodenspannung für den Verstärker genau 200 Volt eingestellt. Der Abgriff für die Oszillatorspannung wird so eingestellt, daß an der Regelröhre V_3 genau 150 Volt liegen. C_{13}, C_{14} und C_{15} sorgen für die nötige Entkopplung und restliche Glättung.

Der vom Verfasser angewandte Aufbau geht aus den Abb. 2 bis 4 klar hervor; er bedarf keiner näheren Erläuterungen. Es ist selbstverständlich durchaus nicht nötig, diese Anordnung genau zu kopieren, vielmehr wird sich der einzelne stets mehr oder weniger nach vorhandenen Teilen richten und außerdem etwaigen speziellen Anforderungen Rechnung tragen. Eines jedoch darf unter gar keinen Umständen unterlassen werden, nämlich der Einbau des vollständigen Gerätes in ein allseitig geschlossenes Abschirmgehäuse aus Kupfer- oder Aluminiumblech, dessen Stärke nicht unter 1 mm liegen darf! Die zur Wärmeableitung nötigen Ventilationsöffnungen sind durch Abzugskanäle so abzudecken, daß die elektrische Abschirmung nicht beeinträchtigt wird. Nichtbefolgung dieser Angabe zieht verschiedene unangenehme Folgen nach sich. So wird z. B. durch ungewollte Strahlung ein Herabregeln der Hochfrequenz-Ausgangsspannung auf Null mittels des Spannungsteilers P_1 zur Unmöglichkeit gemacht. Da jedoch

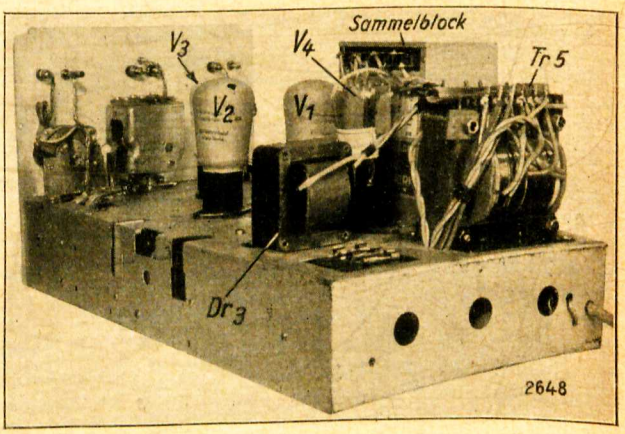


Abb. 4. Innenansicht des Gerätes. Bezeichnungen stimmen mit Abb. 1 überein

eine genaue Regelbarkeit dieser Spannung für die einwandfreie Durchprüfung eines hochwertigen Empfängers erste Bedingung ist, wird durch Nachlässigkeit in dieser Beziehung der ganze Erfolg in Frage gestellt. Weitere nachteilige Wirkungen können sein: Ungenauigkeit der Eichung durch Streufelder, Störung des Rundfunks durch Überlagerung. Aus diesen Gründen darf auch unter keinen Umständen die Netzverdrosselung fortgelassen werden.

Wie aus den Abb. 2 und 4 ersichtlich, wurde für den Aufbau ein Blech-Grundgestell verwendet, auf dessen hinterem Ende sich zunächst der Netzteil befindet; darauf folgt der Niederfrequenzverstärker und endlich, durch eine Abschirmwand nochmals abgeteilt (Abb. 2), die Hochfrequenz-Generatorstufe. Alle längeren, Hoch- und Niederfrequenz führenden kritischen Leitungen (insbesondere Gitter- und Anodenleitungen) sind sorgfältig mit metallbesponnenem Rüschschlauch abgeschirmt. Durch die ganze Verdrahtung hindurch zieht sich eine starke, blanke Kupferschiene als Erd- und Nulleitung, welche an verschiedenen Punkten mit dem Metallgestell gut leitend verbunden ist und an welche sämtliche Abschirmungen angeschlossen werden.

Bei der ersten Inbetriebnahme des Gerätes sind zunächst sämtliche Spannungen zu kontrollieren bzw.

an P_3 einzuregeln. Darauf wird der Verstärker unter Zuhilfenahme von Schallplatten erprobt und darauf der Tonfrequenzkreis auf 400 Hz eingetrimmt. Zum Schluß wird der Oszillator nach loser Ankopplung eines Empfängers auf einwandfreies Durchschwingen sowie auf Güte der Modulation geprüft. Wie schon erwähnt, können die Modulationstiefe durch P_2 und die Hochfrequenzspannung durch P_1 nach Bedarf verändert werden.

Ganz zum Schluß, wenn alles in Ordnung ist, werden am besten durch Vergleich mit konstanten Rundfunksendern oder auch mit einem schon geeichten Wellenmesser die Eichkurven des Prüfsenders für alle Frequenzbereiche aufgenommen und der Generator damit endgültig verwendungsfähig gemacht.

Der Vollständigkeit halber sei nun noch kurz ein einfaches Hilfsgerät zur Empfängerabgleichung beschrieben. Es handelt sich dabei um eine Anordnung zur Messung der Tonfrequenzspannung am Empfängerausgang: Abb. 5 zeigt das Prinzipschaltbild. Ein Ausgangsübertrager 1 : 1, evtl. noch mit niederohmiger Wicklung (10 bis 20 Ohm) zum Anschluß an entsprechende Verstärker versehen, dient zum Anschluß an den Empfänger und stellt die Kopplung mit dem Meßkreis her. Dieser besteht aus dem Spezialgleichrichter für Tonfrequenzmeßzwecke *Gl*, dem Milliamperemeter *mA* von großer Empfindlichkeit und dem Vorwiderstand *RV*. Da es sich in unserem Falle meist um relative Ausschlagmessungen handelt, also nicht um Absolutmessungen, und die Anordnung für genaue Feststellungen zu frequenzabhängig ist, kann man *RV* veränderlich machen und den Meßbereich so den jeweiligen Erfordernissen anpassen.

Die Abgleichung eines Empfängers geht nun beispielsweise folgendermaßen vor sich: Sender und Empfänger werden auf dieselbe Frequenz des Rundfunkbereiches eingestellt und durch eine abgeschirmte Leitung miteinander gekoppelt. Der Sender wird mit Hilfe von Frequenz-Schallplatten oder mit dem Tongenerator moduliert und der Tonfrequenzmeßzusatz an den Empfängerausgang angeschlossen. Es ist darauf zu achten, daß erstens U_2 oder U_3 nicht übersteuert werden, da sonst das Frequenzband des Senders zu breit wird (P_2 richtig einstellen), und daß zweitens die Hochfrequenz-Eingangsspannung am Empfänger stets nur so groß ist, daß das Meßinstrument am Ausgang gerade noch deutlich anzeigt. Bei zu großer Eingangsamplitude tritt nämlich ein gegebenenfalls vorhandener Schwundausgleich in Wirkung und kann, wie leicht einzusehen ist, durch sein Gegenarbeiten das Meßergebnis stark fälschen. Durch Verstellen

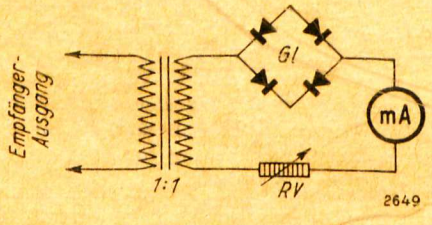


Abb. 5. Gleichrichter-Ausgangs-Instrument für Empfänger

der im Gerät vorhandenen Trimmer stimmt man nun jeweils auf Höchstausschlag des Instrumentes ab, wobei etappenweise P_1 immer wieder etwas zurückgedreht werden muß. Entsprechend ist nun noch der Langwellenbereich abzugleichen oder bei einem Super die Zwischenfrequenz.

Es dürfte klar sein, daß das eben skizzierte Verfahren die sehr subjektive Gehörabgleichung an Genauigkeit weit übertrifft und daher die einzige ist, welche bei einem modernen Hochleistungsempfänger angewandt werden darf.

Die Ausführungen über die Verwendungsmöglichkeit des Prüfsenders mußten sich hier auf Andeutungen beschränken; sie dürften dem Leser aber gezeigt haben, wie vielseitig er sich ausnützen läßt[1]). Sicher ist, daß jeder, der einmal ein solches Gerät zur Verfügung hatte, es nicht mehr missen möchte, da es ihm bald ein treuer und universeller Helfer bei seiner funktechnischen Arbeit sein wird.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt.

Nr.	Stück	Einzelteile	Symbol in Abb. 1 und 5	Größe
1	1	Stabiler Drehkondensator mit Feinstellung und frequenzgeradem Plattenschnitt	C_3	500 cm
2	2	Induktionsfreie Blockkondensatoren	C_1, C_4	150 cm
3	1	desgl.	C_2	15 cm
4	1	desgl.	C_5	350 cm
5	1	desgl.	C_7	500 cm
6	1	desgl.	C_6	1000 cm
7	1	Becherkondensator 750 V ~ Prüfsp.	C_8	1 µF
8	1	desgl.	C_{13}	2 µF
9	2	desgl.	C_{14}, C_{15}	4 µF
10	1	desgl., 1500 V ~ Prüfsp.	C_{18}	2 × 0,05 µF
11	1	desgl.	C_{19}	2 × 0,2 µF
12	1	Blockkondensator, Größe erproben	C_{11}	5 000 bis 10 000 cm
13	1	desgl.	C_{12}	10 000 cm
14	2	Elektrolytkondensatoren 5 Volt Arbeitssp.	C_9, C_{10}	10 µF
15	2	desgl., 250 Volt Arbeitsspannung	C_{16}, C_{17}	6 µF
16	1	Dreh-Spannungsteiler m. isolierter Achse	P_1	10 k Ω
17	1	desgl., mit Netzschalter kombiniert	P_2, $NSch$	0,5 M Ω
18	1	desgl., ohne Schalter	P_3	15 k Ω
19	1	VE-Netztransformator	Tr_1	
20	1	NF-Transformator	Tr_2	1 : 2
21	1	desgl.	Tr_3	1 : 1
22	1	Ferrocart-Spulensatz 200÷2000 m, ohne Antennen-Zusatzspule	Tr_4	
23	1	Netztransformator Gemäß Text	Tr_5	
24	1	Ferrocart-HF-Drossel f-Bereich 200÷2000 m	Dr_1	
25	1	Spule lt. Beschreibung	Dr_2	
26	1	Netzdrossel	Dr_3	20 Hy bei 40 mA
27	1	Hochfrequenz-Netz-Doppeldrossel	Dr_4	
28	1	Hochohmwiderstand 1 Watt	R_1	80 k Ω
29	2	desgl. 2 Watt	R_2, R_4	600 Ω
30	1	desgl. 1 Watt	R_3	0,5 MΩ
31	1	desgl. 1 Watt	R_5	0,1 MΩ
32	1	desgl. 2 Watt	R_7	10 kΩ
33	1	desgl. 2 Watt	R_8	2 kΩ
34	1	desgl., 1 Watt	R_6	50—100 kΩ
35	1	Feinstellskala mit Nonius	für C_3	
35	1	Meßgleichrichter für Tonfrequenz	G_1	
36	1	Milliamperemeter	mA	
37	1	Regelwiderstand	RV	0—25 kΩ
		Röhren		
38	3	Dreipolröhren REN 904 bzw. A 4110 bzw. AG 495	V_1, V_2, V_3	
39	1	Gleichrichterröhre RGN 1054 bzw. G 1054 bzw. PV 495	V_4	
40	1	Glättungsröhre (Glimmlampe) Gr 150	V_5	

[1]) Ausführliche Kapitel über das Abgleichen von Superhet- und Geradeaus-Empfängern und über mannigfaltige Messungen mit Prüfgenerator und Schwebungssummer enthält der Ergänzungsband zum „Funktechnischen Praktikum" von Erich Schwandt (Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68).

Der Dreiröhren-Einbereich-Superhet

Erfahrungen und Verbesserungen

Von

H. J. Wilhelmy

Die erste norddeutsche Veröffentlichung über den Dreiröhren-Einbereich-Superhet[1]) führte zu einem starken Nachbau dieses Empfängers. Das war vorauszusehen, denn die grundsätzlichen Vorteile dieser Empfängerart sind offensichtlich, zumal der Aufwand und die Bauschwierigkeiten auf ein ungewohnt niederes Maß gesenkt werden konnten. Trotz der einfachen Bauweise ist jedoch eine Reihe Versager vorgekommen. Auch dies war vorauszusehen, nachdem ja mit dem Einbereich-Superhet eine neue Schaltung mit neuen Bauteilen in einem Umfang in die Praxis eingeführt wurde, der sonst bei Bastelgeräten nur selten erreicht wird. Schließlich wurden an die Leistungen des Gerätes Ansprüche gestellt, die es von Natur aus nicht erfüllen kann; ein so einfacher Dreiröhren-Super ist schließlich einem mit großem Aufwand gebauten Vierröhren-Superhet nicht vergleichbar. Es erscheint daher jetzt mitten in der Bastelsaison angebracht, den Lesern dieser Zeitschrift das Wesentliche aus dem reichen Erfahrungsschatz zur Verfügung zu stellen, der sich bei der Beschäftigung mit dem Einbereich-Superhet im Laboratorium des Verfassers im Laufe eines Jahres angesammelt hat. Es braucht nach Kenntnis dieser Erfahrungen unter den Tausenden heute im Betrieb befindlichen Einbereich-Superhets keiner mehr zu sein, der seinen Erbauer nicht befriedigt.

Schließlich wollen wir die vielerörterte Frage des Schwundausgleichs klären und eine neue Ausführung des Wechselstrom-Gerätes besprechen, die die inzwischen gemachten Erfahrungen berücksichtigt. Diese neue Ausführung lehnt sich soweit wie möglich an die alten Geräte an und kann daher auch durch Umbau vorhandener Empfänger gewonnen werden. Empfindlichkeit, Trennschärfe und Erfolgssicherheit konnten bei dem neuen Gerät auf noch wesentlich bessere Werte gebracht werden, als bei der ersten Ausführung. So kann heute der Einbereich-Superhet trotz seines niedrigen Preises leistungsmäßig bereits mit dem Zweikreis-Empfänger in Wettbewerb treten, während er früher nur knapp oberhalb der besten Einkreis-Zweiröhren-Empfänger lag. Es sei jedoch ganz besonders darauf hingewiesen, daß auch die Erstausführung ohne jede Schaltungsänderung unter Berücksichtigung einiger Erfahrungen leicht so weit gebracht werden kann, daß auch am Tage ein guter Empfang zahlreicher Fernsender gelingt, am Abend aber alle hörenswerten Sender (etwa 30 bis 40) mit entsprechender Kraftreserve und sauber voneinander getrennt erscheinen[2]).

Steigerung der Empfindlichkeit

Die Empfindlichkeit des Einbereich-Superhets mit drei Röhren erreichte erfahrungsgemäß aus verschiedenen, wenig auffälligen Gründen manchmal nicht den vorgeschriebenen Wert. Zunächst ist darauf zu achten, daß der 0,1-MΩ-Regler am Eingang sich auch wirklich auf Vollwert aufdrehen lassen muß, d. h. daß bei Rechtsdrehung bis zum Anschlag zwischen dem Kontaktarm und dem Endkontakt nur mehr ein Widerstandsrest von einigen Ohm verbleibt, nicht aber ein solcher von 10000 Ohm oder noch mehr; dieser letztere Fall kommt vor und täuscht dann eine Unempfindlichkeit des ganzen Empfängers vor. Bei den normalerweise im Niederfrequenz-Verstärker verwendeten Dreh-Spannungsteilern kann man die genannte Erscheinung kaum als Herstellungsfehler bezeichnen, da man bei dieser Verwendungsart der Regler eine Verminderung der Höchstlautstärke kaum bemerken wird; es wird daher bei vielen Reglern kein besonderes Augenmerk darauf gerichtet, daß sie sich so auf Vollwert aufdrehen lassen, wie es die Schaltung unseres Empfängers unbedingt verlangt. Um zu untersuchen, ob dieser Fehler in unserem Gerät vorliegt, werden wir zweckmäßig einen schwachen, in ungenügender Lautstärke erscheinenden Sender empfangen und dann versuchsweise zwischen Kontaktarm und rechtem Endkontakt des Reglers eine Kurzschlußverbindung einführen; erhöht sich dann die Lautstärke, so wäre der Fehler nachgewiesen, und wir tun gut daran, bei Neuanschaffung eines Reglers ein Fabrikat zu wählen, bei dem dieser Fehler vermieden wird.

Auch das Eingangs-Sperrfilter hat seine Tücken. Die drei Spulen dieses Filters sind durch ganz dünne Drähte miteinander verbunden, die bei den ersten Ausführungen so verlegt waren, daß sie beim Einbau des Filters in den Empfänger nur zu leicht verletzt wurden. Der Empfänger versagt aber deswegen leider nicht vollständig den Dienst, sondern er arbeitet meist mit stark verminderter Empfindlichkeit oder mit Pfeifneigung weiter. Die Aufdeckung dieses Fehlers mit Hilfe einer Glimmlampe macht an Hand des Schaltbildes keine Schwierigkeiten: Die neueren, dreispuligen Filter müssen so geschaltet sein, wie bei unserem neuen W-Modell am Schluß dieser Arbeit gezeichnet. Noch zuverlässiger gelingt aber die Überprüfung des ganzen Empfängereingangs, wenn wir das Gitter der Mischröhre von unserer Eingangsschaltung ganz abtrennen und zum Mischröhren-Gitter eines zweiten, gut arbeitenden Einbereichsupers parallel schalten, wobei gleichzeitig die negativen Grundleitungen beider Geräte miteinander zu verbinden sind. Ist unser Eingang in Ordnung, so darf bei dieser versuchsweisen Benutzung des „fremden" Eingangs keine größere Lautstärke auftreten, und zwar nehmen wir diesen Vergleich am besten an drei Punkten der Skala vor.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß die schwierige Aufgabe, ein Filter zu bauen, das alle Frequenzen von 150 bis 1500 kHz gleichmäßig gut durchläßt und trotzdem die Spiegelfrequenzen oberhalb 1500 kHz scharf absperrt, bei den ersten Ausführungen, die uns die Industrie zur Verfügung stellte, noch nicht so gut gelöst war wie heute; es wird sich daher manches Gerät noch durch Auswechslung des Eingangsfilters erheblich verbessern lassen, und zwar in Richtung höherer, über den ganzen Empfangsbereich praktisch gleichbleibender Empfindlichkeit.

Sehr wichtig ist natürlich auch eine wirklich exakte Abgleichung des Zwischenfrequenzfilters, d. h. der zweite Filterkreis muß ganz genau auf Resonanz mit dem ersten nachgestimmt werden. Die Originalanleitung[3]) sah allerdings vor, daß wir den ersten Kreis nachstimmen und den zweiten auf dem durch die fabrikatorische Vorabgleichung bestimmten Wert stehen lassen. Es hat sich aber herausgestellt, daß in der Praxis die Zusatzkapazitäten (Röhren- und Verdrahtungskapazitäten) bei den verschiedenen Modellen beim ersten Kreis viel weniger stark schwanken als beim zweiten, bei dem die Tonabnehmerleitung und ihre Buchse, die Gitterkombination und schließlich der Unter-

[1]) Siehe „Funk", 1935, Heft 6, Seite 165.

[2]) Die Bauanleitung für die neue Wechselstromausführung des Einbereich-Superhets erscheint im nächsten Heft.

[3]) „Funk" 1935, Heft 6.

schied zwischen unten- und obengesteuerten Röhren und der verstimmende Einfluß der Rückkopplung starke Streuungen in den Zusatzkapazitäten bewirken; der erste Filterkreis dagegen wird beim Einfügen in die Schaltung nur durch die Kapazität (etwa 5 bis 7 pF) eines Panzerkabels von stets gleicher Länge und von der Ausgangskapazität der Mischröhren verstimmt, die sich fast stets innerhalb der Grenzen von 12 und 15 pF bewegt. Da die konzentrierte Abstimmkapazität der Filterkreise 100 pF beträgt, wird also beim ersten Kreis die wirksame Kapazität zwischen 117 und 122 pF schwanken. Da die Filter unter Berücksichtigung des Mittelwertes 119,5 pF abgeglichen werden, ergibt sich praktisch nur eine Kapazitätsschwankung von ± 2,5 pF. Da

$$f_2 = f_0 \sqrt{\frac{C_0}{C_2}},$$

ergibt sich hieraus, daß bei genauer Abgleichung der Filter auf 1600 kHz die Resonanzfrequenz des ersten Filterkreises nach Einbau in den Empfänger höchstens zwischen etwa 1616,5 und 1583,5 kHz schwanken kann, was praktisch eine Einhaltung der vorgeschriebenen Zwischenfrequenz mit einer Genauigkeit von ± 1 % bedeutet; diese Genauigkeit genügt vollständig.

Wir stimmen daher den Sekundärkreis des Filters nach, nicht mehr den Primärkreis. Der zweite Unterschied gegenüber dem ursprünglich vorgeschlagenen Verfahren ist der, daß wir jetzt ohne Empfang nach der Entziehungsmethode abgleichen, während wir früher unter Empfang auf größte Lautstärke abstimmten, was sich als nicht recht genau erwiesen hat. Das nach dem heutigen technischen Stand empfehlenswerteste Abgleichverfahren geht daher folgendermaßen vor sich: Wir drehen den eingangsseitigen Lautstärkenregler zu. Die Rückkopplung wird nun so angezogen, daß die Rückkopplungsschwingungen (an dem bekannten Rauschen kenntlich) gerade eben einsetzen — weiter nicht. Die Abgleichschraube des zweiten Filterkreises (bei dem älteren Ferrocart-Filter ist dies die obere Abgleichschraube, ebenso bei dem im neuen Modell verwendeten Filter mit Ferrocart-Topfspulen) wird nun vorsichtig nachgestellt, wodurch die Rückkopplungsschwingungen bald wieder zum Aussetzen zu bringen sein werden. Gelingt dies ausnahmsweise auch bei ganz leicht angezogener Rückkopplung nicht, so war eben unser Filter zufällig schon hinreichend genau abgeglichen. Normalerweise aber werden die Schwingungen beim Nachdrehen der Abgleichschraube an einem bestimmten Punkt aussetzen. Wir ziehen dann ein zweites Mal die Rückkopplung ganz sacht gerade eben bis zum erneuten Schwingungseinsatz an und wiederholen unseren Arbeitsgang. So verfahren wir auch noch ein drittes oder viertes Mal, bis sich die Schwingungen durch Nachstimmen des zweiten Kreises überhaupt nicht mehr zum Aussetzen bringen lassen; die beiden Filterkreise sind dann genau auf Resonanz abgestimmt. Umgekehrt können wir uns von der genauen Abgleichung folgendermaßen überzeugen: Ist die Rückkopplung bis hart vor den Schwingungseinsatz angezogen, wie wir dies beim Fernempfang brauchen, so ist die genaue Abgleichung daran kenntlich, daß bei der geringsten Verdrehung der Abgleichschraube nach rechts oder links sofort ein Schwingungseinsatz erfolgt.

Nach einer solchen Abgleichung, die trotz ihrer Einfachheit durch die präzisesten Meßverfahren des Laboratoriums an Genauigkeit nicht zu übertreffen ist, wird die Empfindlichkeit unseres Einbereich-Supers in manchem Fall wiederum ganz bedeutend zu heben sein.

Trotz genauer Abgleichung kann im Zwischenfrequenzteil unseres Empfängers noch ein Fehler vorliegen, der sehr vielen Geräten die nötige Empfindlichkeit und Trennschärfe gekostet hat: Ungeeignetes Panzerkabel bei der abgeschirmten Leitung von der Anode der Mischröhre zum Filter. Mancher Bastler ist sich auch heute noch nicht im klaren darüber, daß es zwei grundsätzlich verschiedene Arten von Panzerkabeln gibt: Hochfrequenzpanzerkabel und solche für Niederfrequenz. Bei ersteren wird besonderer Wert auf eine niedere Kapazität und möglichst niedere Verluste gelegt, während das Niederfrequenzkabel meist so ausgeführt wird, wie es die Bequemlichkeit und die Rücksicht auf einen niederen Preis des Materials vorschreiben, während man sich um die Verkleinerung von Verlust und Kapazität hier meist nicht besonders kümmert. In unserem Fall muß selbstverständlich ausgesprochenes Hochfrequenzpanzerkabel verwendet werden; wenn wir absolut sicher gehen wollen, wählen wir zweckmäßig die bekannte, keramisch isolierte Ausführung.

Diese Gefahr der Verwendung ungeeigneter Teile wird übrigens bei der neuesten Filterausführung vollständig vermieden, da hier die Filteranschlüsse nicht mehr über Ösen erfolgen; es führen vielmehr aus dem Filter fertig gelängte, hochwertige Kabelstränge heraus.

Ein gewisser Nachteil des Einbereich-Superhets ist der, daß er an fast alle seine Bauteile hohe Anforderungen stellt, da große Reserven an Röhren- oder Schaltungsaufwand nicht vorhanden sind. Auch hier wieder konnte nur die Erfahrung zeigen, wie sich diese Anforderungen fabrikatorisch beherrschen lassen. Tatsächlich zeigte die Praxis, daß z. B. die Zwischenfrequenzfilter, die ja von entscheidender Bedeutung für die gesamte Empfangsleistung sind, nicht immer gleichmäßig ausgefallen sind. Die Kopplung zwischen den beiden Filterkreisen sowie die Dämpfung der Kreise wird ja nur zu leicht durch geringfügige Kleinigkeiten beeinflußt. Das war z. B. der Grund dafür, weshalb für den Einbereich-Super häufig die Verwendung einer kapazitiven Kopplung vorgeschlagen wurde, bei der der Kopplungsgrad durch eine beiden Kreisen gemeinsame Kapazität vorbestimmter Größe bestimmt wird und sich auch bei den üblichen Toleranzen dieser Kapazität praktisch nicht ändert. Dennoch wurde die induktive Kopplung über das Streufeld der beiden Spulen bei den Filtern aus wirtschaftlichen Gründen stets beibehalten und mit der Zeit auf Aufführungsformen gebracht, die eben den gleichmäßigen Ausfall der Filter trotz aller Schwierigkeiten gewährleisten. Dabei wurde gleichzeitig die Kreisgüte so weit gesteigert, daß auch hier die Auswechslung älterer Bauteile gegen die neuesten meist mehr als lohnend sein dürfte. Wir sagen hier allerdings ausdrücklich: meist. Es sind nämlich Fälle denkbar, in denen ältere Bauteile außer der Reihe so ungewöhnlich gut ausgefallen sind, daß sie auch von den neuesten nur unwesentlich übertroffen werden und sich der Ersatz also nicht lohnt.

Der richtige Weg zur Ermittlung der günstigsten Lösung ohne überflüssige Ausgaben wird also wohl die Zusammenarbeit von zwei oder mehr Bastlern sein, von denen zunächst nur einer mit Teilen modernster Ausführung zu arbeiten braucht. Durch versuchsweises Auswechseln alter und neuer Filter wird sich dann sofort zeigen, in welchen Fällen sich ein Ersatz lohnt und in welchen nicht; dabei darf aber nicht vergessen werden, jedes Filter nach dem Einbau zunächst einmal genau abzugleichen.

Selbstverständlich kommt es auch beim Einbereich-Superhet vor, daß der Empfänger wegen falscher Widerstandswerte oder defekter Röhren keine einwandfreien Ergebnisse liefert. In diesem Fall wird man die Fehlersuche mit dem Meßinstrument beginnen und die wichtigsten Spannungen und Ströme nachmessen. Ein für den Bastler sehr schwer zu findender Fehler ist allerdings dann vorhanden, wenn das Schwingsystem der Mischröhre aus irgendwelchen Gründen, etwa wegen gelegentlicher Überlastung, nicht mehr richtig schwingt, ein Fall, der in der Praxis des Verfassers auch schon vorgekommen ist. Die Hilfsschwingungen am Oszillatorgitter erreichen dann beispielsweise nur eine Spannung von 3 Volt eff. anstatt

10 Volt eff., und die Empfindlichkeit bleibt aus „unerklärlichen" Gründen ausnehmend gering. Um die nicht ganz einfachen Mischröhren zu prüfen, wird vom Bastler, mit besonderer Vorliebe aber auch vom Händler, oft die fragliche Röhre in einen sonst gut arbeitenden Industrie-Superhet gesteckt. „Geht" der Empfänger dann, so ist die Mischröhre „in Ordnung". Dieses Prüfverfahren ist aber für uns nicht das richtige, denn die Industrie-Superhets sind alle größer als der Einbereich-Superhet und werden daher meist auch eine größere Verstärkungsreserve besitzen, so daß eine Röhre, die in diesen Empfängern „geht", für uns schon unzureichend sein kann. Recht brauchbar ist dagegen das Verfahren, den Schwingteil der Mischröhre behelfsweise durch eine getrennte Schwingröhre zu ersetzen. Oder aber wir stecken in unser Gerät nacheinander zwei oder drei Mischröhren gleichen Typs ein, die uns jeder größere Händler gern zur Verfügung stellen wird, falls sich nicht auch dieser Versuch durch Zusammenarbeit einiger Bastler schnell und schmerzlos durchführen läßt.

Es sei aber betont, daß dieser zuletzt besprochene Mischröhren-Fehler eine große Seltenheit ist. Es besteht daher absolut kein Grund zu der beunruhigenden Annahme, der Dreiröhren-Einbereich-Superhet arbeite nur mit ausgesuchten Röhren gut, und auch dann nur, solange diese neu sind. Dieser Befürchtung entziehen die umfangreichen Erfahrungen mit dem Gerät und die Präzisionsarbeit unserer Röhrenindustrie den Boden; auch die ersten Röhren des Verfassers, denen im Versuchsbetrieb in den verschiedensten Empfängern das Leben gewiß nicht leicht gemacht wurde, ergeben auch heute, nach mehr als 18 Monaten, noch einwandfreien Empfang. Die Fehlerquelle bei den Mischröhren wurde daher nur besprochen, weil sie besonders versteckt ist; die Aufdeckung auch der verstecktesten Fehler ist aber nötig, um das Ziel dieser Arbeit zu erreichen.

Wenn wir bei der litzengewickelten Oszillatorspule von 10 Litzenadern nur zwei oder drei anschließen, dürfen wir natürlich auch nicht erwarten, daß das Gerät einwandfrei arbeitet. Daß eine falsche Polung an der Oszillatorspule den Empfang überhaupt unmöglich macht, dürfte bekannt sein.

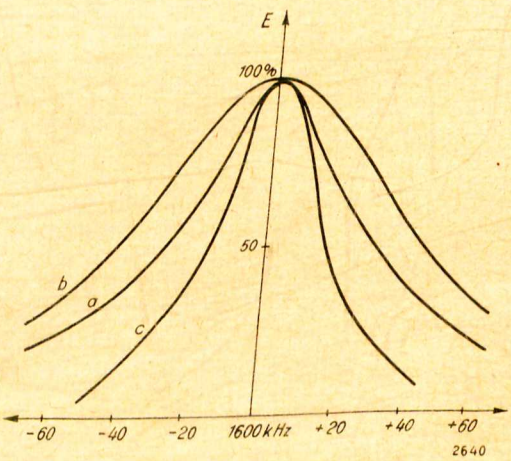
Das letzte Glied des Empfängers schließlich, das für mangelnde Empfindlichkeit verantwortlich sein könnte, ist der Niederfrequenz-Transformator, der oft eine zu geringe Primärimpedanz, ein zu niederes Übersetzungsverhältnis oder zu hohe Verluste besitzen wird. Hier hilft, wie so oft, nur das Auswechseln gegen eine Ausführung, die als gut und erprobt bekannt ist.

Damit wären wohl alle Fehlermöglichkeiten der Praxis besprochen, deren Behebung die Empfindlichkeit des Einbereich-Volkssuperhet heraufsetzt. Wollen wir darüber hinaus die Empfindlichkeit über das Maß steigern, das bei fehlerfreier Ausführung der Erstausführung unter Verwendung der neuesten Bauteile gegeben ist, so bauen wir zweckmäßig einen Empfangsgleichrichter mit Fünfpolröhre und Drosselkopplung ein, wie es bei dem neuen Gerät geschehen ist. Die Gesamt-Empfindlichkeit läßt sich dadurch noch einmal stark anheben, und das ist zulässig, seit auch die Trennschärfe hinreichend gesteigert werden konnte. Unter günstigen Empfangsverhältnissen wird jedoch diese zusätzliche Steigerung der Empfindlichkeit nur dazu führen, daß die Verstärkung meist stark gedrosselt werden muß. Wer den Empfänger in der Erstausführung gebaut hat, bringt daher am besten erst einmal diese Ausführung auf ihre Höchstleistung, bevor er entscheidet, ob in seinem Fall eine weitere Steigerung der Empfindlichkeit die Umbauausgaben rechtfertigt. Obwohl der Mehrpreis der neuen Ausführung mit der erhöhten Empfindlichkeit nämlich gegenüber der Erstausführung bei Neukauf aller Teile und Röhren nur unwesentlich ist, wird die zusätzliche Anschaffung einer Fünfpol-Schirmröhre mit den nötigen Schaltelementen eine Ausgabe bedeuten, die zu überlegen ist.

Verbesserung der Trennschärfe

Die Trennschärfe des Dreiröhren-Einbereich-Superhet hängt von den Eigenschaften des Zwischenfrequenz-Filters und der Genauigkeit seiner Abgleichung sowie vom Rückkopplungsgrad ab. Die genaue Abgleichung wurde bereits besprochen; daß wir die Rückkopplung immer fest angezogen stehen lassen werden, ist ja ein Kennzeichen unseres Einbereich-Superhets.

Wir wenden daher jetzt unsere Aufmerksamkeit hauptsächlich der für die Kreisgüte entscheidenden Spulengüte zu. Daß es durch Verwendung hochwertiger Kondensatoren mit eingegrenzten Verlustwinkeln möglich ist, die in den Kondensatoren auftretenden Schwingungskreisverluste vernachlässigbar gering zu halten, dürfte bekannt sein. Es wurden daher vom Verfasser schon vor längerer Zeit verschiedene Spulen für sich gemessen, also nicht mit den jeweils zugehörigen Kondensatoren, sondern mit einem praktisch verlustfreien, quarzisolierten Meßkondensator. Dabei wurden die untersuchten Kreise ohne äußere Entdämpfung in den Anodenkreis der Mischröhre ACH I gelegt und dann noch durch einen äußeren Meßkreiswiderstand von ca. 1 MΩ belastet. Daraus erklären sich die sehr breiten, für den praktischen Betrieb durchwegs unbrauchbaren Resonanzkurven der Abbildung und die hohen



Vergleichende Resonanzkurven

a = Ferrocart-E-Kern-Spule in Aluminium-Mantel von 40 mm Durchmesser; b = Trolitul-Spule lt. früherer Beschreibung [4]); c = Verbesserte Trolitul-Spule, unabgeschirmt; Ferrocart-Topfspule im Aluminium-Mantel von 50 mm Durchmesser

Dämpfungswerte, die sich daraus errechnen. Die Messungen ermöglichen jedoch einen einwandfreien Vergleich dreier bisher verwendeter Spulenformen; sie zeigen, daß die früher [4]) beschriebene Luftspulen-Ausführung (Kurve b) gegenüber der im Originalgerät ursprünglich verwendeten Eisenspulen-Ausführung (a) einen Rückschritt bedeutete. Erst durch eine Reihe von Verbesserungen an dieser Spule, u. a. durch die Einführung einer Zweikammer-Wicklung, einer verbesserten Litze und Vermeidung der metallischen Spulenhalterung gelang mit Luftspulen ein bedeutender Fortschritt (c). Dieser Fortschritt wurde aber bald von der Eisenspule eingeholt, denn es gelang durch Verwendung moderner Topfspulen, ebenfalls auf das Resultat c zu kommen, wobei die Spulen jedoch weniger kritisch im Aufbau waren und sich im Gegensatz zu den gleichwertigen Luftspulen ohne nennenswerte Verluste abschirmen ließen. So hat die Praxis endlich zugunsten der Eisenspule entschieden, obwohl sich Luftspulen gleicher Güte ohne weiteres bauen lassen. Wir sehen daraus aber auch, daß sich so manches Gerät, das mit einem älteren Filter ausgerüstet ist, hinsichtlich der Trennschärfe ganz gewaltig verbessern lassen wird.

Zeichnung vom Verfasser

[4]) „Funk" 1935, Heft 12.

Ein allerdings selten aufgetretener Fehler des Empfängers, der besonders schlechte Trennschärfe ergibt, ist die sog. Doppelwelligkeit: Alle stärkeren Sender erscheinen an zwei ganz dicht — in vielleicht ½ bis 1 Teilstrich Entfernung voneinander — beieinanderliegenden Stellen der Skala. Der Fehler ist auf Überkopplung der Filter zurückzuführen; er ist bei dem Luftspulen-Filter einigemal aufgetreten, nämlich dann, wenn die gegenseitige Stellung der Spulen nicht die richtige war. Die Stellung läßt sich aber nötigenfalls leicht korrigieren.

Eine andere Erscheinung, die eine scheinbar schlechte Trennschärfe des Empfängers vortäuschen kann, ist das Durchschlagen eines Senders über die ganze Skala, auch bei stillgelegtem Oszillator. In diesem Fall ist mit Sperrkreis zu arbeiten, wie wir im Abschnitt „Pfeifstörungen" noch hören werden.

Daß die Vermeidung aller irgendwie vermeidbaren Kreisdämpfungen ebenfalls zur Erhöhung der Trennschärfe beiträgt, liegt auf der Hand. Hierher gehört, daß zum Anschluß des Tonabnehmers ausschließlich die bekannten Trolitul-Buchsenleisten verwendet werden sollten; eine mit Galalith isolierte Buchse an dieser Stelle würde die keramischen Isolierungen mehr oder weniger überflüssig machen. An dieser Stelle mag auch noch der kürzlich von R. Eberhardt gebrachte Vorschlag erörtert werden, die Zwischenfrequenz des Einbereich-Superhets auf 2000 kHz zu verlegen [5]). Selbst unter der günstigen Annahme, daß die relative Bandbreite unserer Zwischenfrequenz-Kreise zwischen 1600 und 2000 kHz konstant bleibt, würde naturgemäß die absolute Bandbreite bei der fraglichen Erhöhung der Zwischenfrequenz um ca. 25 % steigen, d. h. die Gewinnung der nötigen Trennschärfe würde aus natürlichen Gründen schwieriger werden, auch wenn die Kreisdämpfung nicht zunimmt. Nun kostete es aber beim Filterbau schon bei 1600 kHz die größte Sorgfalt unter Verwendung der besten, heute üblichen Spulen, um auf brauchbare Ergebnisse zu kommen. Man wird sich daher die Arbeit durch eine Erhöhung der Zwischenfrequenz nicht noch weiter erschweren.

Pfeiffreier Empfang

Schon früher wurde ausführlich besprochen, daß es manchmal nötig sein wird, das Eindringen eines Senders oder der Oberwelle eines Senders auf der Zwischenfrequenz zu verhindern. Die Praxis hat gezeigt, daß sich diese Notwendigkeit nur selten ergibt, wenn die Zwischenfrequenz von 1600 kHz beibehalten wird, d. h. wenn die Filter abgeglichen bezogen, vorschriftsmäßig eingebaut und nicht verstimmt werden. Warum dies so ist, erkennen wir am besten, wenn wir uns die Lage der in Frage kommenden Oberwellen vergegenwärtigen:

1570 kHz = Leipzig II	1640 kHz = Budapest III
1608 kHz = Washf. Cross II	1668 kHz = Zürich III
1628 kHz = Mailand II	1682 kHz = Berlin II

Die römischen Ziffern hinter den Sendernamen bedeuten die Ordnungsziffern der Oberwellen. Die größte Gefahr für Pfeifstörungen besteht demnach in Deutschland im Nahfeld des Senders Leipzig, dessen II. Oberwelle bei richtiger Lage der Zwischenfrequenz nur 30 kHz von dieser entfernt ist, bei einer geringen Verstimmung des Filters jedoch unmittelbar durchschlagen kann. Daher ist es von einer gewissen Bedeutung, daß neuerdings die Grundfrequenz der Filter nach dem Einbau ins Gerät noch weniger streut, als im Abschnitt „Empfindlichkeit" ausgeführt wurde, da die Abschirmkabel in die Abgleichung einbezogen werden.

Treten die Störungen auf, so hat sich als das wirksamste Mittel zu ihrer Beseitigung die Vorschaltung eines dämpfungsarmen Sperrkreises erwiesen. Dabei ist allerdings in besonders schwierigen Fällen darauf zu achten, daß sich zwischen dem Sperrkreis und dem Mischröhrengitter kein „Luftleiter" mehr befindet. Man wird daher in solchen Fällen die Leitung vom Sperrkreis zum Eingangsfilter und vom Eingangsfilter zum Gitter abschirmen, was aber tatsächlich nur so selten notwendig sein wird, daß diese Maßnahme auch beim neuen Gerät nicht berücksichtigt wurde. Der Sperrkreis wird dann unter Empfang eines deutlich durch Pfeifen gestörten Senders so eingestellt, daß wohl das Pfeifen, nicht aber der empfangene Sender verschwindet.

Ein zweiter Weg zur richtigen Einstellung des Sperrkreises führt über einen vorübergehenden Kurzschluß der Oszillatorspule. Es wird dann jeder reguläre Empfang aussetzen und nur noch der Störer zu hören sein.

Zeichnung vom Verfasser

[5]) „Funk" 1935, Heft 22, Seite 721.

25 Jahre Debeg

Schon nach den ersten erfolgreichen Versuchen mit drahtloser Telegraphie erkannte man die großen Vorteile dieser neuen Nachrichtentechnik für die Sicherheit des Schiffsverkehrs, und bereits zu Beginn des Jahrhunderts begann man in England mit der Errichtung von Küsten- und Bordfunkstellen. Vom Jahre 1905 an rüstete auch die 1903 gegründete Telefunken-Gesellschaft deutsche Schiffe mit Bordfunkstellen aus. Die ersten Jahre dieser Entwicklungsarbeit eines Funkverkehrs zwischen Schiffen auf See und Schiffen und dem Festland sahen einen energischen Konkurrenzkampf zwischen Marconi und Telefunken, der dadurch sehr erschwert wurde, daß Marconi seine Anlagen für den Verkehr mit solchen anderen Systems sperrte. Trotzdem errichtete Telefunken von Jahr zu Jahr neue Stationen auf Schiffen und neue Küstenfunkstellen. Im Jahr 1911 kam es dann zu einem Abkommen zwischen den konkurrierenden Gesellschaften; am 14. Januar 1911 wurde die Debeg, Deutsche Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H., gegründet, und zwar von den vier Firmen AEG, Siemens & Halske, Telefunken und Comp., de Telegraphie sans Fil in Brüssel, der Inhaberin des Marconi-Systems für das europäische Festland. Der neuen Gesellschaft wurde volle Verkehrsgleichberechtigung zuerkannt, sie war also der Marconi-Gesellschaft in ihren Wirkungsmöglichkeiten gleichgestellt.

Die Aufgaben der Debeg sind während der ganzen Zeit ihres Bestehens die gleichen geblieben: es sind die Ausstattung und Instandhaltung von Bordfunkstellen, der Betrieb der Funkstellen (auf größeren Dampfern unter Einsatz eigener Funkoffiziere), die Organisation des Funkverkehrs sowie die Verrechnung der durch den Funkverkehr entstehenden Gebühren mit den Postverwaltungen aller Länder. Die Entwicklung des Unternehmens wird am besten durch einige Zahlen gekennzeichnet: Bei der Gründung übernahm die Debeg von Telefunken 78 Funkstellen an Bord deutscher Schiffe, die in drei Jahren bis auf 380 anstiegen. Der Versailler Vertrag zwang zur Ablieferung von 348 Funkstellen, so daß nur 32 kleinerer Leistung übrig blieben. 1920 waren aber bereits wieder 238 Funkstellen vorhanden, 1925 waren es 621 und heute sind es 899. Seit der Gründung rüstete die Debeg insgesamt 2800 Schiffe mit Funkanlagen aus.

Über die umfangreichen Aufgaben der Debeg und ihre technischen Hilfsmittel gab Direktor H. J. Behner auf einer aus Anlaß des Jubiläums durchgeführten Presseveranstaltung einen Überblick, während Funkinspektor Carl Müller vom Dampfer „Cap Arcona" in launiger Weise aus dem reichen Schatz der in 25 Jahren angehäuften Bordfunkererlebnisse spendete. Zwischendurch meldete sich die „Bremen" funktelephonisch aus der Nähe von Dover an; das Zwiegespräch, das Obering. Schilling vom Vortragssaal im Haus der Deutschen Presse mit dem Funkoffizier des Dampfers und einem Passagier führte, konnte durch die Lautsprecherwiedergabe mitgehört werden.

Vorsatz-Superhet-Geräte für den Rundfunk- und Langwellenempfang

Von
Rudolf Schadow

Es ist nicht immer eine Modesache, wenn zu gleicher Zeit von verschiedenen Seiten aus Anstrengungen unternommen werden, die die Lösung ein- und desselben Problems zum Ziel haben. Ganz besonders in der Funktechnik kann es vorkommen, daß die Behebung eines bestimmten Mangels von vielen Seiten als Notwendigkeit erkannt wird, was zur Folge hat, daß eines Tages zahlreiche Lösungen vorliegen, die doch völlig unabhängig voneinander entstanden sind. Es kommt dabei nicht darauf an, daß das betreffende Problem oder dessen Lösungen neu sind, es kommt nur darauf an, ob eine Verbesserung auch von der Allgemeinheit als Notwendigkeit erachtet wird.

Ein ausgezeichnetes Beispiel hierfür liefert der „Superhet-Vorsatz" für den normalen Rundfunk- und Langwellenbereich. Der Gedanke zur Schaffung einer zusätzlichen Ergänzungseinrichtung für den einfachen Empfänger, um ihm die Vorteile des Überlagerungsempfangs zu verschaffen, sind durchaus nicht neu. Der Verfasser stellte bereits 1933 in einer Veröffentlichung die hierfür maßgebenden Grundsätze und Gesichtspunkte auf, deren Übereinstimmung mit den heutigen Konstruktionsgesichtspunkten von der Geräte- und Einzelteilindustrie erkennen lassen, daß erst in letzter Zeit die Voraussetzungen für ein solches Vorsatzgerät entstanden sind, die es als aktuelle Angelegenheit erscheinen lassen.

Durch die Verbreitung des Volksempfängers und die naturgemäß steigenden Ansprüche ihrer Besitzer erklärt es sich, daß die Nachfrage nach einem derartigen Vorsatzgerät heute eine viel größere ist. Die Geräteindustrie entwickelte aus diesem Grunde einen speziell auf den VE 301 zugeschnittenen Superhet-Vorsatz, den wir zur Funkausstellung kennen lernten.

Für den Bastler bietet es keine Schwierigkeiten, sich für einen vorhandenen selbstgebauten oder fertiggekauften Empfänger einen Superhet-Vorsatz selbst zu bauen; er kann dabei individuelle Gesichtspunkte bei der Anpassungsfrage berücksichtigen, was bei einem industriellen Vorsatz nicht möglich ist. Auch für den Bastler stellt der Nachbau eines Superhet-Vorsatzes keine Modesache dar, wenn er sich die erörterten Grundsätze zum Vorbild nimmt, denn er kann gerade jetzt damit rechnen, daß der Mittelweg der verschiedenen Lösungen für ihn die vorteilhafteste Auswertung der bisherigen Entwicklung ergibt. Für den Superhet-Anfänger bietet der Superhet-Vorsatz außerdem eine ganz ausgezeichnete Einführung, wobei er durch den übersichtlich einfachen Aufbau in elektrischer und mechanischer Hinsicht keine groben Fehlerquellen zu befürchten hat.

Das Prinzip des Vorsatzgerätes beruht auf der Erzeugung einer Schwebung, die im vorhandenen Empfänger als Zwischenfrequenz verstärkt und gleichgerichtet werden soll. Bei Einkreisern, in denen dann die erste Zwischenfrequenzröhre gleichzeitig den Gleichrichter darstellt, erfolgt die Verstärkung durch Anwendung der im Empfänger befindlichen Rückkopplung. Der Vorsatz-Superhet besitzt nach Abb. 1 einen Eingangskreis, bestehend aus dem umschaltbaren Hochfrequenz-Transformator T_1 mit Abstimmung durch C_1, sowie einen Überlagererkreis, gebildet aus der umschaltbaren Spulengruppe Osz., dem Abstimmkondensator C_2, der mit C_1 auf gemeinsamer Achse liegt, und den umschaltbaren Verkürzungsgliedern C_5 und C_5'. Als Misch- und Überlagererröhre hat sich für alle Fälle die Achtpolröhre in den verschiedenen Ausführungen entsprechend der Heizstromversorgung durchgesetzt.

Die Wahl der Zwischenfrequenz erfolgt nach dem Gesichtspunkt, daß wir aus dem Empfangsbereich zwischen 200 und 600 m oder 800 und 2000 m ein schmales Band herausschneiden, auf dessen Empfang wir ohne Nachteile verzichten können. Hier herrscht allgemein die Auffassung, daß das Band zwischen 800 und 900 m auf dem untersten Langwellenbereich am geeignetsten ist; das trifft auch in verstärkungstechnischer Hinsicht zu.

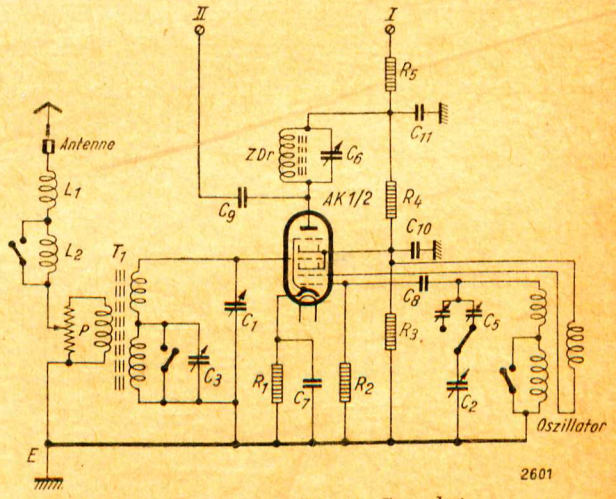


Abb. 1. Prinzip des Vorsatz-Superhets

Die genaue Festlegung der Zwischenfrequenz-Welle zeigt allerdings geringe Abweichungen, die zwischen 840 und 920 m schwanken. Die Festlegung von 900 m als Zwischenfrequenz-Welle des vorliegenden Vorsatz-Superhets begründet sich damit, daß viele Empfangsgeräte oft nicht bis auf 850 m herunterkommen.

Die Ausführung des Zwischenfrequenz-Filters im Vorsatzgerät muß möglichst so erfolgen, daß auch ohne Hilfsmittel eine Abgleichung für den Bastler durchführbar ist, was ja unter Berücksichtigung der geringen Zwischenfrequenz-Verstärkung durch den vorhandenen Empfänger äußerst genau ausgeführt werden muß. Damit eine weitgehende Anpassungsmöglichkeit an vorhandene Geräte besteht, ist außerdem auf eine Veränderung des Kopplungsgrades zu achten. Beide Punkte führten zum Einsatz einer Zwischenfrequenzdrossel, die auf 900 m durch einen Paralleltrimmer C_6 abgeglichen ist. Die Ankopplung der Drossel an den Antenneneingang des vorhandenen Empfängers erfolgt über eine Kapazität C_9, deren Größe zwischen 20 und 100 cm schwankt. Für normale Einkreiser mit induktiver Antennenkopplung können 50 cm, bei schlechtem Wirkungsgrad 100 cm, bei angezapfter Antennenkopplung 20 bis 50 cm, bei direkter Gitterkopplung 10 bis 25 cm angenommen werden. Für den Volksempfänger hat sich die Ankopplung durch C_9 von 20 cm an den größten Langwellenabgriff, der außen durch eine „5" gekennzeichnet ist, als günstigste Größe herausgestellt.

Für den Volksempfänger VE 301 ist außerdem noch eine besondere Lösung der Ankopplungsfrage gefunden worden, die Abb. 2 schematisch veranschaulicht. Die beiden Zwischenfrequenz-Kreise, die aus der Drossel ZD_r und dem Abstimmkreis des vorhandenen Empfängers gebildet werden, können bei Abstimmung der Langwellen-

Antennenspule durch einen dritten Kreis erweitert werden. Die Abstimmung erfolgt durch einen im Vorsetzer befindlichen Trimmer C_{12}, dessen Rotor an Erde und dessen Stator zum Anfang (A_5) der Langwellen-Antennenspule führt. Die Ankopplung wird dann loser, und zwar durch Wahl des günstigsten Abgriffes zwischen 1—4 vorgenommen. Es muß aber betont werden, daß die Abgleichung mit dem dritten Kreis nicht einfach durchzuführen ist, weshalb diese Erweiterung erst für eine spätere „Verbesserung" des Vorsatzes betrachtet werden sollte.

Die Frage der Lautstärkeregelung und der Antennenankopplung sind weitere wichtige Gesichtspunkte, die aufmerksame Beachtung verlangen. Eine Lautstärkeregelung im vorhandenen Empfänger hat stets Nachteile, wenn es sich um Einkreiser handelt; bei einem Zweikreiser wäre zu untersuchen, ob die Regelung durch Gitterspannungsänderung der Hochfrequenzröhre geschieht. Lautstärkeregelung im Antennenkreis des Empfängers muß als gleichbedeutend mit einer Verstimmung des Zwischenfrequenz-Kreises angesehen werden. Es ist also besser, man verläßt sich nicht darauf und regelt die Lautstärke im Vor-

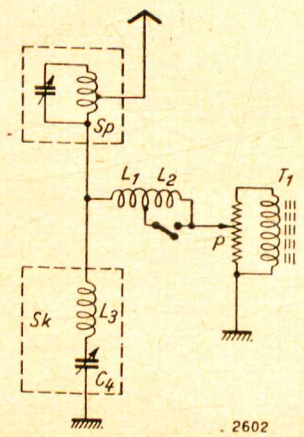


Abb. 2. Störsperren am Eingang des Vorsatzgerätes.

satzgerät, was recht einfach durch einen Antennen-Spannungsteiler oder einen sogenannten „Impedanzkoppler" erreichbar ist. Dadurch gehen wir auch jeder Übersteuerungsgefahr der Mischröhre aus dem Wege.

Jeder Superhet hat bekanntlich empfindliche Stellen, an denen Pfeiftöne auftreten, die recht verschiedenen Ursprung haben können. Wir kommen jetzt dazu, Maßnahmen zur Störsperrung für den Vorsatz-Superhet zu behandeln. Außer von Pseudo-Überlagerungen, die durch Wahl einer verhältnismäßig hohen Zwischenfrequenz und Anwendung eines Vorkreises praktisch völlig unterdrückt werden, können Störungen auftreten, die durch die Eigenwelle des Antennenkreises [1]) gefördert werden. Die Antenne wird deshalb im Vorsatzgerät durch die Induktivitäten L_1 für den Rundfunkwellen- und durch $L_1 + L_2$ für den Langwellenbereich künstlich verlängert, so daß die Eigenwelle über den Empfangsbereich hinaus verschoben wird. Die dadurch bewirkte Leistungsverminderung muß unbedingt in Kauf genommen werden, da sonst mit zahlreichen Pfeifstellen zu rechnen ist.

Andere Störquellen, die oft örtlicher Natur sind und gegen die auch nicht überall Maßnahmen getroffen zu werden brauchen, stellen starke Ortssender und die der Zwischenfrequenz-Welle benachbarten Sender dar. Auch hier sind Überlagerungspfeiftöne die Folge, deren Ursache im einzelnen genau festgestellt werden muß, ehe wirksame Abhilfe geschaffen werden kann. Es würde nichts nützen, die beschriebenen Siebmittel sämtlich einzubauen, ohne zu wissen, welche Überlagerungen von dem einen und welche von dem anderen behoben werden können, da jede Störsperre für sich eingestellt bzw. abgeglichen werden muß. Für den Bastler wären darin immerhin einige Schwierigkeiten zu suchen, da er in den seltensten Fällen einen entsprechenden Hilfssender für die Abgleichung zur Verfügung hat. Trotzdem möchte ich empfehlen, auch bei einem solchen Super-Vorsatz nicht an kleinen Kniffen zu sparen — die zwar aus Gründen der Einfachheit und Preisgestaltung bei kleinen Geräten oft fortgelassen werden —, die aber geeignet sind, die Qualität des Gerätes erheblich zu

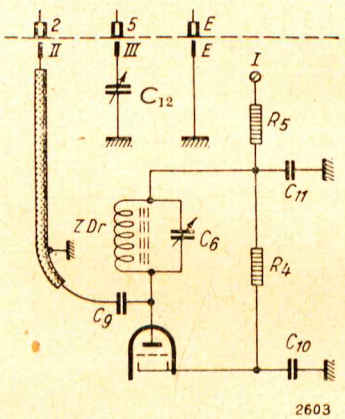


Abb. 3. Ankopplung des Vorsatzgerätes an den Empfänger

steigern. Zweckmäßig ist es jedoch, wenn die Störsperren erst nachträglich angeordnet werden und, wie oben bereits betont wurde, erst dann, wenn sich ihre Notwendigkeit herausstellt. Im Schaltbild Abb. 1 wurde aus diesem Grunde die Anordnung des Sperr- und Saugkreises fortgelassen. Abb. 3 zeigt die entsprechende Ergänzung. Einen normalen Sperrkreis wird man in den meisten Fällen zur Hand haben, so daß bei auftretenden Überlagerungspfeiftönen schnell festzustellen ist, ob bei Sperrung des Ortssenders Abhilfe geschaffen wird. Die Einstellung des Sperrkreises soll bei zurückgedrehtem Regler direkt auf den Ortssender erfolgen und nicht an einer Pfeifstelle, da sonst leicht Irrtümer entstehen können.

Die Einschaltung des Saugkreises erfolgt zur Unterdrückung von Störungen, die unmittelbar auf oder neben der Zwischenfrequenz liegen. Als zuverlässigstes Merkmal für

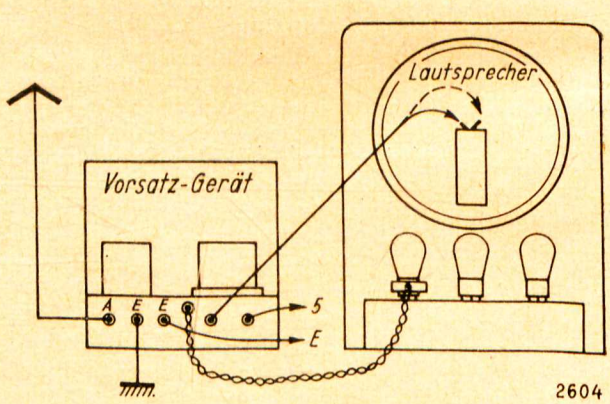


Abb. 4. Verbindung des Vorsatzgerätes mit dem Empfänger

diese Art von Störungen gelten im Rhythmus von Telegraphiezeichen auftretende Pfeiftöne unter der Voraussetzung, daß sämtliche Sender dadurch gestört werden. Es kann sich natürlich auch um einen Telephonie-Sender handeln, der sich in der Zwischenfrequenz störend bemerkbar macht, wodurch sich die Störungen von den oben behandelten Pfeiftönen nur dadurch unterscheiden, daß sie absolut bei allen Sendern auftreten. Falls solche Störungen

[1]) „Funk", 1935, Heft 1, Seite 20.

auftreten, wird der Saugkreis durch C_4 auf eine dieser Pfeifstellen bis zum praktischen Verschwinden der Störung eingestellt und kontrolliert, ob der größte Teil der Sender überlagerungsfrei erscheint.

Die Stromversorgung des Vorsatz-Superhets kann in allen praktisch vorkommenden Fällen dem Hauptempfänger entnommen werden, da für die Mitversorgung einer zusätzlichen Röhre stets genügende Reserve vorhanden sein dürfte. Die Heizspannung kann bei Wechselstromgeräten durch einen Zwischensockel am Fuß einer Empfängerröhre abgegriffen werden, ebenso bei Batteriegeräten, wenn es hier nicht vorteilhafter und einfacher ist, besondere Zuleitungen zu den Batterien vorzusehen. Bei Gleichstromgeräten ist die Lösung bei im Hauptempfänger verwendeten Eisenwasserstoffwiderständen ebenfalls nicht schwierig, da der Zwischensockel nur so einzurichten ist, daß der Stromkreis der Heizung unterbrochen und die zusätzliche Röhre in Serie geschaltet wird. Gleichstromempfänger mit festen Drahtwiderständen benötigen einen kleinen Kunstgriff, ohne daß Änderungen des Vorwiderstandes nötig sind, vorausgesetzt, daß das Gerät eine Umschaltung auf 150 oder 125 oder 110 Volt-Gleichspannungsnetze zuläßt. Wir verfahren dann nach Schaltung Abb. 5, wobei der Hauptempfänger auf den nächst niedrigeren Spannungswert, z. B. 150 Volt, umgeschaltet wird. Dadurch erzielen wir bei 220 Volt Gleichspannung eine Differenz von 70 Volt, die wir durch Einsatz des Zwischensockels vernichten müssen; da die zusätzliche Röhre 20 Volt benötigt, bleiben 50 Volt zu vernichten. Der Widerstand R_s dient diesem Zweck und ist mit im Vorsetzer unterzubringen. Die Größe errechnen wir durch Multiplikation mit dem für einen Stromfluß von 180 mA. ermittelten Widerstand 5,5 Ohm pro 1 Volt, in unserem Beispiel $50 \times 5{,}5 = 275$ Ohm. Bei Umschaltung auf 125 Volt ergeben sich 415 Ohm, bei 110 Volt beträgt R_s 495 Ohm.

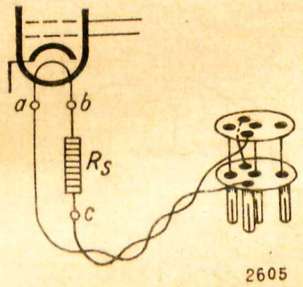


Abb. 5. Zwischensockel mit Zusatzwiderstand für Gleichstromgeräte

Die Entnahme der Annodenspannung aus dem Hauptempfänger kann bei Geräten mit eingebautem Lautsprecher an den Zuführungsleitungen oder den Anschlußklemmen erfolgen (Abb. 4), wobei durch Versuch zu ermitteln ist, welcher Anschluß direkt zur gesiebten Spannungsquelle führt, was sich durch größere Leistung bemerkbar macht. Bei Wechselstromgeräten dient der Erdpol gleichzeitig als Verbindungspunkt des negativen Spannungspotentials. Bei Gleichstromgeräten muß der negative Spannungspunkt durch direkte Verbindung mit dem Chassis hergestellt und die Erde über die Blockierung des Hauptempfängers angeschlossen werden. Für den positiven Spannungspol kann oft der Abgriff recht einfach an einer Lautsprecherbuchse vorgenommen werden. Auf jeden Fall wird sich immer ein Anzapfpunkt oberhalb des Chassis eines fertigen Empfängers finden lassen, so daß an der Hauptanlage keine prinzipiellen Änderungen eintreten.

Zeichnungen vom Verfasser

Die Olympischen Winterspiele in Garmisch-Partenkirchen

Rundfunkverbindungen mit aller Welt

Garmisch-Partenkirchen, das als Luftkurort und Wintersportplatz bereits einen Ruf in der Welt besitzt, wird augenblicklich und in den kommenden Monaten durch die Olympischen Winterspiele vor ganz besondere Aufgaben gestellt. Sein Name wird diesmal nicht als Erholungsstätte, sondern als Kampfstätte durch die ganze Welt gehen.

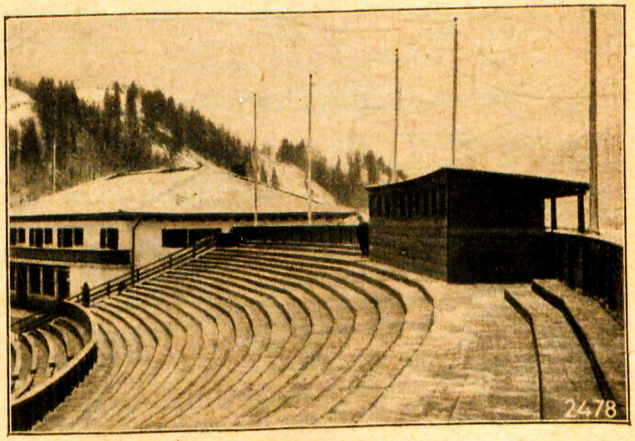
Fieberhaft wird seit Monaten gearbeitet, um sowohl verkehrstechnisch als auch postalisch allen erdenklichen Anforderungen gewachsen zu sein.

Auch der Rundfunk steht nicht abseits dieses großen Weltgeschehens und ist ebenfalls seit vielen Monaten an der Arbeit, Garmisch-Partenkirchen während der Zeit der Olympischen Winterspiele zur Sendestadt auszugestalten. Tausende Meter von Kabeln sind auf den einzelnen Sportplätzen zu diesem Zweck verlegt, um von sämtlichen interessanten Punkten Schilderungen bzw. Ergebnisse in alle Welt zu senden. 12 Nationen unterrichten ihre Hörer von Garmisch-Partenkirchen aus über den Stand der Kämpfe. Es mußte deshalb eine Unzahl von Sprechzellen, Vorverstärkerräumen, eine Schaltzentrale und mehrere Kabelwege für das Ausland geschaffen werden.

Ein kurzer Gang über die Sportplätze mag zeigen, was bisher geschehen ist.

Im Skistadion wurden 14 Sprechkabinen, und zwar je zwei auf den beiden Schiedsrichtertürmen an den Sprungschanzen und 10 Kabinen am Auslauf errichtet. Der Sprecher hat die Möglichkeit, den gesamten Verlauf bequem zu überblicken und ist vor sämtlichen Witterungseinflüssen geschützt.

In diesen Kabinen wird nun je ein Mikrophon aufgestellt, über Leitungen geht es dann in den Verstärkerraum, der mit 10 Bedienungsplätzen, einem Signal- und Telephonplatz ausgestattet ist, um einerseits die Verbindung zur Rundfunkzentrale in Garmisch-Partenkirchen und andererseits die Verbindung zu den einzelnen Technikern aufnehmen zu können. Diese Vorverstärkerzentrale befindet sich unmittelbar unter den Sprechkabinen. Von hier aus geht es über Kabelwege durch



Die zehn Rundfunksprechzellen auf der Tribüne im Skistadion neben dem Olympiahaus

Aufnahme: Kubina

Garmisch in die Rundfunkzentrale unmittelbar am Bahnhof. Hier entstand ein transportables Gebäude, der Verwendung zweckentsprechend eingerichtet.

Man findet darin eine Telephonvermittlungsstelle, eine Fernschreibzentrale, Aufnahme- und Sprechräume, Büroräume, eine eigene Zentralheizung, Lichtsignalanlagen, Stromreserve und Batterieladeraum. Hier ist das Herz des Rundfunks Garmisch-Partenkirchen, von hier aus gehen die Wege in alle Welt.

Um nur kurz zu zeigen, welche Möglichkeiten bestehen, um zu gleicher Zeit 6 verschiedene Sendungen in alle Welt zu streuen, sei hier der Gang dieser Wege aufgezeichnet:

Ein Weg ist bestimmt für alle nordischen Länder, wie Norwegen, Schweden, Finnland, Dänemark.

Ein Weg ist bestimmt für alle nordwestlichen Länder, wie Holland, England, Amerika, Kanada.

Ein Weg ist vorgesehen für die westlichen Länder, wie Frankreich, Belgien, Spanien.

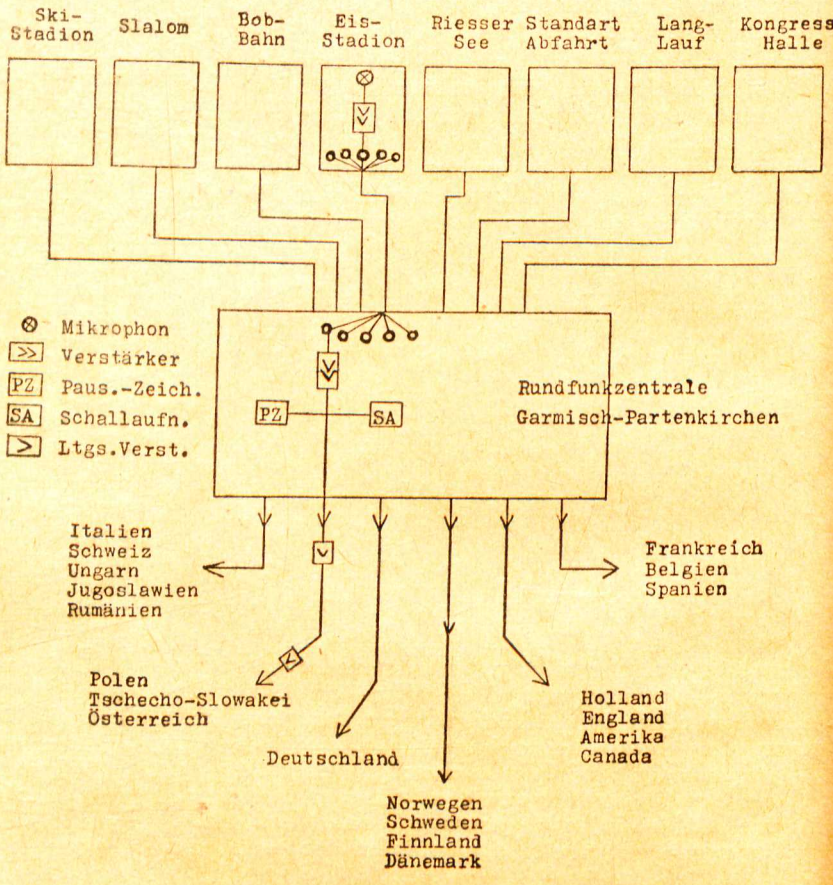
Ein Weg führt zu den südlichen Ländern, wie Italien, Schweiz, Ungarn, Jugoslawien, Rumänien.

Ein Weg gilt für die östlichen Länder, wie Polen, Tschechoslowakei, Österreich.

Zum Schluß ist natürlich noch ein Weg vorhanden, der ausschließlich für die deutschen Sender und für die deutschen Kurzwellensender bestimmt ist, die mit Richtstrahlen in sämtlichen Richtungen der Welt die Darbietungen der Olympiade ausstrahlen werden, so daß die Länder Afrika, Australien, China-Japan, sowie Süd- und Nordamerika auch noch über diesen Weg die Darbietungen erhalten.

Olympische Winterspiele 1936

Schematische Darstellung der Leitungsanlagen



Das sind die reinen Übertragungswege. Dazu werden noch besondere Telephonleitungen geschaltet, um vor und während der Sendung mit den empfangenden Ländern von Garmisch aus direkt sprechen zu können.

Bis nun die Sprache zu den einzelnen Sendern gelangt, muß sie über eine Unzahl von Zwischenverstärkern auf der Strecke geleitet werden. Viele Hände sind für die Bedienung dieser Apparaturen am Werk, um das Gelingen sicherzustellen. Es ist nicht einfach, in einem provisorisch errichteten Funkhaus solche Leistungen und eine solche Anzahl von Sendungen in vielfachen Sprachen durchzuführen. Dazu gehört eine große Anzahl von Personal, sprachenkundigen Technikern, Telephonistinnen, Stenotypistinnen und vieles andere mehr.

Und so wie sich diese Sendungen aus dem Olympia-Skistadion in Garmisch-Partenkirchen abwickeln, so wickeln sich auch alle anderen Sendungen von den Slalomhängen, Olympia-Bobbahn, Olympia-Eisstadion, Riessersee, Standardablauf, Militärpatrouillen-Skistaffeln und von den Langläufen ab.

Die Schwierigkeiten liegen hierbei nicht einzig und allein in der technischen Durchführung, sondern noch mehr in der Transportfrage. Hoch hinauf auf die Gipfel müssen die schweren Apparaturen geschafft werden. Unter strengster Kälte, allen Witterungseinflüssen ausgesetzt, stehen die Techniker am Werk, um das ganze Geschehen in Garmisch-Partenkirchen der Welt zu vermitteln.

Zeichnung R. R. G.

Inbetriebnahme des Gleiwitzer Senders

Am 23. Dezember wurde von der Deutschen Reichspost ein neuer Rundfunkzwischensender in Gleiwitz in Betrieb genommen. Damit steht der Funkstunde in Gleiwitz, Nebensender des Reichssenders Breslau, ein durchaus neuzeitlicher Sender zur Verfügung. Er hat zwar keine größere Sendeleistung (5 kW) bekommen, erhielt aber durch eine schwundmindernde Antenne in einem 110 m hohen Holzturm eine größere Reichweite als der jetzige Sender.

Der neue, nunmehr dritte Sender steht im Norden der Stadt, etwa eine Viertelstunde vom Stadtinnern entfernt; die Besprechungsräume des Nebensenders sind jedoch im alten Funkhaus verblieben. Die alten eisernen Gittermasten wurden abgebrochen. Der aus deutschem Buchenholz errichtete Turm trägt eine senkrechte Antenne aus Aluminiumseil. Von seiner Spitze aus bietet sich eine weite Aussicht auf das Industriegebiet Oberschlesiens, seine riesigen Wälder und viele Städte und Dörfer.

Der neue Sender ist ein quarzgesteuerter Röhrensender mit 6 Stufen und wird, wie der alte Sender, mit einer Welle von 243,7 m betrieben. Der hölzerne Turm hat ein Gewicht von über 2000 Zentnern und ruht auf vier Eckfundamenten aus Beton, deren jedes 1750 Zentner wiegt.

Berichtigung

In dem Aufsatz über „Die Sirufer-Uhr" von Rudolf Schadow („Funk" 1936, Heft 1) heißt es am Schluß des Abschnittes über die Berechnung von Oszillator-Abstimmbereichen: „. . . daß wir unseren Drehkondensator mit 250 cm verkürzen müssen". Richtig muß es heißen: „mit 500 cm verkürzen müssen".

Über das Fernsehen in Deutschland

Inbetriebnahme des neuen Fernsehsenders in Berlin

Der neue Berliner Fernsehsender wurde am 23. Dezember 1935 in einer Feierstunde vor Behörden- und Pressevertretern in Betrieb genommen. Alle Redner sprachen bei dieser Eröffnungsfeier in der Zelle des Lichtstrahlabtasters, so daß man sie auf dem Schirm des Fernsehempfängers sah und ihre Stimme aus dessen Lautsprecher hörte. Wenn auch die beiden neuen UKW-Sender — einer für Bild, der andere für Ton — in Schaltung und Aufbau den durch den Brand zerstörten gleichen, so konnten doch zahlreiche Verbesserungen angebracht werden, die eine höhere Bildgüte zur Folge hatten. Allgemein fiel auf, daß die Bilder bei der direkten Abtastung, als auch bei der Filmübertragung einen bisher kaum gesehenen Reichtum an Zwischentönen aufwiesen und daß sie weich wirkten, ohne jedoch flau zu sein. Die Wiedergabe war einer Filmprojektion vergleichbar, bei der hochwertige panchromatische Filme wiedergegeben werden.

Oberpostrat Dipl.-Ing. Flanze übergab den Sender dem öffentlichen Betrieb; Ministerialrat Demann übernahm den neuen Fernsehsender „Paul Nipkow" im Auftrag des Propagandaministeriums für den Programmbetrieb der Reichsrundfunkgesellschaft. Er gab der Hoffnung Ausdruck, daß das Fernsehen in einigen Jahren im ganzen Deutschen Reich eingeführt werden kann, und er machte ferner davon Mitteilung, daß die Reichsrundfunkgesellschaft die Fernsehdarbietungen mit dem Beginn des neuen Jahres weitesten Kreisen zugänglich machen wird. Der stellvertretende Reichssendeleiter Boese äußerte sich zu den Aufgaben des Fernsehens während der Olympiade, und Oberpostrat Dr. Banneitz sagte einiges über die technische Einrichtung des neuen Senders. Besonders launig war schließlich die Ansprache eines Mitgliedes der Gefolgschaft des Fernsehsenders, die in Tag- und Nachtschicht innerhalb der unwahrscheinlich kurzen Frist von drei Monaten den Sender betriebsreif aufbaute.

Nachstehend veröffentlichen wir die Ansprachen, die bei dieser Gelegenheit gehalten wurden.

Oberpostrat Dipl.-Ing. Flanze

Die Inbetriebnahme des Fernsehsenders in Berlin-Witzleben ist kein Ereignis von hoher technischer Bedeutung, da die neue Anlage in ihren Grundzügen ein Abbild der durch den Ausstellungsbrand vernichteten Einrichtung ist; doch ist berechtigter Anlaß vorhanden, dem Tag eine besondere Weihe zu geben; denn deutsche Schaffenskraft hat in denkbar kürzester Zeit einen Schaden wettgemacht, der nicht nur die Pioniere des Fernsehens betraf, sondern auch einen Verlust für das Volksganze darstellte.

Deutschland hat als erstes Land der Welt, wenn auch anfangs im bescheidenen Rahmen, einen Fernsehbetrieb für die Allgemeinheit eröffnet. Die Gewalt des Schicksals hat für einige Wochen den Betrieb unterbrochen. Die Zwischenzeit wurde genützt, um die beiden neuen Sender, einen für Bild, den anderen für Ton, zu verbessern. So dürfen wir heute auch das unheilvolle Schicksal, das unsere Fernsehtechnik betraf, bejahen, da es uns in der Entwicklung vorwärtsgebracht hat.

Die Vernichtung bedeutsamer technischer Erstlingswerke durch Naturkräfte ist eine in der Menschheitsgeschichte leider immer wiederkehrende Erscheinung. Erinnern wir uns der Zerstörung unserer ersten Zeppeline! Man kann wohl glauben, daß solche Schicksalsschläge kommen müssen, um Arbeitseifer und Zähigkeit für eine neue Sache aufs höchste anzuspornen. Ein gleiches gilt für unser großes technisches Werk am Berliner Funkturm. Der Brand hatte bis auf wenige Einzelteile alles vernichtet. Allen, die am raschen Wiederaufbau der Fernsehsendeanlage mitgeholfen haben, spreche ich hiermit im Auftrage des Herrn Reichspostministers den besten Dank aus. Möge das neue Werk, das die Deutsche Reichspost zusammen mit der Industrie aufgestellt hat, die Entwicklung des Fernsehens kräftig beleben und ein Wahrzeichen friedlicher Schaffensfreude deutscher Männer sein! Wenn auch die Hoffnungen auf die allgemeine Einführung des Fernsehens in ganz Deutschland sich vielleicht erst in einer Reihe von Jahren erfüllen mögen, so arbeiten wir doch auch in der Fernsehtechnik am Wendepunkt eines neuen Kulturabschnittes.

Zur Vorarbeit für die neuen Kulturaufgaben der Programmgestaltung habe ich die Ehre, im Auftrage des Herrn Reichspostministers den neuen Fernsehsender dem Reichsministerium für Volksaufklärung und Propaganda für den Betrieb durch die Reichsrundfunkgesellschaft zur Verfügung zu stellen.

Stellvertretender Reichssendeleiter Boese

Hunderttausende Volksgenossen haben in diesem Jahre das neue technische Wunder Fernsehen in den Fernsehstuben und in der „Fernsehstraße" auf der 12. Großen Deutschen Rundfunkausstellung kennen gelernt.

Ich habe die Ehre, im Namen des Reichssendeleiters und namens der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft für die Ermöglichung eines groß auszubauenden Fernseh-Programmbetriebes durch die neu gerichtete Fernseh-Senderanlage bestens zu danken.

Wir Propagandisten des deutschen Rundfunks begrüßen daher die Inbetriebnahme des Paul-Nipkow-Senders Berlin. Mit dem deutschen Fernsehen verliehen Erfindergeist und Technik der Propaganda eine neue scharfe Waffe zum Schmieden der deutschen Volksgemeinschaft und eines stabilen Weltfriedens. Der deutsche Rundfunk wird auch diese Gabe der Technik vollwertig ausnutzen. Alle Kräfte, die am Ausbau des Fernsehens schaffen, werden gemeinsam ein Programm gestalten, das auch im kommenden Olympia-Jahr 1936 die Umwelt, alle Völker aufhorchen lassen wird.

Die Versuche der Forscher, Physiker und Ingenieure, das Fernsehen vom Filmsenden freizumachen durch Wirken des Abtastsenders und darüber hinaus, werden im kommenden Jahre der Programmgestaltung Richtung weisen.

Niemals wird die Programmgestaltung des deutschen Fernsehens eine Konkurrenz für das deutsche Lichtspiel-Theatergewerbe bedeuten. Wie es im Rundfunkprogramm einen Zeitfunk, ein Echo des Tages oder der Woche gibt, so wird auch mittels des heute betriebsfertig zur Verfügung gestellten Ton- und Bildsenders „Paul Nipkow, Berlin" ein aktueller Bildberichtdienst die Linie der Programmgestaltung beherrschen, für die das Olympia-Jahr 1936 ein nahes Ziel uns weist: die direkte filmfreie Übertragung der Kampfspiele vom Reichssportfeld in den Augusttagen des kommenden Jahres. Schon heute sind erfreulicherweise sämtliche Eintrittskarten für die Olympischen Spiele verkauft, vergeben. So wird es die gemeinsame Arbeit aller Kräfte am deutschen Fernsehen zuwege bringen, daß ein erheblicher Teil der in der Olympiastadt Berlin weilenden Interessenten, die auf dem Reichssportfeld die Kämpfe nicht mit ansehen können, diese weltbewegenden Ereignisse der 11. Olympiade in Bild und Ton miterleben können.

Gelingt — und er muß und wird gelingen — dieser erste große Schritt, so sind damit viele neue Möglichkeiten großen Ausmaßes für die zukünftige Programmgestaltung garantiert.

Daher sprechen wir Schaffenden am deutschen Rundfunk die große Bitte an die Gestalter der Technik aus, das im Anfang der Entwicklung stehende deutsche Fernsehen intensivst zu fördern, damit das Sendeprogramm ergänzend und reichhaltiger gestaltet werden kann.

Mit Anspannung aller Kräfte bereiten wir nunmehr die Eröffnung des regelmäßigen Fernseh-Programmbetriebes

des „Paul-Nipkow-Senders Berlin“ für den 15. Januar des kommenden Olympia-Jahres vor.

Oberpostrat Dipl.-Ing. Dr. Banneitz

Im Zusammenhang mit der Inbetriebnahme des neuen Senders erhält der Überblick über die technische Entwicklung des Fernsehens besondere Bedeutung, den Dr. Banneitz auf der „Post- und Telegraphentechnischen Woche“ Ende November 1935 gab und den wir hier auszugsweise veröffentlichen.

Die beiden soeben fertiggestellten Ultrakurzwellensender für Bild und Ton der Fernsehanlage Witzleben gleichen im wesentlichen den beiden beim Brande der Halle IV der Funkausstellung zerstörten Ultrakurzwellensendern. Sie sind für das Senden 180zeiliger Bilder eingerichtet. Nur so war es möglich, innerhalb der sehr kurzen Zeit von 3 Monaten die Fernsehanlage Witzleben wieder betriebsfähig zu machen. Selbstverständlich sind an der neuen Anlage eine Reihe von Verbesserungen angebracht, wodurch die Bildgüte am Empfänger nicht unwesentlich gesteigert wird. An weiteren Verbesserungen wird von uns rastlos gearbeitet, so daß wir hoffen können, in zäher Kleinarbeit schrittweise schließlich einen durchaus befriedigenden Zustand zu erreichen.

Die Fernsehanlage Witzleben, die eine ausreichende Reichweite und Leistung besitzt, um in ganz Berlin guten Fernsehempfang zu gewährleisten, bildet einen Teil des geplanten großen Fernsehnetzes, mit dem einmal später ganz Deutschland mit Fernsehsendungen versorgt werden wird. Auch an diesem Problem wird unentwegt gearbeitet. Wie bekannt geworden ist, sind im Laufe des letzten Sommers von der Deutschen Reichspost umfangreiche Versuche mit einem auf dem Brocken im Harz aufgestellten Fernsehsender durchgeführt worden. Dieser hohe Aufstellungsort für den Sender wurde deshalb gewählt, weil Ultrakurzwellensender um so weiter reichen, je höher die Sendeantenne angebracht ist, wir aber nicht in allen Teilen des Deutschen Reiches in der glücklichen Lage sind, einen Funkturm zur Verfügung zu haben oder einen solchen errichten zu können. Das Ergebnis dieser Versuche hat unseren Erwartungen entsprochen. Diese zweite Sendestelle des Fernsehnetzes auf dem Brocken erzielte Reichweiten von etwa 100 km in dem nördlich vom Harz gelegenen Flachland und von 50 km in der südlich vom Brocken gelegenen gebirgigen Landschaft. Diese Reichweiten, die allerdings gegenüber den Reichweiten der üblichen Rundfunksender nur klein sind, legen den Gedanken nahe, auf dem Brocken eine ständige Fernsehanlage aufzubauen, um weitere Versuche anstellen und Erfahrungen sammeln zu können, die eine wertvolle Ergänzung für die mit dem Witzlebener Sender gesammelten Erfahrungen sind.

Es ist damit zu rechnen, daß die Entwicklung des Fernsehens uns in nächster Zeit einige Überraschungen bringen wird, die das Fernsehen sprunghaft vorwärts bringen werden. Allerdings wird es für die an der Entwicklung des Fernsehens tätigen Forscher und Techniker noch viel Arbeit und Anstrengung kosten, bis diese Arbeiten abgeschlossen sind. Selbst dann verbleibt auf dem Gebiet des Fernsehens eine Reihe ungelöster Aufgaben, deren Bearbeitung für den Techniker, Forscher und Erfinder außerordentlich reizvoll ist.

Daß die Techniker des Dritten Reiches es an nichts fehlen lassen werden, damit sie im Wettkampf der Völker um das Fernsehen nicht zurückbleiben, ist eine Selbstverständlichkeit.

Die ersten von Erfolg gekrönten praktischen Versuche wurden um das Jahr 1928 ausgeführt. In Deutschland waren es besonders v. Mihaly, Karolus, v. Ardenne und die Deutsche Reichspost, die die ersten Schritte für die Entwicklung des Fernsehens getan haben.

Die Deutsche Reichspost hat bereits im Jahre 1928 mit eigenen Versuchen begonnen, hat die Erfinder unterstützt und durch gemeinsame Arbeiten mit den Erfindern und einigen Industriefirmen den Grundstock für die deutsche Fernsehtechnik gelegt. Die Ergebnisse dieser gemeinsamen Arbeiten wurden regelmäßig auf der Berliner Funkausstellung gezeigt. Sie haben heute das Fernsehen zu einem Stande entwickelt, der zu den größten Hoffnungen für eine vielseitige praktische Verwendung berechtigt. Dank dieser sehr frühzeitig begonnenen Arbeiten der Deutschen Reichspost gehört Deutschland heute zu den Staaten, in denen das Fernsehen am weitesten vorgeschritten ist.

Der Vorgang bei einer Fernsehübertragung muß bekanntlich sehr schnell vor sich gehen, damit das Bild ohne Flimmern wiedergegeben wird. Je schneller man nun die Übertragung vor sich gehen läßt, um so geringer wird das Flimmern. Bei $^1/_{25}$ Sekunde ist das Flimmern nur noch in verhältnismäßig geringem Maße wahrnehmbar und nicht mehr stark störend. Daher haben wir unsere Fernsehversuche auf diese Bildwechselzahl von 25 Bildern in der Sekunde eingestellt.

Mit der weiteren Entwicklung der Empfänger hat man auch die Helligkeit der Bilder erhöht. Dabei zeigte sich, daß die Bilder wiederum um so stärker flimmern, je heller sie werden. Aus diesem Grunde ist für den heutigen Stand der Technik eine Bildwechselzahl von 25 nicht mehr ausreichend, da das Flimmern bei hellen Bildern äußerst unangenehm wirkt.

Die letzte Entwicklung der Fernsehtechnik hat auch hier bereits Abhilfe geschaffen. Man kann das Flimmern vollständig beseitigen, wenn man mit der Bilderzahl noch höher geht. Bei 42 Bildern/Sekunde ist das Flimmern vollkommen beseitigt, auch bei den hellsten Bildern. Eine Flimmerbeseitigung ist auch dadurch erreicht worden, daß man abwechselnd die geraden und ungeraden Zeilen abtastet, und zwar so, daß die geraden in $^1/_{50}$ Sekunde und dann die ungeraden ebenfalls in $^1/_{50}$ Sekunde abgetastet werden.

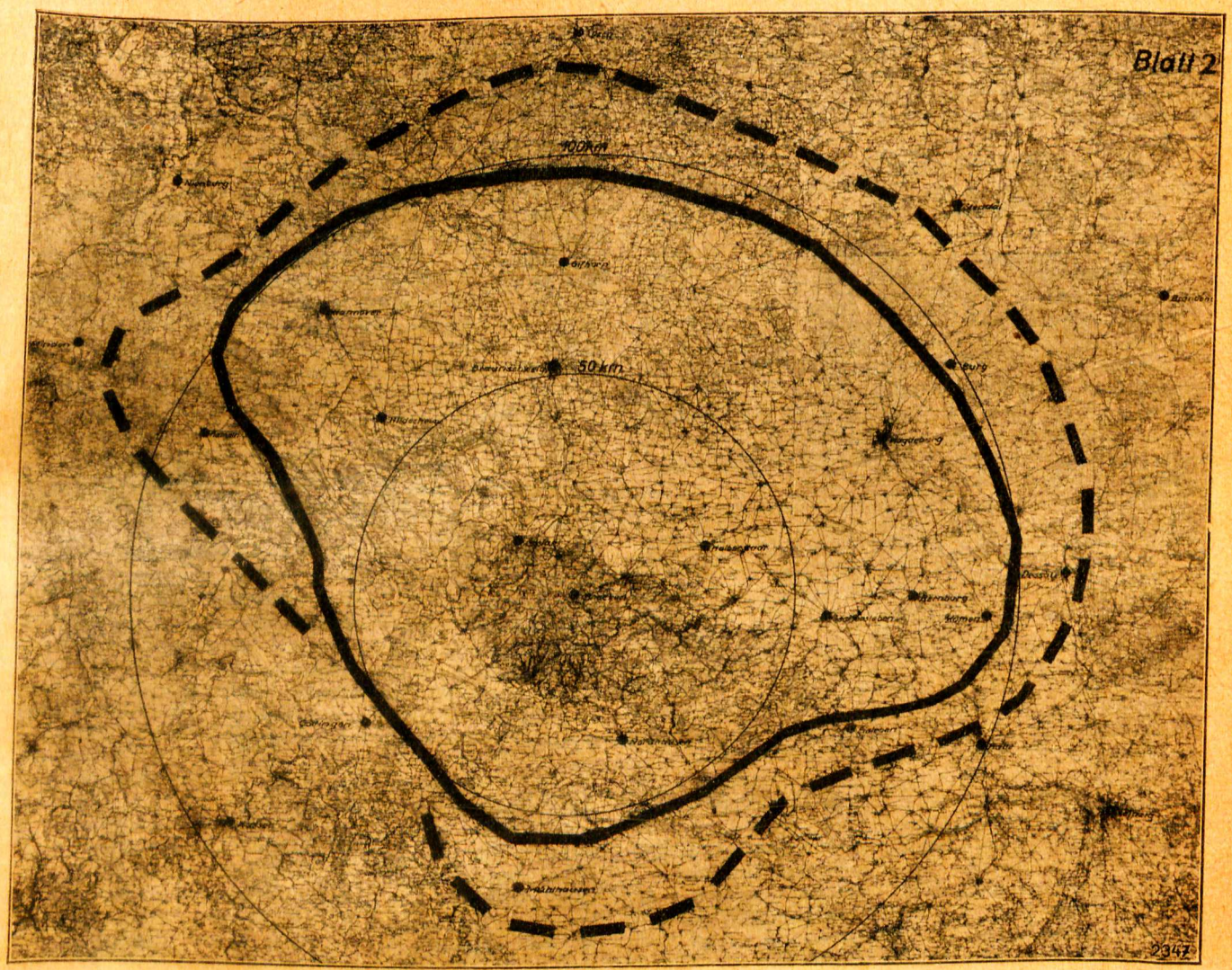
Ein weiteres grundlegendes Merkmal einer Fernsehübertragung ist das dafür erforderliche Frequenzband. Die Anzahl der Bildpunkte, in die das Bild zerlegt ist, multipliziert mit der Bilderzahl je Sekunde, gibt die Anzahl der in einer Sekunde übertragenen Bildpunkte. Das für eine Fernsehübertragung notwendige Frequenzband ist gleich der Hälfte der in einer Sekunde zu übertragenden Bildpunkte. Bei den heutigen Fernsehsendungen zerlegen wir das Bild in 180 Zeilen. Das entspricht bei einem Bildformat von 5 : 6 40 000 Bildpunkten. Diese 40 000 Bildpunkte werden in $^1/_{25}$ Sekunde übertragen, d. h. wir übertragen in einer Sekunde 1 Million Bildpunkte. Für die Übertragung eines solchen Bildes brauchen wir also ein Frequenzband von 500 000 Hz.

Für die Übertragung von Musik, beispielsweise im Rundfunk, genügt ein Frequenzband von etwa 5000 Hz; d. h. der Aufwand an Frequenzband ist bei der Bildübertragung im Vergleich zur Rundfunkübertragung 100mal größer. Mit solch breiten Frequenzbändern lassen sich nun die Rundfunksender nicht mehr modulieren, da die Modulationsfrequenz nur einige Prozent der Trägerfrequenz betragen kann. Drahtlose Sender, die sich mit Fernsehen modulieren lassen, müssen also eine sehr hohe Trägerfrequenz haben, d. h. sie müssen eine sehr kurze Welle besitzen.

Um die in den Laboratorien gemachten Erfahrungen praktisch erproben zu können, hat die Deutsche Reichspost im Jahre 1932 in Berlin-Witzleben eine Fernsehsendeanlage errichtet, die dann in den folgenden Jahren immer weiter ausgebaut und verbessert wurde. Diese Anlage war zuerst für 90zeilige Bilder, später für 180zeilige Bilder eingerichtet. Sie bestand aus zwei Ultrakurzwellensendern, von denen der eine für die Bildübertragung bestimmt war und auf der Welle 6,700 m arbeitete, während der andere den zu dem Bilde gehörenden Ton auf Welle 6,985 m übertrug.

Diese Anlage war im Jahre 1934 technisch so weit durchgebildet, daß sie der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft für Programmsendungen an einigen Tagen in der Woche zur Verfügung gestellt werden konnte.

Die Hochfrequenzleistung der beiden Ultrakurzwellensender wurde über Hochfrequenzkabel den auf der Spitze



Die Reichweiten des Fernseh-Versuchssenders auf dem Brocken

des Funkturms angebrachten Sendeantennen zugeführt. Die Modulation der Sender mit Bild und Ton geschah von den Räumen im Fernsehhaus Rognitzstraße 8 aus. Dort war eine Apparatur zur Übertragung von Tonfilmen aufgestellt, ferner ein „Abtastsender" zur unmittelbaren Übertragung einzelner Köpfe oder kleinerer Spielszenen.

Die Sendeanlage in Witzleben hat eine Reichweite von 50 bis 60 km, d. h. mit dieser Anlage kann ganz Groß-Berlin mit Fernsehsendungen versorgt werden.

Bekanntlich werden die Ausbreitungseigenschaften elektrischer Wellen denen der Lichtwellen um so ähnlicher, je kürzer diese Wellen werden, d. h. wir haben bereits bei einer Welle von 7 m eine ziemlich geradlinige Ausbreitung. Daher ist es zweckmäßig, die Antenne eines solchen Senders möglichst hoch zu setzen, wenn möglich auf hohe Berggipfel, um so eine große Reichweite zu erzielen. Bei der Berliner Anlage befindet sich die Antenne auf der Spitze des Funkturms 135 m über dem Erdboden. Die optische Sicht vom Funkturm beträgt 42 km, die Reichweite dieses Senders geht also etwas über die optische Sicht hinaus.

Um nun Unterlagen zu gewinnen für das Projekt, ganz Deutschland mit Fernsehen zu versorgen, und außerdem die Wirkung eines Senders auf einem Berggipfel zu erproben, sind im Laufe des letzten Sommers umfangreiche und kostspielige Versuche mit einem Sender auf dem Brocken ausgeführt worden. Die Deutsche Reichspost hatte eine vollständige fahrbare Sendeanlage bauen lassen, wobei insbesondere die Firmen Telefunken, AEG und Daimler-Benz beteiligt waren. Diese fahrbare Sendeanlage wurde auf dem Brocken im Harz aufgestellt und es wurde von dort für Versuche täglich gesendet.

Das Ergebnis dieser Versuche in bezug auf die Reichweite ist in der Abbildung wiedergegeben. Wir haben vom Brocken nach Norden, wo freie Sicht in die Ebene besteht, eine Reichweite von etwa 100 km, nach Süden in dem gebirgigen Gelände dagegen nur eine solche von 50 km. Innerhalb dieses Gebietes haben wir eine Feldstärke von mindestens 0,7 mV/m. Die Leistung des Senders war hier die gleiche wie bei dem Sender Witzleben. Im Bereich des von einem Sender auf dem Brocken zu versorgenden Gebietes liegen also die größeren Städte Magdeburg, Hannover, Braunschweig, Hildesheim, Nordhausen, Halberstadt, Aschersleben, Bernburg und Köthen. Bei Erhöhung der Sendeleistung auf den vierfachen Wert würde die Reichweite etwas vergrößert werden, und zwar würde das durch die gestrichelte Linie gekennzeichnete Gebiet erfaßt werden können.

Bei diesen Versuchen wurde ebenfalls mit 180 Zeilen bei 25 Bildwechseln gearbeitet, d. h. es wurde ein Frequenzband von 500 000 Hz übertragen. Das Bestreben, die Güte der Fernsehbilder weiter zu verbessern, d. h. eine noch höhere Zeilenzahl zu benutzen, setzt auch die Übertragung breiterer Frequenzbänder voraus. Würde man zu einem Bilde von 360 Zeilen übergehen, so müßte ein Frequenzband von zwei Millionen Hz übertragen werden. Da sich die modulierte Leistung auf ein breiteres Band verteilt, würde die Reichweite dann entsprechend geringer werden.

Aus diesem Grund muß man die Erhöhung der Zeilenzahl gründlich prüfen und muß sich Beschränkungen auferlegen, um ausreichende Reichweiten erzielen zu können. Die Störanfälligkeit des Fernsehempfängers wird außerdem auch um so größer, je breiter das aufzunehmende Frequenzband ist.

Für die rundfunkmäßige Verbreitung von Fernsehsendungen sind die Wellen von etwa 5 bis 7 m brauchbar. Legen wir wie bisher für die Fernsehsendungen ein Frequenzband von 500 000 Hz zugrunde, dann ergibt sich für Bild- und Tonsender ein gesamtes Frequenzband von 2500 kHz. Im Bereich von 5 bis 7 m lassen sich 5 dieser Bänder unterbringen, was ausreichen würde, um ganz Deutschland mit Fernsehsendern zu versehen. Denn die gegenseitige Störung zweier Sendeanlagen auf gleicher Welle wird nicht mehr eintreten, wenn der gegenseitige Abstand der Sender einige hundert Kilometer beträgt. Würden wir dagegen zu Bildern höherer Zeilenzahl übergehen, beispielsweise ein Frequenzband von 2 Mill. Hz benötigen, dann können in dem Bereich von 5 bis 7m nur noch 2 bis 3 Sendeanlagen verschiedener Welle untergebracht werden.

In diesem Fall ist es schon viel schwieriger, ein Gebiet wie ganz Deutschland mit Fernsehsendern zu versehen, ohne daß gegenseitige Störungen zu befürchten sind. Eine Klärung dieser Frage wird wohl erst im Laufe des nächsten Jahres erfolgen, wenn ausreichende Erfahrungen vorliegen.

Ebenso wie wir vom Mikrophon aus die Mikrophonströme über ein Modulationskabel dem Rundfunksender zuführen, müssen wir auch das in elektrische Impulse umgesetzte Bild dem Ultrakurzwellensender zuführen, das heißt wir müssen eine Verbindung zwischen dem Aufnahmeort und dem Sender schaffen. Dies kann entweder auf drahtlosem Wege geschehen oder über Kabel. Für den drahtlosen Weg muß man wegen der Modulationsfähigkeit auch Ultrakurzwellen benutzen, müßte also, da die Reichweite solcher kleinen Zubringerstationen gering ist, mehrere derartige Stationen hintereinander schalten, um von einem beliebigen Ort aus Darbietungen zum Sender bringen zu können.

Dieses Verfahren muß dann angewendet werden, wenn eine Übertragung von einem Ort durchgeführt werden soll, wo keine andere Verbindungsmöglichkeit, d. h. wo kein Kabel für Fernsehübertragungen vorhanden ist. Zuverlässiger für solche Übertragungen ist entschieden das Kabel. Kabel der normalen Bauart wie Fernsprechkabel, Telegraphenkabel kann man jedoch für die Übertragung der breiten Frequenzbänder des Fernsehens nicht verwenden. Für diesen Zweck mußten daher besondere Kabel entwickelt werden. Dies ist auch im Laufe der letzten zwei Jahre durch das Reichspostzentralamt geschehen, das in Zusammenarbeit mit einigen größeren Kabelfirmen ein für Fernsehen geeignetes Kabel entwickelt und damit praktische Versuche angestellt hat. So ist das erste derartige Fernsehkabel in Berlin zwischen dem Reichspostzentralamt und dem Fernsehhaus in der Rognitzstr. ausgelegt worden. An diesem Versuchskabel sind eingehende Fernsehübertragungsversuche gemacht worden.

Es hat sich hierbei herausgestellt, daß die Berechnungen richtig waren und ein solches Kabel für eine Fernsehübertragung auch auf weite Entfernungen durchaus geeignet ist. Die Versuche waren so ermutigend, daß die Deutsche Reichspost an die Verlegung langer Kabel für Fernsehen herangehen konnte. Die Fernsehimpulse werden bei einer Kabelübertragung einer Trägerfrequenz von etwa 1 Mill. Hz aufmoduliert und über das Kabel geführt. Übertragen wir also ein Frequenzband von 500 000 Hz, so haben wir den Bereich von 0 bis 500 000 Hz auf dem Fernsehkabel noch frei für Fernsprechübertragungen und Telegraphie. Wir können beispielsweise auf solch einem Kabel neben dem Fernsehen noch etwa 200 Ferngespräche übertragen.

Die ersten Fernsehempfänger, die man in der Entwicklungszeit benutzte, waren mechanischer Art. Diese Empfänger sind jedoch nur für niedrige Zeilenzahl zu verwenden. Sie reichen z. B. nicht mehr aus, um Bilder mit 180 Zeilen, wie wir sie heute haben, empfangen zu können. Von den mechanischen Empfängern hat sich nur einer erhalten, und zwar der, der die Spiegelschraube als Organ zum Zusammensetzen des Bildes verwendet. Diese Spiegelschraubenempfänger, die von der TKD hergestellt werden, sind voraussichtlich auch für Projektionsbilder verwendbar.

Im allgemeinen ist man jetzt zu Empfängern mit Braunscher Röhre übergegangen. Die Braunsche Röhre verwendet bekanntlich einen Kathodenstrahl, der sich trägheitslos bewegen läßt und der also Bilder mit größter Feinheit auf dem mit Fluoreszenzmaterial bedeckten Schirm aufzeichnen kann. Diese Braunsche Röhre, die ursprünglich nur für Oszillographenzwecke verwendet wurde, ist in den letzten Jahren für das Fernsehen durchgebildet worden. Um diese Durchbildung haben sich besonders v. Ardenne, Telefunken, Fernseh-A.-G und die Firma Loewe verdient gemacht. Auch das Reichspostzentralamt hat frühzeitig sich an dieser Entwicklung beteiligt und wertvolle Unterlagen für diese Fernsehröhren geschaffen.

Neben der Braunschen Röhre enthält ein Fernsehempfänger noch eine Reihe anderer Geräte, denn es soll ja neben dem Fernsehbild auch der dazu gehörige Ton empfangen werden.

Ein Empfänger besteht aus dem Überlagerungsempfänger für das Bild, der Braunschen Röhre, je einem Kippgerät für die senkrechte und waagerechte Ablenkung des Kathodenstrahls, dem Tonempfänger mit Lautsprecher und den Netzanschlußgeräten für die Versorgung aller dieser einzelnen Teile. Hieraus ersieht man schon, daß ein solcher Fernsehempfänger recht verwickelt ist, und daß sein Preis auch dementsprechend hoch sein muß. Der Aufwand an Röhren in solch einem Fernsehempfänger beträgt zwischen 15 und 20 Stück.

Die Empfänger mit Braunscher Röhre ermöglichen nur die Herstellung verhältnismäßig kleiner Bilder. Will man größere Bilder herstellen, so muß man zu anderen Mitteln greifen. Ein von der Fernseh-A.-G. durchgebildetes Verfahren benutzt hierfür als Zwischenglied den Film. Es wird das empfangene Bild auf einen Film aufgezeichnet, der Film wird schnell entwickelt und fixiert und dann in der üblichen Art an die Wand projiziert. Ein solcher „Zwischenfilmprojektionsempfänger", mit dem man Bilder in Größe der Kinobilder an die Wand werfen kann, ist sehr teuer. Er wird nur dort eingesetzt werden können, wo das Bild einer sehr großen Anzahl von Zuschauern vorgeführt werden soll.

Dieses Zwischenfilmverfahren wird übrigens auch auf der Sendeseite angewendet. Man nimmt von dem aufzunehmenden Gegenstand in der üblichen Weise ein Filmbild auf, läßt den Film anschließend an die Aufnahme durch Entwicklung und Fixierbad laufen und tastet diesen Filmstreifen in bekannter Weise ab. Dieses „Zwischenfilmverfahren" hat jedoch den Nachteil, daß zwischen Aufnahme und Wiedergabe eine gewisse Zeit vergeht, die je nach der Art und Güte des Apparates 30 Sekunden bis zwei Minuten beträgt.

Auch auf der Sendeseite wird neuerdings die Braunsche Röhre angewendet. Zur Zeit wird an vielen Stellen, u. a. auch im Reichspostzentralamt, an der praktischen Durchbildung der Braunschen Röhre für Sendezwecke gearbeitet. Diese Röhre hat den Vorzug, daß man mit der Zeilenzahl der zu übertragenden Bilder beliebig hoch gehen kann.

Ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet für das Fernsehen ist das Gegensehen, d. h. die Verbindung des Fernsehers mit dem Fernsprecher. Hierbei wird eine Fernsehapparatur mit einer Fernsprechzelle derart zusammengebaut, daß jeder Gesprächsteilnehmer seinen Gesprächspartner vor sich sieht. Solche Einrichtungen können natürlich nun nicht mit jedem Fernsprecher verbunden werden, weil die Herstellung von Fernsehverbindungen zu dem einzelnen Teilnehmer zu teuer würde. Dagegen sind solche „Gegensehverbindungen" zwischen größeren Städten durchaus denkbar.

Bild: R. P. Z.

ZEITSCHRIFTENSCHAU

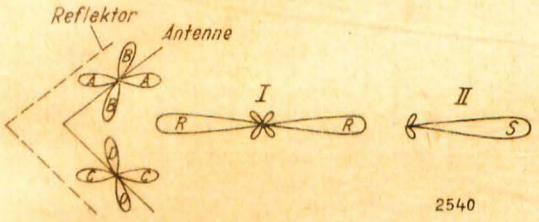
Regelung der Strahlungseigenschaften von Antennen

Von C. A. Nickle, R. B. Dome und W. W. Brown wird ein Abstimmsystem beschrieben, durch das die Stromverteilung und damit die Strahlungseigenschaften einer Antenne für Frequenzen von 500 bis 300 000 kHz geändert werden können. Mit dem Ende der Antenne werden eine Kapazität und eine Selbstinduktion verbunden, von denen die erste die Form einer Kugel, eines Zylinders oder einer Scheibe haben kann. Die Selbstinduktion kann als Spule im Innern der Kugel oder des Zylinders angebracht sein, oder sie wird aus zwei parallelen Drähten gebildet. Durch geeignete Einstellung dieser beiden Elemente kann die Stromverteilung nach Wunsch geändert werden. Dadurch gewinnt man die Möglichkeit der Vergrößerung der Strahlungswirkung für eine gegebene Wellenlänge, der Beeinflussung des Strahlungswinkels und damit der Grenze des schwundfreien Gebietes und schließlich der Verringerung der Bodenverluste.

Proceedings of the Institute of Radio Engineers, Band 22, Heft 12, Seite 1362

Kurzwellenrichtantenne

Die Anlage einer V-förmigen Richtantenne für das 40-m-Band beschreibt M. K. Kunins. Durch entsprechende Wahl der Länge der beiden Teilantennen und ihres Neigungswinkels zueinander kann erreicht werden, daß die Teile A und C der beiden Strahlungsdiagramme sich addieren, während die Teile B und D sich gegenseitig unterdrücken. Es ergibt sich dann ein resultierendes Strahlungsdiagramm I. Die Hauptstrahlungsrichtungen liegen also in



den Winkelhalbierenden des von den beiden Teilantennen eingeschlossenen Winkels. Die Strahlung nach der einen Seite kann verhindert und die in der anderen Richtung vergrößert werden dadurch, daß man auf der einen Seite einen Reflektor anbringt. Die Antenne erhält dann das Strahlungsdiagramm II.

Radio World, London, Band 26, Heft 13, Seite 12

Kraftwagenempfänger

Der Kraftwagenempfänger stellt eine Sonderkonstruktion unter den Empfängern dar. Maßgebend dafür sind folgende Gründe:

1. Infolge der beschränkten Raumverhältnisse können keine Antennen vorgesehen werden, die für die Empfangswellen optimal dimensioniert sind. Außerdem fehlt jede Erdung. Die infolgedessen verhältnismäßig geringen Eingangsamplituden erfordern eine besonders große Empfindlichkeit des Empfängers bei geringer Störanfälligkeit.

2. Die bei Bewegung im Gelände auftretenden starken Schwankungen der Empfangsverhältnisse bedingen große Lautstärkeunterschiede. Der Empfänger muß daher eine sehr wirksame automatische Lautstärkeregelung erhalten.

3. Da nur die verhältnismäßig geringe Spannung der Starterbatterie zur Verfügung steht, müssen besondere Vorkehrungen zur Erzeugung der erforderlichen Betriebsspannung getroffen werden (indirekt beheizte Röhren großer Heizspannung, die direkt aus der Batterie beheizt werden und die Verwendung von Wechselrichtern zur Erzeugung der Anodenspannung).

4. Die konstruktive Ausführung muß Erschütterungsfreiheit gewährleisten. Das gleiche gilt von den Einstellmitteln.

Ein Überlagerungsempfänger, der alle diese Momente berücksichtigt, wird beschrieben. In der Hochfrequenz-, der Niederfrequenz- und den beiden Zwischenfrequenzverstärkerstufen werden Fünfpolröhren in Schirmgitter-Bremsgitterschaltung verwendet, als Mischröhre eine Achtpolröhre. Der Demodulation und Regelspannungserzeugung dient ein Westektor. Geregelt werden Hoch- und Zwischenfrequenzverstärker sowie die Mischröhre (Schaltbild, Stückliste und Lageplan).

Radio-Amateur, Wien, 12. Jahrgang, Heft 3, Seite 157

Erzeugung von Ultrakurzwellen

Nach einigen allgemeinen Ausführungen über die Erzeugung ultrakurzer Wellen beschreibt F. A. Kolster die konstruktive Ausbildung einiger Ultrakurzwellenkreise, die ohne Frequenzvervielfachung und Quarzkontrolle eine für den praktischen Gebrauch ausreichende Frequenzkonstanz aufweisen. Die Beschreibung von mit diesen Apparaturen durchgeführten Übertragungsversuchen zeigt die Brauchbarkeit der beschriebenen Anordnungen. Es zeigt sich, daß gute Resultate selbst dann erhalten werden, wenn die Empfangsstation bereits im Erdschatten, also unterhalb der Sichtlinie, liegt. Allerdings ist erforderlich, durch Wahl geeigneter Strahlungsdiagramme die durch atmosphärische Beugung bedingten Effekte zu verringern.

Proceeding of the Institute of Radio Engineers, Band 22, Heft 12, Seite 1335

Strahlungsdiagramm von Vertikalantennen

E. A. Laport beschreibt ein Verfahren, um auf geometrisch-konstruktivem Wege das Strahlungsdiagramm von Vertikalantennen zu ermitteln. Eine größere Anzahl Konstruktionszeichnungen erläutern die textlichen Ausführungen.

Electronics, New York, Band 8, Heft 2, Seite 46

Über die Beseitigung unerwünschter Schwingungen bei Kurzwellengeneratoren in Bremsfeldschaltung

Untersuchungen an bekannten Bremsfeldgeneratoren, die im Bereich der Dezimeterwellen eine bestimmte Frequenz liefern sollten, zeigten, wie O. Pfetscher und K. Müller berichten, daß neben dieser Sollfrequenz fast immer eine ganze Anzahl anderer Frequenzen entstehen. Dafür ist vielfach der innere Röhrenaufbau (Einschmelzungen, Elektrodenkapazitäten usw.) verantwortlich zu machen. Der durch Zufälligkeiten des Aufbaues gegebene Charakter der Schwingungssysteme macht eine auch nur annähernde Vorausbestimmung der Wellenlängen der entsprechenden Schwingungen, wie es die praktische Anwendung des Generators erfordert, in den meisten Fällen unmöglich. Die Beseitigung dieses Mißstandes gelang prinzipiell durch Ausbildung des frequenzbestimmenden Systems als elektrisch scharf begrenztes Stück einer Doppelleitung, Verteilung der Elektrodenkapazität, Einbau des Systems in das Rohrinnere und Vermeidung jedes entbehrlichen Sekundärkreises. Insbesondere wurde auch durch die Herstellung von Röhren in einfacher und Gegentaktanordnung für verschiedene Wellenlängen der Nachweis für die Möglichkeit erbracht, durch zweckmäßigen Aufbau alle erzeugten Wellen bis auf die eine gewünschte, und zwar im ganzen Abstimmbereich, zu unterdrücken. *Schr.*

Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Leipzig, Band 45, Heft 1, Seite 1

PATENTSCHAU

Herstellung von Oxydkathoden

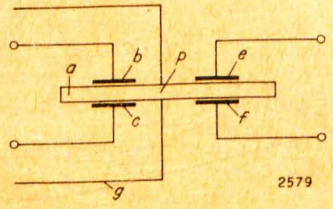
Nach der deutschen Patentschrift 612 102 Kl. 21 g, Gr. 13/03 (Te-Ka-De, Nürnberg).

Um ein Abblättern des Oxydes von dem Trägerdraht der Oxydkathode zu verhindern, werden die Erdalkalioxyde selbst unter Beimengung von Platinmohr auf den Trägerdraht aufgebracht. Die Lebensdauer und die Elektronenemission der Kathode sollen hierdurch wesentlich verbessert werden. *L*

Piezo-elektrische Kopplungsanordnung für Zwischen- und Hochfrequenz

Nach der deutschen Patentschrift 603 375 der Kl. 21 a 4, Gruppe 29/04 — J. Gruetzmacher.

Es ist bekannt, zwecks Erzielung einer höheren Selektivität einen piezo-elektrischen Kristall als Kopplungsmittel zwischen zwei hochfrequenzführenden Kreisen in Empfängern zu verwenden. Die zu siebende Hochfrequenz wird mittels eines Kondensator-Plattenpaares zur Erregung an den Kristall gelegt. Mittels eines zweiten an den Kristall angekoppelten Kondensators wird dann die gesiebte Hochfrequenz den nachgeschalteten Gebilden zugeführt.



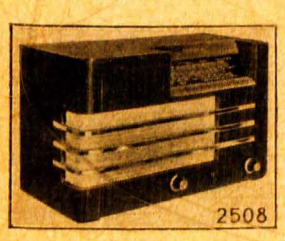
Diese Anordnungen leiden an dem Übelstand, daß eine mit der Frequenz wachsende direkte Übertragung der Schwingungen von dem Erregungskondensator auf den Abnahmekondensator auftritt, denn das räumliche Aneinanderrücken dieser beiden Kondensatoren bedingt eine Vergrößerung der statischen Kapazität zwischen den beiden Kondensatoren. Diese Nachteile können dadurch vermieden werden, daß man, wie in der Abbildung gezeigt, zwischen den beiden Plattenpaaren einen Schirm anordnet. *a* ist der Kristall, *b*, *c* das eine und *e*, *f* das andere Plattenpaar, *g* der zwischen beiden angeordnete Schirm. *Schr.*

Kurzwellen-Überlagerungsempfänger mit Siebenpolmischröhre

Nach der amerikanischen Patentschrift 1970 961 — W. A. Harris (Radio Corp. of America).

Siebenpolröhren in Mischstufen sind gewöhnlich so geschaltet, daß die beiden der Kathode zunächst liegenden Gitter zur Schwingungserzeugung benutzt werden. Es hat sich nun gezeigt, daß diese Schaltungen zwar für mittlere und lange Wellen gut brauchbar sind, daß aber für kurze Wellen die Steilheit des aus der Kathode und den beiden ihr benachbarten Gittern bestehenden Dreipolsystems zu gering ist, um Schwingungen in einer geeigneten Überlagerungsfrequenz zu erzeugen. Um nun auch für kurze Wellen die Erzeugung der erforderlichen Überlagerungsschwingung sicherzustellen, kann man diesem System eine gewöhnliche Dreipolröhre parallel schalten, indem man das eine Schwinggitter mit der Anode und das andere Schwinggitter mit dem Gitter der Dreipolröhre verbindet. *Schr.*

MONOGRAPHIEN DER RUNDFUNKEMPFÄNGER



Neunkreis-Sechsröhren-Superhetempfänger für Wechselstrom

TELEFUNKEN 586 WLK

Aufgabe des Empfängers

Ohne einen marktfähigen Preis aufzugeben, sollte ein Superhet höchster Vollkommenheit entwickelt werden, der hinsichtlich Trennschärfe, Empfindlichkeit, Zuverlässigkeit und Stetigkeit des Empfangs, Bequemlichkeit der Bedienung und Endleistung jeden Anspruch erfüllt, der darüber hinaus aber eine Wiedergabegüte liefert, wie sie bisher mit Hilfe des Superhetprinzips in Publikumsempfängen nicht erzielt wurde. Diese Aufgabe wurde durch Einbau eines Bandbreitenreglers gelöst. Er gestattet es, die Durchlaßfähigkeit des Empfängers hoch- und zwischenfrequenzseitig auf 2 × 1500, 2 × 3000 und 2 × 6000 Hertz einzustellen. Die Stellung 2 × 6000 Hz verbürgt eine Wiedergabe der hohen Töne, wie sie bei einem normalen Fernempfänger niemals vorhanden sein kann, soll dieses Gerät nicht als unselektiv gelten. Mit Hilfe des Bandbreitenschalters aber kann man jeden Sender mit der für ihn optimalen Bandbreite aufnehmen; praktisch zeigt es sich dabei, daß man nicht nur den Ortssender, sondern auch fast alle großen Fernsender mit breitem Band empfangen kann. Trotzdem bietet der Empfänger durch die Möglichkeit, auch ein Band von 1500 und 3000 Hz einstellen zu können, höchste Trennschärfe, wie sie für den Empfang in einem Wellenbereich mit sehr geringem Senderabstand überhaupt nur erforderlich ist.

Wie der Bandbreitenschalter für einwandfreie Wiedergabe der hohen Töne sorgt, so die Endstufe mit zwei Dreipolröhren RE 604 im Gegentakt für die natürliche Wiedergabe der Tiefen. Beide Maßnahmen haben zusammen eine ganz ungewöhnliche, bei einem anderen, ähnlich empfindlichen Fernempfänger wohl noch nie gehörte Natürlichkeit der Rundfunkdarbietungen zur Folge. Dieses Gerät erweitert den Genuß, den man bei Anwendung eines sorgfältig auf höchste Klanggüte bemessenen Ein- oder Zweikreisempfängers bisher nur beim Ortsempfang haben konnte, nunmehr auch auf den Fernempfang.

Technische Daten

Der „Telefunken 586 WLK" wird nur für Wechselstrom gebaut. Es macht von folgenden Röhren Gebrauch:

Mischstufe	Dreipol-Sechspolröhre	ACH 1
1. Zwischenfrequenzstufe	Fünfpol-Regelröhre	RENS 1294
2. Zwischenfrequenzstufe	Fünfpol-Regelröhre	RENS 1294
Empfangsgleichrichter	Doppel-Zweipolröhre	AB 1
Niederfrequenz-Vorstufe	Dreipolröhre	REN 904
Gegentakt-Endstufe	Zwei Dreipolröhren	2 x RE 604
Netzgleichrichter	Doppelweg-Gleichrichterröhre	RGN 2004

Der Empfänger wird zusammen mit einem dynamischen Lautsprecher in ein Holzgehäuse eingebaut. Er besitzt waagerechte Linearskala mit Wellenbereichmelder und Schattenzeiger für die sichtbare Abstimmung. Der Abstimmknopf ist zweiteilig; beim großen Knopf bewegen etwa 5½, beim kleinen etwa 34 Umdrehungen den Zeiger über die ganze Skala. Diese Feineinstellung bewährt sich vor allem beim Kurzwellenempfang. Das Gerät besitzt ferner einen Momentschalter für Stummabstimmung, der durch Druck auf den linken Bedienungsknopf betätigt wird. Im übrigen ist der Empfänger mit Schwundausgleich, niederfrequentem Lautstärkenregler, Klangfarbenregler, Bandbreitenschalter (1500, 3000 und 6000 Hertz) und eingebauter Lichtnetzantenne ausgestattet. Die Wellenbereiche betragen: 19 bis 51, 200 bis 590 und 700 bis 2000 m, die Zwischenfrequenz 468 kHz. Leistungsentnahme aus dem Netz etwa 110 Watt.

Schaltungstechnik

Es folgen aufeinander: ein zweikreisiges Eingangs-Bandfilter, eine Dreipol-Sechspol-Mischröhre, der Überlagererkreis, ein dreikreisiges Zwischenfrequenz-Bandfilter, die 1. Zwischenfrequenzstufe, ein zweikreisiges Zwischenfrequenz-Bandfilter, die 2. Zwischenfrequenzstufe, ein einfacher Zwischenfrequenzkreis, der Empfangsgleichrichter, eine in Widerstandskopplung angeschlossene Niederfrequenz-Vorstufe und die Gegentakt-Endstufe. Besonderes Interesse beansprucht der Bandbreitenschalter, dessen drei Stellungen in Abb. 1 verzeichnet sind. Die Bandbreite wird an drei Stellen geändert, und zwar beim Eingangs-Bandfilter, beim dreikreisigen Zwischenfrequenz-Bandfilter und beim zweikreisigen Zwischenfrequenz-Bandfilter. Jedes der drei Bandfilter kann auf breites und auf schmales Band geschaltet werden. Durch entsprechende Kombination der Schaltmöglichkeiten kommt man auf drei Stellungen des Bandbreitenschalters: In Stellung „Schmalband" sind alle drei Bandfilter auf schmales Band geschaltet. In Stellung „Normal" bleiben das Eingangs-Bandfilter und das zweikreisige Zwischenfrequenz-Bandfilter in der Schmalstellung stehen, während das dreikreisige Zwischenfrequenz-Bandfilter in seine Bereitstellung geschaltet wird; daraus ergibt sich dann eine resultierende mittlere Bandfilterkurve. In Stellung „Breit" werden schließlich alle drei Bandfilter auf breites Band umgeschaltet. Es ist beachtenswert, daß bei den ersten beiden Bandfiltern in der „Breit"-Stellung Ohmsche Widerstände eingeschaltet werden, die durch eine zusätzliche Dämpfung bewirken, daß die Einsattelung zwischen den beiden Höckern der Bandfilterkurve nicht unzulässig tief wird.

In die Schwundregelung sind die ersten drei Röhren des Empfängers einbezogen, also die Mischröhre, die im Sechspol-System geregelt wird, und die beiden Zwischenfrequenzstufen. Der Regelumfang, unter Einbeziehung des Orts-Fernschalters, beträgt etwa 1 : 100 000. Die Regelspannung wird an einer besonderen Zweipolstrecke abgenommen, die ihre Zwischenfrequenzspannung jedoch nicht von dem letzten Zwischenfrequenzkreis erhält, wie

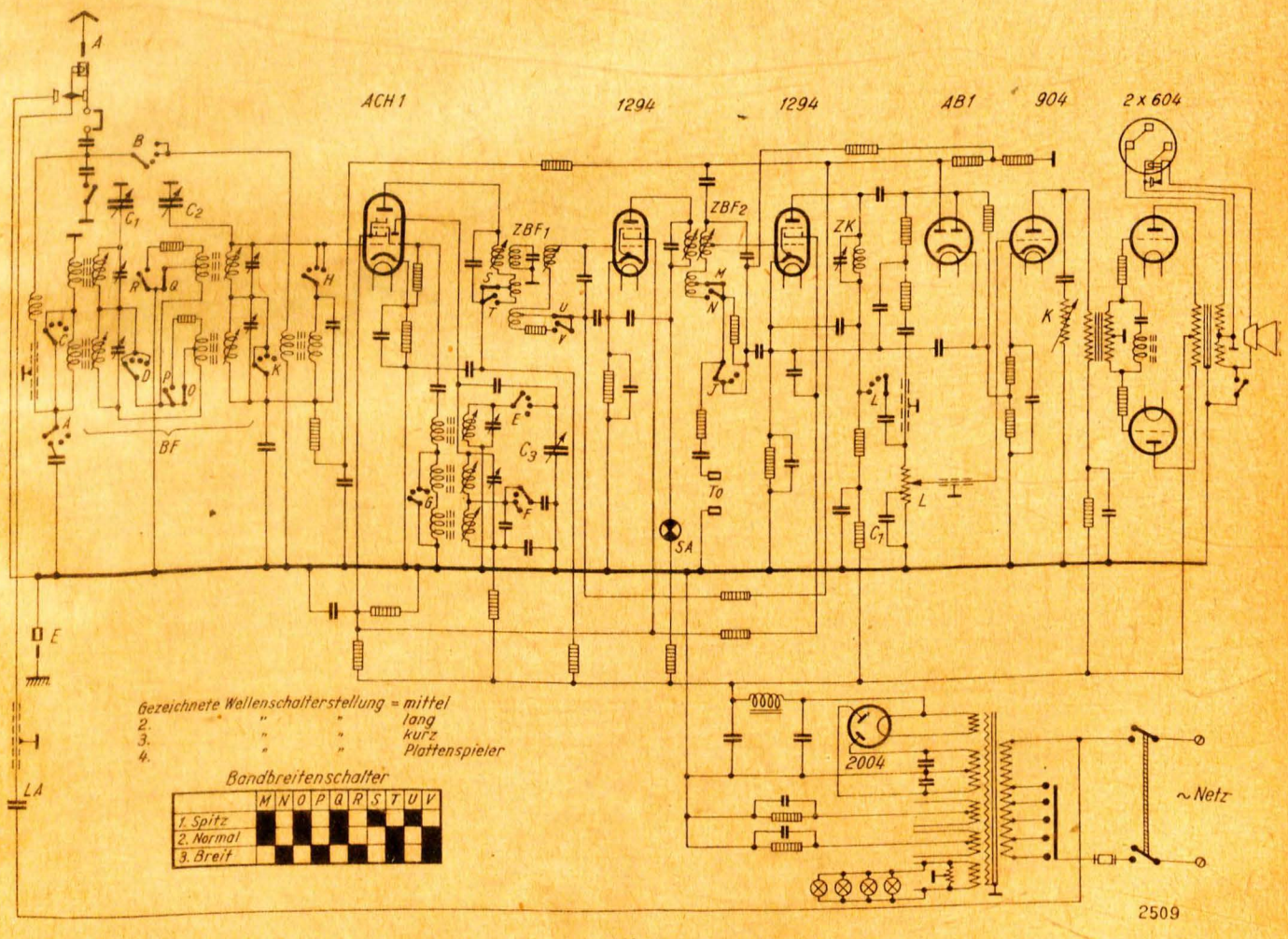


Abb. 1.
Prinzipschaltung des „Telefunken 586 WLK"

die die Niederfrequenz erzeugende Zweipolstrecke, sondern von dem Kreis vor der zweiten Zwischenfrequenzstufe. Dadurch erhält man, wie später einmal ausführlicher dargestellt werden soll, eine fast vollständig waagerecht verlaufende Regelkurve. Die Zweipolstrecke für die Gewinnung der Niederfrequenz wird mit einer kleinen Vorspannung betrieben, die am Kathodenwiderstand der Niederfrequenzvorstufe abgenommen wird, um eine gewisse Krachtöterwirkung zu erzielen; erst solche Zwischenfrequenzspannungen lösen einen Strom durch die Zweipolstrecke aus und werden hörbar, die größer sind als die Vorspannung.

Abweichend vom Üblichen ist bei diesem Empfänger auch der Lautstärkeregler gestaltet. Er hat an sich die Form eines Dreh-Spannungsteilers, dessen Schleifkontakt dem Gitter der Niederfrequenz-Vorstufe eine mehr oder weniger große Wechselspannung zuführt (*L* in Abb. 1). Zwischen einer Anzapfung des Lautstärkereglers und Kathode ist aber ein Kondensator C_1 eingeschaltet, um zu erreichen, daß der Lautstärkeregler „gehörrichtig" arbeitet. Da unser Ohr nämlich bei kleiner werdender Lautstärke nicht alle Frequenzen gleichmäßig leiser hört, sondern der Abfall bei den tiefen Tönen scheinbar viel größer ist als bei den hohen, muß man bei der Lautstärkeregelung dafür sorgen, daß die hohen Schwingungen in Wirklichkeit stärker geschwächt werden als die tiefen. Das wird mit Hilfe des Kondensators erreicht, der ja um so mehr wirksam wird, je mehr man den Schleifer nach dem Masse-Ende zu dreht, je kleinere Lautstärken man also einstellt.

Einzelheiten des Aufbaues

Ein großes Holzgehäuse (40 cm hoch, 64 cm breit, 27 cm tief) enthält getrennt voneinander den Empfänger-, den Lautsprecher- und den Netzteil (Abb. 2). Der Empfängerteil, der auf ein Eisenblech-Gestell mit der Grundfläche etwa 20×38 cm aufgebaut ist, nimmt den Innenraum des Gehäuses nur zu etwa Zweidrittel ein. Der Aufbau ist ein Musterbeispiel dafür, wie man jede einzelne Leitung wohl überlegt nicht nur auf kürzestem Wege, sondern auch in günstigster Lage führte, um gegenseitige Beeinflussungen zu vermeiden. Trotz der Fülle von Einzelteilen steht man infolge deren zweckmäßiger Anordnung doch unter dem Eindruck, ein „leeres" Chassis vor sich zu haben, wenn man den Empfänger von unten betrachtet, und das, obgleich es sich hier infolge der kleineren Auflage offensichtlich um ein Gerät handelt, für das man teilweise vorhandene Stanzteile und Werkzeuge benutzt hat. Die Ansicht von unten wird durch die beiden Schalterachsen beherrscht; die Schalterwelle für den Wellenbereichschalter läuft längs, die für den Bandbreitenschalter quer durch den Empfänger. Beides sind Stahlwellen, auf die Kunstharz-Nocken aufgezogen sind, die ihrerseits Kontaktfedern mit Platin-Iridium-Kontakten steuern. Bei den Kontakten kommt ein neuer Werkstoff zur Anwendung; in das eigentliche Federblech ist nämlich ein schmaler Streifen einer Platin-Iridium-Folie eingewalzt, und aus dem Blech ist ferner die Kontaktspitze mit Hilfe eines Werkzeuges herausgepreßt. Man erhält auf diese Weise einen hochwertigen Platin-Iridium-Kontakt, ohne daß man die schweren Edelmetall-Spitz- und Flach-Kontakte einnieten muß. Diese Bauart bringt also eine erhebliche Ersparnis an Edelmetall.

Die Selbstinduktionsspulen im Hoch- und Zwischenfrequenzteil sind sämtlich Eisenkernspulen und werden induktiv, durch Verstellen des Kernes, abgeglichen. Bei den Bandfiltern des Zwischenfrequenzteiles arbeitet man

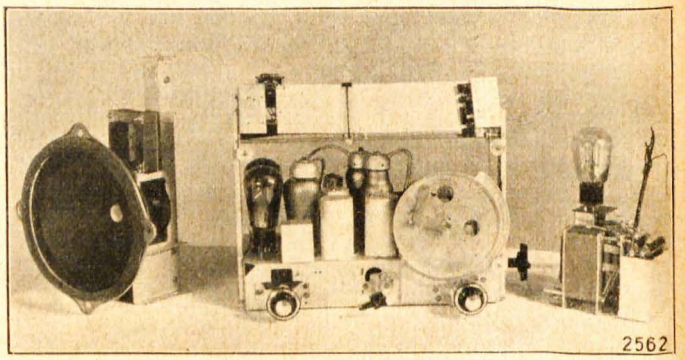


Abb. 2.
Die drei Innenteile des Gerätes

mit unveränderlichen Kapazitäten und nimmt den Abgleich nur induktiv vor, um eine große Genauigkeit und Konstanz der Einstellung zu erhalten. Der Dreifach-Drehkondensator ist von besonders stabiler Bauart und selbstverständlich mit

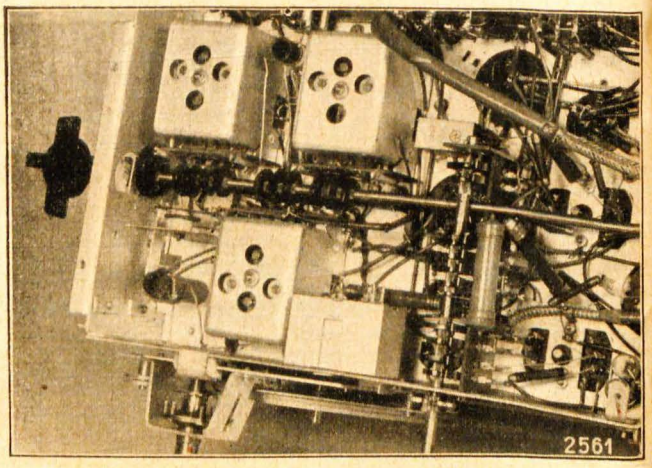


Abb. 3.
Teilansicht von unten mit den beiden Schalterwellen

keramischem Dielektrikum aufgebaut; dagegen konnte man bei den Röhrenfassungen auf keramische Isolierstoffe verzichten, verwendet hier aber ein besonders verlustarmes Hartpapier.

Das Gerät ist nicht nur elektrisch eine Meisterschöpfung, sondern es hat auch in mechanischer Beziehung als vorbildlich zu gelten, ist es doch in allen Teilen möglichst zuverlässig und hochwertig ausgeführt. Die Leichtgängigkeit und einwandfreie Arbeitsweise aller Schalter und Einstellorgane machen sich wohltuend bemerkbar, ebenso die sichere Funktion des Skalenantriebes und der Fein-Übersetzung. Es ist auch gelungen, die schweren Innenteile so zu montieren und gegeneinander und im Gehäuse zu versteifen, daß Transportschäden kaum vorkommen dürften.

Werkbilder

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin-Schöneberg, Langenscheidtstr. 9. — DA IV. Vj. 1935 = 8417. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G. Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 88378, Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung. — Nachdruck sämtlicher Artikel verboten

Rundfunknachrichten aus aller Welt

Rundfunkanlage auf Probe

Der Reichspostminister hat die Bestimmungen über die Sondergenehmigung für Einrichtung von Rundfunk-Empfangsanlagen auf achttägige Probe in folgender Weise geändert: Während bisher Unternehmer, die sich gewerbsmäßig mit der Herstellung oder dem Betrieb von Empfangsapparaten befassen, verpflichtet waren, schon die Absicht der Einrichtung einer Rundfunkanlage auf Probe der Zustellpostanstalt mitzuteilen, ist künftig der Beginn der Einrichtung anzeigepflichtig. Zwangsläufig ergibt sich daraus, daß bei der Anzeige, ob die Anlage endgültig übernommen wird, in Zukunft bei der achttägigen Frist der Tag mitzurechnen ist, an dem mit der Einrichtung begonnen worden ist, während früher der Tag der Fertigstellung der Anlage in die achttägige Frist miteinzubeziehen war. Zu beachten ist auch, daß von jetzt ab für die erstmalige Erhebung der Rundfunkgebühr der Tag des Beginns der Einrichtung, nicht mehr der Tag der Fertigstellung der Anlage, maßgebend ist.

Verstärkung des italienischen Rundfunks

Italien verfügt zur Zeit in Rom über drei Sender, und zwar Rom I mit 50 kW, auf der Welle 713 kHz/420,8 m, sowie zwei kleinere Sender, Rom II und III. Trotz der durch den abessinischen Krieg angespannten wirtschaftlichen Lage sollen zwei dieser römischen Rundfunksender in Großstationen umgebaut werden, und zwar wird der 50 kW starke Sender, ebenso der zweite Mittelwellensender 120 kW erhalten.

Gleichzeitig erhalten die Sender moderne nahschwundmindernde Einmastantennen. Die eine der Antennen, ein 265 m hohes Stahlgebilde, ist bereits fertiggestellt. Diese Antenne soll bereits jetzt in Betrieb genommen werden, um noch vor Verstärkung des Senders von Rom I eine Verbesserung der Reichweite zu erzielen. Auch mit der neuen Antenne arbeitet Rom I auf der Welle 713 kHz/420,8 m. — Die zweite Antenne für Rom ist bereits in Angriff genommen.

Sottens verstärkt

Wie von zuständiger Seite verlautet, wird der schweizerische Landessender Sottens fortan mit 100 kW arbeiten.

Die französische Hörerzahl

Bis zum 23. November des letzten Jahres waren bei den französischen Postämtern rund 2 574 000 Rundfunkgeräte angemeldet worden. Die amtlichen Statistiken, die am 31. Oktober abgeschlossen waren, wiesen demgegenüber einen Gesamtbestand von 2 399 445 Hörern aus. Davon waren

62 381 Detektorempfänger,
2 294 746 Röhrenempfänger,
42 174 in öffentl. Räumen usw. aufgestellte Geräte,
144 Geräte in öffentl. Räumen, die Eintrittsgeld erheben.

Danach wären bis Ende Oktober 125 154 165 Franken an Rundfunkgebühren entrichtet worden. Hierzu kommen noch die Einnahmen aus der Röhrensteuer, über die Zahlen noch nicht vorliegen.

Ein neuer polnischer Großsender?

Aus Warschau kommt die Nachricht, daß in der Woche vom 12. bis 18. Januar in Sosnovice ein neuer Rundfunksender in Betrieb genommen wird. Sosnovice liegt etwa 20 km außerhalb von Kattowitz. Aus der Nachricht ist nicht zu erkennen, um welchen Sender es sich hierbei handelt, ob es ein moderner Sender für Kattowitz ist oder der geplante Großsender, der angeblich die Sender Kattowitz und Krakau ersetzen sollte.

Ein Sender für Nordafrika

Am 4. Dezember 1935 fand in Paris eine Ausschreibung für die Bauarbeiten einer neuen Sendestelle in Constantine (Französisch-Nordafrika) statt. Weitere Ausschreibungen waren für den 23. Dezember 1935 und den 6. Januar 1936 vorgesehen; es handelte sich hierbei um den Bau eines Zwischensenders für Nancy.

Frankreichs Rundfunkausstellung vorverlegt

Auf der letzten Sitzung des Verbandes der französischen Funkindustrie wurde eine Entschließung angenommen, in der der Wunsch zum Ausdruck gebracht wird, die nächstjährige Pariser Rundfunkausstellung nicht, wie üblich, im September, sondern bereits im Mai zusammen mit der Pariser Messe zu veranstalten.



Jedes VALVO-Oktoden-gitter wird auf Maßhaltigkeit geprüft

Unregelmäßig gewickelte Gitter würden die elektrischen Daten der Oktode verändern und so die Leistung verringern. Wir begnügen uns deshalb nicht mit der Arbeit der Gitterwickelmaschine, sondern prüfen jedes Gitter in der Schublehre auf den erforderlichen Durchmesser. Diese Prüfkontrolle, die bereits am Einzelteil durchgeführt wird, gibt Ihnen die Gewähr, daß wir alle Möglichkeiten erschöpfen, um leistungsstarke Röhren zu liefern.

Goldene **VALVO**-Röhren

Rundfunknachrichten aus aller Welt (Fortsetzung)

Umstellung der französischen Privatsender

Schon zur Zeit, als der Pariser Privatsender „Isle der France" noch „Radio-Vitus" hieß, hatte man für ihn vor den Toren von Paris in Romainville eine neue Station gebaut, die aber nicht in Betrieb genommen werden durfte, weil das Postministerium damals eine Unterdrückung der Privatsender beabsichtigte. Die neue, die Entwicklung der Privatsender begünstigende Politik des Postministeriums erforderte nunmehr, daß der Sender in der Stadt stillgelegt und der neue in Betrieb genommen wurde. Offenbar aus finanziellen Gründen kam die Sendeleitung dieser Forderung nicht nach, worauf der französische Postminister eines Abends kurzerhand die Sendungen der alten Station „Isle de France" unter Berufung auf Störung des Empfangs anderer Sender verbot. Gleichzeitig wurde die Sendeleitung aufgefordert, innerhalb von 48 Stunden den Sendebetrieb zu verlegen, andernfalls die Sendelizenz ihre Gültigkeit verlieren würde. Der Sender Isle der France ist daraufhin tatsächlich innerhalb von 48 Stunden aus dem Stadtkern von Paris nach dem nordöstlichen Vorort Romainville umgezogen.

Der französische Privatsender Bordeaux-Südwest hat eine Kapitalzusammenlegung und eine gleichzeitige Wiedererhöhung des Kapitals auf 1 Million Franken vorgenommen, um den Bau eines neuen stärkeren Senders vornehmen zu können. Gleichzeitig änderte die Gesellschaft den Namen des Senders in „Radio Bordeaux-

Öffentliches Fernsehen in Frankreich

Am 8. Dezember des vergangenen Jahres hat der Eifelturmfernsehsender seine erste, für die Öffentlichkeit bestimmte Übertragung vorgenommen. An der Sendung, die zwei Stunden dauerte, nahmen die hervorragendsten Pariser Künstler teil. Die außerordentliche Teilnahme der Öffentlichkeit ist aus der Tatsache ersichtlich, daß die zuständige Stelle von Zehntausenden von Rundfunkhörern um Überlassung von Eintrittskarten ersucht worden war. Minister Mandel hat sich daraufhin veranlaßt gesehen, die Sondersendung am nächsten Sonntag zu wiederholen. Um den Empfang der künftigen Sendungen auch denjenigen zu ermöglichen, die über keinen eigenen Empfänger verfügen, hat der Minister an sechs verschiedenen Stellen der französischen Hauptstadt die Aufstellung von Geräten angeordnet.

Auch Ungarn wird fernsehen

Nach Blättermeldungen hat die Leitung des ungarischen Rundfunks in Zusammenarbeit mit der ungarischen Postverwaltung einen ständigen, aus 6 Mitgliedern, und zwar 4 Technikern und 2 Handelssachverständigen, bestehenden Ausschuß eingesetzt, der die Fernsehentwicklung im Ausland verfolgen und baldmöglichst Vorschläge für die Einführung des Fernsehens in Ungarn unterbreiten soll. Dem Ausschuß wurde von der Rundfunkgesellschaft einstweilen ein Betrag von etwa 150 000 RM zur Verfügung gestellt, der zur Deckung der Unkosten dient. Die technischen Ausschußmitglieder beabsichtigen, eine Reise zu unternehmen, um den Stand des Fernsehens in anderen Ländern zu studieren. Es besteht die Absicht, anläßlich der nächstjährigen Budapester Rundfunkausstellung eine Fernsehsendeanlage von der ausländischen Industrie zu mieten, um damit während der Dauer der Ausstellung Sendungen durchzuführen, die in öffentlichen Fernsehstuben von der Bevölkerung verfolgt werden können. Eine ähnliche Maßnahme war bereits für die diesjährige Rundfunkausstellung geplant.

SABA

SABA-RADIO

mit Großlicht-Länderskala u. Schnellstarter

100 Jahre Schwarzwälder Präzision!

Das Buch ist in erster Linie für Bastler bestimmt, die sich mit Fernseh-Empfangsversuchen beschäftigen wollen, geht aber ganz wesentlich über den Rahmen einer einfachen Bauanleitung hinaus. Der Verfasser gibt vielmehr eine leicht verständliche Zusammenfassung der Erfahrungen, die er im Laufe einer mehrjährigen Entwicklungsarbeit gesammelt hat und die nicht nur den Bastler, sondern auch die Fachwelt interessieren. Besonders zu begrüßen ist die Offenheit, mit der alle Einzelheiten der Empfängerschaltung angegeben werden — eine Eigentümlichkeit, durch die das Buch von den in der Fernsehtechnik zur Zeit herrschenden Gepflogenheiten stark abweicht.
VDI-Zeitschrift.

FERNSEH-EMPFANG Von Manfred von Ardenne

Bau und Betrieb einer Anlage zur Aufnahme des Ultrakurzwellen-Fernseh-Rundfunks mit Braunscher Röhre.

Mit 80 Textabbildungen • RM 6.30 • In jeder Buchhandlung erhältlich!

WEIDMANNSCHE BUCHHANDLUNG • BERLIN SW 68

Rundfunknachrichten aus aller Welt (Fortsetzung)

Vom britischen Reichskurzwellendienst

Englands Sendeleitung beabsichtigt, im Rahmen des britischen Reichskurzwellensenders demnächst Versuchssendungen auf Welle 11,49 m vorzunehmen. Die bisher in Daventry verwendete kürzeste Welle ist GSG, 16,86 m. In Anbetracht der großen Erfolge, die von Liebhabersendern auf Wellen zwischen 10 und 12 m erzielt worden sind, ist die technische Leitung überzeugt davon, daß sich die neue Welle für die Zwecke des Reichsrundfunkdienstes hervorragend eignen wird. Die Tatsache ist gegenwärtig besonders wichtig, da sich bei zufriedenstellenden Versuchsergebnissen der Weltrundfunkverein auf seiner im Februar dieses Jahres in Paris stattfindenden Tagung wahrscheinlich auch mit der Verteilung dieses Wellenbandes zu befassen haben wird.

Die gesamte Frage des Kurzwellenrundfunks dürfte aber erst auf der Zwischenstaatlichen Konferenz für Fernmeldewesen zur Erörterung gelangen, die 1938 in Kairo stattfinden soll. Sie wird besonders aufschlußreich werden, da zu dem Zeitpunkt das Gebiet der sehr kurzen Wellen insofern eine ganz besondere Bedeutung haben wird, als für das Jahr 1938 bis 1939 die höchste Entwicklung der für die Wellenfortpflanzung so wichtigen Sonnenflecke zu erwarten ist.

Englands Außenhandel

Die Statistiken über den Außenhandel von Funkgeräten im Oktober 1935 zeigen eine wesentliche Steigerung der Aus- und Einfuhr. Wertmäßig stellen die auf beiden Gebieten erreichten Umsätze Höchstziffern dar, wie sie in diesem Jahr noch nicht erreicht worden sind. Die Ausfuhr stellte sich auf insgesamt £ 181 248, d. h. £ 38 592 mehr als im September v. J. mit £ 142 656. Die nach England eingeführten Funkgeräte erreichten einen Gesamtwert von £ 149 961 gegenüber £ 111 792 im September v. J. Hier betrug die Zunahme also wertmäßig £ 38 169, d. h. fast ebensoviel wie die Zunahme des Ausfuhrwertes. Der Ausfuhrüberschuß hat infolgedessen gegenüber dem Vormonat eine Erhöhung von nur £ 423 erfahren und stellt sich auf £ 31 287 gegenüber £ 30 864 im Oktober 1934. Bei einer Gesamtausfuhr von £ 1 333 232 und einer Gesamteinfuhr von £ 995 580 ergibt sich für die Zeit von Januar bis Oktober 1935 ein Ausfuhrüberschuß von £ 337 652.

Autoempfänger in Amerika

In den Vereinigten Staaten werden so gut wie alle neuen Kraftwagen mit Rundfunkempfangsanlagen ausgestattet. Nach Angaben des Funkhandels dürfte in diesem Jahre der Absatz von Kraftwagenempfängern die 2-Millionen-Grenze erreichen. Er hat sich demnach gegenüber dem Vorjahre verdoppelt.

Unter diesen Umständen ist es begreiflich, daß ein von dem Polizeipräsidenten von St. Louis, Meier A. J. Lambert, geplantes Verbot der Benutzung von Rundfunkempfängern auf Kraftwagen während der Fahrt auf öffentlichen Straßen in Kreisen der amerikanischen Rundfunkindustrie schärfsten Einspruch ausgelöst hat.

Leistungserhöhung der amerikanischen Sender

Die für den Rundfunk zuständige Bundesverkehrskommission hat für März 1936 eine wichtige Tagung einberufen. Auf der Tagesordnung steht als Hauptpunkt die Prüfung der von den meisten amerikanischen Rundfunksendern beantragten Leistungserhöhung.

Fernsehen in Japan

Nach „Wireleß World" beabsichtigt die japanische Rundfunkgesellschaft, die regelmäßigen Fernsehsendungen im Frühjahr 1936 aufzunehmen.

Vereinheitlichung des Rundfunks in Indien

Zu den zahlreichen schwierigen Fragen, die der Rundfunk in Indien zu lösen hat, gehört die Vereinheitlichung der aus einer Unzahl von Mundarten zusammengesetzten hindostanischen Sprache. Der Versuch soll jedenfalls in Bombay unternommen werden, obwohl man sich der Schwierigkeiten vollauf bewußt ist. Schon die Wahl des Beamtenstabes war nicht leicht zu lösen. Für 21 Stellen bewarben sich 6000, von denen die Rundfunkleitung 250 in die engere Wahl ziehen mußte. Trotz schärfster Aussiebung unter den Bewerbern soll noch ein beratender Ausschuß eingesetzt werden, um die hindostanische Sprache zu vereinheitlichen, damit die Sendungen der künftigen Sender Lahore, Delhi, Lucknow, Patna und Nagpur in den ausgedehnten Empfangsgebieten auch ihren Zweck erfüllen.



DIPL:ING. E. GRUNOW MÜNCHEN 25
KONDENSATORENWERK

KERAM-SONDERMASSEN:
Calit
Calan
Ultra-Calan
Condensa
Tempa
HESCHO HERMSDORF, Thür.



DER FACHMANN SAGT:

QUALITÄT ENTSCHEIDET!

KLISCHEES FÜR HANDEL UND INDUSTRIE

GALVANOS
HOLZSCHNITTE
STEREOS
MATERN
ENTWÜRFE FÜR ALLE BRANCHEN

CARL SCHÜTTE & C. BEHLING

BERLIN W 8 · WILHELMSTR. 48

FERNRUF: A 1 JÄGER 6236

NEUE ADRESSE: Berlin SW 68, Ritterstraße 46/47 / Fernruf: A 7 Dönhoff 0155

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS
1. Februar 1936 Heft 3
Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Das Ohr als Schallempfänger

Von
Dr. Albrecht Forstmann

A. Der Schallempfang

1. Schallaufnahme und Weiterleitung

Das Ohr ist der uns von der Natur gegebene Schallempfänger. Als solcher stellt er im gesamten Mechanismus der Rundfunkübertragung gewissermaßen das letzte Glied im Übertragungsgang dar. Gegenüber den zur Schallaufnahme und Energieumwandlung bestimmten technischen Schallempfängern weist das Ohr jedoch eine Reihe grundsätzlicher Unterschiede auf [1]).

Wir betrachten zunächst den anatomischen Aufbau des Ohres, wie er aus dem in Abb. 1 wiedergegebenen Schnitt im einzelnen zu ersehen ist. Man kann hier zunächst grundsätzlich unterscheiden zwischen Außenohr, Mittelohr und Innenohr. Während das Außenohr zur Aufnahme des Schalles dient, wird dieser durch die Organe des Mittelohres weitergeleitet; das eigentliche „Hören" kommt dann im Innenohr zustande.

Betrachten wir zunächst die Funktionen des Außen- und Mittelohres, also die Aufnahme und Weiterleitung des Schalles. Das Außenohr besteht aus der Ohrmuschel: an diese schließt sich der Gehörgang an, der teilweise in Knorpel, teilweise in Knochen gelagert ist und seinen kleinsten Querschnitt in der Mitte hat. Durch den Gehörgang wird der aufgenommene Schall zum Trommelfell weitergeleitet, welches seinerseits das Verbindungsglied zum Mittelohr darstellt. Eine geringe Weiterleitung des Schalles findet auch durch die Knochen statt.

Der die Schalleitung hauptsächlich vermittelnde Gehörgang stellt einen relativ stark gedämpften, einseitig offenen Resonator dar, dessen Eigenschwingung mit Rücksicht auf seine geringe Länge und geringen Querschnitt entsprechend hoch, und zwar bei etwa 2000 bis 3000 Hertz, liegt.

Der durch den Gehörgang weitergeleitete Schall trifft nun auf das Trommelfell und versetzt dieses in Schwingungen. Das Trommelfell ist eine an sich schlaffe, häutige Membran, die am Rande mit dem Knochen verwachsen ist; es ist physikalisch ausgedrückt eine am Rand eingespannte Membran. Außen ist sie mit verhältnismäßig wenig radialen Fasern, innen mit ringförmigen Fasern bedeckt, die ein gewisses Kontraktionsbestreben haben. Die radialen Fasern nehmen in ihrer Stärke nach der Mitte hin zu, während die konzentrischen Fasern nach dem Rande zu an Stärke zunehmen.

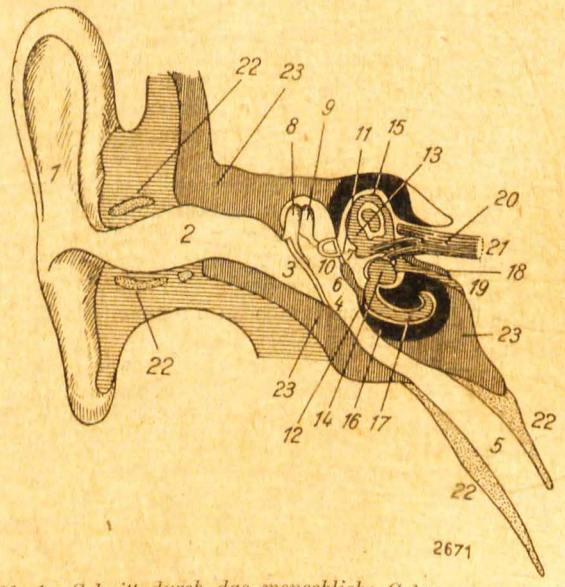


Abb. 1. Schnitt durch das menschliche Gehörorgan. 1 Ohrmuschel, 2 äußerer Gehörgang, 3 Trommelfell, 4 Paukenhöhle, 5 Eustachische Röhre, 6 Knochenwand, 7 Labyrinth (perilymphatischer Raum), 8 Hammer, 9 Amboß, 10 Steigbügel, 11 Ovales Fenster, 12 Rundes Fenster, 13 Utriculus, 14 Sacculus (13 und 14 = Vorhof), 15 Bogengang, 16 Knöcherne Schnecke, 17 Häutige Schnecke, 18, 19 Ductus und Saccus endolymphaticus, 20 Innerer Gehörgang, 21 Hörnerv, 22 Knorpel, 23 Felsenbein

[1]) Vgl. hierzu allgemein: H. v. Helmholtz, Tonempfindungen, 6. Aufl., Braunschweig 1913; C. Stumpf, Tonpsychologie, 2 Bd., Leipzig, Bd. I 1883, Bd. II 1890; ders. Die Sprachlaute, Berlin 1926; F. Waetzmann, Die Resonanztheorie des Hörens, Braunschweig 1912; ders. Hörtheorien in Handbuch d. Physiol., Bd. 11, Berlin 1926; K. L. Schaefer, Der Gehörsinn, in Hdb. d. Physiol., Bd. 3, Braunschweig 1903; E. Meyer, Das Gehör, in H. Geiger und K. Scheel, Handbuch d. Physik, Bd. 8, Berlin 1927.

Mit dem Trommelfell sind die Organe des Mittelohres verbunden, und zwar ist der Hammer mit dem Trommelfell von der Mitte nach oben radial verwachsen, wodurch das Trommelfell nach der Mitte zu gespannt wird [2]). Wir können für ein solches System etwa das in Abb. 2 wiedergegebene Schema angeben. Mit dem Hammer sind Amboß und Steigbügel verbunden; der Steigbügel seinerseits ist mit einer das ovale Fenster abschließenden Membran verwachsen, das das Übertragungsorgan zum Innenohr darstellt. Die Organe des Mittelohres befinden sich in der Paukenhöhle; diese ist ihrerseits durch die Eustachische Röhre mit dem Nasen-Rachenraum verbunden.

Das ganze Schallübertragungsorgan des Mittelohrs wirkt wie ein Hebelarmsystem [3]). Während das Trommelfell unter der Einwirkung verhältnismäßig geringer Druckkräfte der auftretenden Schallwellen mit relativ großer Amplitude schwingt, werden diese Schwingungen vermittels des angegebenen Hebelarmsystems derart auf das ovale Fenster übertragen, daß dies nun mit verhältnismäßig kleiner Amplitude, aber entsprechend größerer Kraft schwingt. Das ovale Fenster überträgt diese Schwingungen auf das Innenohr,

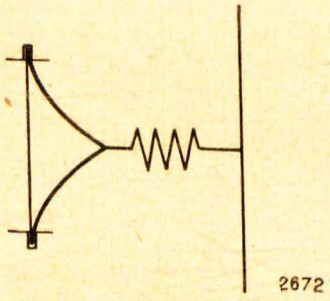


Abb. 2. Wirkschema von Trommelfell und Mittelohrorgan

das aus dem Vorhof, der Schnecke und den Gehörnerven besteht. Während die Hohlräume des Außen- und Mittelohres mit Luft ausgefüllt sind, sind die Hohlräume des Innenohres mit Flüssigkeit ausgefüllt. Das Hebelarmsystem wirkt hier gewissermaßen wie ein elektrischer Transformator, der zwei verschiedene Widerstände, die hier durch die Verschiedenartigkeit der Medien, Luft einerseits, Ohrflüssigkeit andererseits, gekennzeichnet sind, aneinander „anpaßt" [4]).

Eingehende Untersuchungen über das Trommelfell und seine akustischen Eigenschaften wurden insbesondere von Tröger [5]) durchgeführt. Der mechanische Widerstand des als „Druckempfänger" wirkenden Trommelfells hat den Charakter einer Elastizität, seine Frequenzabhängigkeit gibt Tröger in cgs-Einheiten durch die in Abb. 3 wiedergegebene Abhängigkeit an, während er die Phase dieses Widerstandes durch die in Abb. 4 wiedergegebene Kurve darstellt. Für den kleinsten Widerstand, der bei etwa 800 Hertz liegt und 40 cgs beträgt, ist die „Schallhärte" des Trommelfells gleich der der Luft; für diese Frequenz ist also die „Anpassung" entsprechend der Wirkungsgrad des Trommelfells für einen gegebenen Schalldruck am günstigsten.

Von besonderer Wichtigkeit insbesondere für die Amplitudenabhängigkeit des Schallempfanges, die für den Charakter der Schallaufnahme von ganz besonderer Bedeutung ist, ist noch folgende Tatsache: Das Trommelfell mit den mit ihm verbundenen Organen stellt ein „System unsymetrischer Elastizität" dar, d. h. sein mechanischer Wirkungsgrad ist für verschiedene Schalldruckamplituden verschieden. Infolge dieser unsymetrischen Wirkung der Elastizität entstehen Verzerrungen, die sich bei Auftreffen von Schallschwingungen durch das Entstehen von Kombinationstönen besonders bemerkbar machen. Diese Verzerrungen, die bei den zur Schallaufnahme und Energieumwandlung benutzten technischen Schallempfängern, den Mikrophonen, unbedingt zu vermeiden sind, beeinflussen hier natürlich den Charakter des aufgenommenen Klangbildes wesentlich.

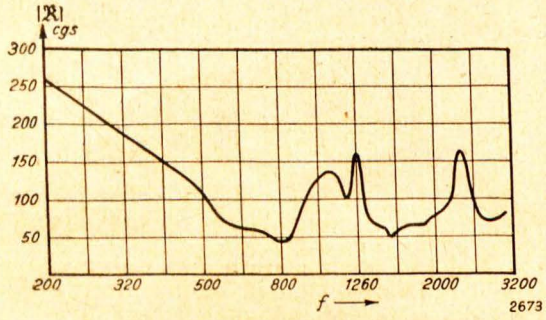


Abb. 3. Frequenzabhängigkeit des Trommelfells als mechanischer Widerstand

Die Größe der infolge der nichtlinearen Verzerrungen auftretenden zusätzlichen Schwingungen ist in ihren Amplituden bestimmt durch die Amplitude des auftreffenden Schalldruckes. Da für kleine Amplituden nur kleine, noch als ausreichend geradlinig anzusehende Teile der Amplitudencharakteristik des Trommelfellsystems beansprucht werden, so finden hierbei „Verzerrungen" noch nicht statt. Das Entstehen von Kombinationstönen ist also an eine gewisse Mindestamplitude, die man auch als „nichtlineare Reizschwelle"

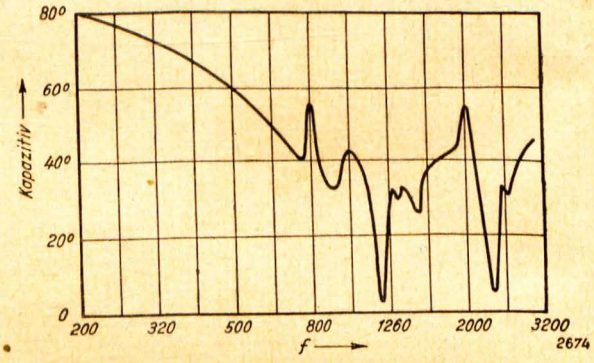


Abb. 4. Phase des Trommelfell-Widerstandes

bezeichnen kann, gebunden. Da die durch die nichtlinearen Verzerrungen des Trommelfellsystems entstehenden Kombinationstöne natürlich für das „gehörte" Klangbild charakteristisch sind, und da ihr Amplitudenverhältnis relativ zu den Amplituden der auf das Ohr auftreffenden Schwingungen von deren Größe — und zwar annähernd quadratisch — abhängig ist, so erkennt man, wie wichtig es für die Natürlichkeit des gehörten Klangbildes ist, die richtige „Lautstärke" einzustellen.

2. Das Hören

Das eigentliche Hören erfolgt im Innenrohr; hierbei ist die Schnecke von besonderer Bedeutung. Diese besteht aus etwa 2½ bis 2¾ Windungen und wird durch eine teils knöcherne, teils häutige Scheidewand in zwei Kanäle geteilt, deren oberer mit dem Vorhof zusammenhängt, während der untere mit dem runden Fenster in Verbindung steht. Beide Kanäle sind an der Schneckenspitze durch eine enge Öffnung, das „Helikotrema", verbunden. Der häutige Teil der Scheidewand besteht aus zwei Membranen, der Reissnerschen Membran, die die Stärke von nur etwa 30 μ hat, und der Basilarmembran, zwischen denen ein im Querschnitt dreieckiger Hohlraum liegt. Auf der Basilarmembran befindet sich das Cortische Organ, welches für die

[2]) Vgl. H. v. Helmholtz, Ges. wiss. Abhdl. 23, S. 503; 24, S. 575, 1868.

[3]) T. Wrighton, The analytical mechanism of the interbal ear, London 1918.

[4]) Vgl. W. Hahnemann und H. Hecht, ZS. f. t. Phys., Bd. 2, S. 1, 1921.

[5]) Vgl. J. Tröger, Phys. ZS. Bd. 31, S. 26, 1930; siehe auch W. West. PostOff. El. Eng. Journ. Bd. 21, S. 293, 1929.

Überleitung des Schalles auf die Nervenfasern, also die Vermittlung der eigentlichen Schall e m p f i n d u n g, von Wichtigkeit ist.

Die vom Trommelfell aufgenommenen Schallschwingungen werden unter Vermittlung der Organe des Mittelohres, wie bereits gesagt wurde, auf das am Anfang der Schnecke befindliche ovale Fenster übertragen. In der die Schnecke ausfüllenden Lymphflüssigkeit werden hierdurch Druckschwankungen verursacht, die in ihrer Form dem aufgenommenen Schall entsprechen.

Diese im oberen Teil der Schnecke hervorgerufenen Druckschwankungen verursachen erzwungene Schwingungen der Basilarmembran, durch welche ebenfalls Druckschwankungen im unteren Teil der Schnecke entstehen, die sich über das runde Fenster mit dem Außendruck ausgleichen können.

Grundlegend für die Theorie des Hörens ist die Frage nach dem Verlauf der erzwungenen Schwingungen der Basilarmembran, ob insbesondere die Basilarmembran einen Frequenzanalysator darstellt, wie es von der Helmholtzschen Hörtheorie angenommen wird.

Die Theorie von v. H e l m h o l t z, die sogenannte R e s o n a n z t h e o r i e d e s H ö r e n s [6]), die sich erstmalig ausführlich mit diesen Fragen beschäftigt, besagt folgendes: Die Basilarmembran, die aus sehr vielen Fasern in Querrichtung besteht, welche stark gespannt und jeweils mit der Nachbarfaser lose gekoppelt sind, wirkt als Frequenzanalysator. Die Eigenschwingungen der einzelnen Fasern, deren Länge von der Schneckenspitze zum Helokotrema immer mehr abnimmt, sind über den ganzen Hörbereich verteilt, stellen also einzelne Resonatoren dar. Diese einzelnen Resonatoren werden durch den vom Mittelohr über das ovale Fenster übertragenen Schall unter Vermittlung der Schneckenflüssigkeit entsprechend den den einzelnen Teiltönen zugehörigen Schwingungszahlen in ihren Eigenschwingungen erregt.

Die Tonverteilung über die Basilarmembran ist hierbei derart, daß die tiefen Töne ihre Resonanz an der Schneckenspitze, also an der Basis des spitzen Dreieckes, welches die Basilarmembran darstellt, finden, während die hohen Töne an der am ovalen Fenster liegenden Spitze des Dreiecks ihre Resonanz haben. Die einzelnen Fasern sind nur schwach gedämpft und lose gekoppelt, so daß nur ein ganz enger Bereich auf eine bestimmte Frequenz anspricht.

Nach dieser Theorie zerlegt also das Ohr die auftreffenden zusammengesetzten Schwingungsgebilde selbständig in ihre einzelnen Teilkomponenten [7]). Wie diese Einzelschwingungen dann weiter in Gehörempfindungen umgewandelt werden, ist z. Zt. noch nicht geklärt; es bestehen hierfür nur mehr oder weniger gut begründete Annahmen. Diese Verhältnisse sollen uns hier auch nicht weiter beschäftigen, da sie, so wichtig sie natürlich auch an sich sind, für die hier erörterten Fragen nur von sekundärer Bedeutung sind.

Wenn nun auch die Helmholtzsche Theorie eine Reihe von Erscheinungen treffend erklärt und insbesondere auch die Lage der Tonentstehung auf der Basilarmembran, die Helmholtz durch Tierversuche nachprüfte, von der neueren Theorie als richtig anerkannt wird, ebenso wie die Unabhängigkeit der Klangempfindung von der phasenmäßigen Zusammensetzung der einzelnen Teiltöne, so bestehen doch insbesondere gegen die angegebenen Resonanzeigenschaften der Fasern der Basilarmembran verschiedene Bedenken [8]).

Von den Einwänden, die sich gegen die Helmholtzsche Theorie erheben lassen, sei z. B. der erwähnt, daß bei der mit Rücksicht auf die Tonunterschiedsempfindlichkeit des Ohres vorhandenen geringen Dämpfung der Einzelresonatoren kurzzeitige Erregungen wegen des Einschwingvorganges gar nicht gehört werden könnten, was den tatsächlichen Verhältnissen widerspricht. Weitere Einwände sind die, daß ein so kleines und leichtes Gebilde, wie es die Basilarmembran darstellt, gar nicht so tiefe Eigenschwingungen, wie sie den tiefen Tönen entsprechen würden, ausführen, und weiterhin auch kaum einen so großen Frequenzbereich, wie ihn das Ohr aufzunehmen in der Lage ist, analysieren kann. Hier schienen also eingehendere Untersuchungen am Platze.

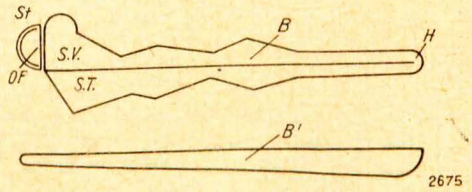


Abb. 5. Basilarmembran, aufgerollt im Schnitt.

Eine Verfeinerung und Weiterentwicklung der Theorie des Hörens erfolgte in neuerer Zeit von verschiedenen Seiten. Eine solche Weiterentwicklung kann natürlich nicht ohne Berücksichtigung der als richtig erkannten Ergebnisse der Helmholtzschen Theorie, also insbesondere der örtlichen Lage der Tonentstehung auf der Membran und der Unabhängigkeit von der Phase der einzelnen Teiltöne geschehen. Diese Verfeinerung der Theorie des Hörens erfolgte insbesondere durch L u x, R o a f [9]) und F l e t c h e r [10]). Diese verlegen den Resonanzvorgang in die Flüssigkeitssäule: nach ihrer Ansicht schwingt die Basilarmembran als Ganzes; hierbei hat sie allerdings bei Erregung mit einem reinen Ton e i n e Stelle maximaler Amplitude [11]).

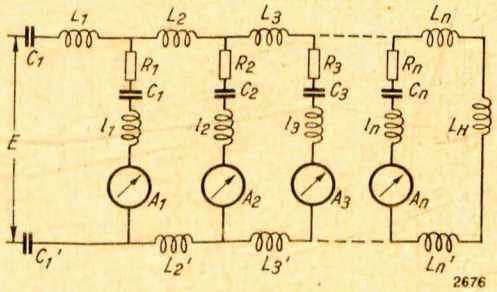


Abb. 6. Elektrisches Ersatzschema der Basilarmembran

An der Stelle der maximalen Amplitude erfolgt eine Ausbuchtung der membronösen Scheidewand nach der Seite des runden Fensters zu. Die Lage dieser Ausbuchtung ist je nach der Frequenz verschieden und liegt entsprechend der Helmholtzschen Annahme infolge der Trägheit der Flüssigkeitssäule umso näher dem runden Fenster, je höher die Frequenz ist. Bei sehr tiefen Frequenzen erfolgt die Schwingung durch das Helikotrema bzw. den benachbarten Teil der membranösen Scheidewand.

Man kann nach Lux für die ganze Anordnung der Schnecke, die in Abb. 5 zur größeren Übersichtlichkeit aufgerollt im Schnitt gezeigt ist, ein äquivalentes elektrisches Ersatzschema angeben entsprechend Abb. 6 [12]). Während die Helmholtzsche Theorie den Hauptwert auf die gesonderte Abstimmung der einzelnen Fasern der Basilarmembran legte, beruht die Roaf-Fletchersche Anschauung auf der Abstimmung der Flüssigkeitssäule; sie setzt voraus, daß bei der Zunahme der Membranmasse pro Längeneinheit eine Abnahme der elastischen Kräfte nach dem Helikotrema zu vorliegt.

[6]) Vgl. H. v. Helmholtz, Tonempfindungen a. a. O., S. 639.
[7]) Vgl. auch G. S. Ohm, Pogg. Ann. Bd. 59, S. 513, 1843.
[8]) Vgl. z. B. M. Gildemeister, ZS. f. Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde, Bd. 27, S. 299, 1930.
[9]) H. E. Roaf, Phil. Mag., Bd. 43, S. 349, 1922.
[10]) H. Fletcher, Journ. Franklin Inst. S. 312, 1923; J. Ac. Soc. of Am. Bd. 1, S. 311, 1930.
[11]) Vgl. auch A. A. Gray, Journ. Anat. Physiol. Bd. **34**, S. 324, 1900.
[12]) Entnommen R. L. Wegel und C. E. Lane, Phys. Rev. Bd. 23, S. 266, 1924.

Eine weitere Ausbildung der Theorie des Hörens erfolgte durch v. Bekesy[13]). Nach Untersuchungen an künstlichen Modellen und Personen, die von ihm vorgenommen wurden, stellte auch er fest, daß die Basilarmembran als Ganzes schwingt und hierbei fortschreitende nach dem Helikotrema hin gedämpfte Schwingungen ausführt. Diese Annahme scheint zwar nicht mit der für die Ohrresonatoren angenommenen Dämpfung übereinzustimmen; nach v. Bekesy widerspricht dies aber nicht der Annahme nahezu aperiodischer Dämpfung. Zur Erklärung der Fähigkeit des Ohres, nahe benachbarte Töne gut unterscheiden zu können, zieht er die aus der Optik bekannte Machsche Kontrastempfindung (scheinbar gegenseitige Beeinflussung aneinander grenzender Farbflächen) heran.

Mit der Theorie des Hörens hat sich weiterhin auch H. Koch[14]) in einer ausführlichen theoretischen Arbeit beschäftigt. Hiernach zeigt sich bei Berücksichtigung bestimmter Bedingungen[15]) bei Erregung mit einem reinen Ton auf der Basilarmembran nur ein Maximum (entsprechend den Untersuchungen von Roaf, Fletcher, v. Bekesy, aber im Gegensatz zu den Untersuchungen von J. R. Ewald[16]), die hier nur erwähnt, aber nicht weiter besprochen werden sollen), welches entsprechend den anderen Theorien umso näher dem ovalen Fenster liegt, je tiefer der Ton ist. Die Eigenschwingung der Basilarmembran liegt nach diesen Untersuchungen oberhalb des Hörbereiches.

Von Wichtigkeit ist noch die Frage der Dämpfung der Ohrresonatoren. Dies gilt insbesondere für die Frage, wie weit man nahe benachbarte Töne noch gut zu unterscheiden vermag[17]). Nach den vorliegenden Untersuchungen scheinen Resonanzerscheinungen beim Hörvorgang auf alle Fälle eine Rolle zu spielen; wie sich diese im einzelnen abspielen, ist für unsere vorliegenden Betrachtungen gleichgültig, jedoch werden die neueren Untersuchungen den tatsächlichen Vorgängen besser gerecht, als die Helmholtz'sche Annahme.

Die Dämpfung ist nun für die Hörvorgänge insofern von Wichtigkeit, als sie bestimmten Einfluß darauf hat, wie groß einmal das Unterscheidungsvermögen für nahe benachbarte Töne, also das Tonunterscheidungsvermögen ist, wie wir bereits sagten, und wie groß weiterhin das Empfindungsvermögen für kurze Reize ist, wie schnell also das Ohr auf einen Reiz reagiert. Das Tonunterscheidungsvermögen ist offenbar um so besser, je größer die Selektivität, also je kleiner die Dämpfung der Ohrresonatoren ist, während die Reaktionsgeschwindigkeit des Ohres offenbar um so größer ist, je geringer die Ausgleichsvorgänge, also je größer die Dämpfung ist. Diese Momente können also zur experimentellen Bestimmung der Dämpfung der Ohrresonatoren herangezogen werden, wie es ja auch geschehen ist[18]).

Aus den vorliegenden Untersuchungen scheint hervorzugehen, daß eine Abnahme des logarithmischen Dekrementes, also eine Abnahme der Dämpfung, und dementsprechend eine Zunahme der Resonanzschärfe der Ohrresonatoren mit wachsender Frequenz angenommen werden darf[19]). Dem scheint auch die von Stumpf[20]) beobachtete Tatsache zu entsprechen, daß Töne hoher Frequenz spitzer klingen als solche tiefer Frequenz, bei denen infolge der größeren Dämpfung ein breiterer Bereich der Basilarmembran zum Schwingen veranlaßt wird, als bei hohen Tönen.

[13]) G. v. Bekesy, Phys. ZS. Bd. 29, S. 793, 1928; vgl. auch Bd. 30, S. 115, 1929; S. 721, 1929.
[14]) H. Koch, ZS. f. Sinnesphysiol. Bd. 59, S. 15, 1928.
[15]) Vgl. auch M. Gildemeister a. a. O.
[16]) J. R. Ewald, Plügers Arch. Bd. 76, S. 147, 1899; Bd. 93, S. 485, 1903; Bd. 131, S. 188, 1910.
[17]) Vgl. insb. E. Meyer und E. Waetzmann, Naturw. Bd. 13, S. 268, 1925.
[18]) Lit.-Angaben siehe bei E. Meyer in H. Geiger und K. Scheel, a. a. O.
[19]) Siehe auch E. Waetzmann, Die Resonanztheorie des Hörens, a. a. O.
[20]) Vgl. C. Stumpf, Die Sprachlaute, a. a. O.; siehe weiter auch E. Waetzmann, Folia neurobiol., Bd. 4, S. 116, 1910; Phys. ZS. Bd. 26, S. 744, 1925.

Zeichnungen vom Verfasser

Ein zweiter Artikel folgt

Neue Sender im neuen Jahr

Großbritannien

Die englische Sendegesellschaft teilt mit, daß im neuen Jahr drei neue Großrundfunksender in Betrieb kommen werden. Zuerst die nordirische Station in Lisburn, die am 20. März dieses Jahres durch den Herzog von Abercorn, Gouverneur von Nordirland, eröffnet wird. Die Feierlichkeiten werden durch Rundfunk übertragen. Der neue Großsender wird den zur Zeit bestehenden kleineren Sender von Belfast ersetzen.

Der neue nordschottische Regionalsender in Burghead wird in der Mitte dieses Jahres fertiggestellt werden; er hat die Aufgabe, den bevölkertsten Teil von Nordschottland mit Rundfunk zu versorgen.

Im Nordosten von England wird in Bewclay-Northumberland ein neuer Regionalsender in Betrieb kommen, der den jetzigen schwächeren Sender in Newcastle ersetzen wird.

Ferner ist ein Zwischensender in Beaumaris auf der Isle of Anglesay vorgesehen, der Nordwales mit Rundfunk versorgen soll.

Auch der Kurzwellenrundfunk in Daventry erfährt einen Ausbau. Zwei Groß-Kurzwellensender sind in Auftrag gegeben worden, ebenso wurde Gelände zum Bau von Richtstrahlantennen erworben. Auch die bestehenden Antennen sollen auf Grund der bisherigen Erfahrungen verbessert werden.

Tschechoslowakei

Der tschechische Etat sieht für 1936 einen Betrag von 27 Millionen Kronen zur Errichtung von vier neuen starken Rundfunksendern vor.

Nach Mitteilung des Sektionschefs im Postministerium, Ing. Strnada, werden errichtet: Nördlich von Prag ein neuer Sender Prag II mit 60 bis 100 kW; die Station Strasnice mit ihren 5 kW soll als Reservesender erhalten bleiben. Westlich von Uzhorod wird für Karpathorußland ein Sender eigens für die ukrainische Bevölkerung des Landes errichtet. Dieser Sender, der eine Energie von 60 bis 100 kW erhalten soll, wird in Ruske, Komarovice bei Uzhorod seinen Platz finden. Der Bau soll im frühen Frühjahr begonnen werden. Die Besprechungsräume dieses Senders werden sich in Uzhorod befinden.

Als Ersatz für den 12 kW starken Sender Preßburg soll nördlich von Neutra ein neuer 100-kW-Rundfunksender gebaut werden. Ferner soll nördlich von Brünn ein neuer, etwa 40 kW starker Sender gebaut werden, der an Stelle des bisherigen Senders tritt.

Auf Grund der Erfahrungen mit diesen neuen Sendern soll dann über die Errichtung weiterer Zwischensender, z. B. in Karlsbad und Budweis, entschieden werden, wozu aus Budweis bereits verlautet, daß das Postministerium der Stadtgemeinde Budweis den Bau eines Senders bereits zugesagt hat, und die Stadt sich zur Bereitstellung eines geeigneten Geländes in der Gegend von Bor verpflichtet hat.

„Hier ist der Paul-Nipkow-Sender, Berlin . . . ."

Ständiger Programmbetrieb des Berliner Fernsehsenders

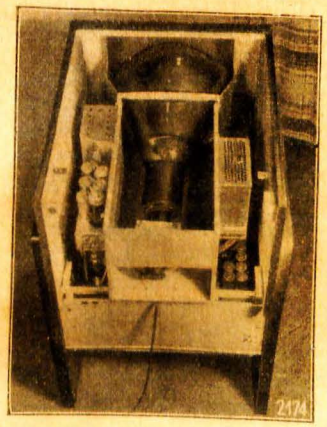


Abb. 1. Telefunken-Fernseher FE IV (Innenansicht)

An jedem Abend um 20 und 21 Uhr meldet sich die Ansagerin des Paul - Nipkow - Senders Berlin, um ein jeweils einstündiges, geschlossenes Fernsehprogramm anzukündigen, „auf Welle 6,72 m für Bild und auf Welle 7,06 m für Ton". An jedem Abend sitzt der Berichterstatter — er will es freimütig bekennen — zwei Stunden lang im dunklen Zimmer vor dem Zauberschirm des Empfängers, um immer wieder von neuem das große Wunder des Fernsehens zu erleben. Man muß das auch als Techniker einmal können: nicht an Kippgeräte und Ablenkspulen, an Bildmühle und Thyratrons zu denken, nicht ständig an einer Fernsehempfangsanlage herumzubasteln und nur immer versuchsweise, bloß im Hinblick auf die „Technik", ohne Beachtung des Programms, zu empfangen, sondern sich vor einen fertigen, publikumsreifen Fernsehempfänger zu setzen und zu sehen, fernzusehen. Von Willy Schaeffers begrüßt zu werden: „Guten Abend, lieber Seher", den ganz hervorragend geschnittenen Filmstreifen „Rückblick auf das Jahr 1935" — in dieser Geschlossenheit die schönste deutsche Wochenschau, die man jemals sah — immer von neuem aufzunehmen, und immer wieder zu erleben, welche ungeheuren, von dem Techniker wohl selten in ihrem ganzen Umfang geahnten Möglichkeiten im Fernsehen wirklich liegen. An jedem Abend sitzen Freunde und Bekannte mit vor dem Fernsehempfänger, die das Fernsehen bisher nur aus einer flüchtigen Betrachtung auf der Funkausstellung kannten; sie sind ergriffen von dem Wunder, das sich ihnen bietet. Aus Zweiflern werden Bekehrte, aus Teilnahmslosen begeisterte Anhänger, sobald sie einmal eine Fernsehstunde im Heim erlebten. Man erkennt natürlich den großen gerätemäßigen Aufwand, der heute noch notwendig ist und der sich, im Gewicht, nach etwa zwei Zentnern „bemißt", der aber morgen nur noch etwa 45 kg wiegt und im nächsten Jahr vielleicht an die Größe eines Spitzen-Rundfunkempfängers herankommt. Man sieht jedoch die Möglichkeiten, die sich für jeden von uns in einigen Jahren bieten, wenn wir uns innerhalb einiger Monate oder auch weniger Jahre den ersten Fernsehempfänger zusammensparen werden, wie wir vor zehn Jahren den ersten großen Superhet zusammensparten.

Heute sind natürlich noch zwei tüchtige Transportarbeiter notwendig, um einen Fernsehempfänger abzuliefern; bis zu der Patentverpackung in Wellpappkarton, wie sie bei Rundfunkempfängern üblich ist, ist es noch ein weiter Weg. Heute beansprucht der Fernseher noch einen beachtlichen Raum; aber wer würde nicht gern, wenn es sein muß, selbst den Kleiderschrank auf den Boden stellen, damit das Fernsehen bei ihm einziehen kann? Die Industrie ist — wie ja auch die letzte Funkausstellung gezeigt hat — so weit, daß sie uns leistungsfähige, in der Einfachheit der Bedienung durchaus publikumsreife Fernsehempfänger zur Verfügung stellen kann, die in ihrer äußeren Durchbildung den praktischen Bedürfnissen entsprechen und vorausahnend auf alle Wünsche Rücksicht nehmen, die von den Benutzern der Geräte geäußert werden könnten. So ist der Telefunken-Fernseher FE IV, der für den Empfang der Fernsehsendungen zur Verfügung steht, in ein großes, schrankartiges Gehäuse eingebaut, in dessen oberem Teil die Braunsche Röhre und in dessen unterem Teil der Lautsprecher Platz fanden. Der schwere Apparat ist auf Rollen gesetzt, so daß ihn jedes Kind von einem Zimmer ins andere fahren oder in die richtige Stellung bringen kann. Die Einstellung des Gerätes auf beste Bild- und Tonwiedergabe macht keine Schwierigkeiten: den Skalenzeiger stellt man mit dem mittleren Knopf auf 42,5 mHz: Berlin (daneben ist noch der Brocken-Sender verzeichnet, und außerdem sind die Frequenzen 45, 47,5, 50, 52,5 und 55 mHz aufgetragen), mit dem linken Doppelgriff regelt man Lautstärke und Klangfarbe des Tons und mit dem rechten Doppelgriff Helligkeit und Kontrast des Bildes. Man hat es nicht nur in der Hand, die Bildhelligkeit zwischen dem völligen Schirmdunkel und einer strahlend hellen Fläche zu verändern, sondern man kann auch den Kontrast zwischen den Bildstellen verschiedener Helligkeit weitgehend regeln, kann also ein hartes oder ein weiches Bild einstellen, kann den Kontrast zwischen ausgesprochenem Flau und fast dem Charakter einer Schwarz-Weiß-Zeichnung ändern. Im Wohnzimmer, wo man in etwa 2 m Abstand vom Fernsehempfänger sitzt, stellt man zweckmäßig ein Bild mittlerer Helligkeit von weichem Charakter ein; man erhält dann ein praktisch



Abb. 2. Fernseh-Empfang

flimmerfreies Bild von wundervollem Reichtum an Zwischentönen. Genau wie im Kino bei der Filmprojektion nimmt das Flimmern mit der Helligkeit zu, so daß das Einstellen großer Helligkeiten wenigstens im vollständig verdunkelten Raum nicht zweckmäßig ist.

Am 15. Januar hat der Fernsehsender „Paul Nipkow" Berlin nach der Fertigstellung der neuen Sendeanlage den ständigen Programmbetrieb aufgenommen. Der stellvertretende Reichssendeleiter Karl-Heinz Boese nahm in einer kurzen Ansprache, bei der wir ihn auf der Scheibe des Fernsehers sahen, die Eröffnung vor. Seine Worte enthielten eine neue Programm-Verkündung: Die Filmsendungen werden durch unmittelbare Übertragungen wirksam ergänzt, und gerade die unmittelbaren Sendungen sollen schnell zu großer Vollkommenheit ausgebaut und reich in ihrer Abwechslung gestaltet werden. Einen Höhepunkt werden die diesjährigen Fernsehsendungen in den Übertragungen vom Reichssportfeld während der Olypiade haben, von wo man die wichtigsten Kämpfe in direkter Fernsehschau, also ohne Anwendung des Zwischenfilmverfahrens, übermitteln wird.

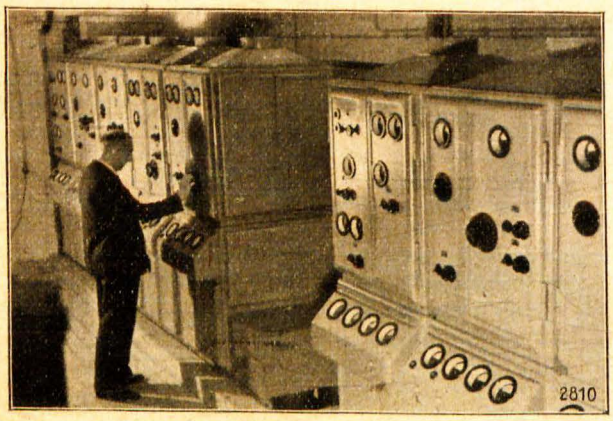


Abb. 3. Der neue Fernseh-Sender in Berlin, der aus zwei gleichartigen Ultrakurzwellen-Sendern besteht

Das Eröffnungs-Programm, das auch in der auf die Eröffnung folgenden Woche gesendet wurde — an jedem Abend zweimal, um den Fernsehstuben in Berlin und Potsdam gewissermaßen „zwei Vorstellungen" zu ermöglichen —, bot eine glückliche Mischung von Filmstreifen und direkter Übertragung einzelner Künstler (Else Elster, Willy Schaeffers, Carl de Vogt), die die „Seher" in den Fernsehstuben mit Sprach- und Gesangsdarbietungen — wobei sie durch einen im Senderaum aufgestellten, aber natürlich nicht sichtbaren Flügel oder durch ein kleines Orchester ihre Begleitung fanden — unterhielten. Von den Künstlern sieht man ein großes Brustbild, das durch die direkte Abtastung in der bekannten kleinen Fernsehzelle des Fernseh-Hauses in Berlin-Charlottenburg gewonnen wird; man überträgt aber auch die Köpfe von Else Elster und Willy Schaeffers in einem kleinen Sketch nebeneinander. Zwischen die unmittelbaren Sendungen sind Film-Sendungen eingeschoben, so neben dem Rückblick auf das Jahr 1935 Szenen aus den neuesten Tonfilmen, die zu einer wirkungsvollen Film-Revue zusammengestellt sind. Es zeigt sich, daß die Bild-Güte der neuen Fernseh-Sendeanlage über die der bisherigen, auf der Funkausstellung August 1935 verbrannten Anlage hinausgeht; vor allem die Filmsendungen sind ganz hervorragend deutlich und sauber, so daß man auch Szenen mit viel Einzelheiten genußreich in sich aufnehmen kann. Ein großer Fortschritt wurde ferner in den technischen Einrichtungen für die Umschaltung von Filmübertragungen auf direkte Sendung und umgekehrt erzielt; zwischen der Ansage von Willy Schaeffers und dem Beginn des Films z. B. liegen nur noch wenige Sekunden, so daß die Programm-Nummern pausenlos aufeinander folgen können. Überhaupt sind wir sende- und empfangsmäßig auf dem technischen Höchststand angelangt, der sich mit 180 Zeilen und 25 Bildwechseln erzielen läßt, oder wir stehen doch kurz vor ihm; die Weiterentwicklung wird sich nun mit dem bereits bei der Inbetriebnahme des neuen Senders angekündigten praktischen Einsatz der Hilfsmittel für die direkte Übertragung von Freilicht-Szenen und schließlich auch mit höheren Zeilen- und Bildwechselzahlen zu befassen haben.

*

Die Fernseh-Empfangsstuben, in denen alle Volksgenossen kostenlos täglich abends um 20 und 21 Uhr am Empfang des Fernsehsenders „Paul Nipkow" teilnehmen können, befinden sich an folgenden Stellen Berlins: 1. Postamt Geisbergstraße 7; 2. Postfuhramt Artilleriestraße 10; 3. Kreisfunkstelle der NSDAP, Reinickdorf-West, Berliner Str. 100; 4. Postamt Schöneberg, Hauptstraße 27; 5. Postamt Neukölln, Richardstraße 119/20; 6. Postamt Lichtenberg, Dottistraße 12/16; 7. Kreisfunkstelle der NSDAP, Lichtenberg, Parkaue 6/7; 8. Postamt Steglitz, Bergstraße 1; 9. Postamt Charlottenburg, Berliner Straße 62/64; ferner 10. im Hause des Rundfunks zu Charlottenburg, Masurenallee; und schließlich 11. in Potsdam, im Gebäude der Post, am Kanal 16/18.

*

„Das Auge der Welt" ist der Titel eines Tonfilms, der unter Mitarbeit der Deutschen Reichspost hergestellt wurde; er zeigt das Zustandekommen der Fernseh-Sendung und des Fernseh-Empfangs an einer Reihe anschaulicher Trickaufnahmen. Filmsendung, Zwischenfilmverfahren und direkte Abtastung werden vorgeführt, bis ein Gast in einer der im Film gezeigten Fernsehstuben nach dem „Trick" fragt, der der Vorführung innewohnt; „Die kleine Dame sitzt doch sicher in dem Kasten drin." Er wird nun über den Fernsehsender belehrt, wie die direkte Lichtstrahl-Abtastung zustande kommt und auf welche Weise er die Ansagerin sehen kann, die in der Fernsehzelle in Witzleben sitzt. Der Film zeigt dann auch die Möglichkeiten der direkten Fernseh-Übertragung: Hitler-Jugend, Sport, Autorennen, Massenveranstaltungen des deutschen Volkes, Opernübertragung, und er verheißt, daß in einigen Jahren jeder durch den Fernseher an allem Geschehen in Deutschland akustisch und optisch teilnehmen wird. Interessant sind auch die Aufnahmen vom Brockensender, die uns zeigen, wie die Wagen des Fernsehzuges zum Brocken fahren, hier Aufstellung finden und nun die Versuchssendungen beginnen. Bei einer Aufführung vor der Fachgruppe Funktechnik und Verstärkertechnik des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Gau Berlin-Brandenburg, fand dieser Fernsehfilm großen Beifall.

Werkbilder *Schw.*

Fernseh-Versuchsbetrieb in Schweden

Nachdem Deutschland den Fernsehbetrieb als erstes europäisches Land eröffnet hat, und auch in England und Frankreich öffentliche Fernseh-Versuchssendungen durchgeführt werden, nimmt jetzt als viertes Land Schweden einen Fernsehbetrieb auf. Der schwedische Rundfunk allerdings verhält sich ebenso wie die beiden anderen skandinavischen Rundfunkländer Norwegen und Dänemark noch abwartend zum Fernsehen, und überließ den Stockholmer Fernseh-Versuchsbetrieb privaten Händen.

Das schwedische Fernsehen wird von der Svenska Radio-Aktieboliget durchgeführt, die in Allströmergaten bei Stockholm zwei Ultrakurzwellensender in Betrieb genommen hat. Der Bildsender arbeitet auf Welle 6,97 m, der Ton auf Welle 7,31 m. Die Versuchssendungen finden täglich von 15 bis 17 Uhr statt, da zu dieser Zeit der Rundfunkbetrieb ruht. Man arbeitet mit 240 Bildzeilen. Die gleichzeitig herausgebrachten Fernsehempfänger geben eine Bildgröße von 18 mal 24 cm und kosten etwa 1000 Kronen.

Der Programmbetrieb, der hauptsächlich aus der Übertragung von aktuellen Kurzfilmen besteht, wird gemeinschaftlich mit einigen Stockholmer Tageszeitungen durchgeführt, die die Versuchssendungen durch Reklameaufträge wirtschaftlich unterstützen.

Weiterentwickelter Dreiröhren-Einbereich-Superhet für Wechselstrom

Von
H. J. Wilhelmy

In Heft 2 des „Funk" brachten wir ausführliche Mitteilungen über die Fehlerquellen am Dreiröhren-Einbereich-Superhet und über die Verbesserung des Gerätes. Nachstehend veröffentlichen wir nunmehr die Bauanleitung zu dem weiterentwickelten Wechselstromgerät.

Die Besprechung der verschiedenen Fehlermöglichkeiten beim Bau des Einbereich-Superhets mag vielleicht den Eindruck hervorgerufen haben, als sei die Erzielung guter Leistungen mit diesem Empfänger bei all seiner äußerlichen Einfachheit für die Praxis des einfachen Bastlers viel zu schwierig. Drei Tatsachen sprechen aber dagegen: Eine so große Häufung von Fehlern, wie sie uns diese Arbeit vorführte, kommt praktisch gar nicht vor; hier wurden ja die Fehler einer größeren Zahl von Geräten zusammengetragen, während der Bastler doch stets nur ein Gerät vor sich hat. Mehrere tausend Superhets wurden nach dieser Schaltung mit Erfolg gebaut. Die wichtigste Tatsache, die für die Erfolgssicherheit des Einbereich-Superhets spricht, ist aber, daß das umfangreiche Erfahrungsmaterial des letzten Jahres schrittweise zu einer Vervollkommnung der Bauteile und zu einer Hervorhebung des Wichtigsten in den Veröffentlichungen des Verfassers führte, was in Zukunft von vornherein den größeren Teil aller zitierten Schwierigkeiten ausschließen dürfte.

Die nachfolgend beschriebene Ausführung vereinigt alle bisherigen Erfahrungen in sich, soweit deren Anwendung für ein volkstümliches Gerät wesentlich ist. Das neue Gerät entspricht hinsichtlich der Schwierigkeiten beim Aufbau und bei der Inbetriebnahme etwa einem hochgezüchteten Einkreisempfänger, in der Empfangsleistung und im Klang einem Zweikreiser, in der Bedienung steht es etwa auf einer Stufe mit einem modernen Großsuperhet, dessen Wellenbereichumschaltung er vermeidet, ohne allerdings seinen Schwund- und Feldstärkenausgleich zu besitzen.

Schwundausgleich?

Auch die neue Ausführung besitzt keinen Schwundausgleich. Das bedarf einer besonderen Begründung, denn die nötige Verstärkungsreserve ist ja im Gegensatz zu der Erstausführung jetzt reichlich vorhanden; auch eine regelbare Röhre ist in Form der Achtpol-Mischröhre gegeben, und es hat sich sogar gezeigt, daß der eingangsseitige Lautstärkenregler, der vielfach für die Verhinderung von Kreuzmodulation für unerläßlich gehalten wurde, bei entsprechender Regelung der Mischröhre ohne Verzicht auf sauberen Empfang entbehrt werden kann. Somit wären einige grundlegende Forderungen zur Einführung des Schwundausgleichs erfüllt.

Die Schwierigkeiten, die zum Verzicht auf den Schwundausgleich bestimmten, liegen jedoch in der Regelspannungs-Gewinnung. 20 Volt Regelspannung müßten mindestens zur Verfügung stehen. Das bekannteste Verfahren zur Gewinnung von Regelspannungen in Empfängern mit rückgekoppeltem Empfangsgleichrichter zeigt Abb. 1. Dieses Verfahren ist bestechend einfach und wurde in letzter Zeit von verschiedenen Konstrukteuren mit gutem Erfolg verwendet. Es gelingt jedoch damit auch bei sorgfältiger Bemessung nur die Gewinnung von Regelspannungen bis zu etwa 10 Volt, was wohl zur Regelung einer doppelt geregelten Vorröhre (Sechspolröhre), nicht aber für unsere nur einfach geregelten Mischröhren ausreicht. Wie leicht einzusehen ist, ist die höchste, mit dieser Schaltung erzielbare Regelspannung aber auch noch frequenzabhängig in dem Sinne, daß sich mit zunehmender Frequenz die schädlichen Kapazitäten der Röhre, der Drossel und der Verdrahtung immer unangenehmer bemerkbar machen. Infolgedessen arbeitet sie besonders gut auf dem Langwellenbereich, brauchbar auf dem Rundfunkbereich, jedoch schlecht auf 1600 kHz. Noch ungünstiger als bei Verwendung einer Dreipolröhre im Empfangsgleichrichter, die ja für den Einbereich-Superhet mit gesteigerter Empfindlichkeit nicht das Gegebene ist, werden aber die Ergebnisse mit einer Fünfpolröhre, da infolge von deren hohem Innenwiderstand die Hochfrequenz-Spannungen im Anodenkreis noch viel schneller zusammenbrechen.

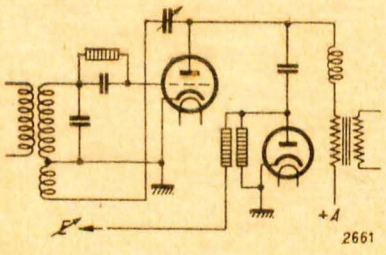


Abb. 1. Gewinnung der Regelspannung bei einem Empfänger mit rückgekoppeltem Empfangsgleichrichter

Die zur Gewinnung der Regelspannungen nötige Hochfrequenz unmittelbar am Gitterkreis abgreifen zu wollen, ist natürlich auch eine größenmäßig indiskutable Lösung. Der nächstliegende Weg wäre also, der Empfangsgleichrichter-Röhre einen abgestimmten Anodenkreis zu geben und auf diese Weise die zweite Röhre zu einer ausreichenden Nachverstärkung der Hochfrequenz zu zwingen (Abb. 2). Das

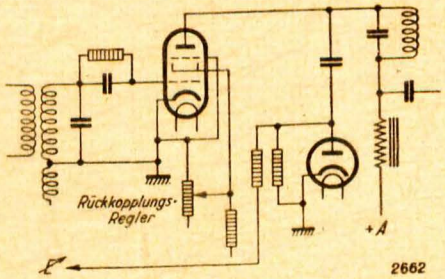


Abb. 2. Rückgekoppelter Fünfpol-Empfangsgleichrichter mit abgestimmtem Anodenkreis

bedeutet aber, daß die ganze Anordnung sehr sorgfältig geschirmt und entkoppelt aufgebaut werden muß, wenn sie stabil arbeiten soll. Es ergibt sich also eine Komplikation des sonst so einfachen Gerätes. Die zweite Schwierigkeit dieser Anordnung bereitet die Rückkopplung, die bei Vorhandensein eines abgestimmten Anodenkreises den Charakter einer Rückkopplung im Hochfrequenz-Verstärker annimmt, der als unzuverlässig bekannt ist; auch hier müßten wir also wieder mit Kunstgriffen arbeiten, die schlecht zum Einbereich-Superhet passen.

Eine Schaltung, die ohne weiteres die nötigen Regelspannungen liefern würde, beruht auf der Verwendung eines Richtverstärkers mit nachfolgender Widerstandskopplung in der Empfangsgleichrichterstufe (Abb. 3). Auch hier liegen aber wieder Schwierigkeiten vor, die die Anwendung der Schaltung in unserem Fall verbieten: Eine weich einsetzende,

ziehfreie Rückkopplung ist fast nicht zu erreichen, und die Verstärkung ist wegen der niedrigen Spannung (30 bis 50 Volt), die zwangsläufig an der Richtverstärker-Anode liegen muß, kaum höher als bei der Schaltung mit Dreipolröhre und Transformatorkopplung, die wir zu einer zusätzlichen Steigerung der Empfindlichkeit ja gerade verlassen haben.

Eine allen Anforderungen genügende Anordnung konnte nur durch Verwendung einer kleinen, billigen Hilfsröhre dargestellt werden. Eine solche Anordnung würde aber

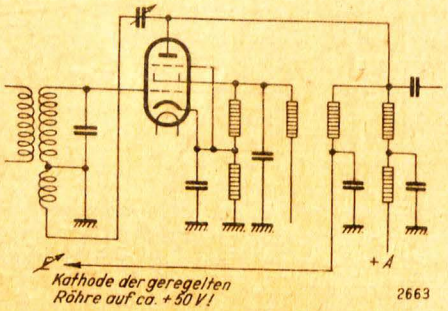


Abb. 3. Regelspannungs-Gewinnung bei einem rückgekoppelten Richtverstärker

in Verbindung mit dem dann mehr oder weniger zwangsläufig hinzukommenden Abstimmanzeiger den Aufwand für unseren Superhet über das Maß dessen steigern, was bei einem volkstümlichen Fernempfänger zweckmäßig erscheint. Sie wurde daher bei dem neuen Gerät nicht berücksichtigt.

Dieser Verzicht auf den Schwundausgleich geschah aber nicht ohne einen Blick auf die heute von der Empfängerindustrie hergestellten Zweikreiser; dieser Blick zeigte, daß wir durch Verzicht auf diese Verfeinerung mit dem Einbereich-Superhet gegenüber den modernen Zweikreisern keineswegs ins Hintertreffen geraten. Von den vielen, heute geführten Zweikreisern besitzt nur eine ganz kleine Minderheit eine Schwundausgleichs-Einrichtung, so daß man sagen kann, der Standard-Zweikreiser von heute besitzt keinen Schwundausgleich[1]). Trotzdem ist er unter den mittleren Fernempfängern der beliebteste Industrie-Typ. Demnach brauchen wir auch beim Einbereich-Superhet dem Schwundausgleich bestimmt nicht die entscheidende Bedeutung zuzumessen, wie dies der Bastler manchmal tut, rein aus der Gewohnheit heraus, die Begriffe „Superhet" und „Schwundausgleich" als zusammengehörig zu betrachten.

Die Schaltung des neuen Einbereich-Superhets

Die Eingangsschaltung wurde, wie Abb. 4 zeigt, vollständig beibehalten: Sperrkreis, Eingangsspannungsregler, Sperrfilter; verbessert wurden hier nur die Schaltelemente selber. Die Mischung erfolgt mit der modernen Achtpolröhre AK 2, in deren Anodenkreis das bekannte, zweikreisige 1600-kHz-Filter liegt. Die zum Empfangsgleichrichter gehörige Gitterkombination ist bereits im Filter enthalten, um gut geschirmte, kurze Verbindungen zu erhalten, was übrigens bei Allstrom-Geräten im Interesse der Brummfreiheit sehr wesentlich ist. In der Empfangsgleichrichter-Stufe verwenden wir eine Fünfpolröhre und koppeln an

[1]) Es ist aber keine Frage, daß sich technisch der Zwei-, besser Dreikreis-Geradeausempfänger mit Schwundausgleich stark in Vormarsch befindet und der Zweikreiser ohne Schwundausgleich ihm gegenüber immer mehr ins Hintertreffen kommen dürfte.

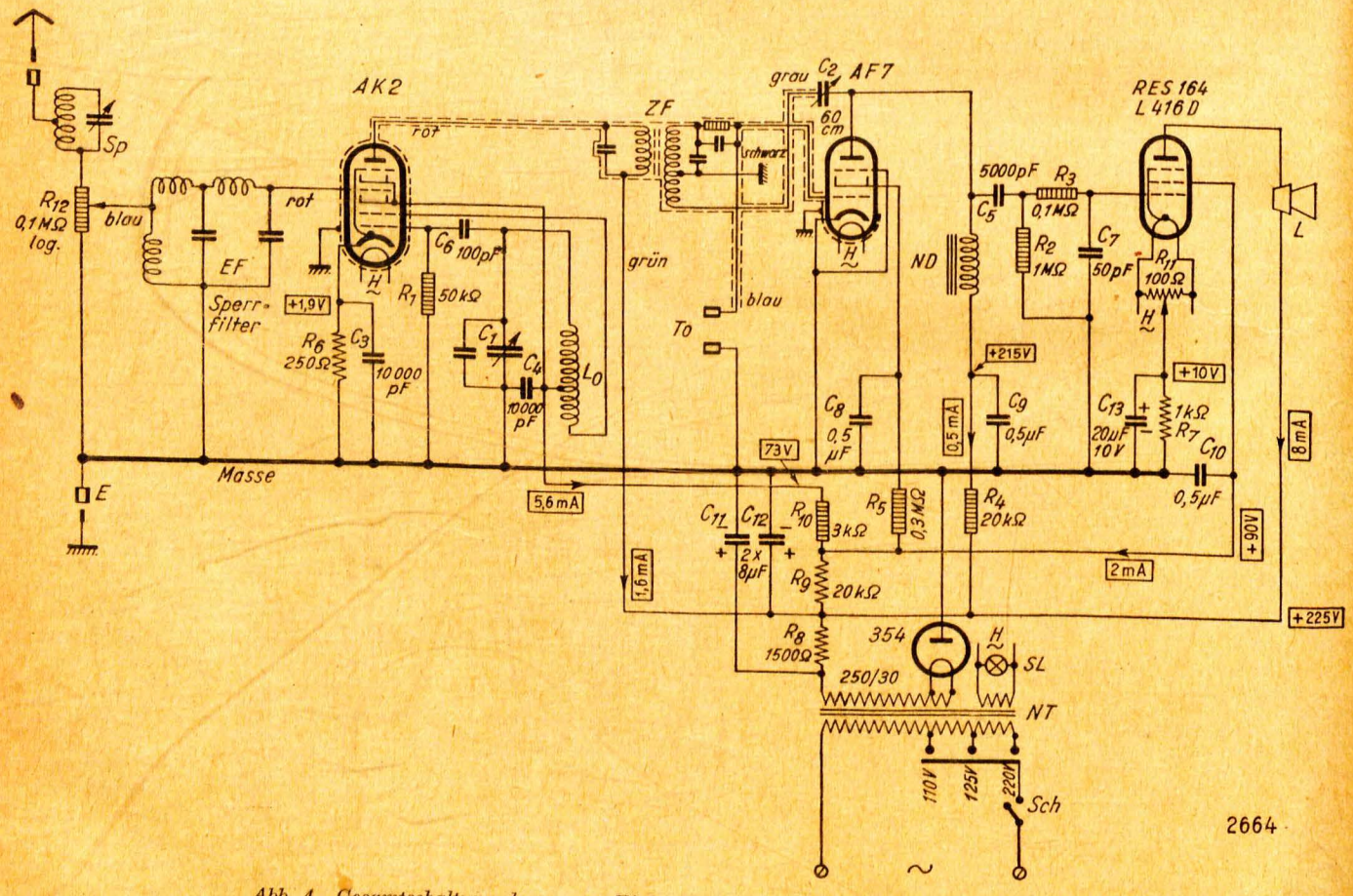


Abb. 4. Gesamtschaltung des neuen Einbereich-Superhets mit Achtpolröhren-Mischstufe

deren Anodenkreisdrossel die Endröhre über eine Hochfrequenzsperre kapazitiv an; dies ist die höchstverstärkende Anordnung, die für die Praxis in Frage kommt. Wesentlich ist jedoch beim Gittergleichrichter mit Fünfpolröhre, daß die Schirmgitterspannung nicht zu hoch gewählt wird; nur dann kommt ein wirklich idealer Rückkopplungseinsatz zustande. In der Endstufe finden wir wieder die L 416 D (RES 164) mit einer Sprechleistung von etwa 1 Watt. Mit höherer Sprechleistung zu arbeiten, würde neben der Endstufe auch den Netzteil in unzulässiger Weise verteuern. Um jedoch neben der üblichen Ausführung auch eine solche zu bieten, die weitergehenden Ansprüchen gerecht wird, sei in einer Sonderskizze (Abb. 5) eine Schaltung mit stärkerer Endröhre und größerem Netzteil gezeigt.

Bei Verwendung der Fünfpolröhre im Audion kann natürlich die Stromversorgung des Empfängers nicht mehr so einfach sein, wie bei dem alten Wechselstrom-Modell, denn diese Röhre benötigt eine eigene Schirmgitterspannung und eine für sich gesiebte Anodenspannung. Trotzdem wurde nach wie vor großer Wert darauf gelegt, mit einem möglichst geringen Aufwand auszukommen. Erfreulich ist

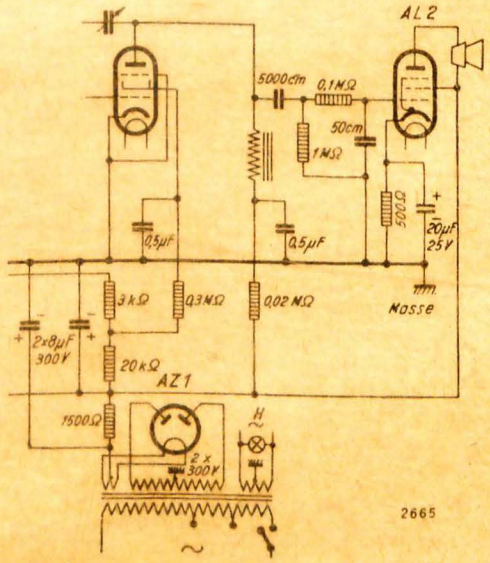


Abb. 5. Endstufe mit leistungsfähiger Röhre und zugehörigem stärkerem Netzteil

vor allem, daß durch Wegfall jeglicher Spannungsteiler und durch den verringerten Stromverbrauch des Empfangsgleichrichters eine Entlastung des Netzteiles erreicht wurde, so daß jetzt eine höhere Anodenspannung zur Verfügung steht. Die Siebung des Anodenstromes, der von einem Einweg-Gleichrichter geliefert wird, erfolgt mit einem Widerstand von 1500 Ohm und einem Kondensator von 8 µF; diesen Widerstand könnte man auch durch eine kleine Netzdrossel ersetzen, doch gelingt auch ohne diesen Mehraufwand ein hinreichend brummfreier Betrieb.

Der Aufbau

Das Empfängergestell und die grundsätzliche Einzelteil-Anordnung der Erstausführung wurden auch bei dem neuen Gerät beibehalten. Trotz der kleinen Abmessungen gelingt bei dieser Anordnung ein vollkommen reibungsloser, übersichtlicher Aufbau, wie unsere Lichtbilder wohl hinreichend veranschaulichen. In der Mitte ist der Drehkondensator mit Skala eingebaut, links davon die Mischröhre, rechts der Netztransformator, dahinter die übrigen Röhren und das Zwischenfrequenz-Filter. Die Anodendrossel, die ja eigentlich an die Stelle des früheren Niederfrequenz-Transformators hätte treten müssen, wurde auf die Oberseite des Empfängergestells zwischen Achtpolröhre und Filter verlegt, wodurch sie in eine möglichst große Entfernung vom Netztransformator kommt und den Verdrahtungsraum derart entlastet, daß dieser nun die bei der neuen Ausführung hinzukommenden Überbrückungs-Kondensatoren ohne das geringste Gedränge aufnehmen kann. Drei der zur Siebung und Spannungsherabsetzung dienenden Widerstände des Empfängers wurden auf eine Spindel aufgezogen, die auf der Netzseite des Gestells deutlich zu sehen ist und gleichzeitig als Verspannung wirkt (Abb. 6 rechts). Dadurch wurde noch mehr Halt und Übersichtlichkeit in die Verdrahtung gebracht.

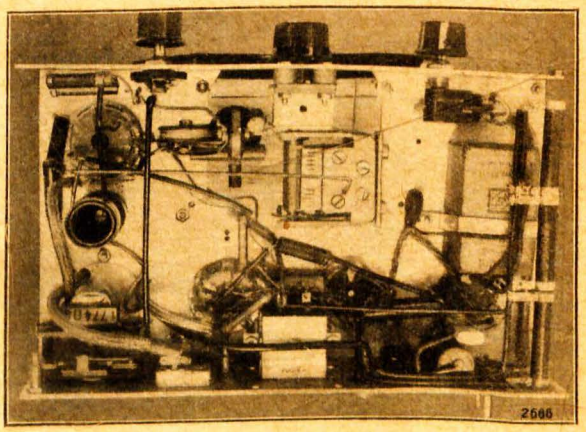


Abb. 6. Die Verdrahtung des Einbereich-Superhet. Sie ist klar und übersichtlich. Links oben die Fassung der Mischröhre, darunter die Oszillatorspule. Rechts von der Röhrenfassung das Eingangsfilter

Beim Aluminium-Gestell wurde eine Neuerung eingeführt, die ebenfalls aus Abb. 7 zu erkennen ist: Die Ausschnitte für die Röhrenfassungen sind sämtlich für die neuen, großen Außenkontakt-Fassungen bemessen. Soll über einem solchen Ausschnitt eine der alten Fassungen montiert werden, so wird ein Ausgleichsring zwischengelegt. Auf diese Weise ist es möglich, an jeder Stelle des Empfängers Röhren der alten oder der neuen Bauform wahl-

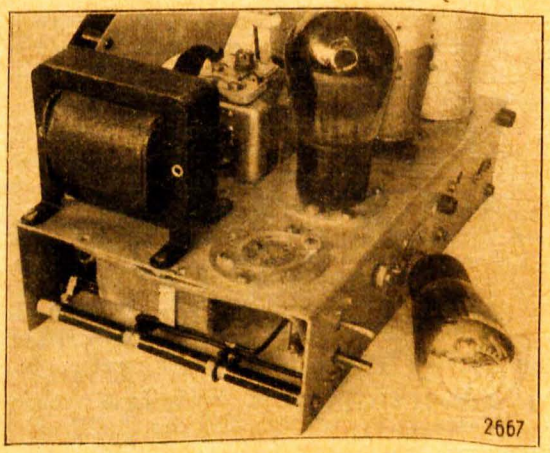


Abb. 7. Rückansicht des Gerätes von der Netzseite. Besonders deutlich sind die Ausgleichsringe an den Röhrenfassungen und die Widerstandsspindel, die zugleich die Steifigkeit des Gestells erhöht, zu erkennen

weise zu verwenden bzw. nachträglich einzufügen. Wir wissen z. B. nicht, ob nicht die Endröhre L 416 D und der Gleichrichter G 354 oder ähnliche, für uns geeignete Typen einmal mit der neuen Sockelung gebaut werden, so daß wir leicht in die Verlegenheit kommen könnten, eine

Röhrenfassung auswechseln zu müssen; das wäre aber äußerst unangenehm, wenn wir dazu am fertigen Empfänger bohren, sägen und feilen müßten. Es wird aber auch manchen Bastler geben, der im Audion die alte H 4128 D (RENS 1284) verwenden möchte. Übrigens erübrigt sich beim neuen Gerät erfreulicherweise bei der Mischröhre eine Versenkung ihrer Fassung, nachdem die Industrie die Vorteile des versenkten Einbaus erkannt und bei den neuen Röhrenreihen durchweg verwirklicht hat.

Bei der Einzelteil-Auswahl sind die Gesichtspunkte zu beachten, die wir bei Besprechung der bisherigen Erfahrungen kennen lernten. Es wird dann bei sauberer Arbeit

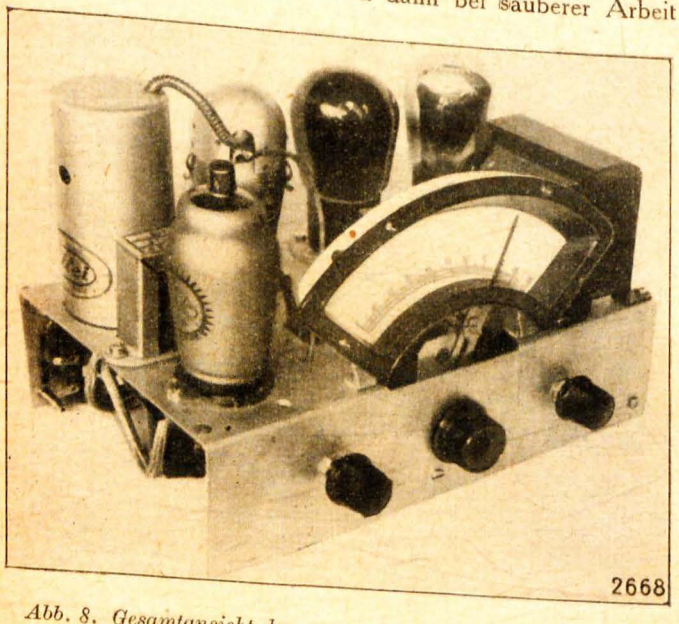


Abb. 8. Gesamtansicht der neuen Ausführung des Einbereich-Superhet

nicht schwer sein, mit dem Empfänger auf Anhieb einwandfreie Ergebnisse zu erzielen. Lediglich beim Netztransformator ist zu beachten, daß man sich bei Verwendung eines vom Original abweichenden Typs zunächst durch eine versuchsweise Anschaltung desselben über bewegliche Litzen überzeugen muß, ob bei der von uns gewählten Stellung keine schädliche Induktion auf die Niederfrequenzdrossel auftritt; dies gilt besonders für den Fall, daß wir einen stärkeren Netzteil einbauen.

Den Zusammenbau beginnen wir mit den Röhrenfassungen und den Teilen im Verdrahtungsraum; die Verdrahtung wird so weit wie möglich vorwärts getrieben. Wir arbeiten dabei mit isoliertem Schaltdraht von etwa 1,2 mm Durchmesser. Einige unmittelbar zusammengehörige Leitungen, z. B. die Heizleitungen, die beiden Zuleitungen zur Niederfrequenzdrossel und die Netzzuleitungen, führen wir gemeinsam in einem stärkeren Rüschschlauch, wodurch die Übersichtlichkeit und Betriebssicherheit des Empfängers noch weiter erhöht werden.

Beim Entbrummer müssen wir an isolierte Anbringung denken. Weiter ist zu beachten, daß der 2×8 µF große Blockkondensator erst nach dem großen Drehkondensator eingesetzt werden darf, da wir sonst an dessen Befestigungsschrauben nicht mehr gut herankommen. Ähnlich liegen die Dinge bei der Niederfrequenzdrossel und der Oszillatorspule, deren Haltemutter unter der Drossel liegt. Sonst kommen aber Überdeckungen beim ganzen Gerät nicht mehr vor, so daß wir in derjenigen Reihenfolge montieren können, die uns am besten paßt.

Beim Zwischenfrequenzfilter haben wir die Annehmlichkeit, mit fertig abgelängten Draht- und Panzerkabelenden arbeiten zu können, was zugleich manche Fehlermöglichkeit ausschließt. Für manchen Anschluß sind diese Drahtenden zwar reichlich lang bemessen, doch ist es zweckmäßig, sie nicht zu kürzen, sondern im großen Bogen an ihren Anschlußpunkt zu führen.

Den Einbausperrkreis können wir fertig kaufen oder selber bauen, wie es beim Mustergerät gezeigt ist. Dazu dient ein Quetschkondensator von 500 cm, auf dem wir mittels einer kleinen Pertinaxleiste und zwei Distanzrollen einen H-Kern befestigen, der mit 3×20 Windungen HF-Litze $20 \times 0{,}05$ mm zu bewickeln ist

Inbetriebnahme und praktischer Betrieb

Nach einem genauen Vergleich zwischen Schaltbild und Gerät empfiehlt sich zunächst eine Kontrolle der wichtigsten Betriebsspannungen, die um höchstens 10 % von den in das Schaltbild eingetragenen Werten abweichen dürfen. Bei diesen Messungen muß jedoch die Netzspannung stimmen, und wir müssen ein Meßinstrument möglichst geringen Stromverbrauchs (höchstens 2 mA bei Vollausschlag oder 500 Ohm/Volt) unter Einschaltung eines möglichst hohen Meßbereichs verwenden; bei den Schirmgitterspannungen z. B. wird man zweckmäßig den 300-Volt-Bereich wählen, besser noch den 500-Volt-Bereich. Darauf muß deswegen besonders hingewiesen werden, weil der Bastler erfahrungsgemäß immer wieder mit kleinen Taschenvoltmetern hohen Stromverbrauchs mißt, die zu niedrige Spannungswerte vortäuschen; die Spannungen werden dann leichtsinnig heraufgesetzt, mit dem Erfolg, daß die Röhren schneller ableben als erforderlich. Die Gefahr, Fehlanzeigen zu erhalten, ist aber beim Einbereich-Superhet größer geworden, seit wir die Unterspannungen durch Vorwiderstände gewinnen und nicht mehr durch Spannungsteiler. Das billigste Mittel, ohne weitgehende Messungen ein einwandfreies Arbeiten zu erzielen, ist daher immer noch die Verwendung unbedingt zuverlässiger Markenwiderstände und saubere, liebevolle Arbeit.

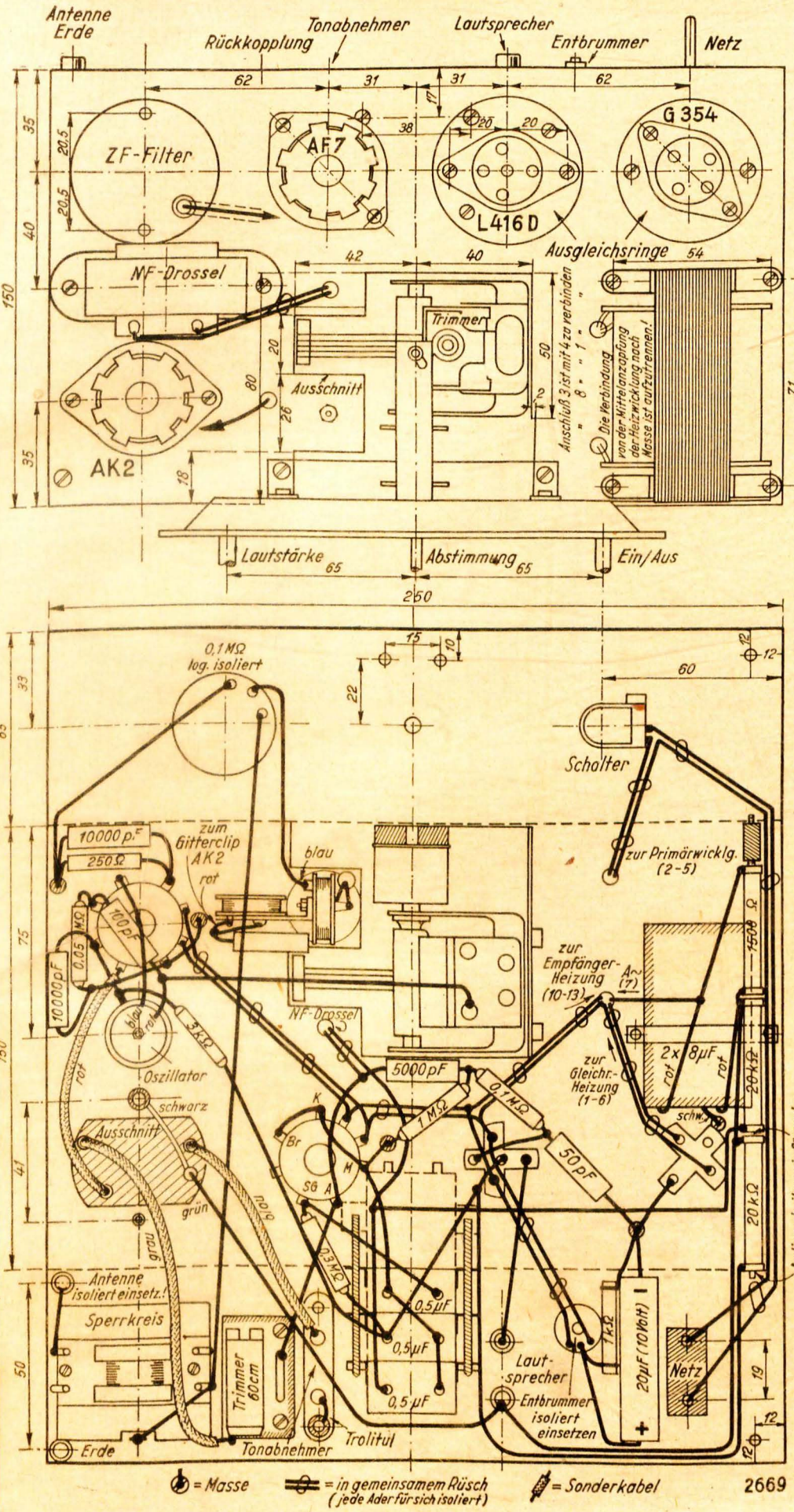
Die Abgleichung des Zwischenfrequenzfilters wurde bereits besprochen[2]; es bleibt also nur noch der Trimmer auf dem Abstimmdrehkondensator einzustellen, der die Sender auf der Skala hin- und herrückt; diese Einstellung ist aber für die Qualität des Empfangs belanglos und daher unkritisch. Die früher[3] gebrachte Eichkurve des Einbereich-Superhets gilt auch heute noch und kann uns als Anhaltspunkt für diese Einstellung dienen; der Trimmer wird bei dem vorgesehenen Originaldrehkondensator ziemlich fest anzuziehen sein. Schließlich sind noch der Entbrummer und der Sperrkreis einzustellen.

Ein guter Fernempfang wird auch an der Zimmerantenne gelingen. Je besser aber die Antenne, desto sicherer ist der Tagesfernempfang, für den jetzt im Winter etwa 20 Sender in Frage kommen, und desto günstiger ist das Verhältnis zwischen Stör- und Empfangslautstärke.

Die kürzlich an dieser Stelle aufgeworfene Vermutung, der Einbereich-Superhet müsse wegen seines unabgestimmten Eingangs besonders störanfällig sein, hat sich in der Praxis nicht bestätigt. Dies erklärt sich daraus, daß periodische Störungen, also Störungen von einer bestimmten Frequenz oder einem bestimmten Frequenzspektrum, sich nach der Überlagerung genau so gut im Zwischenfrequenzfilter aussieben lassen, wie durch einen scharf abgestimmten Eingang. Solche Störungen könnten beim Einbereich-Superhet höchstens auf dem Wege über eine Kreuzmodulation durchschlagen; dazu gehören jedoch zwei Bedingungen, die bei uns nicht erfüllt sind: Hohe Eingangsspannungen und eine Mischröhre, die eine zur Kreuzmodulation besonders geeignete Steuergitter-Kennlinie besitzt. Unsere Eingangsspannungen sind aber gerade wegen der unabgestimmten Eingangsschaltung nie besonders groß,

[2]) Siehe „Funk" 1936, Heft 2, Seite 50.

[3]) „Funk" 1935, Heft 6, Seite 170.



und die Eingangs-Kennlinie der AK 2 wurde, der natürlichen Verwendung der Röhre entsprechend, mit besonderer Sorgfalt auf die Vermeidung der gefürchteten Kreuzmodulation zugeschnitten.

Bei Verwendung einer nicht zu schlechten Antenne ist zu beachten, daß die volle Verstärkung des Empfängers am Abend fast nie eingesetzt werden darf — es ist also genau so wie beim Zweikreiser. Es erscheinen sonst auch sehr schwache Sender, deren Empfang ein Vorrecht des Großempfängers wäre; sie können dann natürlich von ihren Nachbarn nicht sauber getrennt werden. Oder es wird der Empfangsgleichrichter überlastet, was auch zu recht unsauberem Empfang führt. Daher gilt auch bei der neuen Ausführung die Regel, den Lautstärkenregler am Abend mit Mäßigung zu betätigen, d. h. ihn immer nur so weit aufzudrehen, wie es bei den für unseren Empfänger in Frage kommenden stärkeren Sendern — 30 bis 40 Stück — zum Erreichen einer guten Lautstärke eben nötig ist, aber nicht weiter.

Als Lautsprecher verwenden wir zweckmäßig das permanentdynamische Gemeinschaftschassis, vor allem deshalb, weil der Einbau eines für die Erregerstrom-Lieferung ausreichenden Netzteiles unser Gerät unzulässig verteuern würde. Es sei jedoch davor gewarnt, den Empfänger ohne Vorversuche mit dem Lautsprecher zusammenzubauen, da der hochverstärkende Empfangsgleichrichter die Gefahr der akustischen Selbsterregung vergrößert. Diese Gefahr wurde zum Teil dadurch geschwächt, daß der Abstimmdrehkondensator keine gefiederten Rotor-Endplatten mehr besitzt, da diese beim Einbereich-Superhet, der keine Gleichlaufschwierigkeiten kennt, bedeutungslos sind.

*

Die Liste der Einzelteile des Einbereich-Superhets befindet sich auf der folgenden Seite. Die im Mustergerät zur Anwendung gekommenen Teile werden von der Schriftleitung auf Anfrage gern mitgeteilt.

Abb. 9 (nebenstehend). Verkleinerter Verdrahtungsplan zur neuen Ausführung des Einbereich-Superhet

ichnungen vom Verfasser, Photos: Niestle

Stückliste für den Einbereich-Superhet

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 4	Größe
1	1	Eingangsfilter, Durchlaßbereich 150 bis 1500 kHz	*EF*	
2	1	Zwischenfrequenzfilter 1600 kHz	*ZF*	
3	1	Oszillatorspule f. 200—2000 m, bei ZF = 1600 kHz u. C_1 = 150 cm	L_0	
4	1	Hochinduktive Niederfrequenzdrossel	*ND*	
5	1	Netztransformator	*NT*	250 V, 30 mA
6	1	Drehkondensator (VS-Spezialausführung)	C_1	150 pF
7	1	Trimmer	C_2	60 pF
8	2	Induktionsfreie Papier-Rollblockkondensatoren	C_3, C_4	10 000 pF
9	1	desgl.	C_5	5 000 pF
10	1	desgl.	C_6	100 pF
11	1	desgl.	C_7	50 pF
12	3	Klein-Becherkondensatoren	C_8, C_9 C_{10}	0,5 μF
13	1	Doppel-Elektrolytblock 250 Volt in Pappbecher	C_{11}, C_{12}	2 × 8 μF
14	1	Niedervolt-Elektrolytblock 10 Volt	C_{13}	20 μF
15	1	Einbau-Hochohmwiderstand 0,5 Watt	R_1	50 kΩ
16	1	desgl.	R_2	1 MΩ
17	1	desgl.	R_3	0,1 MΩ
18	1	desgl.	R_{10}	3 kΩ
19	1	desgl.	R_5	0,3 MΩ
20	1	kleiner Drahtwiderstand	R_6	250 Ω
21	1	desgl.	R_7	1000 Ω
22	1	Hochbelastbarer Drahtwiderstand für Spindelmontage	R_8	1500 Ω
23	1	desgl.	R_9	20 kΩ
24	1	desgl.	R_4	20 kΩ
25	1	Spindel für 22 bis 24		152 mm
26	1	Entbrummer	R_{11}	100 Ω
27	1	Dreh-Spannungsteiler, isolierte Achse, bis 100% aufzudrehen	R_{12}	0,1 MΩ log.
28	1	einpoliger Dreh-Netzschalter	*Sch*	
29	1	Skalenantrieb für C_1		
30	2	kleine braune Drehknöpfe mit 6 mm-Bohrung		
31	1	Aluminium-Gestell (fertig gelocht erhältlich)		250 × 150 × 65 mm
32	2	kleine Winkel für Anbringung der Skala Nr. 29		
33	1	Aluminium-Band für Nr. 13		150 × 8 × 1 mm
34	2	Abstandsrollen für Anbringung der Skala		7 mm
35	1	Netzanschlußleiste		
36	3	isolierte Buchsen		4 mm
37	1	nicht isolierte Buchse		4 mm
38	1	zweipolige Trolitul-Buchsenleiste.		
39	16	Zylinderkopfschrauben m. Muttern		3 × 10 mm
40	2	desgl.		3 × 20 mm
41	2	desgl.		3 × 40 mm
42	4	Linsensenkkopfschrauben mit Muttern		3 × 10 mm
43	3	Isolierringe für Anbringung von Nr. 26		
44	2	Röhrenfassungen f. stiftlose Röhren, keramisch		8 polig
45	2	Röhrenfassungen für Stiftröhren, keramisch		5 polig
46	2	Gitteranschlußbuchsen (Clips)		
47	1	Röhrenhelm		
48	5 m	Schaltdraht, isoliert		ca. 1,2 mm
49	1 m	Isolierschlauch für 2 Leitungen		
50	10 cm	desgl. für 4 Leitungen (zu Nr. 5)		
		Röhren		
51	1	Achtpolröhre AK 2		AK 2
52	1	Fünfpol-Schirmröhre AF 7		AF 7
53	1	Fünfpol-Endröhre RES 164/ L 416 D/PP 416		RES 164 L416D
54	1	Gleichrichterröhre RGN 354/ G 354/V 430		354
55	1	Skalenlampe	*SL*	4 V, 0,25 A
		Zubehör		
56	1	Einbau-Sperrkreis (auch selbstzubauen)	*SP*	
57	1	permanentdynamisches Lautsprecher-Chassis	*L*	G Pm 342
58	1	Netzkabel mit Kupplung und Feinsicherungsstecker	S_2	300 mA

Die Rhodinierung, eine neue Art der Oberflächenveredlung

Das Rhodium ist ein Platin-Beimetall, das sich durch eine sehr große Härte und dadurch auszeichnet, daß es eine silberweiße Farbe und damit ein großes optisches Reflexionsvermögen besitzt. Die Versuche, andere Metalle mit einem galvanischen Rhodium-Überzug zu versehen und sie damit zu veredeln, gehen mehrere Jahre zurück; sie haben in letzter Zeit zu einem vollen Erfolg geführt. Es ist jetzt möglich, sehr dünne, hochwertige Rhodium-Überzüge herzustellen; damit hat man einen Anlaufschutz für Silber in der Hand, der für die Schmuckwaren-Industrie und für Gebrauchsgeräte aus Silber von denkbar großer Bedeutung ist. Da Rhodium eine größere chemische Widerstandsfähigkeit besitzt als Gold und Platin — im Gegensatz zu diesen Metallen löst es sich im Königswasser nicht auf —, ist jede spätere Oberflächenveränderung bei rhodinierten Gegenständen ausgeschlossen. Wegen seiner vorteilhaften Eigenschaften — es läßt eine ungeheuer feine Verteilung zu (1 Quadratmeter erfordert nur 1 Gramm Rhodium; 1 g Rhodium kostet etwa 4,50 RM) und besitzt eine sehr große Streuung, so daß auch Gegenstände mit stark zerklüfteter Oberfläche einen einwandfreien, bis in die tiefsten Winkel und Ecken reichenden Rhodium-Belag erhalten — ist das Rhodinier-Verfahren sehr einfach und leicht anwendbar.

Für uns ist die Rhodinierung deshalb interessant, weil auf diesem Wege vielleicht eine Lösung der heute besonders wichtigen Kontaktfrage im Rundfunkempfänger möglich ist. Wir verwenden bekanntlich in der Hauptsache Kontakte aus Platin-Iridium, weil sich nur mit diesen ein vollkommen einwandfreies und geräuschloses Schalten erzielen läßt; Silberkontakte haben sich nicht bewährt, denn das Anlaufen des Silbers führt zu Knack- und Kratzgeräuschen bzw. zu völliger Unterbrechung von Hochfrequenz-Stromkreisen mit ihrer sehr kleinen Strombelastung. Dieser Mangel dürfte sich beseitigen lassen, wenn man die Silberkontakte rhodiniert, was preislich überhaupt nicht in Erscheinung treten dürfte. Dadurch ließen sich die teuren, wegen ihres großen Edelmetallverbrauchs besonders unangenehmen Platin-Iridiumkontakte einsparen und erneut die viel billigeren Silberkontakte verwenden. Da man mit rhodinierten Silberkontakten in der Fernsprechtechnik bereits gute Erfahrungen gesammelt haben soll, dürfte es interessant sein, sich mit Kontakten dieser Art auch im Empfängerbau zu befassen.

Die Rhodinierung erfolgt im galvanischen Bad; es ist eine Rhodiumlösung notwendig, die je Kilogramm 35 RM kostet, die aber außerordentlich ergiebig ist. Als Stromquelle verwendet man zweckmäßig einen 4-Volt-Akkumulator; die Rhodinierung erfolgt bei 2 Volt mit einer Stromdichte von 0,3 Amp./cm², zu Anfang und zu Ende des Prozesses gibt man aber für einige Sekunden einen „Deckstrom" bei 4 Volt Spannung. Die Rhodinierung dauert bei einfachen, glatten Gegenständen etwa 1,5, bei komplizierten Gegenständen mit sehr verwickelter Oberfläche bis zu 3 Minuten. —*dt.*

Potentialreliefs hochevakuierter und gasgefüllter Gleichrichterröhren

Von **Dipl.-Ing. H. Gottmann**

Nachstehend veröffentlichen wir den zweiten Teil der in Heft 1 des „Funk" 1936 begonnenen Arbeit (vergl. auch „Funk" 1935, Heft 2, Seite 39).

Der eine oder andere der Leser wird schon einmal eine unbrauchbar gewordene gasgefüllte Gleichrichterröhre, wie sie nicht nur für die Zwecke der Akkumulatorenladung, sondern auch in Netzanschlußgeräten zur Verwendung kamen und noch heute kommen, geöffnet und dabei festgestellt haben, daß sie die im ersten Teil beschriebene Bauart der symmetrischen Anordnung der beiden, zwei verschiedenen Phasen angehörenden Anodenbleche aufwies, über deren Brauchbarkeit wir ein so vernichtendes Urteil gefällt haben. Das Potentialrelief wird auch diesen anscheinend vorhandenen Widerspruch aufklären. Der Entwurf eines solchen Reliefs macht eine etwas eingehendere Darstellung der Raumladung und ihrer Verbindung mit unseren Feld- und Niveaulinendiagrammen erforderlich.

Stehen sich nach Abbildung 12 zwei ebene metallische Leiter planparallel mit einem Abstande l gegenüber und weisen sie eine Potentialdifferenz oder, was gleichbedeutend ist, eine Spannung U auf, so können wir zwei Erscheinungen feststellen: Auf beiden Platten haben sich Elektrizitäten, und zwar entgegengesetzte, angesammelt, und zwischen ihnen hat sich ein elektrisches Feld ausgebildet.

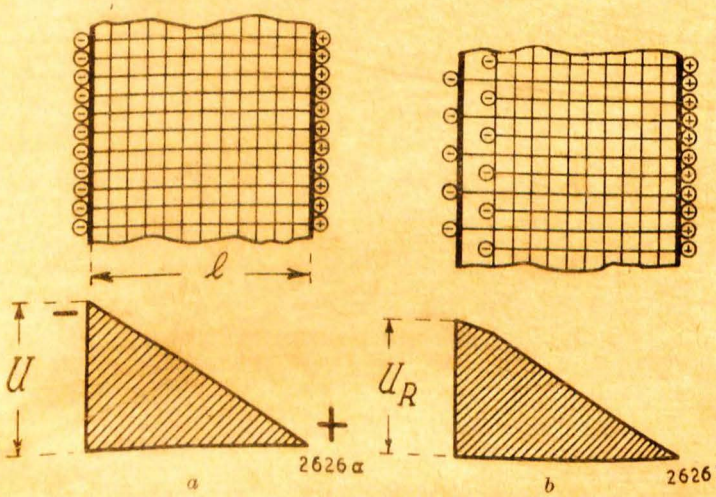


Abb. 12. Quadratisches Feld- und Niveaulinendiagramm für zwei parallelebene Elektroden. U = Spannung an den beiden Platten, l = deren Abstand. a) Das raumladungsfreie Feld. b) Die Wirkung der negativen Raumladung

Diese Tatsache ist durch Abb. 12 a zum Ausdruck gebracht. Oben sehen wir einen Ausschnitt aus den beiden planparallelen Platten, zwischen denen sich das Netz der Feld- und Niveaulinien ausbreitet, darunter ist der Potentialverlauf durch einen Schnitt durch das Relief zur Anschauung gebracht. Bei dieser einfachen Anordnung sind sowohl Dichte der Feldlinien als auch das Potentialgefälle überall gleich. Auf der negativen Platte befindet sich eine gewisse Elektrizitätsmenge, die in Einheiten unterteilt ist. Diese Einheiten sind durch Kreise mit entsprechend eingezeichnetem Symbol gekennzeichnet. Von jeder Einheit der Elektrizitätsmenge geht eine Feldlinie aus, die auf der gegenüberstehenden positiven Platte landet und hier an dieselbe elektrische Einheit, jedoch von entgegengesetztem Vorzeichen gebunden ist. Würden wir noch weitere Elektrizitätsmengen auf die Platten bringen, so müßte dies naturnotwendig eine Verdichtung der Feldlinien und damit auch eine solche der Niveaulinien zur Folge haben. Das würde aber eine Erhöhung der Spannung bedeuten. Wir erkennen hier die vollkommene Übereinstimmung unserer Betrachtungen mit der bekannten Tatsache, daß die Ladung eines Kondensators durch Erhöhung der angelegten Spannung vergrößert wird.

Es ist vollständig belanglos, ob die betrachteten Elektrizitätsmengen frei beweglich oder an einen Körper, einen Elektrizitätsträger, gebunden sind. Die Möglichkeit der freien Bewegung wird der Elektrizität nun in unseren bekannten Elektronenröhren gegeben, in deren fast vollkommenem Vakuum sich die Elektronen ungehindert tummeln können, lediglich dem Einfluß elektrischer und etwaiger magnetischer Felder unterliegend. Die Heizung der Kathode gibt den Elektronen nämlich die Möglichkeit zum Austritt aus diesem metallischen Leiter.

In Abb. 12 b ist dieser Fall dargestellt. Die positive Elektrizität hat ihren Sitz nicht verlassen, dagegen hat sich die Hälfte der negativen Elektrizität in Gestalt der Elektronen in den Zwischenraum begeben und hat einen Weg zurückgelegt, der der Entfernung zweier Niveaulinien entspricht. Vor der Front dieses Elektronenheeres ist das Feld noch unverändert geblieben, dagegen ist es im Rücken auf die Hälfte seines Wertes abgesunken. Gleichzeitig hat sich hier auch der Abstand der Niveaulinien auf den doppelten Wert erhöht. Diese Veränderung des Feldes kommt in dem darunter entworfenen Querschnitt durch das Potentialrelief ebenfalls zum Ausdruck. Wir erkennen, daß die Spannung U_R geringer geworden ist, und als Ursache dieser Verringerung den Austritt der Elektronen in den freien Raum. Diesen Zustand des Aufenthalts der Elektronen im freien Raum bezeichnen wir mit dem Ausdruck „Raumladung".

Der Leser wird den Einwand erheben, daß der bloße Übertritt der Elektronen in den freien Raum doch keinen Spannungsabfall hervorrufen könne, namentlich dann nicht, wenn die Spannung von außen aufgedrückt wird, wie das in Elektronenröhren der Fall ist. Dieser Einwand ist berechtigt. Die Raumladung wird erst ermöglicht durch Herabsetzung der Spannung. Umgekehrt kann eine vorhandene Raumladung beseitigt werden durch Erhöhung der angelegten Spannung. Auf Grund dieser Überlegungen hat Langmuir das nach ihm benannte Raumladungsgesetz aufgestellt, das die obigen Beziehungen in eine mathematische Formel kleidet und die Gestalt der Kennlinie, wie sie jeder Röhre beim Kauf beigegeben wird, theoretisch begründet. Der Spannungsbereich, in dem unsere Elektronenröhren betrieben werden, bringt mit geringen Ausnahmen eine Raumladung im noch zu erläuternden üblichen Sinne mit sich.

Den einmal eingeschlagenen Weg wollen wir weiter verfolgen. In Abb. 13 a haben wir auch noch die restlich auf der Kathode befindlichen Elektronen in Bewegung zur Anode gesetzt, gleichzeitig haben sich auch die bereits unterwegs befindlichen Elektronen um den früheren Betrag noch einmal vorgeschoben. Notwendigerweise ist der Raum unmittelbar vor der Kathode vollkommen frei von Feld- und Niveaulinien. Dieser Elektronenverteilung entspricht eine weiter verminderte Spannung.

Wenn wir nun das Verfahren fortsetzen und anscheinend gar nicht vorhandene negative Elektronen aus der Kathode herausnehmen, wie das in Abb. 13 b geschehen ist, so mag der Einwand nahe liegen, daß hier doch eine Übertreibung vorliegt. Was die nicht vorhandenen Elektronen anbetrifft, so ist darauf hinzuweisen, daß jeder Körper beide Elektrizitäten in unbegrenzten Mengen enthält. In einem elektrisch „ungeladenen" Körper sind beide in gleichen Mengen

vorhanden, sie sind gegenseitig gebunden und heben sich in ihren Wirkungen nach außen auf. Die in den obigen Abbildungen eingetragenen Elektrizitäten stellen nur den Überschuß über die gebundenen Elektrizitätsmengen dar. Haben also weitere, ursprünglich gar nicht freie negative Elektrizitätsmengen die Kathode verlassen, so müssen hierdurch freigewordene positive zurückgeblieben sein. Dies kommt auch in Abb. 13 b zum Ausdruck. Auffällig ist es nur, daß sich die negativen Elektronen trotz der anziehenden Kraft, die nunmehr von der Kathode ausgeht, von dieser entfernt haben.

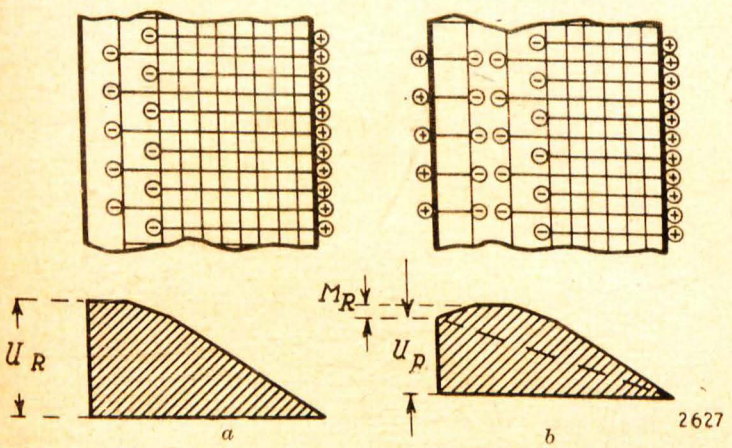


Abb. 13. Vergrößerung der Raumladung gegenüber Abb. 12. a) Die Raumladung hat einen solchen Umfang angenommen, daß keine der zahlreichen von der Anode ausgehenden Feldlinien mehr die Kathode erreicht. Die Feldstärke an der Kathode ist daher gleich Null trotz positiver Anodenspannung U_r b) Durch nochmalige Vergrößerung der Raumladung hat sich die Feldstärke an der Kathode umgekehrt und wirkt wie von einer negativen Anodenspannung herrührend. M_R = Gipfelhöhe des negativen Raumladungspotentials. Die gestrichelte Linie würde dem Potentialverlauf ohne Raumladung entsprechen

Hierüber gibt uns die Thermodynamik Aufklärung, die besagt, daß die Wärme eine Energieform ist, bestehend aus der mechanischen Energie der in lebhafter Bewegung befindlichen Atome. An dieser Bewegung nehmen auch die Elektronen teil. Bei Überschreitung einer von dem betreffenden Material abhängenden Temperatur wird diese Bewegung derart heftig, daß die Elektronen mehr oder weniger aus dem Elektrizitätsträger herausgeschleudert werden, ihn also verlassen. In diesem Augenblick ist das Elektron einem Stein vergleichbar, den wir in den Luftraum schleudern. Zwar erleidet dieser eine Anziehung durch das Schwerefeld der Erde, aber die ihm mitgegebene lebendige Energie gestattet es ihm, eine entsprechende Höhe zu erreichen. Diese Höhe M_R erkennen wir deutlich in Abb. 13 b.

Der genaue Potentialverlauf ist natürlich ein anderer, als sich durch die willkürliche Verteilung der Raumladung ergeben hat. Diese Verteilung und die Änderung der Feldstärken verlaufen vielmehr vollkommen stetig, wenn wir von der atomaren Struktur der Elektrizität absehen. Hinzu kommt noch, daß die Elektronen mit sehr unterschiedlicher Geschwindigkeit die Kathode verlassen, wie das durch das bekannte Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilungsgesetz zum Ausdruck kommt. Der weitaus größte Teil kehrt vor Erreichung des Minimumpotentials in dem die Fortbewegung hemmenden Felde wieder um und fällt zur Anode zurück, wie das Abb. 14 deutlich erkennen läßt. Wenngleich meist nur dieses engere Gebiet, das sich mit sinkender Anodenspannung immer mehr ausdehnt und schließlich bis zur Anode erstrecken kann, als das der Raumladung bezeichnet wird, müssen wir uns doch darüber klar sein, daß die Raumladung überall da in der Röhre vorhanden ist, wo sich Elektronen frei aufhalten oder in Bewegung befinden. Infolge ihrer sehr schnell zunehmenden Geschwindigkeit im Potentialgefälle vermindert sich jedoch die Raumladung im selben Maße. Es sei hier nur darauf hingewiesen, daß das Elektron nach Durcheilung eines Gefälles von nur 1 Volt bereits eine Geschwindigkeit von fast 600 km/sek erreicht hat und nach derjenigen von 100 Volt das zehnfache, also fast 6000 km/sek.

In Abb. 13 b stellt die gestrichelte Linie den Potentialverlauf dar, der ohne Raumladung bei derselben Spannung vorhanden wäre. Das Potential der raumladungsfreien Röhre liegt hiernach in allen Punkten außerhalb der Elektroden oberhalb der Werte, die sich bei Raumladung einstellen. Wir erkennen hieraus, daß die Raumladung den Emissionsstrom erschwert. Da alle unsere bisherigen Reliefs für den raumladungsfreien Zustand entworfen worden sind, so sind sie streng genommen in diesem Sinne zu korrigieren.

Die dargelegten Gesetzmäßigkeiten der durch die Elektronen hervorgerufenen Raumladung erlauben uns nunmehr, diese Betrachtungen auf die gasgefüllte Gleichrichterröhre auszudehnen, wo wir es allerdings mit einer positiven Raumladung zu tun haben, die der Ionisierung der Gasstrecke zuzuschreiben ist. Hierunter verstehen wir die Spaltung der Gasatome in negative Elektronen und positive Kerne. Nun ist die Masse der letzteren im Vergleich zu ihrer Ladung wesentlich größer als die der Elektronen. Das Umgekehrte gilt für die Beweglichkeit beider. Dies hat zur Folge, daß die negativen Elektronen schnell aus der Gasstrecke entfernt werden, während die positiven Ionen infolge ihrer Schwerfälligkeit im Überschuß vorhanden bleiben. Diese Umstände bringen es mit sich, daß die positive Raumladung der gas-

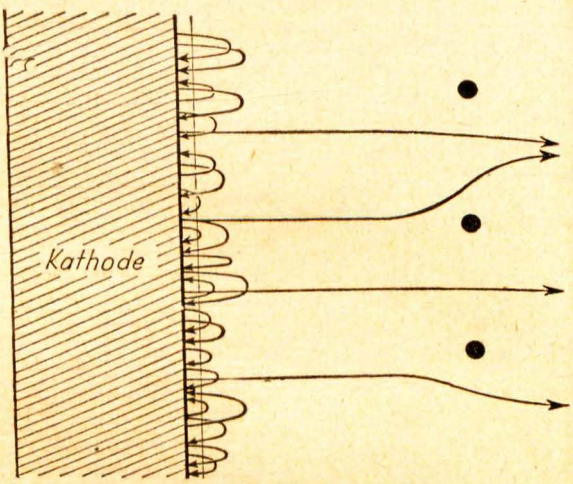


Abb. 14. Der Vorgang an der Kathodenoberfläche bei Raumladung. Entsprechend der verschieden großen Austrittsgeschwindigkeit der Elektronen erklimmen sie auch ein verschieden hohes negatives Raumladungspotential. Nur wenige weisen eine solche Anfangsgeschwindigkeit auf, um den Potentialhügel zu überklettern und durch die Gitterdrähte zur Anode zu gelangen. Die weitaus meisten fallen wieder zur Kathode zurück

gefüllten Röhre in weit höherem Maße in die Erscheinung tritt als die negative der Hochvakuumröhre. Vor der Kathode stauen sich die positiven Ionen stark an, bevor sie dort landen und wieder neutralisiert werden. So heben sie nicht nur die negative Raumladung vollkommen auf, bilden vielmehr darüber hinaus eine starke zusätzliche positive Raumladung. Eine Aufhebung der ersteren in der von uns als Fehlkonstruktion nachgewiesenen Doppelweg-Gleichrichterröhre würde nicht genügen, denn für diesen Fall des raumladungsfreien Feldes sind gerade unsere Reliefs entworfen.

Hiernach stellt sich der Potentialverlauf in der gasgefüllten Zweiplattenröhre nach Abb. 15 dar. Ein Vergleich mit Abb. 13 b zeigt, daß die positive Raumladung das Potential innerhalb der Röhre überall erhöht, ganz im Gegensatz zur negativen. Besonders auffällig ist die viel stärkere Auswirkung gegenüber der negativen Raumladung an der Kathode.

Nunmehr ist es nicht mehr schwierig, den Potentialverlauf auch in der gasgefüllten Doppelweggleichrichterröhre mit symmetrischer Anordnung der Elektroden zu entwerfen. Hierbei müssen wir bedenken, daß die in der Hochvakuumröhre gerade unbeteiligte Phase als negativer Pol der Röhre die positiven Ionen der gasgefüllten Röhre am stärksten anzieht, im Ionenkreis also die Kathode bildet. Es fließt also in dieser Phase ein Ionenstrom, der eine, wenn auch geringe, Entladung bedeutet, so daß wir von unvollkommener Gleichrichtung sprechen, eine Tatsache, die wir nebenbei feststellen.

Wenn wir nun auch das Potentialrelief nach den bisherigen mathematischen Methoden, also exakt, nicht entwerfen können, so vermögen wir uns doch sehr wohl auf Grund der angestellten Betrachtungen ein der Wirklichkeit entsprechendes Bild zu machen. Wir wollen zu diesem

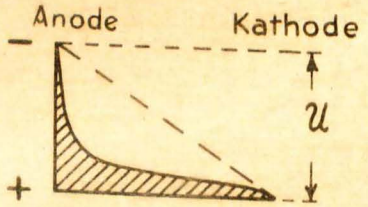


Abb. 15. Die Wirkung positiver Raumladung, hervorgerufen durch positive Gasionen in nicht hinreichend evakuierten oder absichtlich mit Gasfüllung versehenen Elektronenröhren. Die gestrichelte Linie entspricht wieder dem Potentialverlauf ohne Raumladung

Zwecke hier lediglich einen Schnitt durch das Relief legen, der es hinreichend charakterisiert. Er werde senkrecht zu den Anodenblechen und durch den Glühdraht gelegt, wie das in Abb. 16 geschehen ist. Die ausgezogene Kurve gibt den Potentialverlauf der Hochvakuumröhre wieder, wie ihn bereits das Relief 9 plastisch darstellt. Gleichzeitig enthält die Abbildung in Gestalt der gestrichelten Kurve den Potentialverlauf der gasgefüllten Röhre. Diese Zusammenfassung der beiden charakteristischen Kurven in einem Diagramm läßt den Unterschied zwischen beiden Röhrenarten noch besser hervortreten. Dem Abfluß der Elektronen steht, wie man ohne weiteres erkennt, nunmehr nichts mehr im Wege.

Wie im ersten Teil der Abhandlung kann man wieder das gerade negative Anodenblech als Steuerorgan auffassen, das allerdings nicht gitterförmig ausgebildet ist. Während ihm in der Hochvakuumröhre ein Durchgriff von 100 %,

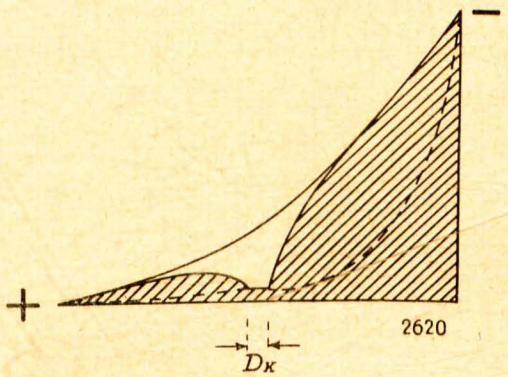


Abb. 16. Schnitt durch die Mitte des Potentialreliefs nach Abb. 9. Die Einbettung des Potentials der Kathode mit dem Durchmesser D_K ist wiederum deutlich sichtbar. Darüber die Oberkante der „Wasserscheide", über die hinweg der Weg zum nächsten Krater entsprechend dem nächsten Glühdraht führt. Die gestrichelte Kurve gibt den Potentialverlauf bei Gasfüllung und dadurch verursachter positiver Raumladung wieder. Die Elektronenkugeln können hierbei ungehindert nach allen Seiten abrollen. Positive und negative Anode sind jeweils gekennzeichnet

d. h. nach Abb. 6 ein Steueranteil von 50 % zukam, womit wegen der Gegenphasigkeit der Spannungen eine völlige Kompensierung der positiven Anodenspannung, oder was gleichbedeutend ist, eine Aufhebung der Steuerspannung verbunden war, hebt die infolge der Gasfüllung auftretende Ionisierung die Steuerwirkung des negativen Anodenblechs fast vollkommen auf, wie das auch schon früher ausführlich erläutert wurde [1]).

Zeichnungen vom Verfasser, Abb. 14 Werkbild

[1]) Funk 1934, Heft 14, S. 255: „Die Stromrichter."

Reiseempfänger in Kleinformat von guter Wiedergabe

Vorschläge für den Selbstbau

Von **Dr. F. C. Saic**

Nicht oft genug kann die Mahnung erhoben werden, rechtzeitig an den Bau von Reiseempfängern zu gehen. Der Winter ist gerade die richtige Zeit; deshalb bringen wir schon heute gedrängte Vorschläge für die schaltungstechnische und konstruktive Durchbildung tragbarer Geräte. Weitere grundsätzliche Ausführungen zur Technik des Reiseempfängers und einige weitere Bauanleitungen findet der Leser in dem bei der Weidmannschen Buchhandlung, Berlin SW 68, erschienenen Buch „Neuzeitliche Reise-Empfänger" von E. W. Stockhusen.

Es war bisher in Deutschland nicht möglich, Kleingeräte herzustellen, deren Ausmaße so gering gehalten sind, daß sie für die Reise kein zusätzliches Gepäckstück darstellen, wenn man die Forderung nach guter Wiedergabe und halbwegs befriedigender Leistung an sie stellt. Die Vervollständigung der Reihe der 2-Volt-Batterieröhren (K-Reihe) ermöglicht nunmehr den praktischen Aufbau einer Reihe von Schaltungen, die sich den Wünschen der Wandernden in weit höherem Maße anpassen lassen als bisher. Hinzu kommt, daß die Trockenbatteriefabriken neue kleine und dabei außerordentlich leistungsfähige Batterie-Einheiten auf den Markt bringen. Durch die stiftlose Ausführung der neuen Batterieröhren und durch die versenkten Fassungen ergibt sich eine sehr schätzenswerte Raumersparnis im Aufbau, also in den äußeren Abmessungen solcher Geräte, wobei man bei der Ausführung der Verdrahtung die verlustarmen Schaltungsstützpunkte, die sich in Form von nicht benutzten Lötfahnen der Fassungen bieten, sehr willkommen heißen dürfte (vgl. Abb. 9).

Im Gegensatz z. B. zu England hat die Entwicklung der Reisegeräte in Deutschland bisher wenig Interesse gefunden. Ob wir nun im neuen Jahre, nachdem die Reihe der Batterieröhren vervollständigt wurde[1]), dem englischen Beispiel in der stürmischen Entwicklung von Reisegeräten der Jahre 1934 und 1935 folgen werden oder nicht, läßt sich so lange nicht absehen, wie eine einheitliche Stellungnahme zu dieser Frage aus den Kreisen der Industrie nicht vorliegt. Das Preisausschreiben des Rundfunk-Großhändlerverbandes[2]) wird sich in dieser Hinsicht hoffentlich als erfolgreiche Aufmunterung bewähren. Im Augenblick ist es aber tatsächlich so, daß die Mehrzahl der auf Reisen mitgeführten Reisegeräte selbst gebastelt ist. Überwiegend

[1]) Siehe „Funk" 1936, Heft 1, Seite 5.

[2]) Siehe „Funk" 1935, Heft 23, Seite 762.

herrscht der Kopfhörerempfänger vor, der auch in diesen Blättern in verschiedenster Ausführung gezeigt wurde. Dabei sollen dem kleinen Einröhrengerät alle Ehren widerfahren, die ihm gebühren; aber von „Leistung" kann man bei ihm wohl schwerlich sprechen, ganz zu schweigen von zufriedenstellender Wiedergabegüte.

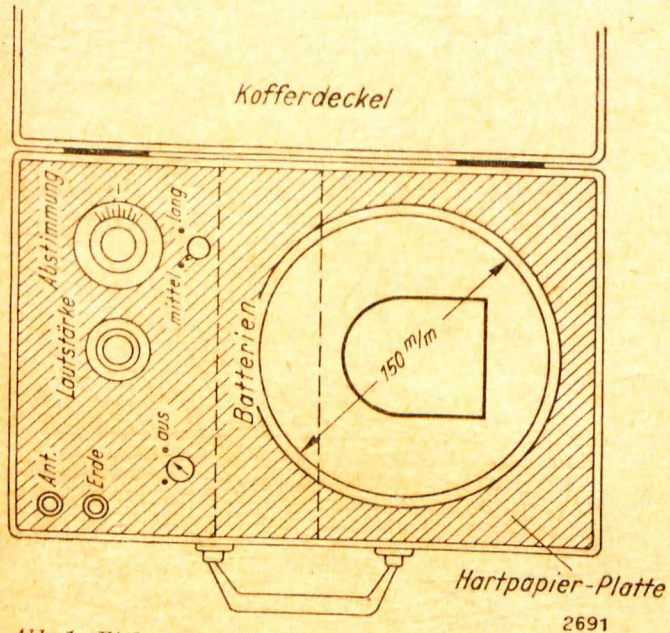


Abb. 1. Einbau-Vorschlag für einen Kofferempfänger unter Verwendung eines handelsüblichen Handkoffers

Um festzulegen, was wir von einem Reisegerät verlangen wollen, soll auch für uns (selbstverständlich mit den notwendigen Einschränkungen) das englische Wort gelten: „Mein bester Heimempfänger ist mein Weekendkoffer."

Der nachstehend beschriebene Kofferempfänger ist zunächst für die Wanderzeit und auch für den Wintersport gedacht. Er wurde in möglichst weitgehender Anpassung an diesen Zweck aufgebaut, wobei aber in erster Linie Wert auf bestmögliche Wiedergabe gelegt wurde. Deshalb wurde auch nur jene Spielart der vorzuschlagenden Schaltungen vollständig ausgeführt und beschrieben, bei der die Gewißheit besteht, daß diese vordringliche Forderung auch erfüllt werden kann. Daneben hat das Gerät folgenden Ansprüchen zu genügen: es soll bei geringen (aber nicht übertrieben kleinen) Abmessungen und niedrigem Gewicht, dessen Höchstgrenze etwa mit 5 kg anzunehmen wäre, eine gute Trennschärfe auch ohne Sperrkreis haben, soweit sich das mit zwei verlustarm aufgebauten Kreisen erreichen läßt und der Empfangsort nicht gerade im Nahfeld eines Großsenders liegt. (Das aber wird im Hinblick auf den Zweck des Gerätes nicht häufig der Fall sein.) Selbstverständliche Voraussetzung sind — bei sparsamem Stromverbrauch — Lautsprecherempfang und eine Empfindlichkeit, die so hoch ist, daß das Gerät auch an schlechten Behelfsantennen noch einwandfrei auf die nächstgelegenen Großsender anspricht.

Die Ausmaße des einbaufähigen Gerätes nach Abb. 3, 7 und 8 betragen einschließlich eingesteckter Röhren, also betriebsfertig, etwa 200 × 100 × 100 mm. Diese Abmessungen lassen sich gut den gängigen Typen von kleinen Koffern anpassen. Die lichte Höhe solcher Koffer beträgt gewöhnlich etwas mehr als 10 cm; die Breite aber übersteigt 20 cm stets wesentlich. Rechnet man für die Unterbringung des Lautsprecherchassis einschließlich der neuen kleinen Batterien einen — gewiß zureichenden — Raum von 20 × 20 × 10 cm, so ergibt sich eine kleinste Koffergröße von etwa 20 × 30 cm Grundfläche (stets innere lichte Weite) und 10 cm Höhe. Einen Vorschlag, wie man die fertige Schaltung und die Batterien, schließlich das Lautsprechersystem unterbringen kann, macht Abb. 1.

Das Gewicht des Koffers mit eingebautem Empfänger aber beträgt noch nicht ganz 5 kg, falls ein leichter Koffer verwendet wird (etwa ein solcher aus Fiber).

Die praktisch erprobten Schaltungen — Abb. 2 zeigt die eines Zweiröhrenempfängers, Abb. 3 die eines Gerätes mit drei Röhren — liefern recht hohe Leistungen, die auch nicht annäherungsweise mit einem Drei- oder gar Zweiröhrengerät mit alten 4-Volt-Batterieröhren vergleichbar sind. Dabei ist die Empfindlichkeit beider Schaltungen ungefähr die gleiche, obgleich Schaltung Abb. 3 eine Röhre mehr besitzt. Diese letztere hat aber den ganz überragenden Vorteil einer ausgezeichneten Wiedergabe, die m. E. mit einer Röhre mehr und einem zusätzlichen Niederfrequenztransformator, schließlich auch noch mit einer gewissen Vergrößerung des notwendigen Raumes nicht zu teuer bezahlt ist.

Die erfreulich hohe Leistung der gezeigten Schaltungen ist an die Verwendung hochwertiger Aufbauteile geknüpft, und ohne diese — etwa bei Verwendung von Hartpapierkondensatoren — nicht erreichbar.

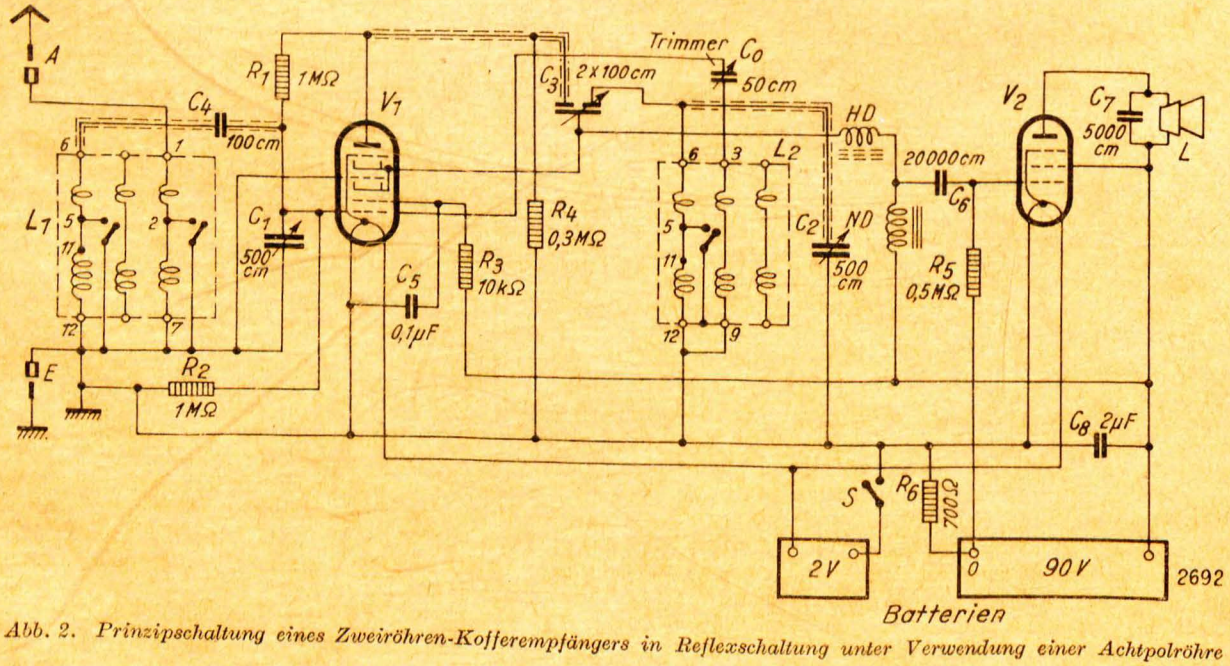


Abb. 2. Prinzipschaltung eines Zweiröhren-Kofferempfängers in Reflexschaltung unter Verwendung einer Achtpolröhre

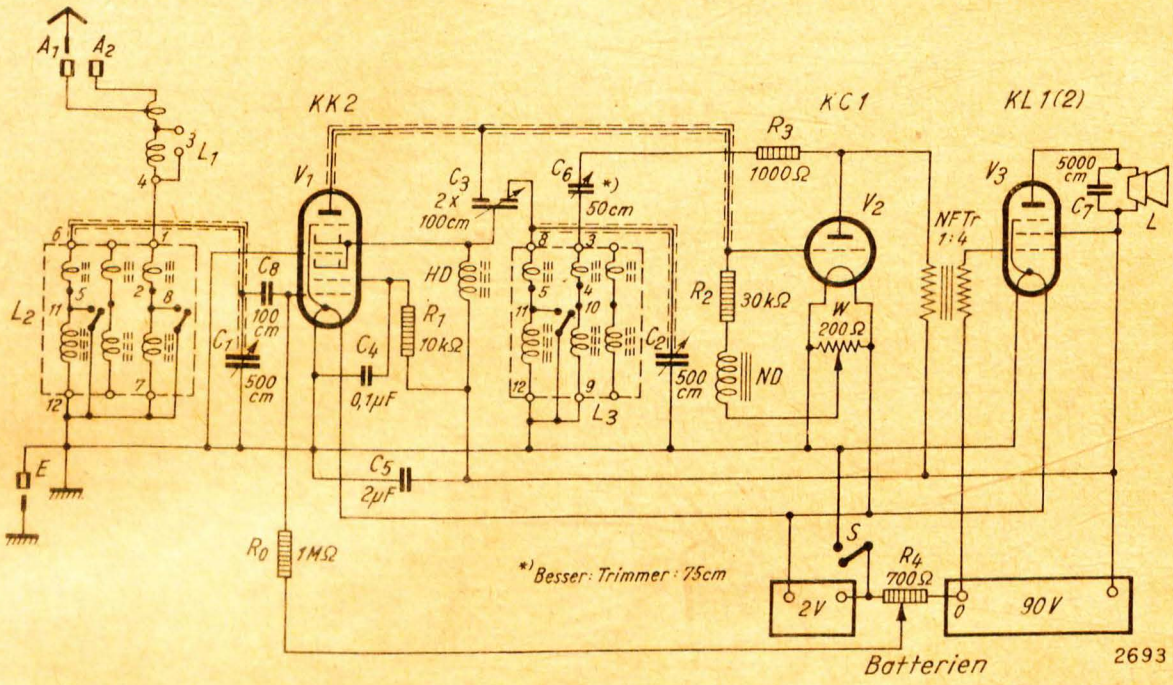


Abb. 3. Prinzipschaltung eines Dreiröhren-Kofferempfängers in Reflexschaltung mit Achtpolröhre

Die Schaltung der Abb. 2 ist an eine Industrie-Einkreis-Schaltung angelehnt, aber für Batteriebetrieb mit zwei Kreisen ausgearbeitet worden. Sie stellt eine Zweikreis-Zweiröhren-Reflexschaltung dar, die sogar über eine gewisse selbsttätige Lautstärkebegrenzung verfügt (von der Bezeichnung der Anordnung als Schwundausgleich wird bei dieser Schaltung ausdrücklich abgesehen). Die an erster Stelle vorhandene Achtpolröhre arbeitet sowohl als Hoch- wie als

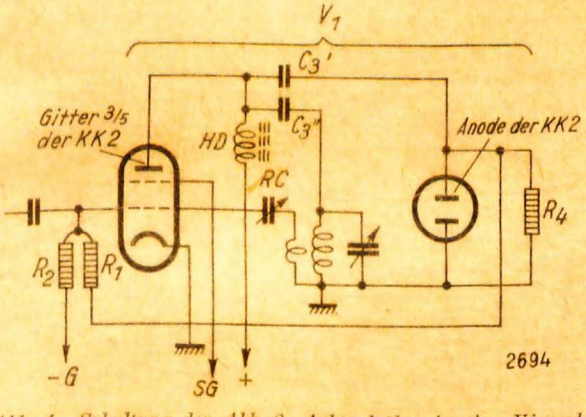


Abb. 4. Schaltung der Abb. 2, Achtpolröhre in eine Vierpol- und in eine Zweipolröhre zerlegt gezeichnet

Niederfrequenzverstärker und außerdem als Empfangsgleichrichter (nämlich mit der Kathode und der eigentlichen Anode).

Zum besseren Verständnis ist die Schaltung der Abb. 2 in Abb. 4 „zerlegt" gezeigt. Der der Lautstärkeregelung (und in gewissem Sinne auch der Trennschärfe) dienende Dreiplattenkondensator C_3 ist dabei in der Zeichnung in zwei Einzelkondensatoren C_3' *und* C_3'' zerlegt worden, wodurch die Ähnlichkeit mit ganz normalen sonstigen Schaltungsarten von Zweipolstrecken besonders deutlich wird. Der etwas kompliziert aussehende Aufbau der Abb. 2 löst sich also ganz einfach auf und ist wohl ohne weitere Erklärung verständlich.

Die Schaltung der Abb. 2 wird durch die Dreiröhren-Anordnung der Abb. 3 bei etwa gleicher Leistung hinsichtlich der Güte der Wiedergabe bei weitem übertroffen. Auch für die Schaltung nach Abb. 3 ist die Zerlegung gezeigt, und zwar in Abb. 5. In dieser Schaltung ist nach neuzeitlichen Richtlinien, so zum Beispiel durch die Art der Ankopplung der Niederfrequenzverstärkerröhre an die Zwei-

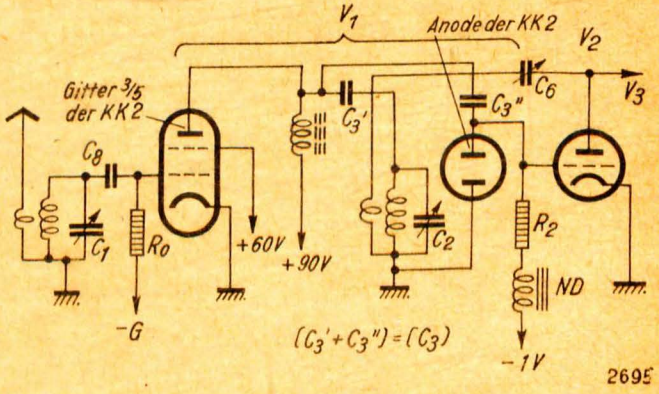


Abb. 5. Schaltung der Abb. 3 zerlegt

polstrecke, im weitem Umfange Vorsorge für eine bestmögliche Wiedergabe getroffen. Da die einzelnen Schaltungsmaßnahmen als bekannt vorausgesetzt werden dürfen, soll auf diese hier nicht weiter eingegangen werden. In der Art der Schaltung der Zweipolstrecke in Abb. 2 gegenüber

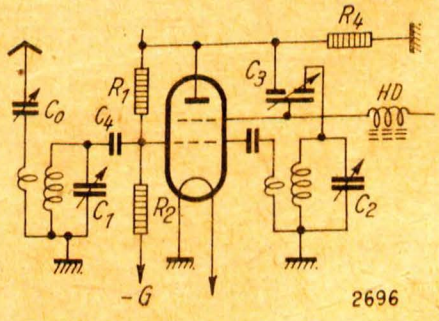


Abb. 6. Ersatz der Achtpolröhre KK 2 durch eine Fünfpolröhre in der Schaltung gemäß Abb. 2

der Schaltung Abb. 3 ist auf den ersten Blick der maßgebliche Unterschied zu erkennen. Während im ersten Fall die Belastung der Zweipolstrecke hoch sein muß, dadurch aber die Möglichkeit einer Verschiebung der Zweipol-Kennlinie in das Gebiet nichtlinearer Gleichrichtung gegeben ist, beträgt die entsprechende Belastung bei Schaltung Abb. 3 (R_2 + Drossel) kaum mehr als den zehnten Teil des Belastungswiderstandes R_4 in Abb. 2, nämlich 30 kΩ. Die Drossel D soll dann dazu dienen, die hohen Tonfrequenzen, die insbesondere beim Arbeiten mit der Rückkopplung leiden, wieder anzuheben. Weiterhin ist in dieser Schaltung (Abb. 3) Vorsorge zur genauen Einstellung aller Gittervorspannungen getroffen (der veränderliche Widerstand von 200 Ω kann in Form eines einstellbaren Stab- oder Streifenwiderstandes verwendet werden).

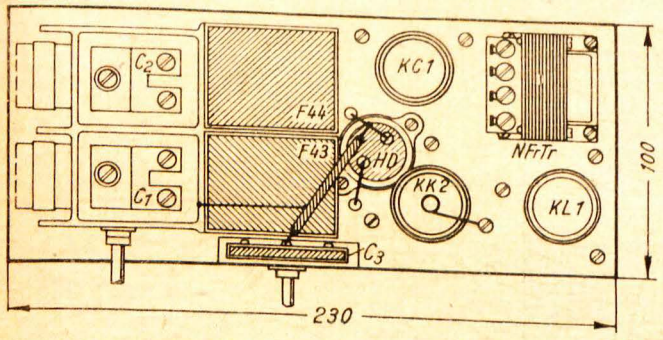


Abb. 7. Entwurf für einen Empfänger mit der Schaltung nach Abb. 3, Aufsicht auf das Gerät

Da sich diese Schaltung durch eine ganz vortreffliche Wiedergabe auszeichnet und außerdem — insbesondere bei Anwendung einer bedienbaren Rückkopplung — eine gute Empfindlichkeit besitzt, wurde in Abb. 7 und 8 ihr praktischer Aufbau entworfen. Der Dreiplattenkondensator C_3 wird gemäß Abb. 7 vorteilhaft tief gesetzt, um die Verbindungsleitungen so kurz wie möglich zu halten. Als Niederfrequenz-Transformator kommt das Volksempfängermodell zur Anwendung. Der Zweigangkondensator stellt eine ganz besonders klein ausgeführte Konstruktion dar.

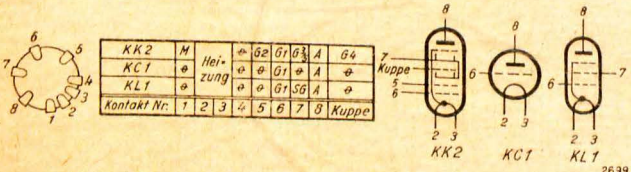


Abb. 9. Sockelschaltungen der verwendeten Röhren

Zu bemerken wäre noch, daß die Drossel D bei geringeren Ansprüchen an die Wiedergabe weggelassen werden kann. Die Empfindlichkeit des Gerätes kann man steigern, wenn man R_2 vergrößert (Entdämpfung des zweiten Schwingungskreises bzw. geringere Dämpfung dieses Kreises). Der höchstzulässige Wert ist dabei mit Rücksicht auf das Ansteigen des Klirrfaktors etwa 100 000 Ω.

Es ist aber nicht zu empfehlen, den Niederfrequenz-Transformator, etwa zur Verringerung des Gewichtes, gegen eine Widerstandsschaltung, die an sich ohne weiteres möglich wäre, auszutauschen. Es kann dann leicht vorkommen, daß die dem Gitter der Endröhre zur Verfügung gestellte niederfrequente Spannung nicht hinreicht, um sie auszusteuern.

Die Röhrenfassungen werden von unten an das Metallgestell geschraubt. Um Verwechslungen bei den Sockelanschlüssen vorzubeugen, wurde in Abb. 9 eine Übersicht über die in den Schaltungen verwendeten Röhren und ihre Sockelanschlüsse gegeben.

Unangenehm ist bei der Verwirklichung dieser Schaltungen der hohe Röhrenpreis, der sich aus der Verwendung einer Achtpolröhre ergibt. Es ist aber möglich, die teuerste Röhre, nämlich die Achtpolröhre, durch eine Fünfpolröhre — KF 2 — zu ersetzen; die Schaltung hierfür zeigt Abb. 6. Allerdings büßt man dann stark an Empfindlichkeit ein,

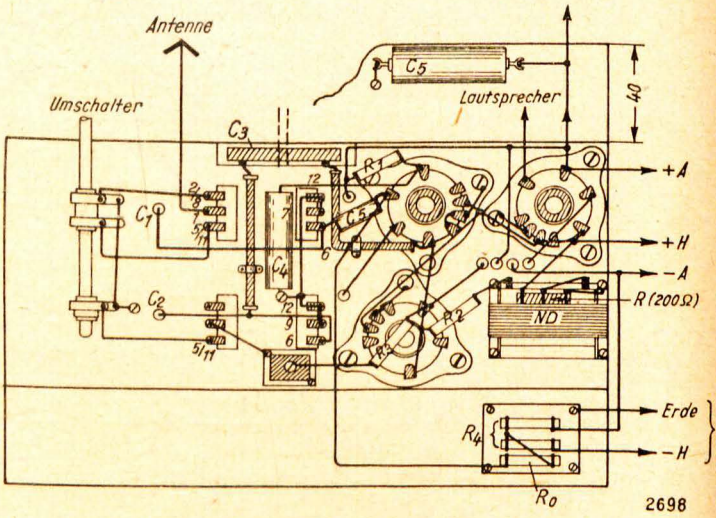


Abb. 8. Entwurf für einen Empfänger mit der Schaltung nach Abb. 3, Ansicht der Verdrahtung. Die Antennenverlängerungsspule ist nicht eingezeichnet

weil das Schirmgittersystem der Achtpolröhre durch ein Dreipolsystem ersetzt wird. In der Ausführung nach Abb. 6, der die Schaltung nach Abb. 2 zugrunde liegt, betragen allerdings die Röhrenkosten beinahe genau die Hälfte des sonst erforderlichen Betrages.

Zeichnungen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 3 und 8	Größe
1	1	Antennen-Vorsatzspule (nicht unbedingt erforderlich)	L_1	F 40
2	2	Hochfrequenz-Transformatoren	L_2, L_3	F 43, F 44
3	2	Abschirmkästen für Nr. 2		F 50
4	1	Zweifach-Drehkondensator	C_1, C_2	2 × 500 cm
5	1	Dreiplatten-Drehkondensator	C_3	2 × 100 cm
6	1	Niederfrequenz-Transformator	*NFTr*	1 : 4
7	1	Drossel	*ND*	0,5 Hy
8	1	Hochfrequenzdrossel	*HD*	F 21
9	3	Außenkontakt-Röhrenfassungen		8-polig
10	1	Ausschalter, einpolig	*S*	
11	1	dreifacher Wellenschalter		
12	1	Hochohmwiderstand 0,5 Watt	R_0	1 MΩ
13	1	desgl.	R_1	10 kΩ
14	1	desgl.	R_2	30 kΩ
15	1	desgl.	R_3	1000 Ω
16	1	desgl.	R_4	700 Ω
17	1	Blockkondensator 500 Volt Prüfspannung	C_4	0,1 µF
18	1	Elektrolytkondensator 250 Volt Arbeitsspannung	C_5	2 µF
19	1	Trimmer	C_6	50—75 cm
20	1	Blockkondensator	C_7	5000 cm
21	1	Calit-Rohrkondensator	C_8	100 cm
22	1	Gestell aus Aluminiumblech		200 × 200 × 1 mm, auf 200 × 100 mm
23		Sinepert-Abschirmschlauch		2 × 50 mm, abgebogen
		Röhren		
24	1	Achtpolröhre	V_1	KK2, TKK2
25	1	Dreipolröhre	V_2	KC1, TKC1
26	1	Fünfpol-Endröhre	V_3	KL1, TKL1

Rundfunkprogramm-Übertragungen auf Freileitungen

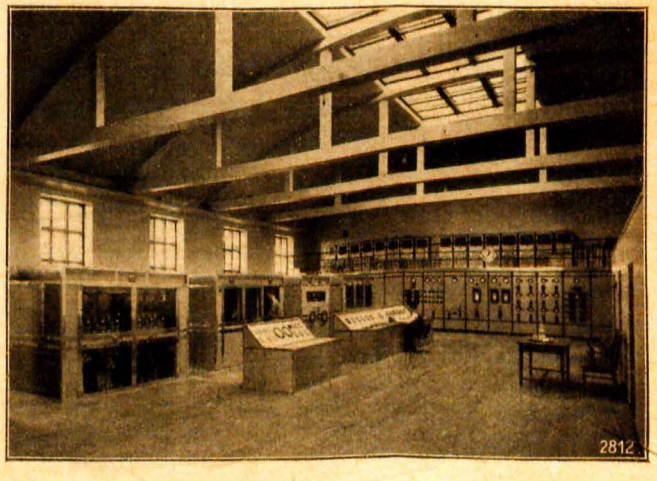
In Deutschland und in den meisten Ländern Europas ist es üblich, die einzelnen Rundfunksender durch verkabelte Leitungen miteinander zu verbinden, auf denen der Programmaustausch vorgenommen wird; man verwendet hierfür in Fernkabeln bekanntlich den Kernvierer, zwei besonders geschützte Adernpaare, die so pupinisiert werden, daß ein großer Frequenzbereich durchgebracht wird. Für diese Arbeitsweise ist es typisch, daß die Übermittlung niederfrequent erfolgt; die Niederfrequenz wird also unmittelbar auf den Kabelweg von einem Sender zum andern geschickt. In Norwegen, wo keine Kabelwege, sondern nur Freileitungen zur Verfügung stehen und wo die wenigen Freileitungen bereits mit Mehrfach-Telephonie, Über- und Unterlagerungstelegraphie besetzt und also weitgehend ausgenutzt sind, besteht die Möglichkeit der niederfrequenten Übermittlung gar nicht oder nur in geringem Umfang. Hier wurde deshalb eine Einrichtung geschaffen, mit der eine Hochfrequenz-Verbindung der einzelnen Sender über Freileitungen vorgenommen wird. Über diese hochfrequente Rundfunkprogramm-Übermittlung längs Freileitungen sprach Dr. Werrmann am 21. Januar in der Fachgruppe Funktechnik und Verstärkertechnik des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Gau Berlin-Brandenburg e. V.

Es sei vorausgeschickt, daß es sich bei dieser Einrichtung nicht um eine hochfrequente Rundfunkübertragung derjenigen Art handelt, wie sie in Deutschland in Form des hochfrequenten Drahtfunks bereits von sich reden machte. Die Übermittlung wird viemehr nur zum Zwecke der Programm-Übertragung zwischen den Rundfunksendern bzw. den Besprechungsstellen und den Sendern vorgenommen. Die norwegischen Sender liegen längs einer von Süden nach Nordosten verlaufenden, gekrümmten, der Nordseeküste folgenden Linie von insgesamt mehr als 2000 km Länge; so versorgt der Finmark-Sender in Vadsö das nördlichste Norwegen mit Rundfunkdarbietungen. Zwischen ihm und dem Sender in Oslo bestehen bzw. sind im Bau Rundfunksender in Tromsö, Narvik, Fauske (Bodö) und Drontheim, wozu im Laufe der nächsten Jahre einige weitere kommen. Von jedem dieser Sender sollen Ringsendungen ausgeführt werden können, und für jeden Sender muß die Teilnahme an den Ringsendungen möglich sein. Um die auf den Freileitungen liegenden Dienste nicht zu stören, wird die Übermittlung der Rundfunkdarbietungen innerhalb des Hochfrequenzbandes von 34 bis 42,5 kHz vorgenommen, also auf einer im Vergleich zu den üblichen Rundfunkfrequenzen ziemlich niedrigen Frequenz. Als Trägerfrequenz wird eine solche von 42,5 kHz benutzt; sie wird aber nicht mit übertragen, sondern sie wird am Empfangsort neu hinzugesetzt. Das obere Seitenband wird unterdrückt und nur das untere Band übertragen. Diese Einseitenband-Übertragung mit unterdrücktem Träger stellt an die apparatemäßige Durchbildung ganz besondere Anforderungen, die zum Teil nur durch vollkommen neue Bauteile gelöst werden konnten; zu ihnen gehört ein sehr kleiner Frequenzwandler, der mit Hilfe von Trockengleichrichtern aufgebaut ist, zu ihnen gehört aber vor allem ein Kristallfilter, mit dessen Hilfe es möglich ist, zwei nur 60 Hz auseinanderliegende Frequenzen mit einem Dämpfungsunterschied von 4 Neper auszufiltern.

Die technischen Einrichtungen für die Anlage, die von der Siemens & Halske A.-G. erbaut wurde und die zu den interessantesten und wichtigsten Ausfuhraufträgen an die deutsche Fernsprechindustrie aus der jüngsten Zeit gehört, wurden so durchgebildet, daß die einzelnen Ämter auf sehr einfache Weise auf die verschiedenen Betriebsarten umgeschaltet werden können. Es muß nämlich möglich sein, mit einem Amt niederfrequente Modulation entgegenzunehmen und mit dieser die im Amt erzeugte, in mehrere Richtungen gehende Hochfrequenz zu beeinflussen, oder aber in der einen oder in der anderen Richtung als Verstärker zu arbeiten und gleichzeitig der Hochfrequenz die Niederfrequenz für den örtlichen Sender abzunehmen, oder aber auch nur niederfrequent zu verstärken. Durch die Notwendigkeit, auch beim Empfang den Träger selbst zu erzeugen und beim Senden den Träger und das eine Seitenband zurückzuhalten, ergibt sich eine ziemlich schwierige Technik, die durch die mannigfachen Überwachungseinrichtungen nicht einfacher wird. Die Aufgabe ist aber hervorragend gelöst worden; die Anlage ist seit dem vergangenen Jahr im Betrieb und lieferte ausgezeichnete praktische und Meß-Ergebnisse. —*dt.*

Finnlands neuer Großsender

Als in den Jahren 1925—26 viele Länder die Errichtung neuer Großleistungs-Rundfunkstationen in Angriff nahmen, begann auch in Finnland die planmäßige Entwicklung des Rundfunks. Damals wurde festgestellt, daß der Bau einer genügend großen und auf langer Welle arbeitenden Sendestation das wirtschaftlich zweckmäßigste Mittel wäre, um für einen möglichst großen Teil der Hörerschaft gute Empfangsbedingungen zu schaffen. Finnland ist nämlich ein dem Flächeninhalt nach großes, aber nur dünn bevölkertes Land. Bei einer Fläche von 282 000 km², einer Länge von etwa 1100 km und einer größten Breite von etwa 600 km beträgt die Einwohnerzahl 3 600 000, d. h. es kommen ungefähr 10 Einwohner auf einen Quadratkilometer. Mit Rücksicht hierauf wurde die Stadt Lahti, die in der Mitte des am dichtesten bevölkerten südlichen Teils des Landes liegt, zum Aufstellungsort gewählt und eine Rundfunkstation mit einer Antennenleistung von 20 kW dort gebaut. Die Station war im April 1928 fertig. Im folgenden Jahre wurde die Leistung bereits auf 40 kW erhöht. Zu jener Zeit zählte diese Station zu den stärksten Rundfunkstationen in ganz Europa. Trotz der hohen Antennenleistung, der 150 m hohen Antennenmasten und der günstigen Wellenlänge waren jedoch die Empfangsverhältnisse in den entfernteren Gegenden, besonders in den östlichen und nördlichen Teilen des Landes, nicht ausreichend, zumal die Bodenbeschaffenheit in Finnland für die Verbreitung der Wellen sehr ungünstig ist. Eine Folge der schlechten Empfangsverhältnisse zeigte sich darin, daß die Zahl der Hörer in diesen Gegenden nur eine sehr geringe jährliche Erhöhung erfuhr, in den Jahren 1931 bis 1933 sogar zurückging. Da zu diesem Zeitpunkt alle Länder Europas allmählich anfingen, die Leistung ihrer Sende-



Der Großsender in Lahti *Auslandsbild: Pietinen*

stationen zu erhöhen, sah sich auch die Rundfunkleitung in Finnland gezwungen, die Errichtung einer neuen Hochleistungsstation in Erwägung zu ziehen.

Die vorbereitenden Entwürfe wurden schon im Spätsommer 1933 ausgearbeitet und durch eine von der Regierung eingesetzte Sachverständigenkommission untersucht. Zur selben Zeit wurde auch eine Reorganisation des Rundfunkbetriebs durchgeführt und sowohl der Programmdienst wie der technische Betrieb und die Ausarbeitung der Pläne für die Neuanlagen in die Hände einer einzigen Gesellschaft mit dem Namen O. Y. Suomen Yleisradio A. B. (Rundfunk Finnlands) gelegt.

Auf Grund eingehender Untersuchungen verblieb die neue Station in Lahti, um die dort befindlichen 150 m hohen Antennenmasten auch für die als Antennen des neuen Senders benutzen zu können. Zu diesem Zwecke wurde der neue Sender in einem Gebäude unmittelbar neben der alten Station untergebracht, und die Bauarbeiten wurden in der Weise ausgeführt, daß der alte Sender als Ersatzsender benutzt werden, die Anschaffung teuerer Ersatzapparate für die neue Station unterbleiben konnte.

Nach diesem Plane begann der Bau im Spätsommer 1934. Zunächst wurde das auf Holzmasten verspannte Gegengewichtsnetz durch ein im Erdboden eingegrabenes Erdleitungsnetz ersetzt, und bereits Anfang Dezember 1935 war die Montage des Senders beendigt, so daß schon vom 6. bis 8. Dezember die ersten Versuchssendungen stattfinden konnten. Dann wurde die letzte Feinarbeit an den Maschinen durchgeführt, die Abstimmung justiert, und am Weihnachtsabend wurde der regelmäßige Betrieb aufgenommen.

Der Sender ist so konstruiert, daß er auch mit einer Leistung von 220 kW betrieben werden kann. Er genügt allen Ansprüchen, die an eine moderne Funksenderanlage zu stellen sind, insbesondere was die Konstanz der Wellenlänge und die Qualität der Sendungen betrifft. Die bisher veranstalteten Hörversuche haben ergeben, daß die Hörbarkeit der neuen Station, bei einer Leistung von 150 kW, im großen und ganzen verdoppelt worden ist.

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Glimmlampen an Stelle von Kondensatoren

Bekanntlich wurden in letzter Zeit an Stelle der Kopplungsblocks im Widerstandsverstärker Glimmlampen vorgeschlagen [1]), deren Leitfähigkeit für Wechselströme, im Gegensatz zum Verhalten der Kondensatoren, nicht mit der Frequenz abnimmt, so daß die niedrigen Frequenzen durch die Kopplungselemente nicht gedämpft, sondern amplitudengetreu verstärkt werden.

In ähnlicher Weise wurden in einem mehrstufigen Verstärker für besonders breite Frequenzbänder Glimmlampen an Stelle der üblichen Beruhigungs- oder Entkopplungsblocks verwendet. Um die Gefahr der Rückkopplung über die gemeinsame Anodenspannungsquelle zu vermeiden, wird allgemein ein Vorwiderstand in die Anodenspannungszuleitung geschaltet, der durch Blockkondensatoren zur Kathode überbrückt wird. Infolge des hohen Wechselstromwiderstandes der Kondensatoren bei tiefen Frequenzen gewährt diese Schaltung keinen vollkommenen Schutz, so daß z. B. Niederfrequenzverstärker über fünf Stufen nicht von einer gemeinsamen Anodenspannungsquelle gespeist werden können. Werden jedoch die Beruhigungsblocks durch Glimmlampen ersetzt und die Spannungen so eingestellt, daß die Lampen während des Betriebes gezündet sind, so kann die Zahl der Stufen, welche an dieselben Stromquellen geschaltet werden, auf 11 erhöht werden.

Izvestia Elektropromischlennosti slabogo Toka, Leningrad Nr. 4, S. 1

Ein Voltmeter für sehr hohe Spannungen

Dieses Voltmeter wird nicht unmittelbar mit der zu messenden Hochspannung verbunden und ist auch nicht an ein Potentiometer geschaltet, von welchem nur ein meßbarer Teil der vollen Spannung abgenommen wird. Das Instrument liegt vielmehr an der Läuferwicklung einer elektrischen Maschine, die von der Hochspannung betrieben wird. In dieser Maschine fehlt jedoch die Ständerwicklung, in der sonst das elektromagnetische Feld zum Antrieb des Läufers erzeugt wird. Für diese Aufgabe wird hier das Feld des Hochspannungsgenerators selbst benützt. Die Aufstellung der Meßeinrichtung geschieht in der folgenden Weise: Die eine Elektrode an der Funkenstrecke des Generators, welche auf hohe Spannung geladen ist, wird in bestimmter Entfernung von der geerdeten Mauer aufgestellt und in dem Zwischenraum die kleine Maschine montiert. Der Kollektor besitzt nur zwei Lamellen und ist über die Abnahmebürsten an ein empfindliches hochohmiges Galvanometer geschaltet, an welchem die Spannung abgelesen werden kann, die in der Läuferwicklung induziert wird. Soll der Ausschlag am Galvanometer ein verläßliches Maß für die Spannung an der Hochspannungsanlage geben, muß der Läufer bei jeder Messung auf gleiche Umdrehungszahl gebracht werden. Überdies wird vorgeschrieben, daß alle Metallteile in der Nähe des Meßplatzes, wie Platten, Abschirmtafeln usw., sorgfältig geerdet werden müssen.

Review of Scientific Instruments, Lancaster und New York Bd. 6, Nr. 3, S. 63

Verzögerter Schwundausgleich

H. Sutaner weist auf die Wichtigkeit der Verzögerung des Regeleinsatzes bei Empfängern mit automatischer Lautstärkeregelung hin. Ohne Verzögerung arbeitende Empfänger beginnen auch beim Eintreffen kleinster Amplituden mit der Regelung und setzen mithin den Verstärkungsgrad auch bei Amplituden herab, die noch eine volle Ausnutzung der vorhandenen Verstärkungsmöglichkeiten als erwünscht erscheinen lassen. Durch die Verzögerung des Regeleinsatzes wird also die Empfindlichkeit des Empfängers erhöht. Der Verfasser beschreibt einige mit verzögertem Regeleinsatz arbeitende Schaltungen nach Aufbau und Wirkungsweise.

Elektrotechnischer Anzeiger, Berlin, 52. Jahrgang, Heft 6, Seite 144

Die Zweipolgleichrichtung

Eine eingehende Untersuchung des Zweipolgleichrichters hat, wie H. Steidl berichtet, gezeigt, daß die Gleichrichtung für große Amplituden (über 0,3 Volt) linear verläuft, für kleine Amplituden (unter 0,1 Volt) aber quadratisch. Es ergab sich ferner, daß die durch die Zweipolstrecke bedingte Dämpfung des Hochfrequenzkreises keineswegs, wie dies häufig geschieht, als konstant in Rechnung gestellt werden darf. Die Dämpfung einer mit —1,3 Volt Vorspannung arbeitenden Zweipolröhre ist erheblich größer als die einer ohne Vorspannung arbeitenden, so daß also bei verzögerter Lautstärkeregelung die Dämpfung des Hochfrequenzkreises viel größer ist als bei Lautstärkeregelung ohne Verzögerung des Regeleinsatzes.

Radio-Amateur, Wien, 12. Jahrgang, Heft 4, Seite 188

Verstärker für sehr kleine Eingangsspannungen

In Verstärkern für äußerst kleine Eingangsspannungen bietet, wie J. Schintlmeister ausführt, besonders die Ausbildung der ersten Stufe große Schwierigkeiten. Die Empfindlichkeit einer Röhre ist durch die folgenden drei Effekte begrenzt:

1. Schroteffekt: Die Elektronen fließen nicht in gleichmäßigem Strom zur Anode, vielmehr schwankt, da die Elektronen nicht sämtlich mit der gleichen Geschwindigkeit

[1]) Vgl. auch den Aufsatz „Funk", 1935, Heft 19, S. 611.

von der Kathode abgestoßen werden (Geschwindigkeitsverteilungsgesetz), der Anodenstrom um geringe Beträge.

2. Funkeleffekt: Die Emission der Kathode ist in starkem Maße abhängig von Verunreinigungen der Kathodenoberfläche. So treten auf den Kathoden Stellen erhöhter und verminderter Emission auf, die, wie der erstgenannte Effekt, zu Schwankungen des Emissionsstromes führen.

3. Johnsoneffekt: Die in jedem Leiter vorhandenen freien Elektronen, durch die die Emissionsfähigkeit der Kathode bedingt ist, bewegen sich in dem Leiter mit den mit der Temperatur wachsenden Geschwindigkeiten. Stellt nun die emittierende Schicht der Kathode, die einseitig an festem Potential liegt, einen verhältnismäßig hohen Widerstand dar, so können an ihrem freien Ende Elektronenansammlungen wechselnder Stärke erfolgen, die Schwankungen des Kathodenpotentials gegenüber dem Gitterpotential und durch diese wiederum Emissionsschwankungen hervorrufen. Diese Emissionsschwankungen können nun unter Umständen die durch die zu verstärkenden Spannungen verursachten Anodenstromänderungen überdecken, so daß diese im Ausgangskreis nicht mehr erkennbar sind. Bei Benutzung sehr kleiner Eingangsspannungen sind daher an der ersten Stufe des Verstärkers besondere Vorkehrungen zu treffen, um die Empfindlichkeitsgrenze möglichst tief zu halten. Allgemeine Richtlinien für die Art der zu treffenden Maßnahmen, die von der Charakteristik der zu verstärkenden Spannungen weitgehend abhängen, werden nicht gegeben, wohl aber wird ein im Dienste der Atomforschung zum Nachweis von γ = Strahlen benutzter Verstärker eingehend beschrieben.

Radio Amateur, Wien, 12. Jahrgang, Heft 2, Seite 61

BUCHBESPRECHUNGEN

Wunder der Wellen. Rundfunk und Fernsehen dargestellt für jedermann. Von Eduard Rhein. Mit 117 Zeichnungen von Helmut Zimmermann. 302 Seiten, broschiert 3,60 RM, in Leinen gebunden 4,80 RM. Verlag Ullstein, Berlin.

Das Buch von Eduard Rhein ist einige Wochen vor Weihnachten erschienen, und es hat bei vielen Freunden des Rundfunks auf dem Weihnachtstisch gelegen. Wir kommen also mit unserer Besprechung etwas spät, aber wir berichten absichtlich in dem vorliegenden Heft über das Buch, in demselben Heft nämlich, in dem wir unseren Lesern auch von der Wieder-Eröffnung des Fernseh-Programmbetriebes der Reichsrundfunkgesellschaft erzählen können. Eduard Rhein, seit Jahren der begeistertste Fahnenträger für die Idee des Fernsehens, der sich in unzähligen Aufsätzen immer wieder rückhaltlos einsetzte und der allen Hoffnung machte, wenn sich Schwierigkeiten auf Schwierigkeiten türmten und es gar zu langsam weitergehen wollte, hat uns hier das schönste volkstümliche Buch über Rundfunk und Fernsehen gegeben. Es erzählt uns von den Elektronen, von den Röhren, von Senden und Empfang, vom Lautsprecher und von den Schallplatten, aber es führt uns durch den großen bunten Garten der Rundfunktechnik eigentlich nur, um uns das Wunder des Fernsehens um so besser begreifen zu lassen. „Der Zauberspiegel" — so ist der Fernsehteil überschrieben — ist der wichtigste Teil dieses Buches, auch wenn sein Umfang nur etwa ein Drittel ausmacht. Mit welcher Begeisterung wird hier erzählt, wie Paul Nipkow den Fernseher erfand; es liest sich wie ein Roman aus einer anderen Welt. Mit welcher Gewissenhaftigkeit, aber auch mit welchem dichterischen Schwung werden die doch gewiß nicht gerade amüsanten Vorgänge der Bildzerlegung und -zusammensetzung dargestellt. Die Abschnitte über die Braunsche Röhre, über das Zwischenfilmverfahren, über Ikonoskop, farbiges und plastisches Fernsehen, Zeilensprung, relative und wirkliche Größe des Fernsehbildes, Projektion mit der Braunschen Röhre — sie enthalten eine ungeheure Fülle gar nicht allbekannter, sogar den Rundfunk-Spezialisten interessierender Tatsachen, und doch wird alles in so leichtem, nettem Plauderton berichtet, daß es jeder aufgeweckte Junge verstehen kann. Verstehen? Daß er das Buch in sich hineinschlingen wird.

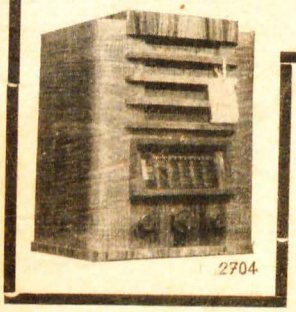
„Wunder der Wellen" ist wirklich ein Rundfunkbuch für jedermann. Gewöhnlich meint man mit „jedermann" den Laien, der sich aus Liebhaberei und Wissensdurst für etwas interessiert. Natürlich ist auch das Rhein'sche Buch in erster Linie für ihn geschrieben. Aber Rhein sieht in dem „jedermann" auch den Eingeweihten und Fachkundigen, und er hat sein Buch deshalb so gehalten, daß es ihm eine Fülle des Interessanten bringt, nicht nur in der Art der Darstellung, sondern auch in sachlicher Hinsicht. Die vielen eingestreuten biologischen Tatsachen, die unwahrscheinlich und märchenhaft anmuten und doch alle ihre Grundlage in fleißiger Forschung und umfassender Literaturkenntnis haben, machen die Lektüre des Buches schon allein zu einem Genuß; für den Funktechniker dürfte das Buch seinen größten Wert aber darin haben, daß es in allen Teilen die große Linie der Zusammenhänge zwischen den Teilgebieten, vor allem aber auch die Zusammenhänge zwischen der Technik und dem täglichen Leben aufzeigt, die man allzuleicht vergißt. So kann man sich niemand vorstellen, der von diesem Buch nicht beglückt und befriedigt sein wird. *Schw.*

Die physikalischen Grundlagen der Rundfunktechnik. Von F. Weichart. Dritter Teil. 4. verbesserte Auflage. 1936. Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68. — 180 Seiten mit 110 Abb., broschiert 2,70 RM, in Leinenband 3,— RM.

Die Weichartschen „Grundlagen", die den „Funk" nun schon fast während der ganzen Zeit seines Bestehens begleiten und die von seinen Lesern gern benutzt werden, um selbst die Grundlagen für das Verstehen schwierigerer Aufsätze zu gewinnen, sind wieder auf den neuesten technischen Stand gebracht worden. Von der vierten Auflage liegen bisher die Bände I und II vor; nunmehr ist auch der dritte Band erschienen. Zu ihm wird sich in Kürze ein vierter Band gesellen; es war in Anbetracht des großen Umfangs des zu behandelnden Stoffes notwendig, den bisherigen dritten Band auf zwei Bände aufzuteilen.

Der neu erschienene dritte Band ist den Röhren und den Röhrenschaltungen gewidmet. Er beginnt mit dem Mechanismus der Elektronen-Emission und der Wirkung der Anodenspannung und der Raumladung, behandelt die ungesteuerte Gleichrichterröhre, die Dreipolröhre und die Verwendung der Röhre als Verstärker und beschäftigt sich dann eingehend mit den Verstärkerschaltungen und ihrer Wirkungsweise. Daran schließt sich eine Darstellung der Arbeitsweise der Röhre als Schwingungserzeuger und der praktischen Anwendung dieser Schaltungen im Röhrensender und beim Überlagerungsempfang. Schließlich findet das Audion eine eingehende Darstellung.

Der Hauptvorteil der Weichartschen Bücher liegt in der großen Anschaulichkeit, mit der — unter Zuhilfenahme leicht verständlicher, fast immer an Zahlenbeispielen erläuterter Formeln und Rechnungen und vieler graphischer Darstellungen — selbst schwierige Zusammenhänge klar gemacht werden. Es gibt wohl kein anderes Buch, das jedem Leser — gleichgültig, mit welchen Vorkenntnissen er an die Lektüre herangeht — die Vorstellungen über die Arbeitsweise der Röhren und der Röhrenschaltungen in so großer Klarheit und Übersichtlichkeit vermittelt. *Schw.*



Zweikreis-Dreiröhrenempfänger für Allstrom

PHILIPS-HAMBURG D 43 GW

Aufgabe des Empfängers

In der Schaltung des bewährten Zweikreis-Dreiröhrenempfängers sollte ein Allstromgerät entwickelt werden, das sich durch hohe Leistung und große Zuverlässigkeit und Sicherheit auszeichnet, vor allem aber auch durch eine gute musikalische Wiedergabe. Unbedingte Sicherheit wurde dadurch erzielt, daß der Antennen- und Erdanschluß über durchschlagsichere Kondensatoren, der des Tonabnehmers und des zweiten Lautsprechers aber über Übertrager mit getrennten Wicklungen vorgenommen wird. Durch die Verwendung von Eisendraht-Wasserstoffwiderständen mit großem Regelbereich ist es möglich, den Empfänger ohne weitere Umschaltung an 110 bis 150 Volt, oder an 150 bis 250 Volt Netzspannung anzuschalten.

Technische Daten

Der Empfänger „Philips-Hamburg D 43 GW" kann an Gleichstrom und Allstrom angeschlossen werden. Er ist mit folgenden Röhren bestückt:

Hochfrequenzstufe	Fünfpol-Regelröhre	CF 3
Empfangsgleichrichter	Fünfpol-Schirmröhre	CF 7
Endstufe	Fünfpol-Endröhre	CL 2
Netzgleichrichter	Einweggleichrichter	CY 1

Als Vorschaltwiderstand wird für Spannungen unter 150 Volt die Stromregulatorröhre C 2, bei Spannungen über 150 Volt die Röhre C 1 benutzt.

Der Empfänger wird in einem Edelholzgehäuse in Hochformat geliefert, im Zusammenbau mit einem permanentdynamischen Lautsprecher. Die Vollsicht-Linearskala ist etwas schräg gestellt und im übrigen, wie Abb. 2 zeigt, von jedermann leicht von vorn auswechselbar. Die Bedienungsgriffe betätigen den Wellenschalter und die Abstimmung, den Netzschalter und Lautstärkeregler und die Rückkopplung; an der Rückseite des Empfängers befinden sich ferner griffgerecht ausgebildete Knöpfe bzw. Hebel den Klangfarbenregler, die Einstellung des umschaltb Sperrkreises, die Einschaltung der Lichtnetzantenne und Ausschaltung des eingebauten Lautsprechers (Abb. 3).

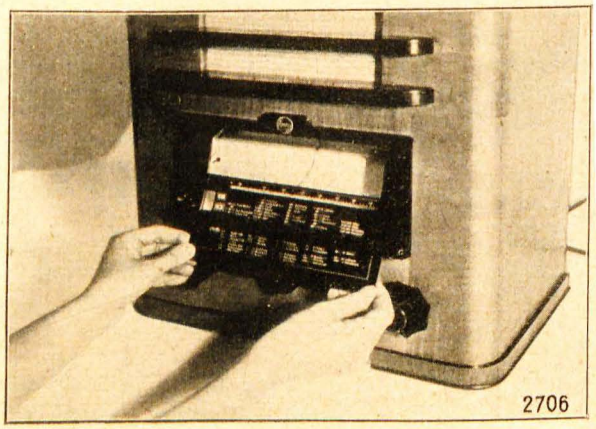


Abb. 2. Auswechseln der Skala

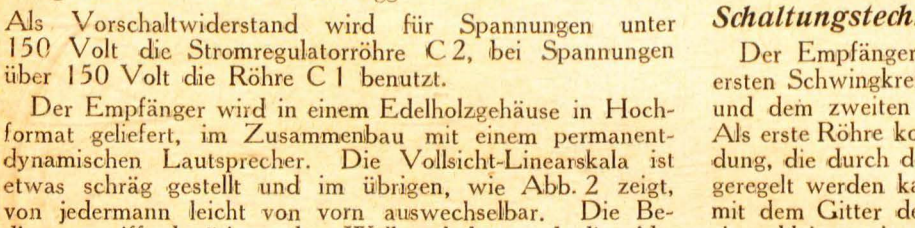


Abb. 1. Prinzipschaltung des Philips-Hamburg D 43 GW

den Anschluß von Antenne, Erde, Tonabnehmer u Außenlautsprecher sind tief versenkte, berührungssich Steckdosen vorgesehen. Wellenbereiche: 200 bis 600 u 800 bis 2000 m. Leistungsentnahme aus dem Netz: Gleichstrom 110 Volt 24 Watt, 220 Volt 55 Wa bei Wechselstrom 110 Volt 25 Watt, 220 Volt 55 Wa

Schaltungstechnik

Der Empfänger besitzt zwischen der Antenne und de ersten Schwingkreis, desgl. zwischen der Hochfrequenzstu und dem zweiten Kreis induktive Kopplungen (Abb. 1 Als erste Röhre kommt eine Fünfpol-Regelröhre zur Anwe dung, die durch den Kathodenregler *L* in ihrer Verstärku geregelt werden kann. Der erste Kreis ist nicht unmittelb mit dem Gitter der ersten Röhre verbunden, sondern üb einen kleinen, einmal auf den Bestwert einzustellenden Ko densator; das hat mancherlei Vorteile: die Eingang Kapazität der Röhre kann den Kreis nicht verstimme wenn eine andere Röhre eingeset wird, und man kann die Kopplu zwischen Kreis und Röhre und d mit das Trennvermögen bei d Grundeinstellung in gewissen Gre zen ändern. Die zweite Röhre ist a Rückkopplungs-Audion geschalte die Rückkopplung wird durch eine Kondensator geregelt. Die Endstu ist an das Audion in Widerstand kopplung angeschlossen, die sich vo dem Üblichen nur durch die zwe gliedrige Hochfrequenzsperre vor de Gitter der Endröhre unterscheide Der Klangfarbenregler besteht in üb licher Weise aus Festkondensato und Regelwiderstand und ist an de Anode der Endröhre angeordne Der Ausgangstransformator hat zw Sekundärwicklungen; an die eine i die Schwingspule des eingebaute Lautsprechers angeschlossen, währen die zweite zum Anschluß des Außen lautsprechers dient.

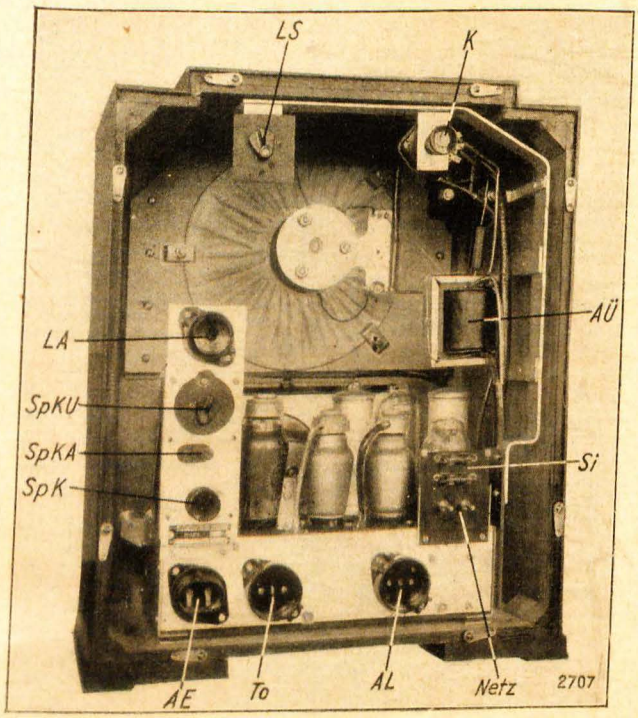
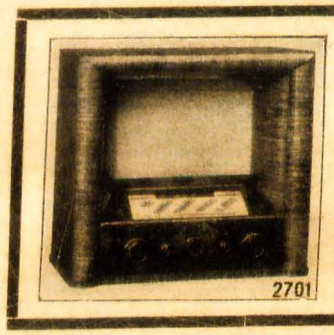


Abb. 3. Rückansicht des Gerätes. LS = Lautsprecherschalter, K = Klangfarbenregler, AÜ = Ausgangsübertrager, Si = Sicherungen, AL = Außen-Lautsprecher, To = Tonabnehmer, AE = Antenne und Erde, SpK = Sperrkreis-Abstimmung, SpKA = Sperrkreis-Ausschaltung, SpKU = Sperrkreis-Umschaltung, LA = Lichtnetzantennen-Schalter

Der Netzteil ist infolge Fortfalls sämtlicher Umschalteinrichtungen sehr einfach durchgebildet. Netzseitig sind zunächst zwei reichlich bemessene Hochfrequenzdrosseln angeordnet, die die Antennenwirkung des Lichtnetzes aufheben. Der Heizkreis des Gerätes wird aus dem Eisenwiderstand (Stromregulatorröhre) C 1 bzw. C 2 und den in Reihe liegenden Heizfäden gebildet. Für die Gleichrichtung des Anodenstromes ist die indirekt beheizte Einweg-Gleichrichterröhre CY 1 vorgesehen, die über den Schutzwiderstand R_S auf den ersten Ausgleichskondensator C_B arbeitet. Die Siebkette des Netzteiles besteht aus den beiden Kondensatoren C_A und C_B und der Netzdrossel *NeD*. Die Speisung der Anoden und Schirmgitter erfolgt in der üblichen Weise über Vorschaltwiderstände, die empfängerseitig nach Masse durch Entkopplungs-Kondensatoren verbunden sind.

Einzelheiten des Aufbaues

Die Einzelteile befinden sich auf einem ziemlich kleinen eisernen Grundgestell, auf das rückseitig zwei Flacheisen-Gestelle aufgebaut sind, die den Ausgangsübertrager, die Hochfrequenzdrosseln für die Netzleitung, den Klangfarbenregler, den Lautsprecher-Ausschalter, den Schalter für die Lichtnetzantenne und schließlich den Sperrkreis tragen. Diese aus Abb. 3 deutlich ersichtliche Konstruktion hat den Vorteil, daß die genannten Teile weit vom eigentlichen Hoch- und Niederfrequenzteil abgerückt sind, daß sie aber trotzdem nicht einzeln in das Holzgehäuse einmontiert werden müssen, denn das würde bei einer Nachprüfung des Gerätes, wozu man das Gestell aus dem Gehäuse herausnehmen muß, sehr viel Arbeit und Ärger verursachen. Bemerkenswert sind der sehr kleine, allseitig geschlossene Zweigang-Drehkondensator, dsgl. die beiden je 32 μF großen Elektrolytkondensatoren der Anodenstrom-Siebkette. *Werkbilder*



Zweikreis-Dreihröhrenempfänger für Wechselstrom und Allstrom

SCHALECO-TRAUMLAND

Aufgabe des Empfängers

Der Zweikreis-Dreiröhrenempfänger üblicher Schaltung sollte in musikalischer Hinsicht eine Weiterentwicklung erfahren. Es waren also sowohl schaltungstechnisch als aufbaumäßig und in der Bemessung der Einzelteile Maßnahmen zu treffen, die ein Höchstmaß an Naturtreue der Wiedergabe und Verzerrungsfreiheit gewährleisten. Interessant ist, daß in diese Bemühungen auch das Empfängergehäuse einbezogen wurde, das damit seiner bisher rein passiven Einstellung entkleidet wird.

Technische Daten

Der Empfänger wird als „Schaleco-Traumland W" für Wechselstrom und mit den Kennbuchstaben GW für Allstrom gebaut, und zwar unter Verwendung der folgenden Röhren:

		~	≅
Hochfrequenzstufe	Fünfpolschirmröhre	AF7	CF7
Empfangsgleichrichter ...	Fünfpolschirmröhre	AF7	CF7
	und Doppel- Zweipolröhre	AB2	CB2
Endstufe	Fünfpol-Endröhre	AL2	CL2
Netzgleichrichter	Doppelweggleichrichter ..	AZ1	
	Einweggleichrichter		CY1

Der Empfänger wird zusammen mit einem dynamischen Lautsprecher in ein Holzgehäuse eingebaut. Er besitzt eine schräggestellte, ziemlich flachliegende Linearskala mit farbigem Bereichmelder. Sämtliche Bedienungsknöpfe liegen in einer Reihe unterhalb der Skala; von links nach

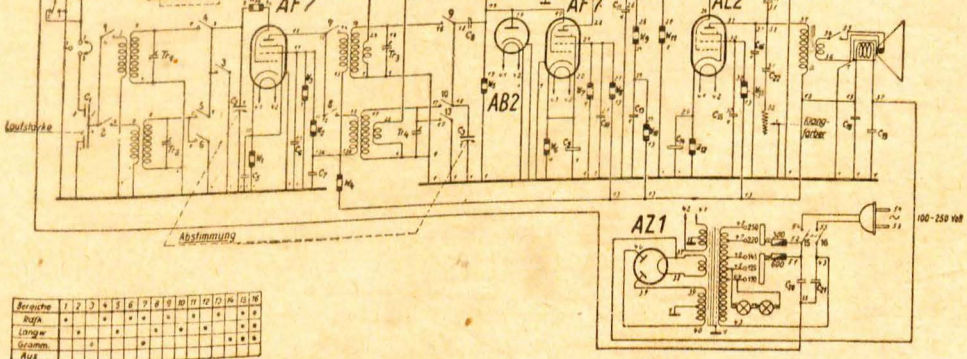


Abb. 1. Prinzipschaltung des Schaleco-Traumland W

rechts: Lautstärkeregler, Rückkopplung, Ausschalter und Wellenschalter, Klangfärber, Abstimmung. In den Empfänger kann ein Sperrkreis eingesteckt werden, dessen Kondensator in üblicher Weise durch eine aus der Rückwand herausragende geriffelte Scheibe eingestellt wird; der Sperrkreis ist auf beide Wellenbereiche umschaltbar. Anschlußmöglichkeit für zweiten Lautsprecher ist vorhanden; der eingebaute Lautsprecher kann durch Lösen einer Schraube ausgeschaltet werden. Wellenbereiche: 200 bis 580, 800 bis 2000 m. Leistungsentnahme aus dem Netz: Wechselstromgerät 55 Watt, Allstromgerät bei 110 Volt Gleichstrom etwa 28 Watt, bei 220 Volt Gleichstrom etwa 53 Watt, bei 110 Volt Wechselstrom etwa 28 VA, bei 220 Volt Wechselstrom etwa 53 VA.

Schaltungstechnik

Abb. 1 zeigt die Schaltung des Wechselstromgerätes. Es folgen aufeinander: 1. Schwingkreis, Hochfrequenzstufe mit Fünfpol-Schirmröhre, 2. Schwingkreis, Audion mit Fünfpol-Schirmröhre und einer zwischen Gitter und Masse angeordneten Doppel-Zweipolröhre (als einfache Zweipolröhre geschaltet) zur Verringerung des Klirrfaktors, Widerstands-Kondensator angekoppelte indirekt geheizte Fünfpol-Endröhre. Die Antenne — eine sich selbsttätig einschaltende Lichtnetzantenne ist eingebaut — liegt an dem einen Stator des Dreiplatten-Kondensators C_1, der als Lautstärkeregler wirkt. Im übrigen ist die Antenne induktiv auf die Schwingkreisspulen gekoppelt. Die Hochfrequenzstufe wird mit festen Spannungen betrieben; für das Schirmgitter wird die Spannung durch einen Spannungsteiler hergestellt. Der zweite Kreis ist induktiv angekoppelt. Die folgende Fünfpol-Schirmröhre ist mit Gitterblock und Ableitungswiderstand als Audion geschaltet. Dem Ableitungswiderstand liegt hier aber eine Zweipolröhre parallel, deren Widerstand bei negativen Spannungen am Gitter unendlich groß ist, bei positiven Spannungen aber auf einen kleinen Wert zurückgeht. Diese Anordnung hat eine Verringerung des Klirrfaktors zur Folge[1]). Das Audion weist eine bedienbare Rückkopplung auf, die durch den Dreiplattenkondensator C_4 geregelt wird.

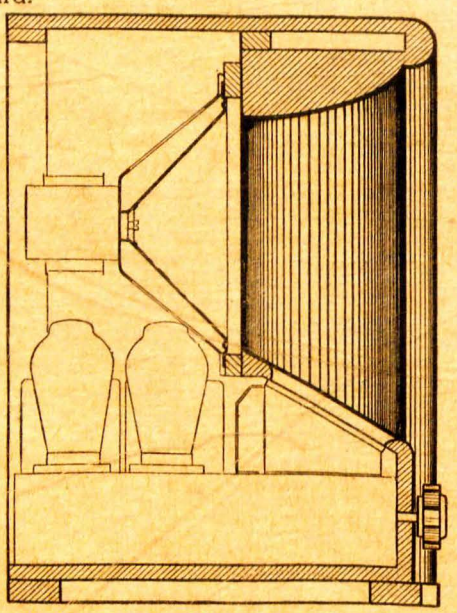


Abb. 2. Das Gehäuse des Empfängers im Schnitt

Die Endstufe ist in reiner Widerstandskopplung angeschlossen. Sie speist den eingebauten Lautsprecher über einen Übertrager, während der Außenlautsprecher über einen Kondensator angekoppelt wird. Die Feldspule des eingebauten Lautsprechers dient gleichzeitig als Siebdrossel für den Anodenstrom.

[1]) Siehe Elektrotechnische Zeitschrift, 1935, Nr. 37, Seite 1021.

Einzelheiten des Aufbaues

Auffallend ist vor allem die konstruktive Gestaltung des Gehäuses, das Abb. 2 im Schnitt wiedergibt. Man erkennt daraus, daß es sich um ein sehr tiefes Gehäuse handelt, bei dem die Querwand, an der der Lautsprecher angebracht wird, etwa in der Mitte angeordnet ist. Der vordere Teil des Gehäuses ist trichterartig ausgearbeitet, und diese abgerundeten Wände sind so stark ausgeführt, daß keine Eigenresonanzen auftreten können. Diese Anordnung hat das Ziel, ein Mitschwingen des Gehäuses wirksam zu verhindern und außerdem durch einen möglichst langen Weg zwischen vorderem und hinterem Membranrand die Abstrahlung der tiefen Töne zu verbessern. Der Weg vom vorderen zum hinteren Rand beträgt bei diesem Empfänger dort, wo er am kürzesten ist, noch rund 65 cm.

Das eiserne Empfängergestell trägt auf der Oberseite einen ziemlich kleinen Zweigang-Drehkondensator, die beiden Spulensätze (der Empfänger macht von Eisenkernspulen

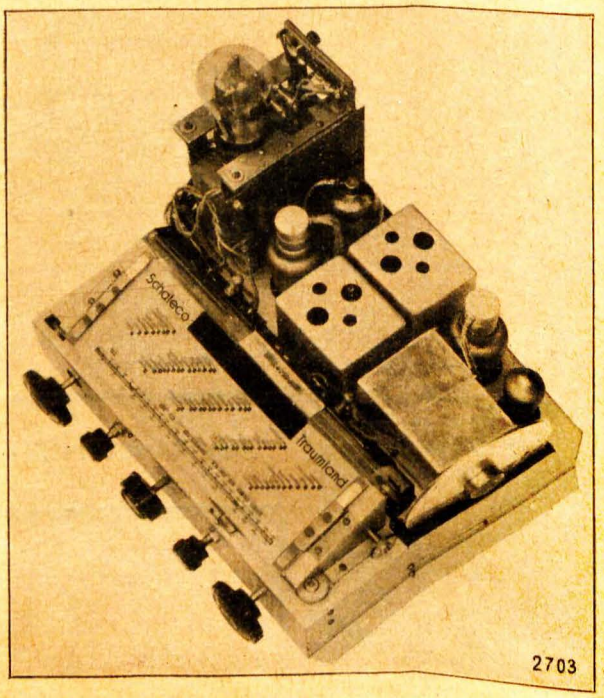


Abb. 3. Der Innenaufbau des Gerätes

Gebrauch), die Röhren, den Netztransformator mit aufgebauter Gleichrichterröhren-Fassung und die geräumige Skalenanordnung. Drehkondensator und Skalenzeiger werden von einem Seilzug angetrieben. Auch der Bereichmelder, eine Blende, die entsprechende farbig beleuchtete Felder freigibt, wird vom Schalterknopf aus über Kurvenscheibe, Hebelmechanismus und Seilzug bewegt. Bei der Skala wurde besonderer Wert auf eine gleichmäßige, helle Durchleuchtung gelegt; sie wird mit Hilfe von zwei Soffittenlampen und einem weiß gespritzten Reflektor in Größe der Skala erzielt.

Der Innenraum des Empfängergestells zeichnet sich durch einen sehr übersichtlichen Einbau der Widerstände, Kondensatoren usw. aus; alle Teile sind leicht zugänglich und können bei Schadhaftwerden schnell ersetzt werden. Auch die in der Mitte durch das Gerät laufende Schalterachse, die insgesamt 16 Kontaktfedern betätigt, liegt frei, so daß die Federn erforderlichenfalls leicht nachjustiert werden können. Empfängergestell und Lautsprecher sind durch eine etwa 75 cm lange sechsadrige Schnur verbunden; infolgedessen kann man das Gerät bequem aus dem Gehäuse herausnehmen, um es durchzumessen und dgl., ohne daß eine einzige Lötverbindung aufgetrennt werden müßte.

Werkbilder

CQ MITTEILUNGEN DES DEUTSCHEN AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGS-DIENSTES e. V.

JAHR 1936 (DASD e. V.) JAHR 1936

HERAUSGEBER: DEUTSCHER AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGSDIENST e. V.
ANSCHRIFT: BERLIN-DAHLEM, SCHWEINFURTHSTRASSE 78, FERNRUF: G 6 (BREITENBACH) 38
DIE BEILAGE „CQ" ERSCHEINT MONATLICH / GESONDERT DURCH DEN DASD e. V. BEZOGEN VIERTELJÄHRLICH 3,—

Kurzwellenempfänger — eine Übersicht

Von **Rolf Wigand D 4 cxf**

Die nachstehende Arbeit hat den Zweck, eine Einführung in die Empfängertechnik zu geben, ohne sich dabei allzu sehr in Einzelheiten zu verlieren. Insbesondere wurde davon abgesehen, vollständige Schaltbilder für alle vorkommenden Empfängerkategorien zu geben, um den Überblick nicht zu erschweren.

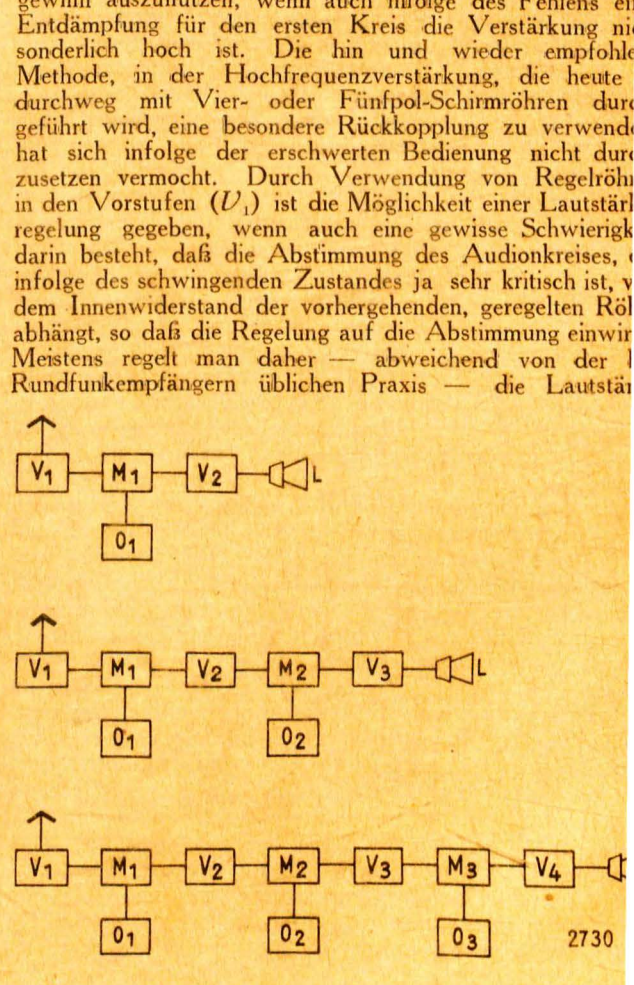
Um noch zwei Baubeschreibungen und einen Aufsatz über „Messungen an Empfängern" erweitert, ist die CQ 1936, Heft 2, auch als „Kurzwellen-Empfänger"-Sonderheft erschienen und kann zum Preise von RM 0,50 durch die Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94, bezogen werden.

Die Schriftleitung

Die Entwicklung des Kurzwellenempfängers konnte von Anfang an auf der Röhre als Hauptbestandteil basieren und brauchte nicht die vielerlei Umwege beschreiten, die den früheren Empfängern beschieden waren. Die Rückkopplungsschaltung, die die Selbsterregung des Audions gestattete, bildete den Ausgangspunkt. Während man beim Telegraphieempfang auf längeren Wellen für einen guten Schwebungsempfang ungedämpfter Telegraphiezeichen — infolge der ziemlich großen, zur Erzeugung der Frequenzdifferenz erforderlichen prozentualen Verstimmung des Oszillators gegen die Empfangsfrequenz — gezwungen ist, einen getrennten Überlagerer zu verwenden, ist das beim Schwebungsempfang auf Kurzwellen nicht so notwendig, da die Selektivität einfacherer Geräte zu gering ist, als daß eine nennenswerte Lautstärkeeinbuße infolge der notwendigen Verstimmung sich bemerkbar machen könnte. Der Geradeausempfänger, und zwar zunächst das Rückkopplungsaudion bildete den Ausgangspunkt der Entwicklung.

In der Abbildung sind schematisch die hauptsächlichsten Empfangsprinzipien skizziert, und zwar wurden die Bezeichnungen V für einen Verstärker, M für eine Stufe, in der die Umwandlung in eine andere Frequenz stattfindet, O für den Erzeuger der hierzu erforderlichen Hilfsschwingung und L für den Lautsprecher bzw. Kopfhörer gewählt. Das einfache Audion mit Rückkopplung besteht demnach aus den Bestandteilen M_1, O_1 und L, d. h. es wandelt mit Hilfe der — von ihm selbst erzeugten — Hilfsschwingung (M und O in einer Röhre vereinigt) die ankommenden, ungedämpften Zeichen in tonfrequente Zeichen um, die dem Kopfhörer zugeleitet werden. Die Verstärker V_1 (auf der Zeichenfrequenz) und V_2 (auf der Tonfrequenz) sind dabei nicht vorhanden.

Der nächste Schritt ist die Verwendung eines Verstärkers zur Verstärkung der von M_1 abgegebenen tonfrequenten Zeichen (V_2). Diese Empfängertype erfreut sich in Amateurkreisen auch heute noch weitgehender Beliebtheit, weil sie bei relativ geringem Aufwand — vor allen Dingen für die Abstimmittel — mit zwei bis drei Röhren einen g ausgezeichneten Empfang auch schwächster Zeichen dem Kopfhörer ermöglicht. Mit Rücksicht auf die Un nehmlichkeiten einer Ankopplung der Antenne an den A stimmkreis des Audions selbst hat man mancherlei Sch tungen ersonnen, um die Antenne von der Ausstrahl der im Audion erzeugten Schwingung frei zu machen, u als einzige wirkungsvolle Anordnung hat sich die dur gesetzt, vor M_1 noch einen auf der Zeichenfrequ arbeitenden Verstärker V_1 einzusetzen. In der einfachs Form verwendet man hier einen nicht abgestimmten E gangskreis mt einer Drosselspule oder einem Ohmsch Widerstand. Vorteilhaft ist es natürlich, den durch A stimmung auf die Zeichenfrequenz möglichen Verstärkun gewinn auszunutzen, wenn auch infolge des Fehlens ei Entdämpfung für den ersten Kreis die Verstärkung ni sonderlich hoch ist. Die hin und wieder empfohle Methode, in der Hochfrequenzverstärkung, die heute durchweg mit Vier- oder Fünfpol-Schirmröhren dur geführt wird, eine besondere Rückkopplung zu verwend hat sich infolge der erschwerten Bedienung nicht dur zusetzen vermocht. Durch Verwendung von Regelröh in den Vorstufen (V_1) ist die Möglichkeit einer Lautstärk regelung gegeben, wenn auch eine gewisse Schwierigk darin besteht, daß die Abstimmung des Audionkreises, infolge des schwingenden Zustandes ja sehr kritisch ist, v dem Innenwiderstand der vorhergehenden, geregelten Röh abhängt, so daß die Regelung auf die Abstimmung einwir Meistens regelt man daher — abweichend von der Rundfunkempfängern üblichen Praxis — die Lautstär



nach dem Audion am Eingang zum Tonfrequenzverstärker U_2. Erlaubt man sich den Luxus zweier Stufen in U_1, so kann man die Regelung durch die erste Röhre besorgen, die ja dann durch die zweite vom Audion getrennt ist.

Bei Empfängern mit mehrkreisiger Vorselektion, also mit zwei oder mehr Hochfrequenzverstärkerstufen vor dem Audion, kann sich die steigende Trennschärfe bereits dahingehend auswirken, daß ein getrennter Überlagerer eine größere Lautstärke ermöglicht als die Überlagerung im Audion selbst. Im Interesse einer hohen Empfindlichkeit wird man allerdings auch dann auf die Rückkopplung im Audion nicht verzichten können, so daß die Bedienung — selbst bei mechanischer Kopplung aller Drehkondensatoren — nicht sehr einfach wird. Geradeausempfänger mit mehr als einer Hochfrequenzstufe sind nur vereinzelt im Gebrauch, weil im Gegensatz zu Wellen oberhalb 200 m, bei denen beispielsweise noch ein Dreikreiser eine außerordentlich große Selektivität zu erreichen gestattet, die Dämpfung der Kreise auf Kurzwellen meist erheblich größer ist. Damit sinkt außer der möglichen Trennschärfe natürlich auch die Verstärkung, die ja von der Größe des Außenwiderstandes und damit von der Dämpfung abhängt. Wo es gilt, größere Selektionen und — gegebenenfalls — auch größere Verstärkungen zu erzielen, ist man darauf angewiesen, die hohe Frequenz der Kurzwelle in eine niedrigere Hochfrequenz zu verwandeln und auf dieser dann die erforderliche Selektion und Verstärkung einzusetzen. Dann erst erfolgt die Überlagerung auf Tonfrequenz.

Das zweite Blockschema bringt den allgemeinen Superhet, in dem U_1 wieder der Verstärker für die Zeichenfrequenz, M_1 die „Mischstufe" für die Umwandlung in die Zwischenfrequenz (mit Hilfe der von O_1 erzeugten Hilfsschwingung), U_2 der Zwischenfrequenzverstärker ist, während M_2 mit dem Überlagerer O_2 die „Mischung" bzw. Umwandlung in Tonfrequenz besorgen, die in U_3 verstärkt werden kann.

In der einfachsten Form besteht also ein solcher Superhet aus einem schwingenden, rückgekoppelten Audion, das um die Zwischenfrequenz gegen die Zeichenfrequenz verstimmt ist und einem auf die Zwischenfrequenz abgestimmten, ebenfalls schwingenden, zweiten Rückkopplungsaudion, das um die gewünschte Tonfrequenz gegen die Zwischenfrequenz verstimmt ist. Es ist einleuchtend, daß die relativ große Verstimmung des ersten Audions besonders bei höheren Zwischenfrequenzen und relativ niedrigen Empfangsfrequenzen einen hohen Verstärkungsverlust mit sich bringt, zumal die „Umwandlungsverstärkung" (Verhältnis der Spannung am Zwischenfrequenzkreis zur Spannung am Gitter des Audions) normalerweise recht gering ist. Obendrein ist — ebenfalls wegen der Verstimmung — auch der Wirkungsgrad der Gleichrichtung im zweiten Audion recht ungünstig. Wesentlich besser ist es daher, getrennte Überlagerer in beiden Fällen zu verwenden bzw. die neueren Mischröhren einzusetzen (Achtpolröhren, Sechspol-Dreipol-Verbundröhren), auf jeden Fall also für die Hilfsschwingungen (O_1 und O_2) getrennte Abstimmkreise zu verwenden, um die Möglichkeit zu haben, den Empfangskreis bzw. den Zwischenfrequenzkreis auf die Sollfrequenz abstimmen und die erforderliche Verstimmung in den Oszillatorkreis legen zu können. Eine höhere Verstärkung kann zunächst durch einen Zwischenfrequenzverstärker (U_2) vorgenommen werden, dann auch durch einen Tonfrequenzverstärker (U_3).

Man könnte der Ansicht sein, daß ein abgestimmter Verstärker (U_1) auf der Zeichenfrequenz, der ja doch nicht viel verstärkt, für einen Kurzwellensuperhet überflüssig sei. Dabei ist aber folgendes zu berücksichtigen. Bezeichnet man die Empfangsfrequenz mit fe, die Oszillatorfrequenz mit fo, die Zwischenfrequenz mit fz, so gelten für die Zwischenfrequenz die folgenden beiden Gleichungen: $fz = fo - fe$ und $fz = fe - fo$. Das bedeutet, daß mit einer gegebenen Oszillatorfrequenz zwei verschiedene Empfangsfrequenzen dieselbe Zwischenfrequenz erzeugen! Wie man leicht nachprüfen kann, ergibt sich für eine gewünschte Zeichenfrequenz fe und eine festgelegte Zwischenfrequenz fz die unerwünschte „Spiegelfrequenz" fs zu $fs = fe + 2\,fz$, sie liegt also gewissermaßen als Spiegelbild „auf der anderen Seite" der Oszillatorfrequenz, für die sich $fo = fe + fz$ ergibt (von der zweiten Bedingung für die Oszillatorfrequenz: $fo = fe - fz$ macht man in der Praxis aus naheliegenden Gründen selten Gebrauch). Es kann nun vorkommen, daß bei einer bestimmten Oszillatoreinstellung für eine zu empfangende Station gerade ein starker Störsender auf der Spiegelfrequenz arbeitet und dieselbe Zwischenfrequenz ergibt, so daß das gewünschte Zeichen gestört bzw. unaufnehmbar ist. Je höher die Zwischenfrequenz und je niedriger die Zeichenfrequenz, desto weiter liegt die Spiegelfrequenz von der Zeichenfrequenz entfernt, desto leichter ist es also, die Selektivität der Eingangskreise groß genug zu machen, um eine hinreichende Schwächung der Spiegelfrequenz zu erreichen. Hier ist aber eine Grenze gesetzt. Einmal ist eine Selektivitätserhöhung des gesamten Empfängers bereits durch das Prinzip der Frequenzumwandlung erwünscht. Je höher der Unterschied zwischen Empfangs-(Zeichen-) Frequenz und Zwischenfrequenz, desto größer ist ja die allein hierdurch erreichbare Selektivitätserhöhung. Nimmt man als Beispiel eine Zeichenfrequenz von 10 000 kHz an und die Frequenz eines störenden Senders zu 10 010 kHz (prozentuale Verstimmung von 0,1 %), so wird bei einer Zwischenfrequenz von 100 kHz ($fo = 10\,100$ kHz) der Störer auf die Zwischenfrequenz 90 kHz, also auf eine um 10 % gegen fz verstimmte Frequenz transponiert, während bei $fz = 1000$ kHz die dem Störer zugeordnete Zwischenfrequenz (990 kHz) nur um 1% gegen fz verstimmt ist ($fo = 11\,000$ kHz). Ist — gleichen Verlauf der Resonanzkurven für fe und fz vorausgesetzt — die Selektivität im ersten Falle auf den hundertfachen Betrag gestiegen, so erreicht sie im zweiten Falle nur noch den zehnfachen Wert. In Wirklichkeit ist die Selektionsvergrößerung noch erheblich höher, je niedriger fz ist, weil sich dann — insbesondere durch Verwendung von Eisenspulen — Güteziffern der Kreise erzielen lassen, die um Größenordnungen besser sind als für fe. Man ist also beim Superhet — für Kurzwellen weit mehr als für längere Wellen — stets zu einem Kompromiß gezwungen. Will man den Aufwand für die Vorselektion klein halten, so muß man eine hohe Zwischenfrequenz verwenden und zur Erreichung der erforderlichen Selektion und Verstärkung mehr im Zwischenfrequenzverstärker aufwenden, will man aber am Zwischenfrequenzverstärker sparen und daher eine niedrigere Zwischenfrequenz verwenden, so muß man entsprechend größere Vorselektion anwenden.

Aus der nachstehenden Tabelle geht für die verschiedenen Amateurbänder und drei verschiedene, typische Zwischenfrequenzen fz die Lage der Oszillator- und Spiegelfrequenzen hervor. Man kann leicht feststellen, daß bei $fz = 120$ kHz in jedem Falle die Spiegelfrequenz in einen Teil des Empfangsbandes fällt, während das bei einer Zwischenfrequenz von $fz = 450$ kHz nur im 28 000 kHz-Band der Fall ist. Bei einer Zwischenfrequenz von 1600 kHz endlich ist auch dieses Band außerhalb des Bereiches der Spiegelfrequenzen. Hieraus ergibt sich von selbst die Möglichkeit, einen Kunstgriff anzuwenden, der an Vorselektion sparen hilft und es erlaubt, die Zwischenfrequenz nur gerade so groß zu machen, wie das erforderlich ist, um für die höchste zu empfangende Frequenz die Spiegelfrequenzen aus dem Band herauszubringen (450 bis 500 kHz für Empfänger, die bis etwa 20 m herunter„gehen", 1500 bis 1600 für 10 m-Superhets) und dann an den Eingang des Empfängers eine Spiegelfrequenzsperre zu legen, die alle Frequenzen, die höher sind als die höchste zu empfangende, stark schwächt. Filter dieser Art sind — unter entsprechender Dimensionierung — ähnlich gebaut wie die Siebketten der meist verwendeten Netzanschlußgeräte, bestehen also aus Längsdrosseln und Querkondensatoren. Besonders stark störende, benachbarte Sender, deren Spiegelüberlagerung in den Empfangsbereich fällt, können meist auch durch Sperrkreise entsprechend in ihrer Lautstärke ver-

Band	kHz	f_z=120 kHz		f_z=450 kHz		f_z=1600 kHz	
		f_o kHz	f_s kHz	f_o kHz	f_s kHz	f_o kHz	f_s kHz
I	1715..2000[1])	1835.. 2120	1955.. 2240	2165.. 2450	2615.. 2900	3315.. 3600	4915.. 5200
II	3500..4000[2])	3620.. 4120	3740.. 4240	3950.. 4450	4400.. 4900	5100.. 5600	6700.. 7200
III	7000.. 7300	7120.. 7420	7240.. 7540	7450.. 7750	7900.. 8200	8600.. 8900	10200..10500
IV	14000..14400	14120..14520	14240..14640	14450..14850	14900..15300	15600..16000	17200..17600
V	28000..30000	28120..30120	28240..30240	28450..30450	28900..30900	29600..31600	31200..33200

[1]) In Deutschland für Amateure gesperrt. [2]) In Deutschland 3500.....3600 kHz.

mindert werden. Bemerkt sei, daß man Frequenzen des Rundfunkbereichs meist nicht als Zwischenfrequenzen verwendet, daß aber dann, wenn man nicht gerade die Frequenz des Ortssenders oder eines besonders stark einfallenden Fernsenders gewählt wird, hier kaum Bedenken bestehen, auch diese Frequenzen gegebenenfalls für fz zu wählen.

Die Verwendung sehr selektiver Superhets für den Kurzwellen-Telegraphieempfang hat dazu geführt, daß man zu der von Chr. Schmelzer früher („CQ" 1935, H. 5, S. 69) beschriebenen Methode des „Einfachzeichenempfangs" überging, die s. Zt. (1932) von J. J. Lamb in der „QST" zuerst angegeben wurde. Dabei wird so abgestimmt, daß das Zeichen genau in Resonanz mit dem Zwischenfrequenzverstärker ist und der Zwischenfrequenzüberlagerer um die gewünschte Tonfrequenz (etwa 1000 Hz) dagegen verstimmt. Kann man — durch Verwendung rückgekoppelter Zwischenfrequenzverstärker oder durch Benutzung von Quarzen als Abstimmittel — eine sehr große Steilheit der Resonanzkurven im Zwischenfrequenzteil erreichen, so wird die eine 1000-Hz-Überlagerung auf die „Spitze" der Resonanzkurve fallen und erheblich verstärkt werden, während die zweite 1000-Hz-Überlagerung, die man auch hier wieder als „Spiegelfrequenz" bezeichnen kann, auf den steil abfallenden Ast der Resonanzkurve zu liegen kommt und daher eine um so erheblichere Einbuße an Verstärkung erleidet, je größer der Verstärkungsabfall bei dieser geringfügigen Verstimmung ist. Bei den von den Amerikanern viel verwendeten „Single-Signal-Superhets" (Einfachzeichen-Superhets) mit Quarz sollen sich Lautstärkenunterschiede von 400 zu 1 zwischen dem Zeichen und dem „Spiegelbild" ergeben. Von der Erläuterung weiterer Einzelheiten und anderer Vorteile dieser Verwendung von Quarzen sei hier abgesehen, da die „S. S. S." bisher in Deutschland noch nicht an Boden gewinnen konnten.

Hier seien nur die zwei zur Zeit wohl vollkommensten S. S. S.-Kurzwellenempfänger kurz besprochen (s. a. „QST" 1935, Mai S. 21 ff.), die in den USA bisher auf den Markt gekommen sind. Von der National Co., Malden, Mass., wird der „HRO" auf den Markt gebracht, ein Empfänger, der außer einer ganz besonders guten Abstimmskala folgende Merkmale hat: Zwei Stufen Verstärkung (Fünfpol-Regelröhren) auf der Zeicherfrequenz, Mischröhre (Fünfpol-Regelröhre) mit getrenntem Oszillator (elektronengekoppelte Fünfpolröhre), zwei Stufen Zwischenfrequenzverstärkung (Fünfpol-Regelröhren), Empfangs- und Schwundausgleich-Gleichrichter und Niederfrequenzverstärker (Doppelzweipol-Fünfpol-Verbundröhre), getrennten, elektronengekoppelten Zwischenfrequenz-Oszillator (Fünfpolröhre) und Fünfpol-Endröhre. Vor der ersten Zwischenfrequenzröhre ist ein abschaltbares Quarzfilter vorgesehen. Der Empfangsbereich ist 1,7 bis 30 mHz in vier Stufen, die je etwas größer als 2 zu 1 sind, der Abstimmknopf wird für eine Drehung von 180 Grad zehnmal gedreht, die Skala hat 500 Teile, auf 400 von ihnen kann man durch einfache Umschaltung an dem als Einheit auswechselbaren Spulensatz (vier Spulen pro Satz) die Amateurbänder auseinanderziehen, so daß man auf den Amateurbändern pro volle Umdrehung des Abstimmknopfes etwa 30 bis 50 kHz bestreicht. Der Schwundausgleich ist abschaltbar.

Noch weiter getrieben ist die Röhren- und Stufenzahl bei dem neuen Kurzwellenempfänger von der Hammarlund Mfg. Co. Inc. New York, dem „Super Pro", der außer zwei Fünfpolregelröhren auf der Zeichenfrequenz, einer Siebenpol-Mischröhre mit getrenntem, elektronengekoppelten Oszillator und drei normalen Zwischenfrequenzstufen mit Fünfpol-Regelröhren als vierte Zwischenfrequenzstufe (!!!) — in einer Anwandlung von Sparsamkeit anscheinend — eine Doppelzweipol-Fünfpol-Verbundröhre als Zwischenfrequenzverstärker und Empfangsgleichrichter verwendet. Eine gleiche Röhre dient zur Lieferung der (verstärkten) Regelspannung für die Lautstärke-Automatik (abschaltbar), eine weitere Röhre als elektronengekoppelter Zwischenfrequenz-Überlagerer. Es folgt eine Dreipolröhre als Niederfrequenzverstärker, endlich eine Fünfpolendröhre als Steuerstufe für zwei im Gegentakt (kombinierter A- und B-Verstärker) geschaltete Endröhren. Zwei Gleichrichterröhren liefern die erforderlichen Betriebsspannungen. Der gesamte Bereich von 540 bis 20 000 kHz wird in fünf Bereichen erfaßt, die mittels eines Umschalters gewählt werden können. Bandabstimmung für die Amateurbänder ist vorgesehen. Quarzfilter, abschaltbarer Schwundausgleich usw. sowie ein „Sende-Empfangs-Schalter" gehören weiterhin zur Ausstattung dieses 16-Röhrengerätes (nach WDRI-Berechnung sind es allerdings „nur" 11 Röhren!).

Ein anderer Weg, der im kommerziellen Betrieb bisweilen zur Erzielung sehr hoher Selektionen und Verstärkungsziffern beschritten wird, ist der, (s. Abb.) außer einem Vorverstärker auf der Zeichenfrequenz (V_1) noch einen zweiten auf einer relativ hohen Zwischenfrequenz (V_2) einzusetzen, die mittels Mischröhre M_1 und Oszillator O_1 erzeugt wird. Man bekommt hier zunächst einmal eine entsprechende Trennung von den Spiegelfrequenzen und kann dann in einer zweiten Mischstufe (M_2, O_2) auf eine erheblich niedrigere Zwischenfrequenz transponieren, die einen großen Selektionszuwachs und — im Verstärker V_3 — eine entsprechende Verstärkung bringt. In der dritten Mischstufe (M_3, O_3) wird dann endlich auf Tonfrequenz überlagert, die nach abermaliger Verstärkung (V_4) dem Lautsprecher, Kopfhörer oder Schreiber zugeführt wird. Erwähnt sei, daß nach dem heutigen Stand der Technik die Verstärkung auf der Zeichenfrequenz nicht nur deshalb erforderlich ist, um eine entsprechende Vorselektion treffen zu können, die ja mit der Verstärkung gleichzeitig erfolgt — schließlich könnte man aber auch einfach gekoppelte Kreise ohne Röhren verwenden —, sondern daß man eine gewisse Verstärkung der Zeichen auch aus dem Grunde vornimmt, weil man in der Mischröhre meist mit einem bestimmten Geräuschpegel zu rechnen hat und zu schwache Signale Gefahr laufen, in diesem unterzugehen. Man wird also (trotz der für deutsche Mischröhren niedriger als bei den amerikanischen „Pentagrid-Convertern" etc. liegenden Geräuschspannung) zweckmäßigerweise die Zeichen soweit verstärken, daß sie mit einer hinreichend oberhalb der Geräuschspannung liegenden Amplitude auf die Mischröhre treffen.

Vor der Besprechung des neuesten Empfängerprinzips, das in erster Linie für den Ultrakurzwellenempfang entwickelt wurde, aber auch für normale Kurzwellen sich eine Bedeutung sichern wird, muß noch kurz auf eine Abart des normalen Rückkopplungsaudions hingewiesen werden, den „Überrückkopplungsempfänger" (Superregenerativ). Beim Audion ist die höchste Empfindlichkeit dann erreicht, wenn die Rückkopplung gerade die im Abstimmkreis auftretenden Verluste ersetzt, also die Dämpfung des Kreises gerade zu

Null geworden ist. Die richtige Einstellung der Rückkopplung auf diesen Wert läßt sich in der Praxis nicht erreichen, weil er sehr kritisch ist und infolgedessen selbst kleinste Schwankungen in den Elektronenstrom der Röhre, den Betriebsspannungen etc. die Arbeitsbedingungen zu stark verlagern. Ändert man aber die Rückkopplung sehr schnell von einem kurz vor der höchsten Empfindlichkeit liegenden Wert bis zu einem kurz jenseits davon liegenden, so wird bei jeder Änderung der Punkt höchster Empfindlichkeit einmal durchlaufen. Man nimmt diese Änderung, die ja auch mechanisch — etwa durch einen Motor, der die Rückkopplungseinstellung jeweils um den erforderlichen Betrag verstellt — bewirkt werden könnte, in der Praxis auf elektrischem Wege vor, indem man dem Audion, das bis kurz vor bzw. hinter den kritischen Punkt rückgekoppelt ist, eine Wechselspannung niedriger Frequenz (oberhalb des Bereiches der Tonfrequenzen) aufdrückt und deren Amplitude so bemißt, daß der Arbeitspunkt im Rythmus dieser Hilfsfrequenz den kritischen Punkt durchläuft. Auf diese Weise kann man — insbesondere bei Ultrakurzwellen — eine Verstärkung um Größenordnungen erreichen. Außerdem hat man in den USA, in denen diese Schaltung für den UKW-Empfang sehr verbreitet ist — herausgefunden, daß die vom Überrückkopplungsaudion an den nachfolgenden Verstärker abgegebene Tonfrequenzspannung in den weitesten Grenzen unabhängig ist von der Amplitude der Zeichen, mit anderen Worten, daß hier die Eigenschaften der sonst üblichen Schaltungen für die selbsttätige Lautstärkeregelung vorhanden sind. Obendrein wurde festgestellt, daß die Empfindlichkeit der Superregenerativempfänger gegenüber Zündstörungen etc. sehr schwach ist.

Nimmt man den Superregenerativempfänger auf einer höheren Frequenz (je größer die Frequenzdifferenz zwischen Empfangsfrequenz und Hilfsfrequenz, desto größer die Verstärkung!) als Grundlage, so kommt man zu dem neuesten Kurzwellenempfängertyp, dem „Super-Infragenerator", der im Laboratorium der ARRL entwickelt wurde. Bei diesem Gerät wird außer einem Verstärker V_1 auf der Zeichenfrequenz (beispielsweise 56 bis 60 MHz) und dem normalen, ersten Frequenzwandler M_1, O_1, der die Zeichen auf eine relativ niedrige Zwischenfrequenz — hier etwa 1,5 MHz — transponiert (Erreichung großer Selektivität), ein zweiter Frequenzwandler M_2, O_2 verwendet, der auf eine hohe Frequenz transponiert (etwa 22,5 MHz) und diese dem Superregenerativ-Audion M_3 mit Hilfsoszillator O_3 zuführt. Ein Niederfrequenzverstärker V_4 geht dem Lautsprecher vorauf. Ein Zwischenfrequenzverstärker auf der niedrigen, ersten Zwischenfrequenz (V_2) kann als Ergänzung verwendet werden.

Was die Eignung der verschiedenen Empfängerkategorien angeht, so muß festgestellt werden, daß die Ansichten der Fachleute hier noch recht stark auseinandergehen. So findet sich z. B. (s. a. an anderer Stelle dieses Heftes!) die Auffassung, man könne mit dem einfachen Rückkopplungsaudion infolge der weitgehenden Deckung der im Abstimmkreis auftretenden Verluste auch noch so schwache Zeichen aufnehmen, die bei Verwendung einer Hochfrequenzvorstufe oder einer Mischröhre (die ja normalerweise nicht rückgekoppelt sind!) in den Vorkreisen so viel Verluste zu überwinden hätten, daß die von ihnen erzeugte Nutzwechselspannung im Störpegel (Eigengeräusch) untergehe, während die enorme Verstärkung, die man z. B. bei Superhets erreichen könne, nur die Zeichen zur Geltung bringe und sie erheblich verstärke, die bereits hinreichend oberhalb des Störpegels liegen. Wenn auch diese Ansicht heute im Zeitalter der Mehrkreisempfänger und Superhets recht unwahrscheinlich klingt, so ist doch die Tatsache überraschend, daß bei der großen Mehrzahl der Kurzwellenamateure das einfache Audion mit nachfolgender Niederfrequenzverstärkung für den Kopfhörer-Telegraphie- (Schwebungs-) Empfang verwendet wird, während im Großstationsbetrieb und für den Lautsprecherempfang von Telephonie der Superhet dominiert. Beim Amateurempfänger kommt es häufig auf den Empfang von sehr schwachen, sich nur wenig über den Störpegel erhebenden Zeichen an. Es wäre denkbar, daß eine geschickte Ausnutzung der anfangs quadratischen Kenninie des Audions es ermöglicht, das Verhältnis zwischen Zeichen- und Störspannung zu verbessern, während beispielsweise beim Superhet, der gerade mit den neueren Mischröhren eine praktisch lineare Arbeitskurve hat, dieser Vorteil in Wegfall kommt. Im Großstationsbetrieb, wo meist am Sender und Empfänger Richtstrahler eingesetzt werden, die sowieso schon — abgesehen von den großen Sendeleistungen — ein gutes Verhältnis zwischen Empfangs- und Störspannung gewährleisten, ist die Sachlage eine ganz andere, ebenso beim Telephonieempfang. Es wäre zu wünschen, daß sich Meßspezialisten einmal mit dieser Frage beschäftigen. Als Rüstzeug braucht man einen Meßsender mit geeichtem Ausgangsspannungsteiler, dessen Ausgangsspannung — ein bei höheren Frequenzen schwieriges Problem — wirklich bis Null herabgeregelt werden kann und evtl. einen auf Tonfrequenz (etwa 1000 Hz) abgestimmten Spannungszeiger.

Allgemeines zum Bau von Empfängern

Von **W. Schramm**

Diese Ausführungen sollen sich besonders auf den Empfänger für die Amateurbänder beziehen; soweit es sich nicht ausschließlich auf Bandempfang bezieht, gilt das Folgende entsprechend auch für jeden anderen Empfänger.

Ebenso wichtig, wie ein guter Empfänger, ist eine gute Empfangsantenne. Die besten Ergebnisse erzielt man mit abgestimmten Antennen — z. B. Senderantennen, die auf die Bänder abgestimmt sind —, die über eine einstellbare Kopplung ihre aufgenommene Energie an den Empfänger abgeben. Ist die Antenne für sich nicht auf die zu empfangende Frequenz abgestimmt, so läßt sich dies leicht durch eine Spule und einen Kondensator, die in Reihe mit der Antenne liegen, ausgleichen. Die beste Übertragung der empfangenen Energie und damit die größte erreichbare Lautstärke wird nämlich nur dann erreicht, wenn Antenne und Eingangskreis auf die zu empfangende Frequenz abgestimmt sind und gerade „kritisch" gekoppelt sind. Eine Änderung der Antennenabstimmung hat dann auch keinen Einfluß mehr auf die Abstimmung des ersten Kreises. Die gebräuchliche Art der Kopplung durch eine Spule mit wenig Windungen hat nur solange keinen merklichen Einfluß auf die Abstimmung, wie die durch die Anschaltung der Spule gegebene Eigenfrequenz der Antenne weit genug von der zu empfangenden abliegt. Nähert man sich dieser Abstimmung, so macht sich dies bei einem Empfänger mit Audion an erster Stelle dadurch bemerkbar, daß die Rückkopplung zunächst immer schwerer und dann gar nicht mehr einsetzt: Schwingloch. Bei Bandempfängern empfiehlt es sich, die Antenne nur durch eine richtig ausprobierte Antennenspule auf die Mitte des Bandes abzustimmen und dann so lose wie eben notwendig zu koppeln (kritische Kopplung). Dabei erreicht man gleichzeitig, daß Störungen mehr zurücktreten. Überträgt man z. B. durch richtige Abstimmung und Kopplung 16mal soviel Energie auf den ersten Kreis, so kommt nur die vierfache Energie der Störung in den ersten Kreis, so daß der Empfangspegel um das vierfache höher als der Störpegel geworden ist.

Beginnt der Empfänger mit einer Hochfrequenzstufe oder Mischröhre bei Überlagerungsempfang, so ist ebenfalls durch die bereits genannten Mittel die Übertragung der Energie von der Antenne auf den ersten Kreis so gut wie möglich zu machen; die Auswirkung auf Erhöhung der Lautstärke und Verminderung der Störungen ist die gleiche. Man hat hier die Möglichkeit, bei einem erträglichen Abfall an Lautstärke fest abgestimmte Bandfilter für Bandempfang anzuwenden. Die beiden Bandfilterkreise werden auf die Mitte des Bandes abgestimmt und so weit gekoppelt, daß Doppelwelligkeit auftritt; ist die Antenne auf die Mitte des Bandes abgestimmt, so erfolgt eine nahezu gleichmäßige Energieübertragung im ganzen Band. Bei Überlagerungsempfängern ist diese Schaltung auch deshalb von großem Vorteil, weil dadurch die Möglichkeit des Empfanges der zweiten Überlagerung sehr vermindert wird.

Bei einer Gegenüberstellung von Hochfrequenzstufe und Überlagerungs-Mischstufe stehen den Vorteilen der Hochfrequenzstufe: Wegfall des Oszillatorkreises, Wegfall der Zweideutigkeit, einfachere Abgleichung und geringerer Preis der Röhre, die Vorteile des Supers gegenüber: größere Trennschärfe, größere Verstärkung (besonders bei höheren Frequenzen), einfacherer Aufbau des Audions (nur für die feste Zwischenfrequenz) und gute Eichbarkeit. Wenn auch im allgemeinen dem Super der Vorzug zu geben ist, so kann oft die Hochfrequenzstufe die bessere Lösung darstellen.

Um beim Überlagerungsempfänger das größte Übel, die Zweideutigkeit, zu beseitigen, muß man die Selektion der Eingangskreise so groß wie möglich machen und diese genau abstimmen; weiterhin macht man die Zwischenfrequenz so groß, wie es ratsam ist, um dadurch den Abstand bis zur zweiten Überlagerung so groß wie möglich zu machen; dadurch wird diese so weit geschwächt, daß sie auch beim Empfang schwacher Zeichen nicht mehr stören kann. Es hat sich als praktisch erwiesen, die Zwischenfrequenz bei Kurzwellenempfängern auf 1600 bis 1700 kHz zu legen; sie liegt dann oberhalb des Rundfunkbandes und wird nicht durch Rundfunksender gestört; außerdem liegt sie noch unter dem 1,7-mHz-Band und macht den ungestörten Empfang auch auf diesem Band möglich. Da in diesem Frequenzgebiet die Reichweite nicht groß ist und außerdem fast ausschließlich Sender mit geringer Energie arbeiten, sind Störungen durch diese nicht zu erwarten und auch noch nicht beobachtet worden. Da bei dem einfachsten Super mit Mischstufe, Audion und Endröhre zwischen gleich abgestimmten Kreisen niemals Verstärkerstufen liegen, ist keine Gefahr der Beeinflussung der einzelnen Stufen gegeben, wenn sie nicht allzu dicht nebeneinander oder fast ineinander aufgebaut sind; bei der Hochfrequenzstufe wird durch die notwendigen Verbindungen zur Röhre trotz bester Abschirmung eine Kopplung der gleich abgestimmten Kreise verursacht, die zu gegenseitiger Verstimmung und Schwingen der Vorröhre selbst führen kann.

Alle Rückkopplungsschaltungen weisen den Fehler auf, daß durch Änderung der Rückkopplung gleichzeitig eine Verstimmung auftritt. Diese Verstimmung läßt sich grundsätzlich auf ein Mindestmaß bringen, wenn man der Rückkopplungsspule so wenig wie möglich an Windungen gibt und sie so fest wie möglich mit der Abstimmspule koppelt. Erfolgt die Regelung durch einen mit der Spule in Reihe geschalteten Kondensator, so soll die Rückkopplungsspule an dem erdseitigen Ende der Abstimmspule liegen; bei der Regelung durch Ändern der Schirmgitter- oder auch Anodenspannung ist dies nicht unbedingt notwendig. Bei der letzteren Regelung muß man aber in Kauf nehmen, daß dadurch der Arbeitspunkt erheblich verlagert werden kann; dadurch ändert sich die Niederfrequenzverstärkung meist so stark, daß es schwierig wird, die richtige Größe und Kopplung der Rückkopplungsspule zu finden. Da beim Super die Rückkopplung nur für die feste Zwischenfrequenz abzugleichen ist, die auch noch verhältnismäßig niedrig ist, ist sie leichter zu beherrschen. Die an sich geringere Verstimmung bleibt bei allen Frequenzbändern erhalten. Bei richtigem Abgleich der Mischstufe kann man die Rückkopplung auch beim Umschalten auf einen anderen Bereich stehen lassen. Besitzt der Empfänger eine Regelung der Hoch- oder Zwischenfrequenzverstärkung, die durch Ändern der Gittervorspannung erfolgt, so ist zu beachten, daß durch die Änderung des Innenwiderstandes der geregelten Röhre auch die Rückkopplung beeinflußt wird; ist bei einer der Hochfrequenzstufen eine Rückwirkung auf den vorhergehenden Kreis vorhanden, dann ist der Einfluß besonders groß. Bei den meisten Mischschaltungen ist bei der Regelung der Gittervorspannung eine Verschiebung der Oszillatorfrequenz die Folge. Es ist infolgedessen meist besser, auf eine Regelung der Hoch- oder Zwischenfrequenzverstärkung zu verzichten und die Regelung im Niederfrequenzteil vorzunehmen; diese Regelung kann durch verschieden starkes Anziehen der Rückkopplung unterstützt oder auch ganz ersetzt werden.

Normalerweise wird man auf das Audion die Endstufe folgen lassen. Eine Ausnahme davon sollten nur die Empfänger bilden, die mit so niedriger Anodenspannung betrieben werden müssen, daß die Verstärkung der einzelnen Stufen verhältnismäßig gering geworden ist. Bei Vollnetzempfängern wird man auch deshalb möglichst wenig Niederfrequenzverstärkung verwenden, weil sonst sehr starke Siebung notwendig wird. Wegen der Gefahr einer Induktion von Netzbrummen bei Drossel- oder Transformatorkopplung — besonders beim Zusammenbau von Empfänger und Netzteil — ist es besser, Widerstandskopplung zu verwenden; bei den üblichen hohen Anodenspannungen ist die Verstärkung vollständig ausreichend. Wird mehr Verstärkung verlangt, soll sie vor dem Empfangsgleichrichter verlegt werden. Da nunmehr auch Fünfpol-Schirmröhren für Batterieheizung und niedrige Anodenspannung gebaut werden, so ist auch hier Widerstandsverstärkung möglich.

Die Anschlüsse für den Kopfhörer sollten aus Gründen der Sicherheit nur über einen Ausgangstransformator angeschlossen werden; von diesem müssen Kern und ein Ende der Sekundärwicklung geerdet sein. Mindestens sollte jedoch eine Drossel im Anodenkreis der Endröhre liegen, über die der Hörer durch einen Kondensator gelegt ist; die Lade- und Entladeströme des Kondensators beim Ein- und Ausschalten des Empfängers fließen allerdings hierbei noch über den Hörer.

Über die Speisung des Empfängers aus Batterien ist wenig zu sagen. Es soll hier nur auf zwei Punkte hingewiesen werden. An Stelle der vieladrigen Batteriezuleitungen soll man möglichst nur die Gesamtspannung zuführen und die kleineren Spannungen durch Vorwiderstände erzeugen, die durch Kondensatoren abgeblockt sind; man erreicht damit gleichzeitig eine Verriegelung gegen ungewollte Rückkopplungen innerhalb der teilweise gemeinsamen Zuleitungen. Zweitens sei noch einmal darauf hingewiesen, daß etwas verbrauchte Batterien, deren innerer Widerstand ziemlich angestiegen ist und die wegen Polarisation einzelner Zellen anfangen zu rauschen, durch Überbrücken mit einem Block von einigen Mikrofarad recht gut beruhigt werden können und noch etwas Dienst tun können.

Bei Speisung des Empfängers aus dem Wechselstromnetz tritt häufig trotz ausreichender Siebung besonders beim Empfang höherer Frequenzen eine Brummodulation auf. Der Grund dafür ist darin zu suchen, daß die Hochfrequenz nicht nur über die Antenne in den Empfänger kommt, sondern auch durch die Netzleitung. Andererseits gelangt auch Hochfrequenz von dem schwingenden Audion über den Gleichrichter in die Netzleitung und von da wieder in die Antenne. Da der Gleichrichter jedesmal nur während einer kurzen Zeit durchlässig ist und dann wieder sperrt, ist die Hochfrequenz im Takte der Stromstöße moduliert und kommt so in den Empfänger oder vom Audion über Gleichrichter und Netz in die Antenne. Abhilfe schafft man da-

durch, daß man induktionsfreie Kondensatoren von 5000 bis 10 000 cm von den Gleichrichteranoden nach Minus legt; genügt das noch nicht, so müssen in die beiden Netzzuleitungen Drosseln gelegt werden; unter Umständen ist es notwendig, auf einer Seite der Drosseln noch Kondensatoren nach Erde zu legen. Bleibt dann noch eine Modulation übrig, so rührt sie nicht mehr vom Gleichrichter her; ist die Siebung nicht doch der schuldige Teil, so stört manchmal ein anderer gleichzeitig laufender Apparat, der ebenfalls einen Gleichrichter enthält. Die Störung muß dann an diesem Gleichrichter beseitigt werden.

Bei der Ausführung der Schaltung ist darauf zu achten, daß das Chassis nicht als Verbindungsleitung in Abstimmkreisen verwandt werden darf, da dadurch Kopplungen von Kreisen entstehen, die sich nicht übersehen lassen und deshalb auch in den seltensten Fällen zu beseitigen sind. Weiterhin sind besonders die Verbindungen von Abstimmspulen mit den Abstimmkondensatoren so kurz wie möglich zu machen; dafür darf lieber eine Zuleitung zum Gitter oder zur Anode etwas länger werden. Die Verbindung führt nämlich den Schwingstrom im Kreis, der meist einige hundertmal größer ist als der Strom in der Zuleitung; seine koppelnde Wirkung ist infolgedessen auch einige hundertmal größer. Dadurch dürfte auch die häufig aufgeworfene Frage geklärt sein, ob es besser sei, die Leitungen von Kondensator und von Spule getrennt bis zum Gitter zu führen oder beide zu verbinden und mit einer Leitung bis zum Gitter zu führen.

Reflexempfänger für den UKW-Empfang

Die in den letzten Monaten in fast allen Teilen der Welt erzielten 10-m-DX-Erfolge werden bei vielen OMs reges Interesse hervorgerufen haben. So mancher D oder DE würde sich auch auf diesem interessantesten aller Amateurbänder betätigen, wenn sein vorhandener Empfänger nur auf 28 mHz schwingen wollte. Der in Deutschland sehr stark verbreitete Schirmgitteraudionempfänger hat in vielen Fällen die unangenehme Eigenschaft, nur bis ca. 11 m herunterzuschwingen. Um jenen OMs, welche mit diesen Schwierigkeiten zu kämpfen haben, helfen zu können, wurde ein moderner UKW-Standardempfänger entwickelt, der in folgendem beschrieben wird.

Bei der Entwicklung des obengenannten Empfängers standen folgende Punkte im Vordergrund: 1. Das Gerät muß eichfähig sein, das heißt unabhängig von der Antenne. 2. Neben modulationsfreiem Vollnetzbetrieb soll der Empfänger auch für reinen Batterieanschluß verwendbar sein. Der erste Punkt läßt sich mit einer Schirmgitter-Vorröhre oder mit dem bekannten T-Widerstandsglied erreichen. Aus Preisgründen kam die Vorröhre in Fortfall, und da das T-Glied eine Lautstärkenschwächung von etwa einer R-Stufe hervorruft, wurde die Reflexschaltung angewendet. Die zweite Forderung läßt sich in einer Kompromißlösung durch Verwendung der modernen Außenkontaktröhren mit 2,5 Wattkathoden verwirklichen. Die beiden im Gerät benutzten Röhren benötigen bei einer Heizleistung von 5 Watt einen Heizstrom von 1,25 Amp. Dieser Strom läßt sich schon für längere Zeit aus einem mittelmäßigen Akkumulator entnehmen. Das hauptsächliche Anwendungsgebiet des Empfängers wird der Empfang des 10-m-Amateurbandes und des Fernsehbandes zwischen 6 und 8 m sein. Um auch die Möglichkeit zu haben, die Oberwellen der in der Nähe der Amateurbänder liegenden Großstationen beobachten zu können, kann durch Auswechseln von drei Spulen ein Wellenbereich von 6 bis 12 m bestrichen werden. Ein Empfang höherer Frequenzen wäre selbstverständlich mit kleineren Spulen möglich. Da der Landesgruppenbetriebsdienst in Kürze nur noch auf dem 10-m-Bande (29—30 mHz) laufen soll, muß der Empfänger für den Notfall auch mit Vollbatterieanschluß betriebsfähig sein. Als Eichpunkte lassen sich die Oberwellen von WQP, WQT, JNJ, DIP, PCT, EAJ u. a. anwenden.

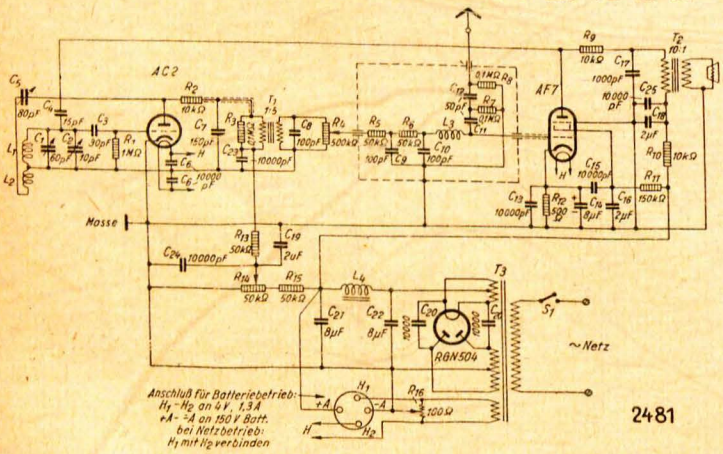


Abb. 1

In Abb. 1 ist das Gesamtschaltbild des Empfängers gezeigt. Eine Dreipolröhre, AC 2, arbeitet in normaler Rückkopplungsaudionschaltung, während eine Fünfpolröhre, AF 7, als Hochfrequenz- und Niederfrequenz-Verstärker betrieben wird. Der Doppelweggleichrichter RGN 504 besorgt die Anodenspannung. Aus Abb. 2 ist die Anordnung der Röhren ersichtlich. Der Hochfrequenz-Stromlauf ist folgender: Von der Antenne gelangt die Hochfrequenz über die beiden Kopplungskondensatoren C_{12} und C_{11} mit einer resultierenden Kapazität von 25 pF zur Drosselspule L_3. Die sich an L_3 bildende Spannung gelangt zum Steuergitter der AF 7, welche am Widerstand R_9 von 10 kΩ eine verstärkte Hochfrequenz-Spannung abgeben soll. Die Spannung an R_9 wird über den Kopplungsblock C_4 von 15 pF an den Schwingkreis $L_1/C_1/C_2$ weitergeleitet. Die am Gitter der AC 2 liegende Audionkombination (bestehend aus C_3 von 30 pF und R_1 von 1 MΩ) besorgt nach dem Prinzip der Gittergleichrichtung an der Anode eine Trennung der Niederfrequenz vom hochfrequenten Träger. Der Widerstand R_2, 10 kΩ, soll ein unmittelbares Abfließen der Hochfrequenz verhindern, vielmehr gelangt sie über den Trimmer C_5 (max. 80 pF) zur Rückkopplungsspule L_2 die zur Entdämpfung bzw. zur Selbsterregung des Schwingkreises $L_1/C_1/C_2$ dient.

Die noch etwas mit Hochfrequenz behaftete niederfrequente Wechselspannung gelangt über R_2 zum Zwischenübertrager T_1, 1 : 5. Parallel der Sekundären von T_1 liegt der Lautstärkeregler R_4. Die an R_4 abgegriffene Spannung durchläuft ein dreifaches Siebglied, R_5, R_6, je 50 kΩ und L_3. Sie gelangt nun fast gänzlich gesäubert von der abgestimmten Hochfrequenz an das Gitter der AF 7, welche am Ausgangsübertrager T_2, 10 : 1, die ca. 150fach verstärkte Niederfrequenz abgibt und dem Kopfhörer zuführt.

Der Gleichstromlauf ist wie folgt. 2×300 Volt Wechselspannung werden an der RGN 504 gleichgerichtet und über das Siebglied C_{21}, L_4, C_{22} dem Gerät zugeführt, wobei die Anodenspannung der AC 2 am Potentiometer R_{14}, R_{15} (je 50 kΩ) abgegriffen wird. R_{14} dient gleichzeitig zur Regelung der Rückkopplung. Über R_{13}, T_1 und R_2 gelangen beim Schwingungseninsatz etwa 30 Volt an die Anode. Über R_{10}, T_2 und R_9 bekommt die AF 7 eine Anodenspannung von ca. 200 Volt. Eine Schirmgitterspannung von 100 Volt wird durch den Spannungsabfall am Widerstand R_{11} von 150 kΩ erzeugt. Die Gittervorspannung erzeugt der Kathodenstrom ($I_a + I_{SG}$) am Widerstand R_{12} von 500 Ω. Im Gerät fließt ein SG-

Strom von 1 mA und ein Anodenstrom von 3 mA, also ergibt sich eine Vorspannung von —2 Volt. Das extra herausgeführte Fanggitter der AF 7 liegt auf Erdpotential. Die Heizung der beiden Röhren liegt parallel und wird dem Transformator T_3 entnommen. Ein Pol der Heizung wird den Röhren direkt zugeführt, während der andere Pol an eine an der Rückwand des Chassis montierte 5polige Röhrenfassung gelegt ist. Diese Röhrenfassung ist für den Batterieanschluß notwendig. (Abb. 3 und Abb. 4.) Die Anschlußpunkte H_1 und H_2 werden mit dem Heizakku bzw. bei Netzbetrieb miteinander verbunden. Der Gitterpunkt liegt an Minus, während der Anodenpunkt an Plus Anodenspannung angeschlossen ist. Für den Batterieanschluß ist ein alter Röhrensockel mit einem vieradrigen Anschlußkabel geeignet. Die Netzspannung wird über den Schalter S_1 und eine etwa 1,5 m lange Anschlußschnur zur Steckdose geführt.

Auffällig viel Hochfrequenz-Säuberungsmittel mußten im Gerät verwendet werden. Um einen sauberen Rückkopplungseinsatz, d. h. größte Ausnützung der Entdämpfung zu bekommen, ist es außerordentlich wichtig, das Gitter der AF 7 von der vom Eingang kommenden Hochfrequenz fernzuhalten. Das *RC*-Glied, R_2 und C_7 ist bei 30 mHz noch nicht wirksam genug, um T_1 hochfrequenzlos zu lassen. Es ist immer noch ein beträchtlicher Teil Hochfrequenz an der Sekundärwicklung vorhanden. Aus diesem Grunde ist C_8, 100 pF, direkt an den Klemmen der Sekundärwicklung angeschlossen. R_4 dient ebenfalls zur Dämpfung der ungewollten Spannung. Ein Irrtum ist es, anzunehmen, daß jetzt die Hochfrequenz endlich begraben wäre. Erst das doppelte *RC*-Glied, R_5/C_9, R_6/C_{10} und die Drossel L_3 sorgen dafür, daß das Gitter von störender Hochfrequenz befreit ist. C_6, C_{23} und C_{24}, je 10 000 pF, haben sich nachträglich noch als nützlich herausgestellt. Was für das Gitter der AF 7 gesagt wurde, gilt in demselben Maße auch für die Anode. Auch hier muß für das saubere Abfließen der Hochfrequenz gesorgt werden. Um die niederfrequente Dämpfung nicht zu groß werden zu lassen, wurde C_{17} mit 1000 pF bemessen; jedoch direkt hinter T_2 liegen noch einmal 10 000 pF. Diese beiden Kondensatoren sind von großer Wichtigkeit. Um eine Hochfrequenz-Verstärkung der AF 7 überhaupt zu ermöglichen, sind die Kondensatoren C_{13} und C_{15} je 10 000 pF unerläßlich. Um direkte Einstreuung zu vermeiden, ist das Reflexfilter durch eine Aluminiumabschirmhaube geschützt.

Das doppelte *CR*-Glied C_{12}/R_8 und C_{11}/R_7 verhindert das Vordringen unerwünschter Störspannungen. Die Leitungen von R_2 nach T_1, von T_1 nach R_4, von R_4 nach R_5 sowie von L_3 zum Gitter der AF_7 sind abgeschirmt. Die beiden Kondensatoren C_{20} von je 10 000 pF dienen zur Hochfrequenz-Abteilung am Gleichrichter. Sämtliche bis jetzt erwähnten Kondensatoren müssen induktionsfrei sein, während die Widerstände kapazitätsarme Massewiderstände sein sollten. Die Niederfrequenz-Säuberung gestaltet sich bedeutend einfacher. R_{13}, 50 kΩ, sorgt mit C_{19} (2 µF) für die Beruhigung der Audionanodenspannung. R_{10}, 10 kΩ, mit C_{18} (2 µF) beruhigen die Anodenspannung der AF_7, während die Schirmgitterspannung durch R_{11} (150 kΩ) und C_{16} (2 µF) gesäubert wird. Der Kathodenwiderstand R_{12} ist für die Tonfrequenz mit einem Elektrolytkondensator von 8 µF überbrückt. (Plus liegt an Kathode). Für die Säuberung der Netzanode sind zwei Elektrolytkondensatoren zu je 8 µF (450 Volt), C_{21}, C_{22} sowie die 30 Hy-Drossel L_4 eingebaut. Zur Symetrierung der Heizung dient der Entbrummer, R_{16}. Die Stellung der Transformatoren zueinander ist in Abb. 2 deutlich ersichtlich. Bei falscher Polung der Transformatoren T_1 oder T_2 ist eine niederfrequente Selbsterregung möglich, welche jedoch durch Umpolen der Sekundärwicklung von T_1 behoben werden kann.

Neben der Verwendung der Reflexschaltung wurde im Empfänger wohl erstmalig eine Hochfrequenz-Pentode als Endröhre benützt. Vom ökonomischen Standpunkt aus betrachtet, ist die AB 7 einer Entpentode, etwa der RENS 1374 d, in jeder Hinsicht vorzuziehen. Um bei der 1374 eine ca. 30fache Verstärkung erzielen zu können, muß eine Gleichstromleistung von 9 Watt aufgewendet werden. Dazu addiert sich die Heizleistung von 4,2 Watt. Mit der AF 7 läßt sich aber bei einer Gleichstromleistung von 1 Watt plus 2,5 Watt Heizleistung eine 150fache Verstärkung erreichen. Schwierigkeiten entstehen dabei höchstens mit der Anpassung an den großen Innenwiderstand der AF 7. In einer Meßschaltung nach Abb. 5 wurde die Verstärkung in Abhängigkeit der Frequenz gemessen. Da sich durch die Frequenzabhängigkeit eines Kopfhörers sowieso keine musikalischen Qualitäten erzielen lassen, ist ein Abfall der Verstärkung bei höheren oder

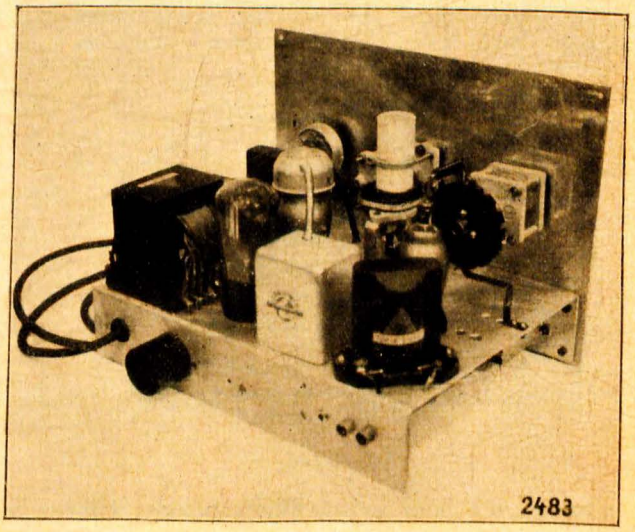


Abb. 3. Seitenansicht des Empfängers

tiefen Frequenzen nicht weiter kritisch. Für den Telegraphieempfang ist diese Eigenschaft sogar wünschenswert. Bei Verwendung eines Transformators 10 : 1 wurde bei einer Eingangsspannung von 0,04 Volt eff, 800 Hz, am Kopfhörer, welcher an Stelle des Meßwiderstandes von 4 kΩ angeschaltet war, eine Spannung von 3,7 Volt gemessen. Der in der Anode liegende Widerstand R_9 von 10 kΩ bringt keine niederfrequente Lautstärkenschwächung mit sich. Man muß sich diesen Widerstand als eine Erhöhung des Innenwiderstandes vorstellen, was bei einem R_i und 2 MΩ nichts ausmacht.

Der Drehkondensator C_1 (60 pF) ist mit einer Rastenscheibe versehen worden, welche 8 Rasteinschnitte hat.

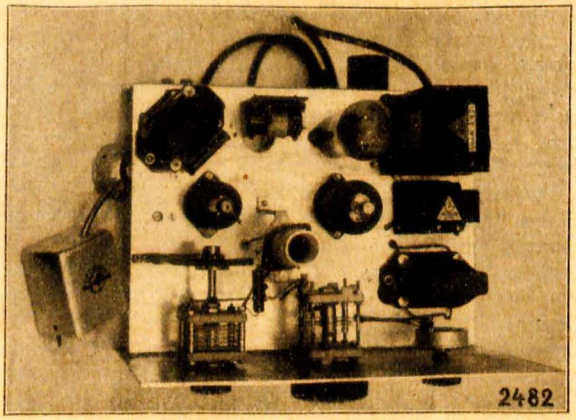


Abb. 2. Draufsicht des Empfängers. Die Abschirmkappe des Reflexfilters ist abgenommen

Dadurch ist es möglich, den Kondensator um siebenmal 8,5 pF stufenweise verändern zu können. Parallel zu C_1 liegt ein mechanisch einwandfreier Drehkondensator C_2 von

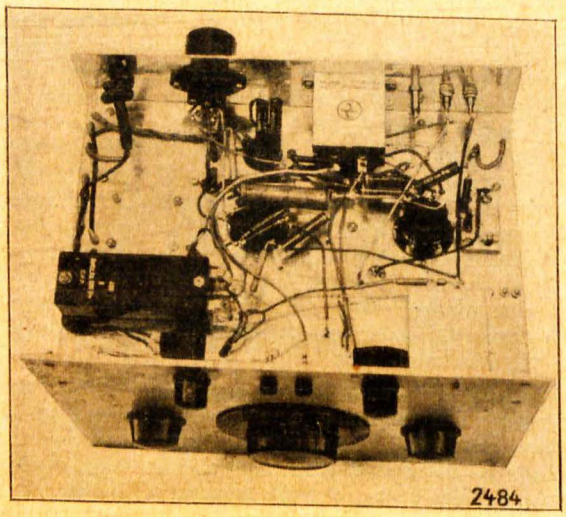


Abb. 4. Chassisansicht von unten

10 pF, der jeweils eine Bestreichung eines Rastbereiches mit Überlappung gestattet. C_2 muß so beschaffen sein, daß kein toter Gang bzw. keine schlechte Lagerung vorhanden ist. Abb. 2 und 3 zeigen die Abstimmorgane.

Der Aufbau geht wie folgt vor sich: Auf einem 2 mm starken Aluminiumchassis von 285 × 205 × 55 mm sind die benötigten Teile untergebracht worden. Abb. 2, 3, 4. Das Chassis ist so bemessen worden, daß es in einen DIN A 4-Kasten eingesetzt werden kann. Es ist mit der Vorderplatte des Kastens verschraubt. Die in Abb. 4 ersichtlichen Bedienungsknöpfe betätigen in der oberen Reihe von links nach rechts den Rastenkondensator, den Band-

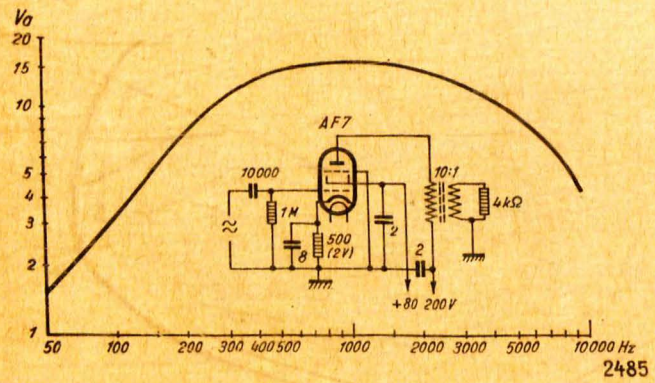


Abb. 5

kondensator mit Skala und die Rückkopplung. Darunter befinden sich der Lautstärkeregler, Telephonanschluß und Netzschalter.

Abb. 2 zeigt das Filter geöffnet. Alle an der Unterseite des Chassis montierten Teile gibt Abb. 4 wieder. Bei der Leitungsführung ist folgendes zu beachten. Das Chassis ist nur an einer einzigen Stelle mit der allgemeinen Sammelleitung verbunden. Die Erdleitung ist isoliert eingeführt und am selben Punkt angeschlossen worden. Schwingkreisleitungen sowie die Sammelleitung sind mit 2 mm starkem Draht geschaltet worden. Alle Hochfrequenz-Überbrückungskondensatoren sind an ihren Bestimmungspunkten mit kurzen Leitungen direkt anzulöten. Die Leitung von R_9 nach C_4 ist kurz zu halten. Beide Röhren haben eine gesondert herausgeführte Abschirmung, welche direkt zu erden ist. Als Spulenträger ist auf stabilen Winkeln eine Calitröhrenfassung etwa 70 mm über dem Chassisboden montiert.

Anfangs wurde schon erwähnt, daß 3 Spulen notwendig sind. Als Spulenträger wurde ein bereits im Handel befind-

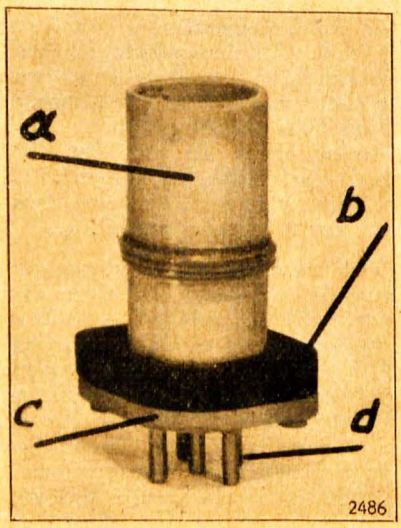


Abb. 6. Spule 1, 12 — 9,4 m

licher Calitkörper von 25×55 mm benützt. In Abb. 6 erkennt man die Zusammensetzung der Spulen: a) Calitkörper, b) Pertinax-Flansch mit 25 mm Loch und zwei 3-mm-Gewindelöchern, c) demontierte VE-Calit-Röhrenfassung. Die Kontakthülsen sind entfernt. d) 3-mm-Stecker mit Gewindeansatz. a und b sind mit Cohesan H miteinander verklebt, während b und c miteinander verschraubt sind.

Die Wickeldaten sind aus der Tabelle zu ersehen.

Spule Nr.	λ	L_1 Windung 0,8 CUBB	L_2 Windung 0,5 CUSS
1	12 — 9,4 m	3	3
2	9,6 — 7,5 m	2	2 bis 3
3	7,7 — 6 m	1	2

Sämtliche Wicklungen ohne Abstand wickeln!! Um das 10-m-Band gerade über ein Rastenbereich verteilt zu bekommen, muß der Abstand von zwei Windungen etwas vergrößert werden. Nach der Abgleichung werden die Spulen mit Cohesan verklebt. Die Drosselspule L_3 ist auf einem Pertinaxkörper 15 ⌀ mit Windungen 0,8 CUBB ohne Abstand gewickelt worden (Abb. 2).

Nach dem endgültigen Zusammenbau des Empfängers und erfolgter Röhrenbestückung stellt man den Regler R_4 auf max. Lautstärke und verändert vorsichtig R_{14} bis zum Schwingeinsatz. Mit C_5 muß der Rückkopplungswert so eingestellt werden, daß alle drei Spulen ungefähr über den ganzen Bereich den Schwingeinsatz an der gleichen Stelle haben. Zum „Trimmen" ist es manchmal zweckmäßig, R_{15} kurzzuschließen. Um auch den verwöhntesten Ansprüchen genügen zu können, kann eine Feinregulierung der Rückkopplung durch einen veränderlichen Widerstand von 10 kΩ in Serie mit R_{13} angewendet werden. Sollen mit diesem Gerät auch die längeren Amateurbänder empfangen werden, so empfiehlt es sich, an Stelle von L_3 einen Widerstand von 10 kΩ zu benützen. *D 4 gwf*

Zeichnungen vom Verfasser, Aufnahmen Kaupat

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für „CQ": Rolf Wigand, Berlin. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin-Schöneberg, Langenscheidtstraße 6. DA IV. Vj. 1935 = 8417. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G., Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94, Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78. Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung.
Nachdruck sämtlicher Artikel verboten

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

15. Februar 1936 Heft 4

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungskosten von 1 Pfg. enthalten. Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Die Radiosonde zur Erforschung der Stratosphäre

Von

Alfred Ehrismann

Immer wieder hört man von Stratosphärenflügen, die den Zweck verfolgen, die höheren Luftschichten (Stratosphäre) zu erforschen. Solche Forschungen können — ganz abgesehen von ihrem rein wissenschaftlichen Werte und ihrer wahrscheinlichen Bedeutung für die Meteorologen usw. — auch für das Flugwesen von größtem Nutzen sein, denn es ist durchaus möglich, daß die Stratosphäre dazu berufen ist, im Luftverkehr der Zukunft eine große Rolle zu spielen. Bekanntlich sind aber solche Stratosphärenflüge nur mit großem Aufwand von Material und Kosten möglich. Das Vordringen in die höheren Regionen der Erdhülle erfordert von den Stratosphärenfliegern den Einsatz ihres Lebens.

Deutsche Wissenschaftler und Ingenieure haben nun seit einigen Jahren in aller Stille ein kleines Gerät entwickelt, welches mit geringstem Aufwand von Material selbsttätig Meldungen aus unbemanntem Ballon liefern kann. Es handelt sich um die von Telefunken hergestellte Radiosonde, welche das von Dr. Duckert, Lindenberg, erstmalig angewandte Prinzip der stetigen selbsttätigen Fernübertragung von Meßwerten aus der Stratosphäre mit Hilfe der drahtlosen Telegraphie ermöglicht.

Die Radiosonde besteht aus einem winzigen Kurzwellensender, der auf einer Wellenlänge von etwa 45 m arbeitet und mit einem meteorologischen Meßsystem zusammengebaut ist. Die Radiosonde wird an einem Gummiballon aufgehängt, dessen Abmessungen so gewählt sind, daß eine Höhe von etwa 30 000 m erreicht werden kann. Zum Empfang der Signale, welche von der Radiosonde ausgesendet werden, dienen Bodenempfangsstationen mit Spezial-Kurzwellenempfängern.

Die Schaltung des Kurzwellensenders der Radiosonde ersehen wir aus Abb. 1. Es handelt sich um die bekannte Hartley-Dreipunkt-Schaltung mit Parallelspeisung, d. h. die Anodenbatterie liegt über eine Hochfrequenzdrossel *HD* parallel zum Anodenschwingungskreis. Um eine möglichst große Schwingleistung bei geringem Anodenstromverbrauch zu erzielen, muß das Röhrengitter eine negative Vorspannung erhalten. Zu diesem Zweck liegt im Gitterkreis der Widerstand von 10 000 Ohm, an welchem der Gitterstrom einen Spannungsabfall erzeugt, der die nötige Gittervorspannung liefert. Dieser Widerstand ist für Hochfrequenz durch einen Kondensator von 500 cm überbrückt. Parallel zur Senderspule *Ls* liegt der Abstimmkondensator *C*. Damit keine Anodenspannung an das Röhrengitter gelangt, ist ein Blockkondensator Ca zwischen Anode und Senderspule gelegt. An letztere ist die Antennenspule *La* angekoppelt, an deren Enden je eine Hälfte des Antennen-Dipols angeschlossen wird. Die Antennenkopplung ist so extrem lose gewählt, daß Kapazitätsveränderungen der Antenne keine Rückwirkung auf die Senderfrequenz haben.

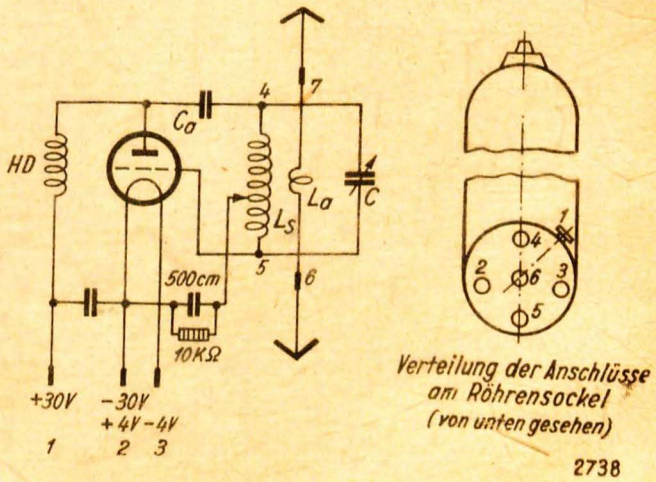


Abb. 1. Schaltung des Kurzwellensenders der Radiosonde

Sämtliche Schaltelemente des Senders sind mit Ausnahme des Abstimmkondensators in einen luftleer gepumpten Glaskolben eingeschlossen, um frequenzändernde Einflüsse der Atmosphäre zu verhindern; diesen Kolben sehen wir rechts in Abb. 2.

Der Abstimmkondensator besteht aus zwei kleinen Messingplatten, die in einem Hartgummigefäß angeordnet sind. Während die eine der beiden Messingplatten fest montiert ist, ist die andere um eine am Boden des Hartgummigefäßes angebrachte Achse kippbar angeordnet. Das Hartgummigefäß, welches in der Mitte bei Abb. 2 ersichtlich ist, enthält im Innern Paraffinöl. Es findet hier ein bestimmtes Öl Verwendung, das selbst bei großen Temperaturänderungen seine Dielektrizitätskonstante praktisch nicht ändert. Abstimmkondensator und Sender sind durch entsprechende Sockelanschlüsse miteinander verbunden.

Die bewegliche Platte des Abstimmkondensators steht so mit einem Bimetall-Thermometer in Verbindung, daß die Kondensatorplatte mittels einer Hebelübertragung vom Thermometer gesteuert wird. Entsprechend den Temperaturänderungen muß sich also die Kondensatorstellung ändern. Jeder Temperatur entspricht somit eine bestimmte Frequenz des Senders. Um das Thermometer gegen Sonnenstrahlung zu schützen, ist es in einem Strahlungsschutzrohr angeordnet (siehe Abb. 2 links).

In der Mitte oberhalb des Hartgummigefäßes befindet sich ein Kontaktradsystem, bestehend aus zwei vergoldeten Rädchen, die durch das Eigengewicht des einen Rades aneinander liegen. Das andere Rad besitzt eine Anzahl von Einschnitten, die mit Isolierstoff ausgelegt sind. Es hat also Ähnlichkeit mit dem Kollektor einer Gleichstrommaschine. Dieses Rad ist auf einer drehbaren Achse angeordnet, um die eine kleine Barometerkette gelegt ist, die an der einen Seite an einer Feder, an der anderen am Meßsystem eines Barometers befestigt ist. Die Befestigungsstange bewegt sich entsprechend dem jeweiligen Luftdruck um einen gewissen Betrag, wodurch das Kontaktrad gedreht wird. Letzteres wird vom Anodenstrom durchflossen. Bei ganz bestimmten, durch Eichung festgelegten Werten des Luftdrucks unterbricht das Kontaktrad den Anodenstrom, und der Sender setzt für einige Sekunden aus.

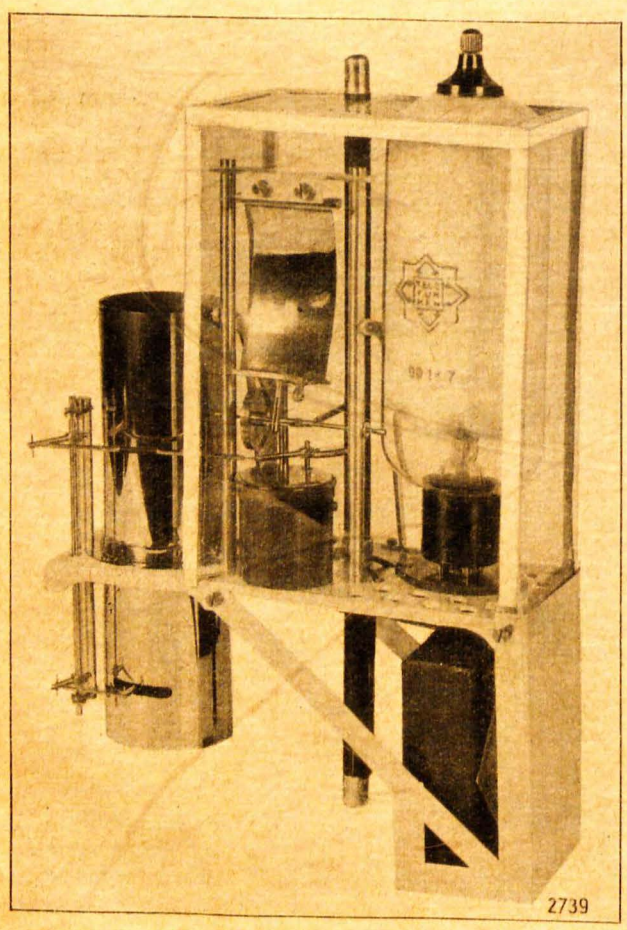


Abb. 2. Gesamtansicht der Radiosonde

Die Stromversorgung erfolgt mittels zweier Spezialbatterien, und zwar findet für die Heizung ein zweizelliger Akkumulator in Zelluloidgehäuse Verwendung. Die Anodenspannung liefert eine kleine Trockenbatterie

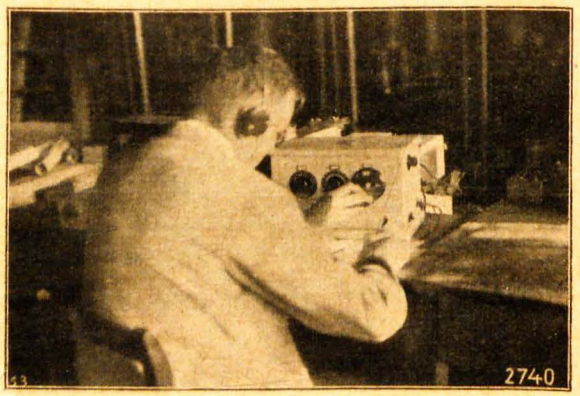


Abb. 3. Bodenempfänger für die Radiosonde

von 30 Volt. An diese Batterien werden besonders hohe Anforderungen gestellt, da sie bei Außentemperaturen von — 60 ° etwa zwei bis drei Stunden betriebsfähig bleiben müssen. Erwähnt sei hier, daß selbst verhältnismäßig große Änderungen der Betriebsspannungen ohne Einfluß auf die Messungen sind. Um eine zu starke Abkühlung der Batterien zu verhindern, werden diese mit einem Polster von Zellstoffwatte umgeben.

Als Antenne findet ein vertikal hängender Dipol Verwendung bzw. die Radiosonde hängt zwischen den beiden Hälften einer solchen Antenne, wobei der untere Antennendraht frei herabhängt und der obere am Ballon befestigt ist. Zur Befestigung der beiden Dipolhälften dienen Hartpapier-Rundstäbe mit Anschlußkontakten, die mit den Dipol-Anschlüssen des Senders verbunden sind. Bei einer Betriebswellenlänge von 45 m arbeitet man praktisch mit einer Länge von 11 m pro Dipolhälfte. Durch die sehr lose Antennenkopplung hat die Antennenlänge auf die ausgestrahlte Frequenz keinerlei Einfluß.

Zum Empfang der Signale, die von der Radiosonde ausgesendet werden, können normale Kurzwellenempfänger nicht ohne weiteres verwendet werden. Die Schaltung eines derartigen Spezial-Kurzwellenempfängers ist so gewählt, daß die Antennenwerte die Abstimmung nicht beeinflussen. Auch die Rückkopplung darf auf die Frequenz des Abstimmkreises nur eine minimale Rückwirkung besitzen. Endlich muß ein solcher Empfänger mit einer präzisen Feinabstimmskala versehen sein, die ein genaues Ablesen ermöglicht (Abb. 3).

Ehe die Radiosonde in Betrieb genommen wird, muß diese zusammen mit dem Empfänger genauestens geeicht werden. Es würde zu weit führen, auf die einzelnen Vorgänge dieser Eichung näher einzugehen. Es sei lediglich bemerkt, daß die Eichung in zwei Teile zerfällt: Druckeichung und Temperatureichung, die getrennt in eigenen Meßkammern durchgeführt werden. Aus der Beschreibung der Radiosonde ging hervor, daß die Übermittlung der Temperaturwerte ständig durch die Beeinflussung der Senderfrequenz erfolgt, während die Barometerstände

jeweils punktweise bei Erreichung bestimmter Druckniveaus übertragen werden.

Der eigentliche Meßvorgang geht nun so vor sich, daß kurz nach dem Auflassen der Sonde die Lufttemperatur am Erdboden genau bestimmt wird. Der Skalenknopf des Meßkondensators wird entsprechend der Eichungstabelle auf den dieser Temperatur zugeordneten Wert eingestellt. Mit den übrigen Abstimmitteln wird alsdann der Empfänger so abgestimmt, daß der Überlagerungston des Senders im Kopfhörer gut hörbar ist. Jetzt wird dann im weiteren Verlauf der Messungen nur der Meßkondensator kontrolliert bzw. weiterbewegt. In gewissen Zeitabständen wird die Skalenstellung des Meßkondensators dann als Funktion der Zeit notiert. Die Unterbrechung des Sendertons zeigt jeweils das Erreichen eines bestimmten Druckniveaus an. Diese Senderunterbrechungen werden ebenfalls als Funktion der Zeit notiert. Auf diese Weise ist es möglich, den zu jeder gemessenen Temperatur zugehörigen Barometerstand bzw. Höhenwert zu ermitteln. Da die Steiggeschwindigkeit ziemlich konstant ist, können die Druckunterbrechungen auch dann kontrolliert werden, wenn einmal eine Druckstufe infolge irgendwelcher Störungen nicht richtig erkannt wurde.

Eine der größten Vorteile der Telefunken-Radiosonde ist darin zu erblicken, daß durch diese Meßmethode die etwa vorhandenen Umkehrungen (Inversionen) in der Atmosphäre und die Linien, welche Orte mit gleicher mittlerer Luftwärme (Isothermen) verbinden, zeitlich fixiert werden können.

Bei Erreichung der Maximalhöhe (etwa 30 000 m) platzt der Registrierballon. Das Zusammenfallen der Antennendrähte äußert sich im Kopfhörer durch einen charakteristischen Ton, der absolut unverkennbar ist. Nach dem Platzen des Ballons sind die eigentlichen Messungen beendet. Es finden daher beim Absinken der Apparatur keine Registrierungen mehr statt.

Die Radiosonde wiegt einschließlich Batterien und Antennen rund 1 kg; der Gummiballon besitzt dementsprechend 1,8 kg Gewicht. Bei dieser Ballongröße sind die Steigkräfte auf etwa 1700 bis 2000 g zu bemessen. Falls bei Messungen über festem Gelände Aussicht besteht, die Radiosonde wieder aufzufinden, kann diese mit einem Fallschirm versehen werden, welcher zu diesem Zwecke über dem Ballon befestigt wird. Dieser öffnet sich beim Absinken und bewahrt die Apparatur vor zu starkem Aufprall bzw. ermöglicht die Weiterverwendung derselben.

Mit dieser deutschen Erfindung sind die kostspieligen Stratosphärenflüge vom wissenschaftlichen Standpunkt aus betrachtet fast überflüssig. Diesen kann allenfalls nur rein sportliche Bedeutung beigemessen werden, da die Radiosonde uns viel billiger und zuverlässiger aus der Stratosphäre berichtet, als es die Stratosphärenflieger jemals vermögen.

Werkbilder

Kleines umschaltbares Netzanodengerät für Gleich- und Wechselstrom

Von

Heinz Boucke

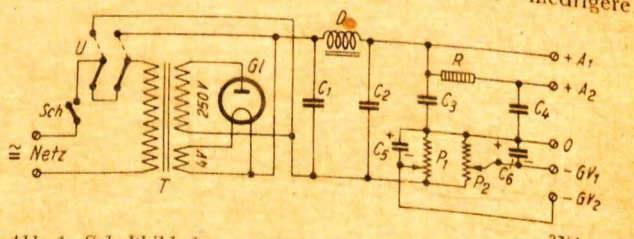
Für die Umstellung eines Batterieempfängers auf Netzbetrieb haben die Netzanodengeräte, kurz Netzanoden genannt, noch immer ihre Bedeutung, weil sie auf sparsamste Weise zu einem guten beständigen Empfang verhelfen. Auch für die Sonderausführung eines Batterieempfängers in Gestalt eines Reisegeräts ist die Netzanode von beträchtlichem Wert. Reiseempfänger sind bekanntlich wegen der schlechten Antennenverhältnisse, bei denen sie Anwendung finden, und wegen der bei Batterieröhren wesentlich geringeren Steilheiten auf eine verhältnismäßig große Röhrenzahl angewiesen. Der Anodenstromverbrauch ist infolgedessen trotz aller Sparschaltungen für Batteriebetrieb reichlich groß. Ein guter Ausweg ist hier der, die Anodenbatterie nur dann anzuwenden, wenn der Empfänger fernab vom Lichtnetz, im Wald, Segelboot oder dgl., seinen Dienst tut, während man für den Empfangsbetrieb im Hotel, in der Wohnung usw., wo ein Lichtnetz erreichbar ist, eine Netzanode benutzt. Um das Gewicht des tragbaren Empfängers gering zu halten, empfiehlt es sich nicht, eine Netzanode in den Empfänger etwa gleich mit einzubauen, sondern die Anodenbatterie sollte gegen die Netzanode auch räumlich austauschbar sein.

An eine Netzanode dieser Art sind im wesentlichen folgende Bedingungen zu stellen:

1. Räumliche Abmessungen gleich denen der entsprechenden Anodenbatterie (besonders 90 oder 100 Volt);
2. Einfache Möglichkeit einer Umschaltung auf Gleich- oder Wechselstrom.

Dazu kommt natürlich die weitere Bedingung, daß die Siebung der Anoden- und Gitterspannung für eine größere Röhrenzahl trotz der geringen Abmessungen reichlich genug bemessen ist. Wegen des geringen Anodenstrombedarfs der Batterieempfänger, der selten über 20 mA hinausgeht, ist diese Forderung leicht zu erfüllen.

Eine Netzanode, die nach diesen Grundsätzen gebaut ist, sei im folgenden kurz beschrieben. Das Schaltbild zeigt Abb. 1. Für Wechselstrom wird Halbweggleichrichtung gemäß den vom Volksempfänger bekannten Ausmaßen verwendet. Um trotz der kleinen Drossel eine genügende Siebung zu erreichen, wurde die niedrigere



2741

Abb. 1. Schaltbild der umschaltbaren Netzanode. Sch = Netzschalter, U = Umschalter, T = Netztransformator, Gl = Gleichrichterröhre, C_1, C_3, C_4 = Becherkondensatoren 2 µF, 500 Volt Prüfspannung, C_2 = 4 µF, 500 Volt, P_1, P_2 = Dreh-Spannungsteiler zu je 5000 Ohm, C_5, C_6 = Elektrolytkondensatoren 10 µF, 25 Volt Arbeitsspannung, D = Drossel, R = Widerstand zu etwa 10 000 Ohm

Anodenspannung nicht an einem den Stromverbrauch erhöhenden Spannungsteiler, sondern über einen Vorwiderstand von etwa 10 000 Ohm abgenommen. Aus gleichem Grund werden auch die Gittervorspannungen durch Spannungsabfall des gesamten Anodenstroms an Widerständen (Dreh-Spannungsteilern) gebildet. Diese Anordnung hat einen weiteren Vorteil bei Verwendung der Netzanode an Gleichstromnetzen, wo mit gelegentlicher Falschpolung zu rechnen ist. Durch diese würden aber bei Anordnung eines Spannungsteilers die Elektrolytkondensatoren der Gittervorspannung beschädigt werden können, während bei der Anwendung von Vorwiderständen bei Falschpolung gar keine Spannung an den Kondensatoren liegt.

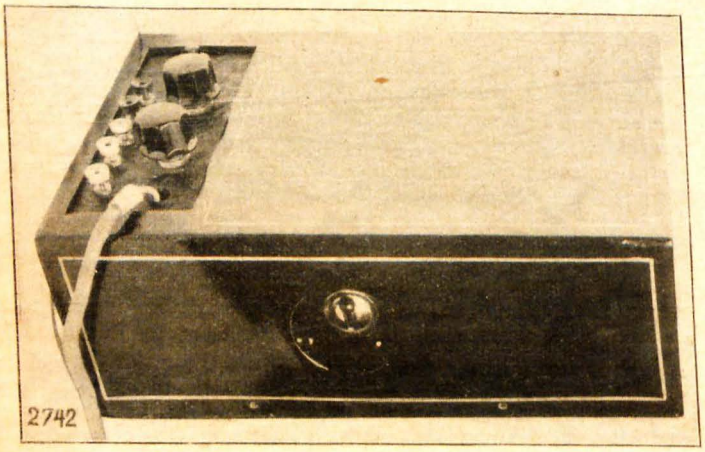


Abb. 2. Ansicht der fertigen Netzanode. Abmessungen wie bei einer 100-Volt Anodenbatterie. Vorn in dem runden Ausschnitt der Hülle ist der Umschalter von Wechselstrom- auf Gleichstromnetz sichtbar; links erkennt man die Schraubenanschlüsse zur Spannungsabnahme, zwei Gitterspannungsregler und den Einschalter

Die hier regelbar ausgeführten Gitterspannungen können, sofern die Netzanode nur an einem bestimmten Gerät arbeiten soll, durch entsprechend bemessene Festwiderstände ersetzt werden. Auch ist die Verwendung eines regelbaren Vorwiderstandes für die Anodenspannung möglich, wodurch besonders die Anodenspannung des Audions so eingestellt werden kann, daß die Rückkopplung in gleichem Maße einsetzt wie bei Verwendung der Anodenbatterie.

Überhaupt ist die hier gezeigte Anordnung in erster Linie als ein Vorschlag zu werten, an dem man im Sinne des jeweils verschiedenen Verwendungszwecks Änderungen vornehmen sollte. So wird für größere Empfänger wahrscheinlich noch eine dritte Anodenspannungsgröße erwünscht sein. Für die dafür erforderlichen weiteren Schaltelemente ist unter dem Tragbrett der Spannungsteiler und Klemmen noch Platz vorhanden. Auch kann dort u. U. noch eine zweite Drossel untergebracht werden, was für die Verwendung an besonders empfindlichen Empfängern

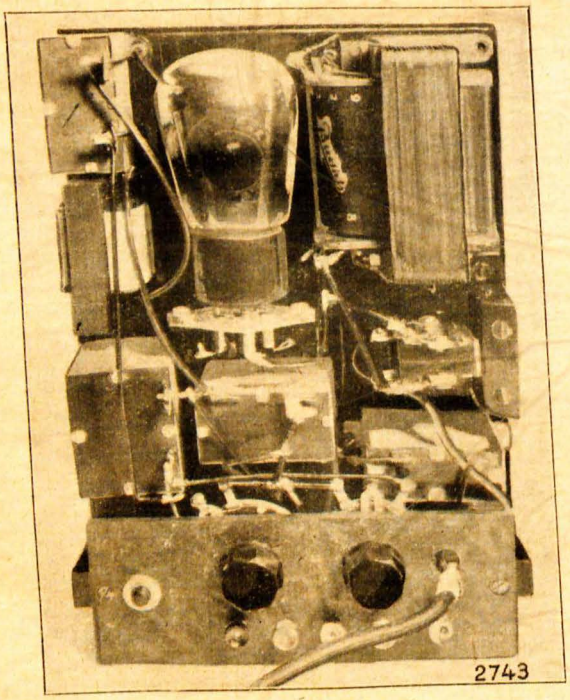


Abb. 3. Die Anode von oben ohne Hülle (vgl. dazu Abb. 4)

von Wert sein dürfte. Statt durch eine weitere Drossel kann die Siebung auch durch Vorwiderstände erfolgen. Dies ist hier wegen der geringen Belastung in größerem Umfange zulässig als bei Netzanschlußgeräten größerer Leistung, um so mehr, weil trotz des Spannungsabfalls in den Siebwiderständen die gelieferten Anodenpannungen noch erheblich größer sind als die Nennspannung der meist verwendeten Anodenbatterien von 100 Volt.

Aus den höheren Anodenspannungen können sich übrigens erfahrungsgemäß zunächst einige Schwierigkeiten ergeben, da die höheren Spannungen zu einer erhöhten Verstärkungsziffer der Röhrenstufen und dadurch leicht zum Einsetzen von unerwünschten hochfrequenten oder niederfrequenten Rückkopplungen führen, die bei den niedrigeren Spannungen der Anodenbatterie sich noch nicht bemerkbar machten. Auch ein Röhrenklingen tritt leicht auf. Als Gegenmaßnahme hierfür dient Umwickeln des Glaskolbens der Audionröhre mit einigen Lagen Isolierband.

Gegen die Rückkopplungserscheinungen hilft hochfrequenzmäßiges Abschirmen der Spulen und Röhren und der Hochfrequenzspannung führenden Leitungen, evtl. auch das Einfügen einer Neutralisierung bei Eingitterröhren. Auch in der Endstufe sind, zumal bei der Anwendung von Schutzgitterröhren, oft Maßnahmen gegen hochfrequente Selbsterregung erforderlich. Es ist aber auch möglich, daß durch die Anwendung einer Netzanode an Stelle einer Anodenbatterie die Güte des Empfangs u n -

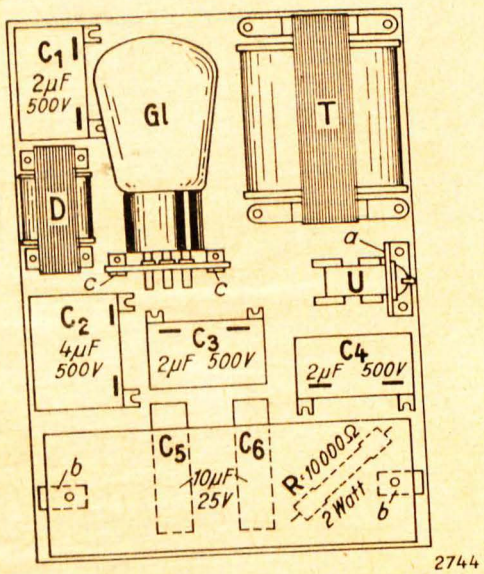


Abb. 4. Aufbauplan für die auf dem Grundbrett zu montierenden Teile (die Ziffern und Buchstaben zur Kennzeichnung wie in Abb. 1)

v e r h ä l t n i s m ä ß i g, d. h. mehr als infolge der höheren Betriebsspannungen zu erwarten gewesen wäre, zunimmt. Das ist auf den im Vergleich zu einer älteren Anodenbatterie wesentlich geringeren Wechselstromwiderstand einer Netzanode zurückzuführen. Um höhere Güte und Störfreiheit des Empfangs auch bei Batteriebetrieb zu erzielen, ist es praktisch, einen Teil der Beruhigungskapazitäten nicht in der Netzanode anzuordnen, sondern — sofern dafür Platz vorhanden — in den Batterieempfänger unmittelbar einzubauen, damit der Wechselstromwiderstand der Trockenbatterie verringert und deren etwaige Spannungsstörungen gleichfalls beruhigt werden. Die Netzanode selbst enthält dann die restlichen Kapazitäten, Widerstände, Drosseln usw.

Bevor man zum Aufbau der Netzanode schreitet, vergewissere man sich, wie das Gerät, insbesonders der Reiseempfänger, innen räumlich beschaffen ist, damit nachher die Bedienungsgriffe und die Anschlußklemmen der Anode

ohne Schwierigkeit erreicht werden können. U. U. verlege man die Anschlüsse und die Gitterspannungsregler an die Seitenwand der Netzanode. Manchmal wird es zweckmäßig sein, die Wandung des Empfängergehäuses bzw. des Batterieraumes zu durchbrechen, um bequem an die in die Netzanode eingebauten Schalter und Regler ohne jedesmaliges Öffnen des Gerätekastens heranzukommen.

Ursprünglich war in Erwägung gezogen, in die Netzanode einen Glimmstreckenspannungsteiler einzubauen, wodurch die Apparatur auch an empfindlichen Mikrophonverstärkern hätte Anwendung finden können. Leider gibt es aber im Handel keinen Glimmstreckenspannungsteiler, der für eine elektrisch und räumlich so gering dimensionierte Netzanode brauchbar wäre. Die kleinste Ausführung als Glimmstreckenspannungsteiler ist wegen des hohen Querstroms von mindestens 10 mA ungeeignet, während die kleinste Ausführung einer Glimmlichtglättungsröhre zwar nur einen Querstrom von 5 mA erfordert, dafür aber nur 75 Volt Spannung liefert. Für kleinere Netzanschlußgeräte, netzbetriebene Mikrophonverstärker und dementsprechende Netzanoden wäre unbedingt eine Ausführung als Spannungsteiler mit etwa 5 mA Querstrom und ca. 150 bis 200 Volt erforderlich. Ein derartiger Spannungsteiler wäre wegen der geringen Wattbelastung auch in geringen räumlichen Abmessungen ausführbar.

Die Umschaltung der Netzanode von Wechsel- auf Gleichstrom wird entsprechend der für einen Reiseempfänger gewünschten schnellen Anpassung an die ge-

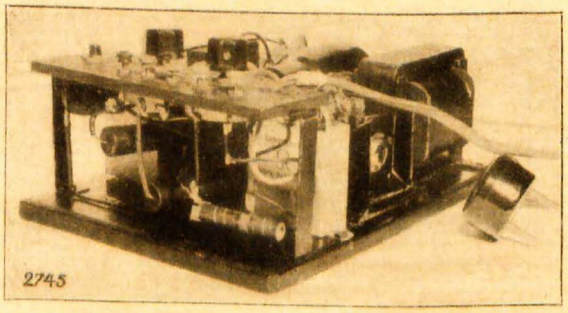


Abb. 5. Die geöffnete Netzanode schräg von der Seite

gebenen Stromverhältnisse nicht durch Änderung irgendwelcher Leitungen mit Hilfe eines Schraubenziehers, sondern durch einen Zweifachumschalter bewirkt, durch den die Gleichspannung über die Primärwicklung des Netztransformators an den Kondensator C_1 gelegt wird, so daß der Transformator dann als zusätzliche Drossel arbeitet. Wenn der dadurch erzeugte Spannungsverlust besonders bei 110 Volt Netzspannung zu groß sein sollte, kann die Mitverwendung des Transformators, die an sich nur bei sehr unruhigen Netzen Sinn hat, unterbleiben. Die Umschaltung erfolgt dann nach Abb. 9. Bei Anschaltung der Anode an den Empfänger ist bei Gleichstromnetzanschluß darauf zu achten, daß die Erde an den Empfänger über einen mit 1500 Volt geprüften Kondensator angeschlossen wird, damit sich kein Kurzschluß einstellen kann, wenn statt des Minuspols der Pluspol des Netzes geerdet ist.

Von einer Erweiterung der Umschaltmöglichkeit der Netzanode auch auf verschiedene Netzspannungen wurde hier des beschränkten Raumes wegen abgesehen. Es dürfte aber noch möglich sein, einen Umschalter für wahlweisen Anschluß an 220 oder 110 Volt Wechselstrom unterzubringen, während man bei Gleichstrom 110 Volt den Spannungsverlust zu ertragen hat, sofern man in diesem Fall nicht eine Hintereinanderschaltung der Netzanode und einer Anodenbatterie vornehmen will.

Das Wesentliche über den Bau der Netzanode geht aus den Abbildungen hervor. Abb. 2 läßt die äußere Form erkennen. Eine Blechhülle, die aus einem Stück Eisenblech (0,5—1 mm stark) zurechtgebogen ist und nach Fertigstellung beiderseitig lackiert wird, umschließt die auf einem hölzernen Grundbrett von ca. 8 bis 10 mm Stärke aufgebauten Einzelteile. Die Hülle (Abmessungen siehe Abb. 6) ist dort, wo sich die Gitterspannungsregler und die Spannungsanschlüsse befinden, unterbrochen, ebenso an der Seite, wo der Umschalter auf Gleich- oder Wechselstrom versenkt eingebaut ist.

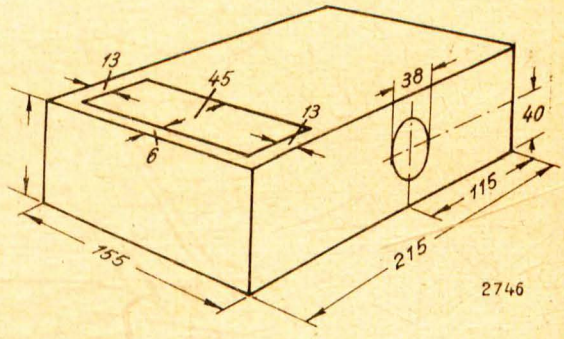
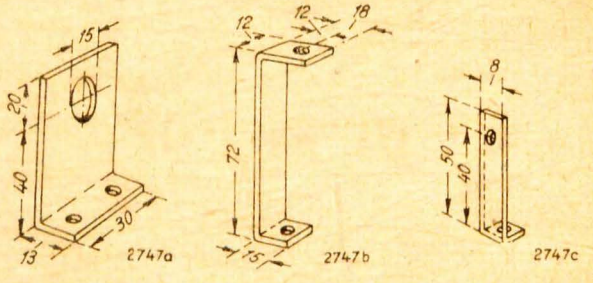


Abb. 6. Abmessungen der aus Eisenblech anzufertigenden Hülle der Netzanode (Innenmaße)

Die saubere Anfertigung der Blechhülle bietet einige Schwierigkeit. Man kann diese umgehen, wenn man das Gehäuse aus Sperrholz baut. Dadurch unterbleibt allerdings die Abschirmwirkung der Hülle und die äußeren Abmessungen werden größer, wenn man die Teile nicht entsprechend gedrängt aufbaut. Die Abmessungen der hier gezeigten Netzanode entsprechen denen einer normalen 100-Volt-Batterie. Es ist aber unschwer möglich, die Maße entsprechend einer 90-Volt-Batterie zu verringern.

Abb. 3, 4 und 5 geben über die Anordnung der Teile auf dem Grundbrett Aufschluß. Die zum Aufbau notwendigen Metallwinkel sind in Abb. 7 angegeben und in Abb. 4 mit den betr. Buchstaben kenntlich gemacht. Es empfiehlt sich, die Befestigung der Röhrenfassung mittels



a *b* *c*

Abb. 7. a) Befestigungswinkel für den Umschalter, b) eine der Tragstützen des Isolierbretts, c) Tragwinkel für die Röhrenfassung

der Stützen c durch Zwischenfügung elastischer Scheiben aus Gummi oder Filz erschütterungssicher zu gestalten. Zu dem Zweck können auch die Stützen selbst, z. B. durch Herstellung aus dünnem federndem Messingblech, elastisch ausgeführt werden.

Die Anordnung der Teile innerhalb des gegebenen Raumes macht bis auf den Netztransformator keine Schwierigkeit. Bei dem Transformator erwiesen sich die Montagestützen als zu lang. Sie wurden daher vom Transformator losgeschraubt, gekürzt, neu durchbohrt und wieder mit dem Kern vereinigt. Die Befestigung des Transformators und der Tragstützen für das Isolierbrett usw. erfolgt am besten durch Schrauben mit Metallgewinde, die im Grundbrett versenkt eingelassen werden. Im übrigen werden Schrauben mit Holzgewinde benutzt.

Die Gitterspannungsregler sitzen auf einem Isolierbrett (ca. 6 mm stark), das auch den Aus- und Einschalter sowie die als Schraubanschlüsse ausgeführten Spannungsklemmen trägt. Die Maße für das Tragbrettchen gibt Abb. 8 wieder. Die beiden Elektrolytkondensatoren und

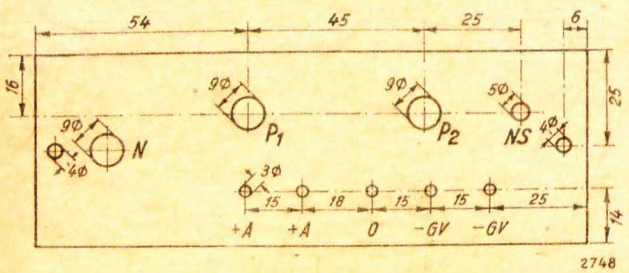


Abb. 8. Abmessungen und Bohrplan für das Isolierbrett

der Vorwiderstand werden unter dem Isolierbrett freischwebend an den Schaltleitungen befestigt. Der Umschalter von Gleich- auf Wechselstrom ist mit Absicht nicht auf dem Tragbrett, sondern seitlich untergebracht, damit er nicht versehentlich statt des Netzschalters betätigt wird, wodurch die Elektrolytkondensatoren gefährdet

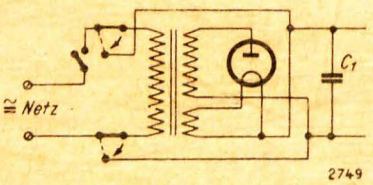


Abb. 9. Andere Art der Umschaltung auf Gleich- oder Wechselstrom

werden könnten (wenn nämlich der Wechselstrom unmittelbar an C_1 und die nachfolgenden Kondensatoren gelegt wird). In die Verbindung des Transformators mit der Anode und unmittelbar in die Netzleitung können Feindrahtsicherungen eingesetzt werden. Bei dem hier gezeigten Modell sind die Sicherungen in dem in der Abb. 5 sichtbaren Netzanschlußstecker enthalten.

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol Abb. 1 u. 4	Größe
1	1	Netzschalter, einpolig, in Druckknopfausführung	*Sch*	
2	1	Umschalter, zweifach, in Kipphebelausführung	*U*	
3	1	Netztransformator	*T*	250 Volt, 30 mA und 4 Volt 0,3 Amp. f. 220 oder 110 Volt Netzspan.
4	1	Röhrenfassung, vierpolig		
5	3	Becherkondensatoren, 500 Volt Prüfspannung	C_1, C_3, C_4	2 µF
6	1	desgl.	C_2	4 µF
7	2	Elektrolytkondensator in Stabausführung, 25 Volt Betriebsspannung	C_5, C_6	10 µF
8	2	Dreh-Spannungsteiler mit Knopf	P_1, P_2	5000 Ohm
9	1	Widerstand, 2 Watt belastbar	*R*	10000 „
10	1	Netzdrossel, 20 mA belastbar	*D*	
11	1	Netzstecker mit eingebauten Feinsicherungen od. Feinsicherungen mit Halter zum Einbau in die Netzanode		80 mA
12	1	Hülle aus Eisenblech, Grundbrett aus Sperrholz, Isolierbrett-Tragwinkel aus Messingblech laut Zeichnungen, Schrauben, Schaltdraht, Isolierschlauch		
		Röhren		
13	1	Gleichrichterröhre RGN 354 oder G 354		

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Experimental- und Lichtbildervortrag

am 24. Februar im 1. Physikalischen Institut der Universität Berlin

Der unsern Lesern durch seine Aufsätze im „Funk" bekannte Dipl.-Ing. Paul E. Klein hält am Montag, dem 24. 2., 20 Uhr, im großen Hörsaal des I. Physikalischen Instituts der Universität Berlin, Reichstags-Ufer 7—8, einen experimentalen Lichtbildervortrag über „Neue Fortschritte im Bau und der Anwendung von Elektronenstrahl-Oszillographen, mit besonderer Berücksichtigung elektroakustischer Aufgaben."

Der allgemeinen Verwendung des Elektronenstrahloszillographen war bisher der Umstand hinderlich, daß das Arbeiten mit diesem Instrument besondere Kenntnisse seiner Arbeitsweise voraussetzte, und daß der Aufbau der vielen Hilfsgeräte umständlich und zeitraubend war. Neuerdings sind aber tragbare Geräte geschaffen, die auch für den auf diesem Gebiet nicht bewanderten brauchbar einfach zu handhaben sind. Hierüber soll der Vortrag Aufschluß geben, und zwar wird als Anwendungsbeispiel das Gebiet der Elektroakustik herausgegriffen. Ganz besonderem Interesse dürfte u. a. der Klanganalysator begegnen, der eine automatische Analyse komplizierter Klänge ermöglicht, wobei gleichfalls zur Aufzeichnung die Braunsche Röhre verwendet wird.

Im Zusammenhang mit solchen modernen Oszillographen und Analysatoren für die Benutzung durch Laien werden auch auf andere Prinzipien beruhende Hilfsgeräte erläutert und schließlich sollen Anregung für die Schaffung eines vielseitigen Gerätes unter Verwendung der modernsten Meßinstrumente gegeben werden.

Für die Leser des „Funk" steht zu dieser Veranstaltung eine beschränkte Zahl von Eintrittskarten zur Verfügung, die unentgeltlich abgegeben werden. Sie können in der Fachbuchhandlung Reher G. m. b. H., Berlin NW 7, Dorotheenstraße 23, in der Zeit von 8 bis 19 Uhr, und bei der Weidmannschen Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstraße 94, in der Zeit von 8,30 bis 16,30 Uhr gegen Abgabe des Gutscheins dieses Heftes entgegengenommen werden.

Weiteres Anwachsen des deutschen Rundfunks

Die Zahl der deutschen Rundfunkhörer ist im Laufe des Monats Januar wieder ganz erheblich gestiegen, und zwar beträgt, wie amtlich gemeldet wird, die Zunahme 220 538 neue Rundfunkanlagen. Deutschland zählte damit am 1. Februar 7 413 490 Rundfunkanlagen und hat damit fast die englische Hörerzahl erreicht. Es kann sich dabei schätzungsweise nur noch um einen Unterschied von 1 % handeln.

Dauermagnete für Lautsprecher

Von **R. Wilke**

Im folgenden soll über Bedeutung, Berechnung und Konstruktion von Dauermagneten für Lautsprecher berichtet werden. Hierfür ist es erforderlich, eine kurze Einführung in die theoretischen Grundlagen des Magnetismus zu geben. Diese Ausführungen sind, soweit dies möglich erschien, allgemein verständlich gehalten.

Um beim dynamischen Lautsprecher einen guten Wirkungsgrad zu erreichen, ist ein starkes Magnetfeld notwendig. Zur Erzeugung dieses Magnetfeldes gibt es zwei Möglichkeiten: Elektromagnete und Dauermagnete. Eine Gegenüberstellung beider Magnetarten zeigt, daß der Elektromagnet billiger herzustellen ist als der Dauermagnet, da dieser zur Erzielung gleicher magnetischer Energie einen verhältnismäßig großen Stahlaufwand bedingt. Die Vorteile des Dauermagneten sind demgegenüber jedoch erheblich. Sie seien nachstehend kurz aufgeführt.

1. Der Dauermagnet benötigt zur Aufrechterhaltung des Magnetfeldes keine elektrische Leistung, wie der Elektromagnet.
2. Der Dauermagnet entwickelt keine Wärme, wie der Elektromagnet. Bei Rundfunklautsprechern wurden Erwärmungen bis zu 60° C gemessen. Das kann u. U. dazu führen, daß sich durch die wechselnde Wärmebeeinflussung die aus Papier bestehende Lautsprechermembrane verzieht und dadurch die Schwingspule des Lautsprechers zum Klirren bringt.
3. Der Dauermagnet macht den Lautsprecher von Stromanschlüssen unabhängig.
4. Das Brummen des Lautsprechers mit Dauermagnet ist leiser als das des Lautsprechers mit Elektromagnet, da der zur Erregung desselben benutzte Gleichstrom nicht vollkommen gleichmäßig, sondern pulsierend ist.

Die Praxis zeigt, daß infolge dieser Vorteile die Lautsprecher mit Dauermagneten in immer mehr wachsendem Umfange Verwendung finden.

Die nachfolgend gebrachte kurze Besprechung der physikalischen Grundlagen, die zur Berechnung und Konstruktion von Dauermagneten führen, soll keineswegs eine wissenschaftliche Darstellung sein, vielmehr soll sie den in der Funkpraxis Beschäftigten und Interessierten eine möglichst einfache und anschauliche Einführung in dieses Gebiet bringen.

Wir wollen von einem einfachen Experiment ausgehen. Ein Ring aus Eisen (Abb. 1) sei gleichmäßig mit zwei Spulen bewickelt. Wicklung 1 sei über regelbare Widerstände mit einer Stromquelle verbunden, die es gestattet, Gleichstrom veränderlicher Stromstärke i durch die Spule zu schicken. Wicklung 2 stehe in Verbindung mit einem Galvanometer. Schickt man durch Wicklung 1 Strom, so wird bekanntlich der Eisenring magnetisiert, man sagt, innerhalb der Spule, also im Ring, entsteht ein magnetischer Fluß. Dieser Fluß Φ besteht aus einer Anzahl magnetischer Kraftlinien, die innerhalb des Eisens verlaufen. Die Zahl dieser Kraftlinien oder — was dem gleichbedeutend ist — die Größe des Kraftflusses Φ wird mit Hilfe der Wicklung 2 und des Galvanometers bestimmt. Auf die Meßmethode soll hier nicht eingegangen werden, da dies zu weit führen würde. Da der Kraftfluß Φ abhängig ist von den Ausmaßen des Eisenringes, wollen wir für die Kraftlinienzahl eine allgemein gültige Einheit einführen. Es wird praktischerweise die Zahl der Linien je cm² Querschnitt angegeben. Diese Größe heißt Induktion und wird in der Einheit Gauß gemessen. Man erhält die Induktion aus dem Fluß, wenn man diesen durch den Querschnitt q des Eisens dividiert.

$$B = \Phi / q \qquad (1)$$

B = Induktion in Gauß *(Gs)*, Φ = Kraftfluß in Maxwell, q = Querschnitt in cm²

Die Einheit für den Kraftfluß, d. h. die gesamte Kraftlinienzahl, heißt Maxwell.

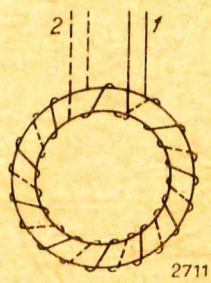


Abb. 1. Elektromagnet in Form eines geschlossenen Ringes

Nachdem wir das Vorhandensein des Flusses Φ und seine Maßeinheiten kennengelernt haben, wollen wir nach dessen Ursache forschen. Der Fluß im Eisen entstand dadurch, daß Strom durch die Spule geschickt wurde. Es muß also der stromdurchflossenen Spule eine magnetisierende Kraft innewohnen; diese nennt man magnetomotorische Kraft (*MMK*). Die Größe der *MMK* ist im wesentlichen abhängig von der Windungszahl n der Spule und dem diese durchfließenden Strom i. Sie berechnet sich nach der Formel.

$$M = 0{,}4\,\pi \cdot n \cdot i \qquad (2)$$

M = Magnetomotorische Kraft in Gilbert, n = Windungszahl der Spule, i = Strom in der Spule in Ampere

Die Einheit der *MMK* ist Gilbert.

Da die Gesamtgröße der *MMK* wieder von den Ausmaßen der Spule abhängig ist, soll als Vergleichseinheit die *MMK* je Zentimeter Spulenlänge definiert werden. Diese nennt man die Feldstärke und bezeichnet sie mit dem Buchstaben H. Es ist also

$$H = M/l \qquad (3)$$

H = Feldstärke in Oersted, l = Länge der Spule in cm

Die Feldstärkeeinheit ist Oersted.

Enthält die Anordnung nach Abb. 1 keinen Eisenring, so herrscht im Innern der Spule die Feldstärke H. Die Induktion B, also die Zahl der Kraftlinien je cm², ist dann gleich der Feldstärke H. Setzt man den Eisenring ein, so erzeugt das Feld H in diesem eine bedeutend größere Induktion. Mathematisch wird dies dadurch ausgedrückt, daß man der Beziehung zwischen B und H den Zahlenfaktor μ zuordnet

$$B = \mu \cdot H$$

B = Induktion in Gauss, H = Feldstärke in Oersted, μ = Permeabilität

Den dimensionslosen Faktor μ, der angibt, wieviel mal größer die Induktion im Eisen ist als in Luft, nennt man die Permeabilität des Eisens. Sie stellt eine Werkstoffeigenschaft dar und wird als Maß für die Güte und Verwendbarkeit der Eisen- und Stahlsorten benutzt.

Wir haben erkannt, daß die Ursache eines Kraftflusses in Eisen eine äußere magnetomotorische Kraft ist. Man kann sagen, die *MMK* rufe den Fluß Φ hervor. Ein ganz ähnlicher Vorgang ist aus der Elektrotechnik bekannt. Eine elektromotorische Kraft (*EMK*) ruft in einem Stromkreis einen elektrischen Strom hervor. Dividiert man hier die *EMK* durch den Strom, so erhält man den „elektrischen Widerstand", wie das ohmsche Gesetz angibt

$$E/I = R \qquad (5)$$

In Übereinstimmung damit wollen wir ein Ohmsches Gesetz des Magnetismus aufstellen, indem wir ebenfalls Ursache durch Wirkung dividieren. Wir müssen dadurch einen Ausdruck für einen magnetischen Widerstand erhalten. Es ist demnach der magnetische Widerstand R_m

$$R_m = M/\Phi \qquad (6)$$

und mit (1) und (3) wird

$$R_m = \frac{H \cdot l}{B \cdot q} \qquad (7)$$

Setzt man für B nach (4) $\mu \cdot H$ ein, so erhält man

$$R_m = \frac{l}{\mu \cdot q} \qquad (8)$$

R_m = magnetischer Widerstand in mag. Ohm, l = Länge in cm, q = Querschnitt in cm², μ = Permeabilität

Der magnetische Widerstand wächst demnach mit der Länge des Eisenringes, er wird kleiner mit größer werdendem Eisenquerschnitt und mit wachsender Permeabilität. Es fällt auch hier wieder die Ähnlichkeit mit dem Ausdruck für den elektrischen Widerstand eines Stromleiters auf. Dieser ist bekanntlich

$$R = \varrho l/q \qquad (9)$$

R = elektrischer Widerstand in Ohm, ϱ = spez. Widerstand l = Länge des Leiters in m, q = Querschnitt des Leiters in mm²

Die Faktoren μ und ϱ stellen Materialeigenschaften dar. Der magnetische Widerstand eines „magnetischen Kreises" ist somit gegeben durch die Weglänge der Kraftlinien, den Querschnitt dieses Weges sowie die Permeabilität des Stoffes, in dem die Linien verlaufen.

Wir wollen jetzt dazu übergehen, die Größe der Permeabilität des Eisens zu bestimmen. Dazu benutzten wir wieder die Anordnung nach Abb. 1. In Spule 1 wird eine *MMK* erzeugt. Die Folge ist ein Kraftfluß Φ im Eisen, der mittels Spule 2 gemessen wird. Um vergleichbare Werte zu erhalten, betrachten wir bei der Messung nur die Feldstärke, also die *MMK*, die auf einem Zentimeter Spulenlänge wirksam ist, sowie die Induktion im Eisen, also den Fluß je cm² Querschnitt. Steigert man die Feldstärke langsam von Null kommend, so steigt ebenfalls die Induktion zu Anfang sehr rasch, später langsamer, und endlich steigt trotz starker Erhöhung der Feldstärke die Induktion praktisch nicht mehr. Man sagt, das Eisen ist mit Kraftlinien gesättigt. Macht man das Feld auch noch so stark, die Induktion nimmt nicht mehr zu. Jetzt wollen wir die Feldstärke wieder langsam verringern; dabei beobachten wir, daß die Induktion ebenfalls geringer wird, jedoch nimmt sie nicht die gleichen Werte an, die sie vorher bei Vergrößerung der Feldstärke aufwies; sie bleibt nämlich etwas größer. Um diesen Vorgang gut zu übersehen, wollen wir ihn graphisch darstellen.

In Abb. 2 ist die Induktion B als Funktion der Feldstärke H aufgetragen. Die Linie o—a wurde durchlaufen bei Vergrößerung des Feldes H von Null bis zum Sättigungswert. Beim Zurückgehen bis auf Null wird nun die Kurve a—b durchlaufen. Wir bemerken, daß jetzt, wo das äußere Feld $H = O$ ist, im Eisen noch eine Induktion vorhanden ist, diese besitzt die Größe o—b. Geben wir nun dem Feld H entgegengesetztes Vorzeichen, was dadurch geschieht, daß man den

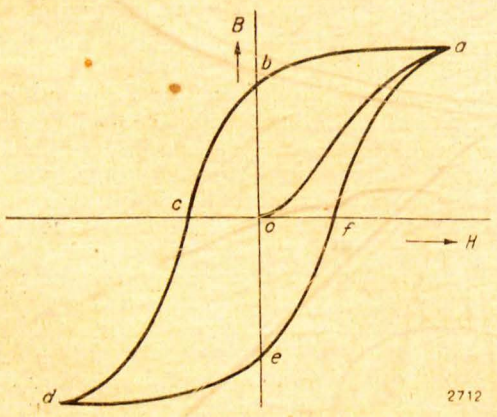


Abb. 2. Hysteresisschleife

Strom in der Spule umpolt, so muß man ein Feld von der Größe o—c aufwenden, um die Induktion im Eisen auf Null zu bringen. Vergrößern wir H weiter, so erreichen wir Punkt d, einen Punkt a gleichkommenden Sättigungswert. Bei weiterer Verringerung von H verläuft die Induktion für $H = O$ durch e (äquivalent b) und weiter durch f nach a.

Die Kurve o—a wird nur ganz zu Anfang durchlaufen, bei allen weiteren zyklischen Änderungen von H nimmt B die Werte an, die durch die Kurve a—b—c—d—e—f—a gegeben sind. Diese Kurve nennt man die Hysteresisschleife. Aus ihr können wir entnehmen, daß die Permeabilität μ keine Konstante ist, sondern daß ihre Größe von der herrschenden Feldstärke abhängig ist.

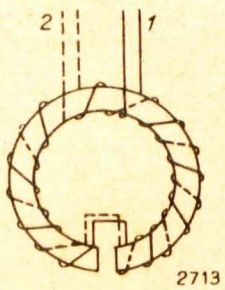


Abb. 3. Ringmagnet mit Luftspalt

Gleichzeitig entnehmen wir aus der Hysteresiserscheinung eine andere für unsere Betrachtungen grundlegende Tatsache. Wir sehen, daß nach einmaligem Magnetisieren des Eisens bis zur Sättigung im Eisen eine Induktion o—b bestehen bleibt, wenn die Feldstärke Null wird. Wenn aber im Eisen ein Fluß besteht, so muß eine *MMK* vorhanden sein, die diesen aufrechterhält. Diese *MMK* kann nun nicht von der Spule aufgebracht werden, da der Strom in dieser Null ist. Wir können die Spule entfernen, der Fluß, entsprechend der Induktion o—b, bleibt erhalten. Diese *MMK* muß jetzt also im Eisen selbst enthalten sein. Wir können auch über die Größe der *MMK* etwas aussagen. Vorher war ein Gegenfeld von der Größe o—c notwendig, um die im Eisen zurückgebliebene Induktion o—b aufzuheben. Daraus folgt, daß die Feldstärke im Eisen ebenfalls die Größe o—c haben muß, da sie ja die Induktion o—b erzeugt. Man nennt nun den Wert o—b die Remanenz des Eisens und die Feldstärke o—c, die nötig ist, um die Remanenz im Eisen aufrechtzuerhalten, die Koerzitivkraft.

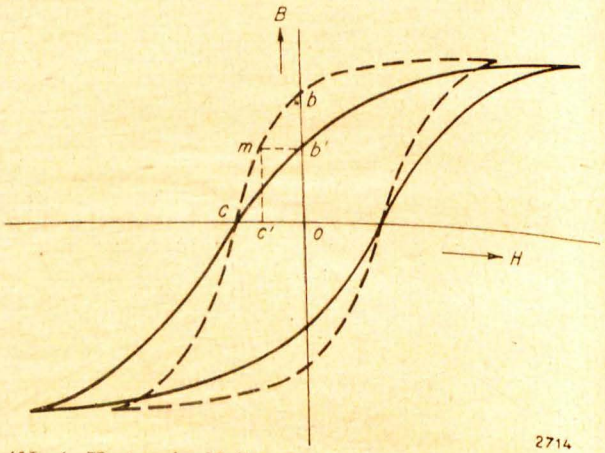


Abb. 4. Hysteresisschleifen des geschlitzten (ausgezogen) und des geschlossenen Ringes (gestrichelt)

Im vorhergehenden haben wir die Eigenschaften eines geschlossenen magnetisierten Eisenringes kennengelernt. Ihm wohnt eine *MMK* inne, die in ihm einen Kraftfluß erzeugt. Der Ring stellt also einen Dauermagneten dar. Er bleibt magnetisiert, ohne daß ein äußeres Feld dazu nötig wäre. Bei Lautsprechermagneten muß ein Magnetfeld in einem Luftspalt erzeugt werden. Wir wollen nun die Vorgänge studieren, die stattfinden, wenn wir den Ring nach Abb. 1 mit einem Luftspalt versehen (Abb. 3). Im Falle des geschlossenen Ringes konnten wir die Eigenschaften desselben aus der Hysteresisschleife entnehmen. Wir nehmen also auch für den geschlitzten Ring die Hysteresisschleife auf, indem wir auf genau die gleiche Art vorgehen. In Abb. 4 stellt die ausgezogene Kurve die Hysteresisschleife des geschlitzten Ringes, die gestrichelte die des geschlossenen Ringes dar. Man stellt folgende Unterschiede zwischen beiden fest:

Beim Ring mit Luftspalt tritt Sättigung erst bei größeren Feldstärken ein als bei geschlossenem Ring, weiter ist die verbleibende Induktion kleiner. Sie ist von $o-b$ bis auf

$o—b'$ gesunken. Diese Tatsache ist wiederum von größter Bedeutung. Enthält der Ring einen Spalt, so ist der Fluß kleiner, als wenn der Ring geschlossen ist. Wir sahen vorher, daß dem geschlossenen Ring eine MMK innewohnt, die die Induktion $o—b$ erzeugt. Da nunmehr nur noch eine Induktion $o—b'$ vorhanden ist, muß durch den Luftspalt eine entgegengesetzte MMK wirksam geworden sein, die die ursprünglich vorhandene herabsetzt, so daß nunmehr nur noch die Induktion $o—b'$ aufrechterhalten werden kann.

Wir wollen die Größe der Gegen-MMK feststellen, die durch den Luftspalt dargestellt wird. Um die Induktion $o—b'$ zu erzeugen, wäre bei dem geschlossenen Ring die Gegenfeldstärke $o—c'$ notwendig gewesen. Dieser Gegenfeldstärke $o—c'$ ist demnach die durch den Spalt hervorgerufene entmagnetisierende Feldstärke gleichzusetzen.

Indem wir also dem Luftspalt eine entmagnetisierende MMK zuschreiben, können wir aus der Kurve $b—c$ allein für jeden Fall die verbleibende Induktion entnehmen. Um die Eigenschaften eines Dauermagneten mit Luftspalt festzulegen, ist somit lediglich die Kurve $b—c$, in geschlossenem Zustand gemessen, notwendig. Diese Kurve nennt man die Entmagnetisierungskurve. Die Größe der zurückbleibenden Induktion ist abhängig vom magnetischen Widerstand des Luftspaltes. Wird dieser größer, so bewegt sich der Punkt m auf der Entmagnetisierungslinie nach c hin, wird er kleiner, so geht m gegen b; ist der Spaltwiderstand Null, der Ring also geschlossen, so ist die Induktion gleich der Remanenz.

Wir wollen nun noch einmal auf die Ähnlichkeit zwischen elektrischem und magnetischem Kreis zurückkommen. Beim elektrischen Strom erhalten wir durch Multiplikation von Strom und Spannung die Größe der elektrischen Leistung

$$N = U \cdot I. \qquad (10)$$

Stellen wir die gleiche Beziehung für den magnetischen Kreis auf, so erhalten wir

$$A = M \cdot \Phi. \qquad (11)$$

Mit (3) und (1) erhält man

$$A = H \cdot l \cdot B \cdot q. \qquad (12)$$

Faßt man l und q zusammen und bildet aus dem Produkt das Volumen v, so ergibt sich

$$A = H \cdot B \cdot v. \qquad (13)$$

Aus Gründen, auf die nicht näher eingegangen sei, ergibt sich nun, daß A keine Leistung, sondern eine Energie darstellt. Es ist also A die im Eisen vom Volumen v durch die Magnetisierung aufgespeicherte Energie. Unter Benutzung der bisher abgeleiteten Einheiten ergibt sich die Formel

$$A = \frac{H \cdot B \cdot v}{8\pi} \qquad (14)$$

A = magnetische Energie in Erg, H = Feldstärke in Oersted, B = Induktion in Gauss, v = Volumen in cm³

Die in einem Luftspalt vorhandene Energie ist, da für Luft $H = B$

$$A = \frac{B^2 v}{8\pi} \qquad (15)$$

Die Beziehung (14), die die im Stahl enthaltene magnetische Energie angibt, ist nun sehr wichtig für die Bemessung des Magneten. Trägt man neben der Entmagnetisierungslinie die Energiekurve auf, die die Energie je cm³ Volumen angibt, die bei den zugehörigen Induktionen wirksam ist, so erhält man Abb. 5. Der Abbildung ist zu entnehmen, daß für die Induktion B' die im Eisen enthaltene Energie ein Maximum wird. Es ist demnach der Magnet so zu bemessen, daß die Induktion die Größe B' erhält; dann wird man im Spalt die größte erreichbare Energie erzielen. Dies ist der Fall, wenn man folgendermaßen vorgeht:

Im Spalt wird ein Fluß Φ gewünscht; teilt man diesen durch den Wert B', so erhält man den Querschnitt des Magneten. Stimmt dieser mit dem Querschnitt des Luftspaltes nicht überein, so müssen besondere Polschuhe aus hochpermeablem Eisen verwendet werden. Sodann be-

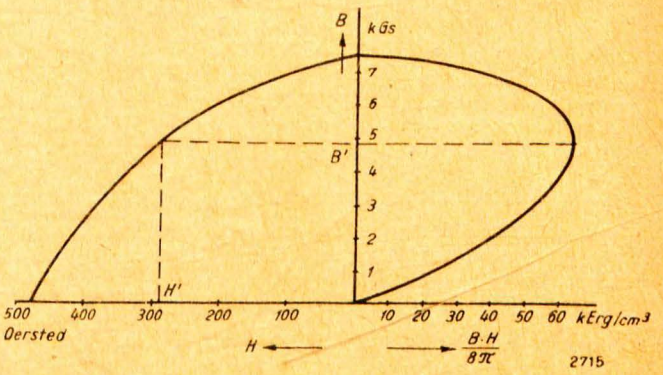


Abb. 5. Entmagnetisierungslinie und Energiekurve

rechnet man die gesamte notwendige MMK, um den Fluß im Spalt aufrecht zu halten. Diesen Wert teilt man durch den zu B' gehörigen Wert von H', der aus der Entmagnetisierungskurve entnommen wird, und erhält damit die Länge des Magneten. Wird der Magnet derart bemessen, so ist die Energieausnutzung optimal.

Es ist ersichtlich, daß Magnete aus Werkstoffen, bei denen die Induktion B' für den maximalen Energieinhalt groß ist, eine langgestreckte dünne Form erhalten, und daß ein Werkstoff, dessen Induktion B' klein ist, eine gedrungene flachdicke Form aufweisen muß, wenn der Werkstoff am günstigsten ausgenutzt werden soll. Dies ist ein bei der Konstruktion von Magnetsystemen zu berücksichtigender Punkt.

Ist in einem Magneten mit dem Spalt vom Volumen v die Energie A nach Gleichung (14) enthalten, so müßte man auch im Luftspalt die gleiche Energiemenge erwarten; dies ist jedoch nicht der Fall. Ein großer Teil der Energie geht durch die sogenannte Streuung verloren. Die vom Eisen ausgehenden Kraftlinien gehen nicht sämtlich durch den Spalt, sondern treten schon früher aus dem Eisen aus und schließen sich über die umgebende Luft. Der Betrag dieser Streuverluste kann sehr groß werden; er beträgt bei Lautsprechermagneten etwa 60 bis 70 %. Eine exakte Berechnung der Streuung ist bislang noch nicht möglich; man benutzt deshalb beim Entwurf von Magnetsystemen die aus zahlreichen Messungen gewonnenen Erfahrungswerte.

Im folgenden werden nun die wichtigsten Zahlenangaben über Stähle und Lautsprechermagnete gegeben. In Tafel 1 sind die Energien je cm³ Stahlvolumen der wichtigsten Werkstoffe aufgeführt.

Tafel 1

Wolfram-Stahl (6 %)	12,5 kErg/cm³
Kobalt-Stahl (15 %)	26 kErg/cm³
Nickel-Aluminium-Stahl . . .	55 kErg/cm³

Als Werkstoff für Lautsprechermagnete kommt praktisch lediglich der Nickel-Aluminium-Stahl in Frage, der den größten spezifischen Energieinhalt besitzt.

Der Luftspalt von Lauptsprechermagneten ist charakterisiert durch die Daten der Abb. 6.

In Tafel 2 soll zur Information eine Aufstellung der in der Praxis üblichen Ausmaße des Luftspaltes gegeben werden.

Tafel 2

	Rundfunklautsprecher	Großlautsprecher
l	0,9 ... 1,2 mm	1,2 ... 1,6 mm
d	18 ... 25 mm	30 ... 60 mm
h	5 ... 6 mm	8 ... 15 mm
B	5 ... 8 kGs	10 ... 16 kGs

Bestimmungsgemäß gelten Lautsprecher mit einer Spaltenergie von mehr als 2 MErg als Großlautsprecher. Für

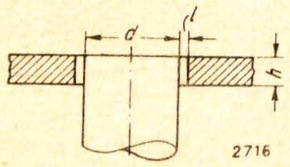
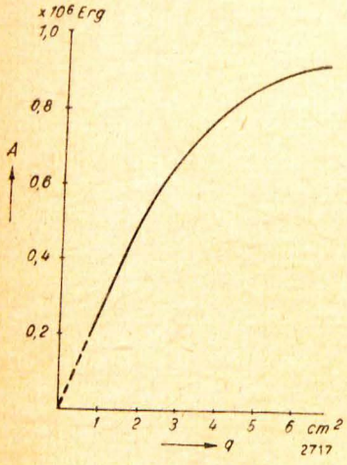


Abb. 6. Der Luftspalt des Lautsprecher-Magneten. Spaltbreite l, Spalthöhe h, Kerndurchmesser d Spaltinduktion B

den entmagnetisierenden Einfluß des Luftspaltes sind nach dem Vorhergehenden zwei Größen von Bedeutung: Dies ist die Spaltbreite l und die mittlere Spaltfläche q; diese errechnet sich leicht zu

$$q = (d + l)\,\pi \cdot h$$



Abt. 7. Spaltenergie in Abhängigkeit von der mittleren Spaltfläche q

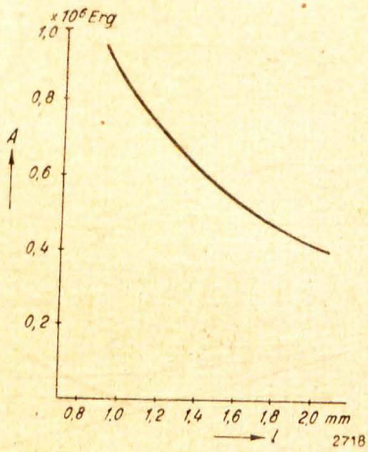


Abb. 8. Spaltenergie in Abhängigkeit von der Spaltbreite l

Den Einfluß dieser beiden Größen auf die erhaltene Spaltenergie zeigen Abb. 7 und 8. Aus ihnen ist zu entnehmen, daß die Spaltenergie mit Vergrößerung der Spaltbreite fällt und mit Vergrößerung der Spaltfläche steigt, daß jedoch der Einfluß der Breite wesentlich größer ist als der der Fläche.

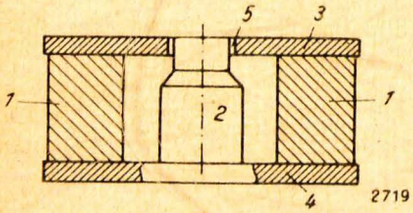


Abb. 9. Aufbau des Magnetsystems für einen dynamischen Lautsprecher

Bei der praktischen Ausführung von Dauermagneten ist natürlich zu beachten, daß aus wirtschaftlichen Gründen nur eine Massenherstellung mit der dabei notwendigen Normung in Frage kommt. Es ist daher nicht möglich, für jeden besonderen Fall eines Magnetsystemes die am besten geeignete Magnetform herzustellen, vielmehr wird man eine Anzahl von Normalmagneten am Lager halten, deren Dimensionen sich den praktischen Bedarfsfällen günstig anpassen, und man wird aus diesen Normalmagneten sodann die gewünschten Systeme zusammenstellen.

Der konstruktive Aufbau eines üblichen Magnetsystems ist in Abb. 9 dargestellt. Es sind hier 1 die Magnetstege,

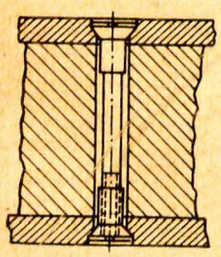


Abb. 10. Verbindung der Platten des Magnetsystems durch nichtmagnetische Bolzen

deren Kraftlinien durch die Unterplatte 4, den Kern 2, den Luftspalt 5 und die Oberplatte 3 verlaufen. Man kann zur Erzielung beliebiger magnetischer Energien zwei oder mehrere solcher Magnetstege zu einem System zusammensetzen. Im Lautsprecherbau werden meist zwei, drei oder vier Stege verwendet; bei mehr als vier Stegen wird der Ausnutzungsgrad eines solchen Systems merklich schlechter.

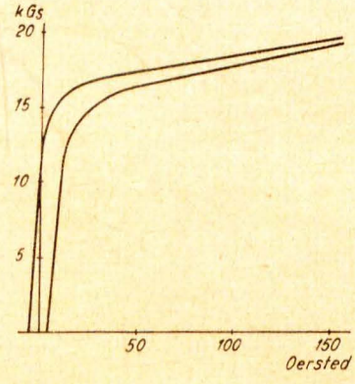


Abb. 11. Magnetisierungskurve für normales Eisen

An Stelle der Stege werden bei Magnetsystemen für Großlautsprecher gern Magnetringe verwendet. Da bei diesen großen Magneten meist Sonderanfertigung vorliegt, macht die Ausführung natürlich keine Schwierigkeiten. Prinzipiell ist es vollständig gleichgültig, ob der Magnet die Steg- oder die Ringform erhält. Zusammengehalten wird das System nach Abb. 9 durch vier Bolzen aus Nichteisen-Metall, die innerhalb der Stege in Bohrungen angeordnet sind. Die konstruktive Durchbildung zeigt Abb. 10.

Aus gießtechnischen Gründen vermeidet man bei den Magneten gern große Querschnitte; ebenfalls hat sich die Ringform aus ähnlichen Gründen als unvorteilhaft erwiesen. Die Formgebung der Aluminium-Nickel-Stahl-Magnete muß nämlich im wesentlichen durch Gießen erfolgen. Der Stahl ist so hart, daß er mechanisch nur durch Schleifen bearbeitbar ist. Bei der Auswahl des Eisens für Kern und Deckplatten ist darauf zu achten, daß ein Werkstoff Verwendung findet, bei dem die Sättigung möglichst hoch liegt und die Permeabilität möglichst groß ist, damit der magnetische Widerstand des Eisenweges klein bleibt. Abb. 11 zeigt die Magnetisierungskurve des für normale Magnetsysteme üblichen Eisens. Die Sättigung liegt hier bei etwa 20 000 Gauß.

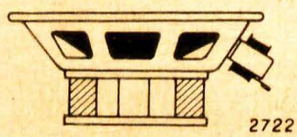


Abb. 12. Lage von Membrankorb und Anpassungs-Übertrager zum Magneten

Aluminium-Nickel-Stahl-Magnetsysteme können bis auf mehrere 100° C. erwärmt werden, ohne daß ein Verlust an magnetischer Energie zu befürchten ist. Weiter ist der Magnet praktisch unempfindlich gegen Erschütterung. Es wurde z. B. ein übliches Magnetsystem unter einem Personenwagen befestigt und 300 km lang den Erschütterungen der Landstraße ausgesetzt, ohne daß sich eine nachweisbare Schwächung gezeigt hätte. Auch Alterungserscheinungen spielen praktisch keine Rolle. Ein seit drei Jahren beobachtetes System zeigte noch keine merkliche Energieabnahme. Der Lautsprechermagnet dürfte also die Lebensdauer der übrigen Teile bei weitem übertreffen.

Eine weitere beim Lautsprecherbau zu beachtende Frage ist die der magnetischen Verluste. Der übliche Membrankorb aus Eisenblech z. B., wie ihn Abb. 12 darstellt, der bei fast allen Lautsprechern verwendet wird, bringt durchschnittlich einen Verlust von ungefähr 6 % an magnetischer Energie im Luftspalt mit sich. Wird am Membrankorb, wie in der Abbildung gezeigt, ein Ausgangstransformator angebracht, so steigen die Verluste auf 8 bis 12 %, je nach Größe und Lage des Transformators.

Zeichnungen vom Verfasser

Eichbares Schallmeßgerät für Netzbetrieb

Von

Dipl.-Ing. Ferdinand Dohnal

Im nachfolgenden wird ein eichbares, mit einem Kondensator-Mikrophon arbeitendes Schallmeßgerät für Wechselstromnetzbetrieb beschrieben, das insbesondere für praktische Betriebsmessungen, wie z. B. zur Untersuchung von Lautsprechern, Mikrophonen u. ä. geeignet ist. Die für den Entwurf der Meßapparatur maßgebenden Gesichtspunkte werden angeführt und auf die besonderen Schwierigkeiten, die bei der elektrischen und mechanischen Durchbildung zu berücksichtigen sind, eingegangen. Schließlich werden praktische Betriebsergebnisse besprochen.

Im Laufe der Zeit sind die Forderungen nach naturgetreuer Wiedergabe von Sprache und musikalischen Darbietungen erheblich gestiegen. Um den verfeinerten Ansprüchen gerecht zu werden, wurde es notwendig, sowohl die Funktion der Aufnahme- als auch Wiedergabegeräte — angefangen vom Aufnahmemikrophon bis zum Wiedergabelautsprecher — sorgfältig zu untersuchen. Hierbei handelt es sich vornehmlich um die Feststellung der Abweichungen der Schallwiedergabe von der Originaldarbietung, die in der Regel durch Verzerrungen bedingt werden. Es ist bekannt, daß alle Elemente der Wiedergabeapparatur entweder zu linearen oder nichtlinearen Verzerrungen Anlaß geben können; in hohem Maße auch der Wiedergabelautsprecher. Qualitätskontrollen und Vergleiche mit Geräten anderer Bauart werden daher besonders interessieren.

Es liegt im Wesen akustischer Untersuchungen, daß diese nicht immer leicht und exakt durchzuführen sind; ganz besonders erschwert diese Tatsache die Vornahme laufender Betriebsmessungen. Im folgenden wird ein an der Wiener Versuchsanstalt für Radiotechnik entwickeltes Schallmeßgerät beschrieben, das über den Laboratoriumsgebrauch hinaus zur praktischen technischen Schallprüfung bei Fabrikationskontrollen von Lautsprechern und auch Mikrophonen geeignet ist.

Für den Entwurf der Meßapparatur sind folgende Gesichtspunkte maßgebend:

1. Betriebssicherheit, 2. Dauerbetrieb, 3. Konstanz, 4. Frequenzcharakteristik, 5. Amplitudencharakteristik, 6. Verstärkung, 7. Eichbarkeit, 8. Bedienbarkeit und Ablesemöglichkeit. Den beiden ersten Forderungen nach Betriebssicherheit und der Möglichkeit eines ununterbrochenen Dauerbetriebes kann durch Vollnetzanschluß des Gerätes Rechnung getragen werden. Die notwendige Konstanz der Meßeinrichtung läßt sich hingegen durch Verwendung eines Kondensatormikrophons erzielen. Die Anordnung mit Kondensatormikrophon erweist sich aber auch aus anderen Gründen vorteilhaft: einerseits kann nämlich die obere Grenze der aufnehmbaren Frequenzen hinausgeschoben werden, andererseits gestattet dieser Mikrophontyp bei Anbringung einer Hilfselektrode eine besonders leichte Eichmöglichkeit.

Schaltung und Konstruktionsangaben

Die angeführten Gründe und die Forderung einer hohen Verstärkung legen die in Abb. 1 wiedergegebene Schaltung fest. Man erkennt einen zweistufigen indirekt gekoppelten Widerstandsverstärker. In Verwendung stehen eine indirekt geheizte Hochfrequenz-Fünfpolröhre und eine Fünfpol-Endröhre, die über einen Ohmschen Widerstand auf das Gitter der folgenden Richtverstärker-Röhre arbeitet. Daß die Wahl der Arbeitsbedingungen der Röhren, unter anderem auch die Festlegung der Arbeitspunkte und Belastungswiderstände, für die Funktion der Apparatur von besonderer Bedeutung ist, braucht nicht erwähnt zu werden. Am besten wird mit einem Elektronenstrahl-Oszillographen die Arbeitsweise der einzelnen Röhrenstufen kontrolliert. Es gelingt so am besten, nichtlineare Verzerrungen, wie sie etwa durch gekrümmte Röhrencharakteristiken bedingt werden, zu erkennen und sie dennoch auf ein Mindestmaß zu beschränken, um dem Gerät weitgehende amplituden- und formgetreue Verstärkung zu sichern.

Größere Schwierigkeiten erstehen in der Gleichrichterstufe, da der Gleichrichter infolge seiner gekrümmten Kenn-

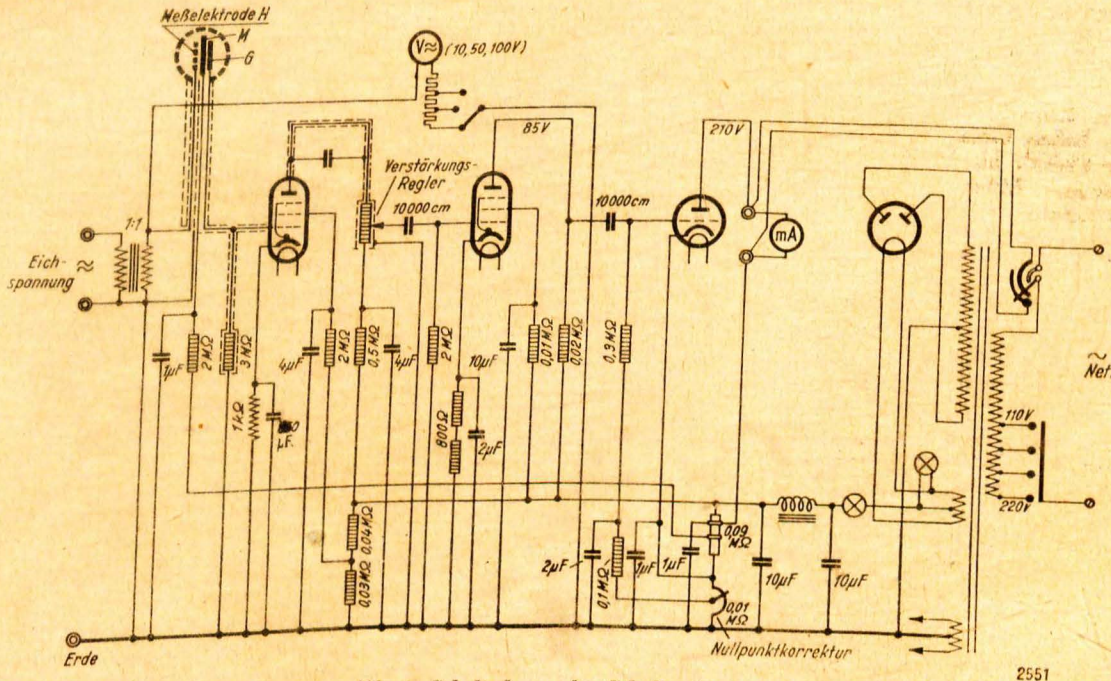


Abb. 1. Schaltschema des Schallmeßgerätes

linie ebenfalls Verzerrungen erzeugt und das gemessene Klangbild eines etwa schon von vornherein mit Oberwellen verschiedener Größe überlagerten Tones wesentlich fälscht. Aus diesem Grunde ist als Richtverstärker eine Röhre mit scharfem Kennlinienknick zu benützen. Weiter empfiehlt sich die Verwendung einer Röhre mit großem Durchgriff, um Meßwertsfälschungen durch Gitterstromdämpfung bei Übersteuerung der Röhre vorzubeugen. Messungen an Trockengleichrichtern für Hoch- und Niederfrequenz haben eine sehr günstige Richtcharakteristik ergeben, und es kann ihre Verwendung empfohlen werden, um so mehr, als sich bei ihnen gegenüber den Anodengleichrichtern das Einregeln des Anodenruhestroms erübrigt. Aus dem gleichen Grunde kann auch eine Zweipol-Gleichrichtung in Frage gezogen werden. Bei dem hier beschriebenen Gerät wurde von den eben angeführten Konstruktionen nur deshalb keine Anwendung gemacht, weil es zur Aufnahme größerer Schallwert-Intensitäten bestimmt ist und außerdem einen hohen Verstärkungsfaktor besitzt, der die Durchführung der Messungen außerhalb des kritischen Nichtlinearitätsgebietes gestattet. Über die Amplitudencharakteristik des gesamten Gerätes wird in dem Abschnitt „Eicheinrichtung" noch berichtet werden.

Für die Qualität der frequenzgetreuen Übertragung gibt der „Übertragungsbereich" der Anlage, d. i. jener Bereich, innerhalb dessen die bei bestimmten Frequenzen auftretenden maximalen Abweichungen von der mittleren Lautstärke ein bestimmtes Maß, z. B. 1 Neper, nicht übersteigen, Aufschluß. Zur Festlegung des Übertragungsbereiches ist die Kenntnis seiner Größt- und Kleinstfrequenzen erforderlich. Letztere werden an Hand der Frequenzkurve, wie noch später für das vorliegende Gerät gezeigt werden wird, ermittelt. Erwähnt muß allerdings werden, daß infolge der einwandfreien Eichbarkeit des Gerätes die Höhe der Qualität des Übertragungsbereiches solange nicht von großer Bedeutung ist, als Lautsprecher mit kleinen Klirrfaktoren zu untersuchen sind. Im wesentlichen können Abweichungen der Grenzlautstärken von der mittleren so weit zugelassen werden, als sie nicht bereits in die Nähe des Störpegels fallen. Es ist daher vom Gerät auch ein niedriger Störspiegel zu verlangen, d. h. das Auftreten von Brummtönen, aber auch anderer der Frequenz nach nicht genau bestimmter Störtöne, wie z. B. das Rauschen und Kratzen von Röhren, Widerständen und der auf mechanischem und akustischem Wege im Mikrophon und dessen Zuleitungen erzeugten Störspannungen ist tunlichst hintanzuhalten.

Besondere Schwierigkeiten bereitet in dieser Hinsicht infolge des hohen Gesamtverstärkungsgrades von 8,5 bis 9,2 Neper (5000- bis 10 000fach) die Kleinhaltung des Netzbrummens. Mikrophon- und Gitterleitungen sind sorgfältigst abzuschirmen. Als unumgänglich notwendig erweist sich auch die Abschirmung des Gitterwiderstandes und des zur Lautstärkeregelung als Drehspannungsteiler ausgebildeten Anodenwiderstandes der ersten Stufe. Für die Glättung der Betriebsspannungen wird durch Anordnung von Drossel- und Widerstands-Siebketten sowie Rückkopplungssperren gesorgt. Störspannung führende Leitungen werden abgeblockt und nahe dem geerdetem Metallgestell verlegt. Auch ist auf kapazitätsarme Anordnung der empfindlichen Leitungen zu sehen, weshalb sich die Verwendung moderner Allstrom-Röhren mit speziell kapazitätsarmen Sockeln und Fassungen und oben ausgeführten Steuergittern empfiehlt. Eine Verringerung des Röhrenrauschens und des thermischen Rauschens anderer Verstärkerteile kann, da diese Elementarvorgänge darstellen, naturgemäß nicht wesentlich erzielt werden. Günstiger steht es mit den Störspannungen, die durch mechanische oder akustische Erschütterungen der Kondensatormembrane bedingt sind. Die Bettung des Mikrophons in Gummi, eventuell ein Aufhängen an Gummischnüren, führt hier zum Ziele. Schwierigkeiten bereitet in technischer Hinsicht allerdings auch das Kleinhalten der Nebengeräusche im Meßraum. Wo ein schalldichter Aufnahmeraum nicht zur Verfügung steht, wird es notwendig sein, einen solchen behelfsmäßig in Form eines akustisch dichten Schallkanals, in dem Aufnahmemikrophon und zu untersuchender Lautsprecher untergebracht werden können, zu bauen.

Eicheinrichtung

Wie bereits eingangs erwähnt, steht zur Eichung des Mikrophonverstärkers ein Kondensatormikrophon mit Meßelektrode (Sonde) in Verwendung. Zu sagen ist, daß jedes normale Kondensatormikrophon für diese Zwecke adaptiert werden kann. Die Sonde *H* (vgl. Abb. 2) wird

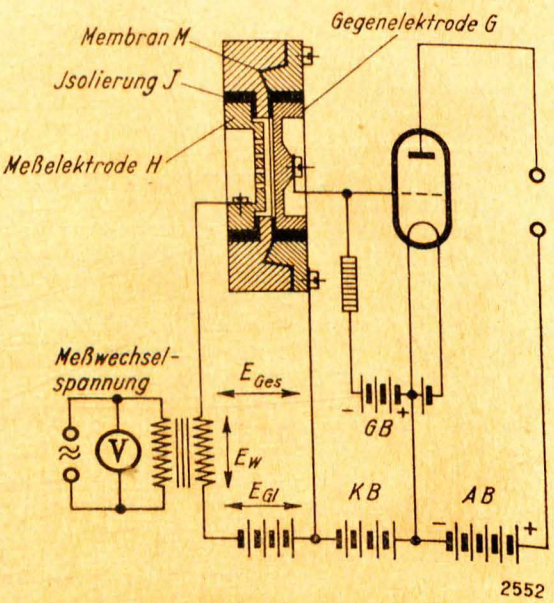


Abb. 2. Die Eicheinrichtung des Schallmeßgerätes

an der der festen Gegenelektrode G gegenüberliegende Seite der Membran *M* des Mikrophons, d. i. also auf de Schallempfangsseite, angeordnet und ist mit zahlreiche Schallöffnungen zu versehen, um den Schallwellen de Durchgang zur Membran zu gestatten. Die Entfernun Meßelektrode—Membran ist mit Rücksicht auf genügend

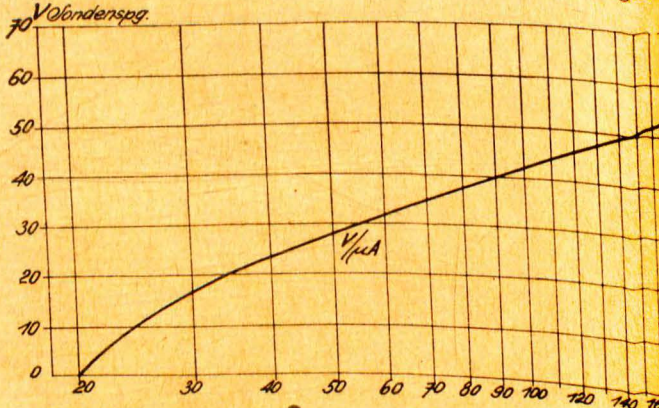


Abb. 3. Amplitudencharakteristik, aufgenommen bei 50 Hz un Maximalverstärkung

Empfindlichkeit der Eicheinrichtung tunlichst klein halten, etwa 0,2 bis 0,3 mm. Diese Sonde erhält ne einer konstanten Gleichspannung E_{gl} Wechselspannun solcher Frequenzen und Amplituden überlagert, für die Arbeitsweise, d. h. die Verstärkung des Gerätes, un sucht werden soll [1]).

[1]) ENT, 1927, Bd. 4, Heft 5, S. 203.

Entsprechend der Höhe der angelegten Erregerfrequenz bringt die Hilfselektrode die Mikrophonmembran in Schwingungen, und diese erzeugen, analog den durch Schall hervorgerufenen Membranschwingungen, Spannungsschwankungen am Gitter des Eingangsverstärkers. Würde z. B. das Schallmeßgerät bei allen Frequenzen gleich empfindlich arbeiten, dann müßten sich bei allen Frequenzen für gleiche Sondenwechselspannungen auch gleiche Ausgangsspannungen ergeben, und ebenso müßten den 1-, 2-, 3fachen Sondenspannungen die 1-, 2-, 3fachen Ausgangsspannungen entsprechen. Aus dem Letztgesagten

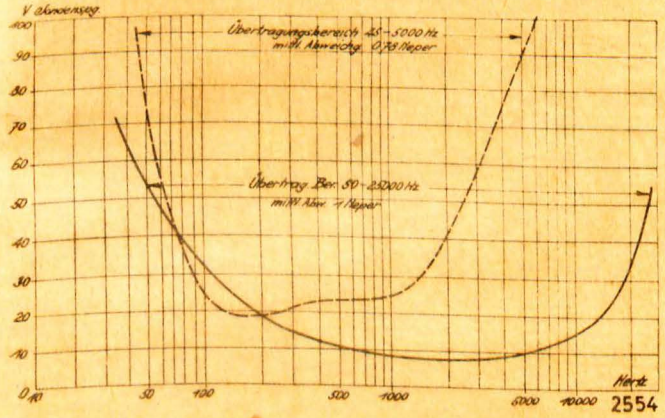


Abb. 4. Frequenzcharakteristiken des Schallmessers,
—— vor Verringerung des Übertragungs-Bereiches,
– – – nach Verringerung des Übertragungs-Bereiches

folgt, daß es mit der geschilderten Eichanordnung gelingt, sowohl die Frequenzcharakteristik als auch die Amplitudencharakteristik des gesamten Schallmessers zu erfassen. Von besonderer Bedeutung ist auch, daß Kontrolleichungen rasch vorgenommen werden können, wenn, wie in der beschriebenen Ausführung, für eine leichte Messung der Sondenspannung Vorsorge getroffen wird.

In Abb. 3 ist der Verlauf der aufgenommenen Amplitudenkurve des Schallmeßgerätes wiedergegeben. Sie zeigt die Abhängigkeit des Richtverstärkeranodenstromes in μA von der angelegten Sondenspannung in Volt eff. bei einer Frequenz von 50 Hertz und maximaler Verstärkung

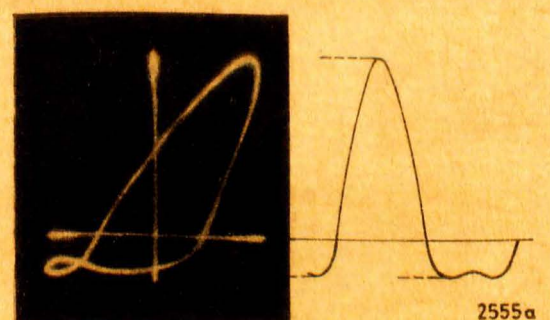


Abb. 5a. Ausgangsspannungskurve für 50 Volt Sondenwechselspannung und 50 Volt Sondengleichspannung

des Gerätes. Die Diagramme der Abb. 4 stellen zwei ebenfalls bei maximaler Verstärkung und Instrumentenvollausschlag (170 μA) aufgenommene Frequenzcharakteristiken der Apparatur dar. Die vollgezeichnete Kurve umfaßt einen Meßbereich von 50 bis etwa 25 000 Hertz und läßt somit die Verwendbarkeit des Gerätes bis zu den höchsten Tönen erkennen. Innerhalb dieses als Übertragungsbereich zu kennzeichnenden Gebietes weichen die maximale und minimale Empfindlichkeit des Gerätes, gegenüber ihrer durch eine Sondenspannung von 19,5 Volt zu charakterisierenden mittleren, um 1 Neper ab.

Da bei Lautsprecher-Untersuchungen praktisch ein so hoher Frequenzbereich nicht gefordert wird, könnte zwecks Angleichung des Übertragungsverhältnisses mittlerer Frequenzen an das tieferer Frequenzen mit Entzerrern eine Frequenzkorrektur mit gleichzeitiger Beeinträchtigung der Wiedergabe hoher Töne vorgenommen werden. Nach einem solchen Eingriff wurde das gestrichelt gezeichnete Diagramm der Abb. 4 erhalten, das bei einem Übertragungsbereich von 45 bis 5000 Hertz eine Abweichung von etwa 0,78 Neper bei größter und kleinster Empfindlichkeit gegenüber der mittleren, bei 41 Volt Sondenwechselspannung liegenden, aufweist.

Für die einwandfreie Funktion der Eicheinrichtung ist die Wahl einer genügend hohen Gleichstromvorspannung der Membran erforderlich. Die Kraft P, mit der die

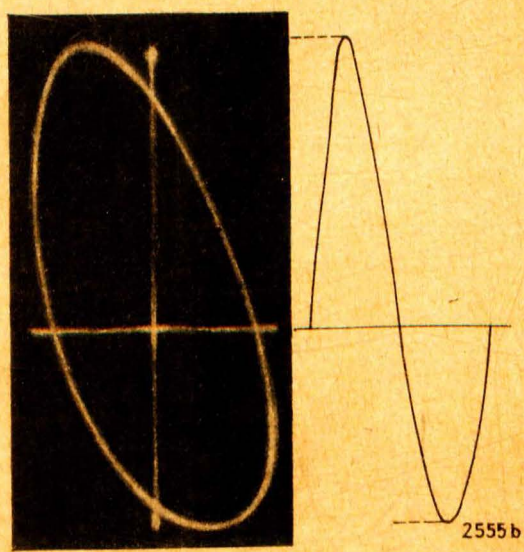


Abb. 5b. Ausgangsspannungskurve für 50 Volt Sondenwechselspannung und 180 Volt Sondengleichspannung

Membran von der Sonde angezogen wird, ist proportional dem Quadrat der gesamten Sondenwechselspannung E_{ges},

$$P = c \cdot E_{ges}^2.$$

Nun ist aber $E_{ges} = E_{gl} + E_w$, sofern mit E_{gl} die Gleichstromvorspannung und mit E_w die Sondenwechselspannung bezeichnet wird. Da ferner

$$E_w = E_{w\max} \cdot \sin \omega t, \text{ so wird}$$
$$P = c \cdot E_{gl}^2 + 2c \cdot E_{gl} \cdot E_w + c \cdot E_w^2.$$

Die Kraft, mit der die Membran angezogen wird, besitzt also zwei Komponenten, nämlich eine konstante Anziehung $c \cdot E_{gl}^2$, eine mit der Gleichspannung proportional zunehmende Wechselkraft $2c \cdot E_{gl} E_w$ mit der Frequenz ω und schließlich eine störende, nichtlineare Verzerrungen hervorrufende Wechselkraft $c \cdot E_w^2$ doppelter Frequenz 2ω, da

$$E_w^2 = E_{w\max}^2 \cdot \sin^2 \omega t = E_{w\max}^2 \left(\tfrac{1}{2} - \tfrac{1}{2} \cdot \cos 2\omega t\right).$$

Im Hinblick auf diese Störfrequenz ist also eine hohe Gleichstromvorspannung zu fordern.

Abb. 5 a und 5 b zeigen zwei bei gleicher sinusförmiger Sondenwechselspannung von 50 Veff experimentell mit einem Elektronenstrahl-Oszillographen aufgenommene Ausgangsspannungskurven des Schallmeßgerätes und deren zeitproportionale Auflösungen, von denen die eine bei 50 V, die andere bei 180 V Sondenvorspannung erzielt wurde.

Besonderes Augenmerk ist auch auf eine sorgfältige Abschirmung der Sondenleitung gegen die am Gitter liegende Mikrophonleitung zu legen. Experimentelle Unter-

suchungen [2]) zeigen, daß bei hohen Verstärkungsgraden schon geringe kapazitive Kopplungen zwischen den beiden Kreisen genügen, um die Mikrophonwirkung zu verstärken oder zu schwächen, d. h. allgemein, die Meßwerte erheblich zu fälschen. Erklärlich wird diese Tatsache, wenn man bedenkt, daß der durch die kapazitive Einstreuung bedingte Anteil der Streuspannung auf rein elektrischem, also trägheitslosem Wege dem Gitter der ersten Verstärkerstufe zugeführt wird, im Gegensatz zu jenem Teil der Spannungsschwankungen, der von der eigentlichen Mikrophonwirkung herrührt, der also die mechanischen Eigenschaften der Membran, Eigenfrequenz, Dämpfung usw., einschließt.

Einwandfreien Aufschluß über das Fehlen kapazitiver Einstreuungen als Voraussetzung der Eichmethode liefert die Kontrolle der Gleichheit der Anzeigen des Eichinstrumentes (Ausgangsspannungszeiger) bei Umpolung der Gleichstromvorspannung. Bei vollständiger elektrischer Entkopplung von Sonde und Gitter dürfen Polungsunterschiede nicht auftreten, da die Feldrichtung für die reine Mikrophonwirkung, abgesehen von unbedeutenden Elastizitätsungleichheiten der Membran, belanglos ist.

Aufbau des Schallmeßgerätes

Abb. 6 zeigt die innere konstruktive Durchbildung des Schallmeßgerätes. Die an der Vorderfront angebrachten Bedienungsknöpfe dienen zur Verstärkungsregelung, Nullpunktkorrektur und Netzschaltung. Letztere erfolgt unter gleichzeitigem Kurzschluß des Indikatorinstrumentes (s. Abb. 1), um dessen Überlastung durch Schaltstöße zu verhindern.

Der äußere mechanische Aufbau ist in Abb. 7 wiedergegeben. Das Indikatorinstrument, das größere der beiden Meßinstrumente, ist als Profilinstrument ausgeführt, um Ablesungen auch aus größeren Enfernungen — eventuell mittels Fernrohr — vornehmen zu können, was sich als notwendig erweisen würde, wenn die Anwesenheit des Beobachters im Schallfeld stören sollte. Als Eichspannungszeiger dient ein Drehspulinstrument mit eingebautem Trockengleichrichter und drei Meßbereichen.

[2]) Hochfr. u. Elektr., Bd. 43, Heft 2, S. 56.

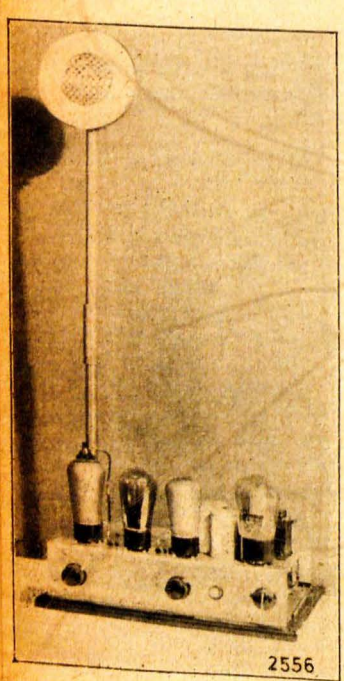


Abb. 6. Innenansicht des Schallmeßgerätes

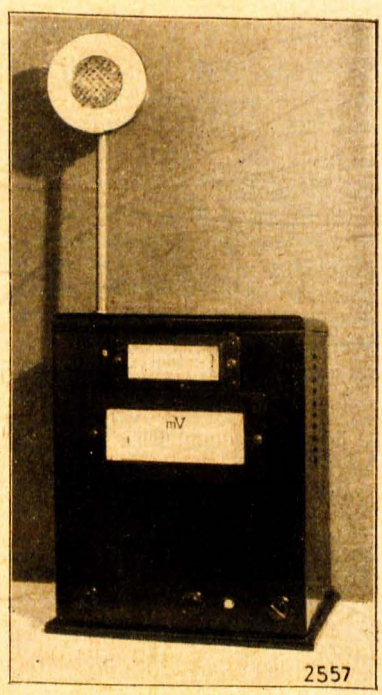


Abb. 7. Außenansicht des Schallmeßgerätes

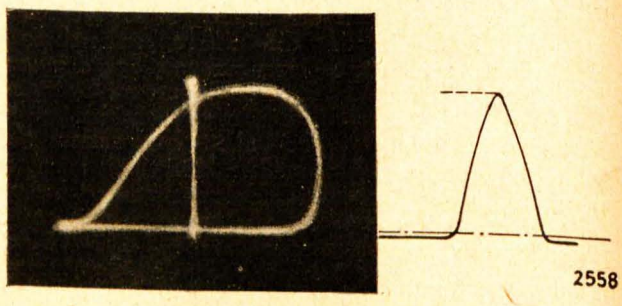


Abb. 8. Oszillogramm der gleichgerichteten Ausgangsspannung

Betriebsergebnisse

Des Interesses halber ist in Abb. 8 das zur Kontrolle der gesamten Arbeitsweise des Apparates bei Höchstverstärkung desselben und Indikatorinstrumentenvollausschlag aufgenommene Oszillogramm abgebildet, aus dem ein weitgehend verzerrungsfreies Arbeiten des Meßgerätes nachgewiesen werden kann.

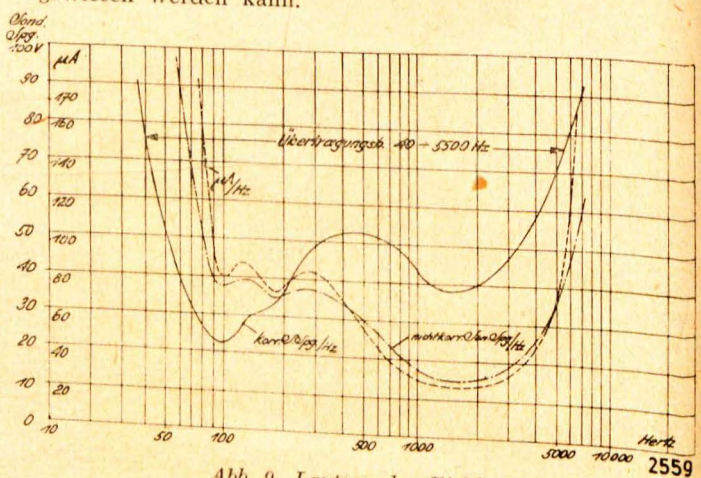


Abb. 9. Lautsprecher-Eichkurven

Den Frequenzgang eines mit dem beschriebenem Gerät untersuchten dynamischen Lautsprechers mit Schallwand, dem eine konstante Wirkleistung von 50 mWatt zugeführt wurde, zeigt Abb. 9 (vollgezeichnete Kurve). Das Diagramm kann prinzipiell nach zwei Methoden erhalten werden. Die einfachere und exaktere der beiden ist die, daß man am Schallmesser bei jeder Eichfrequenz die Schallintensität des Lautsprechers abliest und darauffolgend, noch vor jedem Frequenzwechsel, die der Ablesung entsprechende Sondenwechselspannung ermittelt. Durch diese Maßnahme wird sowohl die Amplituden- als auch Frequenzabhängigkeit des Meßgerätes jeweils erfaßt. Es erübrigt sich die Verwendung von Eichkurven und, was von besonderem Vorteil ist, die Messungen bei aufeinanderfolgenden Frequenzen können bei beliebigen Verstärkungsgraden des Schallmeßgerätes vorgenommen werden.

Im Gegensatz zu der vorstehend beschriebenen Methode ist die zweite dadurch gekennzeichnet, daß keine Sondenspannungsmessungen durchgeführt werden. Der Meßvorgang ist folgender: Der zu untersuchende Lautsprecher wird mit den gewünschten Frequenzen betrieben. Am Schallmeßgerät liest man die sich ergebenden Instrumentenausschläge ab und erhält so den Verlauf der in Abb. 9 gestrichelt gezeichneten Kurve der Stromstärke in µA in Abhängigkeit von der Frequenz. Aus dieser gewinnt man unter Benutzung der Amplitudenkurve des Schallmeßgerätes (Abb. 3) den strichpunktierten Kurvenzug als Funktion der noch nicht korrigierten Sondenspannung in Abhängigkeit von der Frequenz, der durch Multiplikation mit den die Frequenzabhängigkeit berücksichtigenden Korrekturfaktoren, deren Verlauf in Abb. 10 zusammengestellt

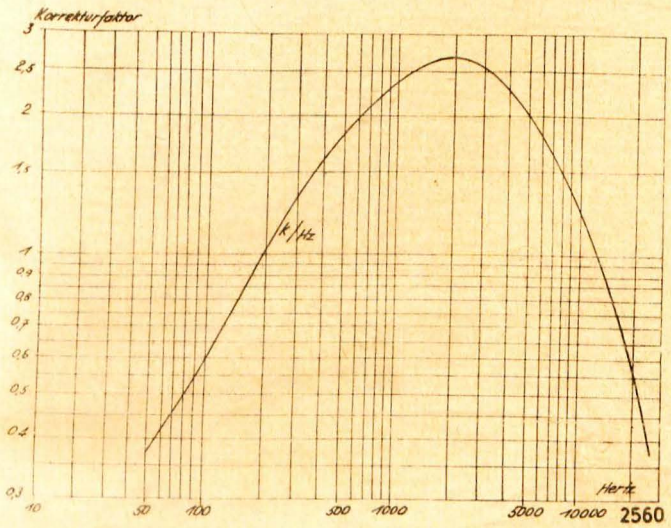


Abb. 10. Frequenzkorrekturkurve des Schallmeßgerätes

ist, schließlich den tatsächlichen in Abb. 9 voll gezeichneten Frequenzgang des Lautsprechers liefert. Die eben beschriebene Methode setzt also die Kenntnis von zwei Eichkurven voraus und erfordert, wenn bei der Messung der Verstärkungsgrad des Schallmessers geändert werden muß, auch die Eichung des am besten in Stufen unterteilten Verstärkungsreglers.

Der Übertragungsbereich des untersuchten Lautsprechers umfaßt unter der Annahme einer maximal zulässigen Abweichung von 0,43 Neper, von der mittleren Sondenspannung 41 Volt, Frequenzen von 40 bis 5500 Hertz.

Schließlich soll nicht unerwähnt bleiben, daß das Schallmeßgerät, im Falle seiner Eichung in Phon oder Bar, naturgemäß auch zu absoluten Schalldruck- und Lautstärkemessungen zu verwenden ist. Eine Änderung der geeichten Werte, bei vorhergegangenem mehrstündigem Einbrennen, ist, wie Reproduktionskontrollen gezeigt haben, innerhalb der für praktische Betriebsmessungen in Frage kommenden Grenzen nicht zu befürchten.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Selbstbau eines dynamischen Tonabnehmers

Von **Rudolf Jakob**

Um wertvolle Schallplatten bei der Wiedergabe voll zur Geltung zu bringen, wird man „frequenzgerade" Verstärker und einen guten dynamischen Lautsprecher einsetzen. Eine noch bessere Wiedergabe wird man erreichen, wenn man in Verbindung mit dieser Einrichtung einen dynamischen Tonabnehmer benutzt. In der hier folgenden Baubeschreibung soll dann gezeigt werden, daß der Selbstbau eines solchen dynamischen Tonabnehmers verhältnismäßig einfach ist.

Zuerst muß allerdings erwähnt werden, daß der dynamische Tonabnehmer nur eine sehr geringe Spannung abgibt, und daß er nur niederohmig gebaut werden kann, was aber für eine Entzerrung wieder Vorteile hat. Der wesentlichste Vorzug unseres Tonabnehmers besteht in der Gleichmäßigkeit der abgegebenen Spannungen für die Frequenzen zwischen 50 Hz und 5000 Hz.

Der dynamische Tonabnehmer ist im Aufbau außerordentlich einfach (siehe Abb. 1 a). Er besteht aus einem Stahlmagneten in Hufeisenform mit Polschuhen, die je zur Hälfte eine zylindrische Bohrung tragen; in ihr befindet sich der Anker, der mit der Wicklung versehen ist. Wenn der Anker im Magnetfeld schwingt, so entstehen in der Wicklung elektrische Spannungen. Im Gegensatz zum magnetischen Tonabnehmer wird beim dynamischen also die Wicklung bewegt.

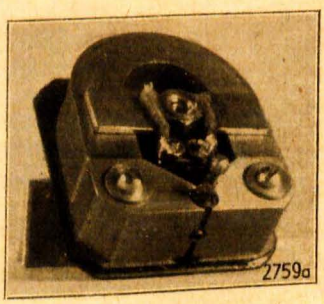


Abb. 1a. Fertig zusammengestellter dynamischer Tonabnehmer

Abb. 2 erläutert dann die Herstellung und Ausmaße der Polschuhe und zeigt auch die nötigen Bohrungen. Abb. 2 b zeigt einen fertigen Polschuh, Abb. 2 a das zur Herstellung von zwei Polschuhen dienende Eisenstück. Am besten verwendet man gut geglühtes, gezogenes Vierkanteisen. Von den angegebenen Maßen sollte möglichst wenig abgewichen werden.

Nachdem alle Bohrungen fertig vorbereitet sind, sägt man das Vierkanteisen genau in der Mitte durch und feilt die einzelnen Polschuhe nach Abbildung 2 b zurecht. (Vergl. die gestrichelten Linien der Abb. 2 a). Es ist darauf zu achten, daß der Luftspalt beim richtigen Zusammensetzen der Polschuhe nicht größer als 1,5 mm wird.

Als zweiten Teil stellt man den sogenannten Anker her; Abb. 3 a gibt alle Maße genau an. Als Werkstoff

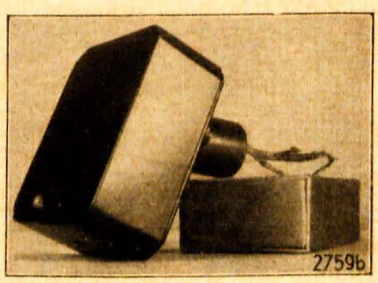


Abb. 1b. Der fertig gekapselte Tonabnehmer

wird gezogenes Flacheisen 2×10 mm verwendet. Schwierig sind die Bohrungen auszuführen. Am besten geht man so vor, daß zuerst das Loch für die Nadelschraube gebohrt wird; wenn dies nach einigen Versuchen gelungen ist, bohrt man das zweite Loch für die Nadel. Dann schneidet man in den „Hals" 1,7-mm-Gewinde und sägt nun den Anker aus dem Flacheisen heraus und feilt ihn nach Abb. 3 b zurecht. Es empfiehlt sich nicht, den Anker sowie die Bohrung in den Polschuhen größer zu machen (etwa 5 bis 6 mm), da bei größeren Abmessungen mechanische Resonanzen zwischen 4000 und 5000 Hz auftreten, die sich bei der Wiedergabe von Schallplatten recht störend bemerkbar machen. Der fertige Anker wird an den Seiten und am Hals mit Seidenpapier beklebt; zum Kleben eignet sich Cohesan vorzüglich.

Um den Anker wickeln zu können, muß eine kleine Wickelschablone angefertigt werden (Abb. 4). Die Backen werden am besten aus Hartpapier (Pertinax) hergestellt.

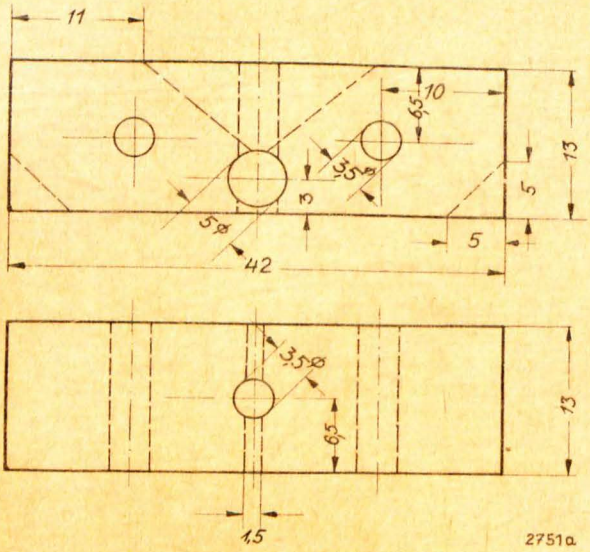


Abb. 2a. Eisenstück für die Herstellung eines Polschuhes

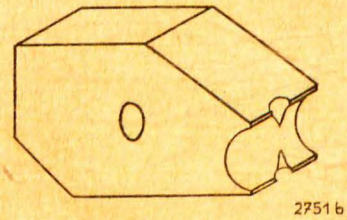


Abb. 2b. Fertiger Polschuh

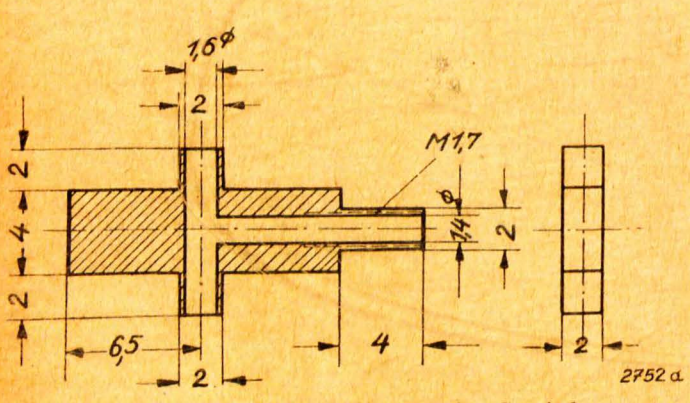


Abb. 3a. Konstruktionszeichnung für den Anker

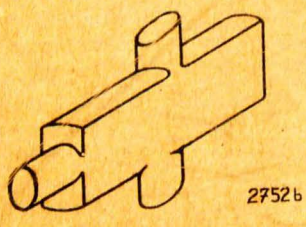


Abb. 3b. Der fertige Anker

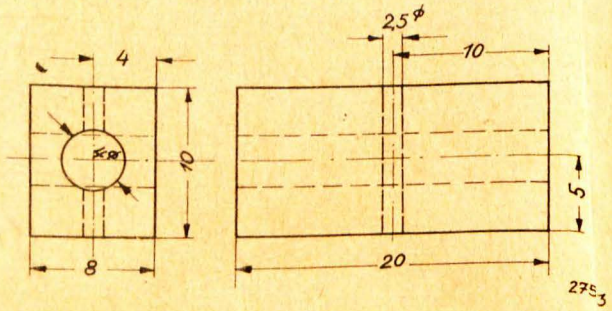


Abb. 4. Wickelschablone

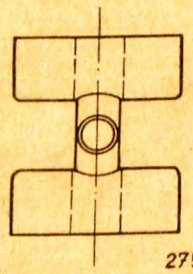


Abb. 5. Lage des Ankers zwischen den Backen der Wickelschablone

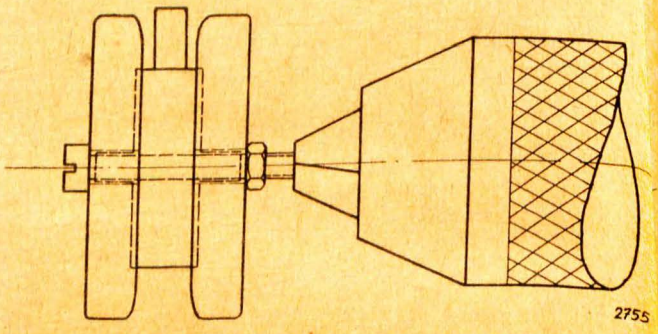


Abb. 6. Anker, fertig zum Wickeln in die Bohrmaschine gespannt

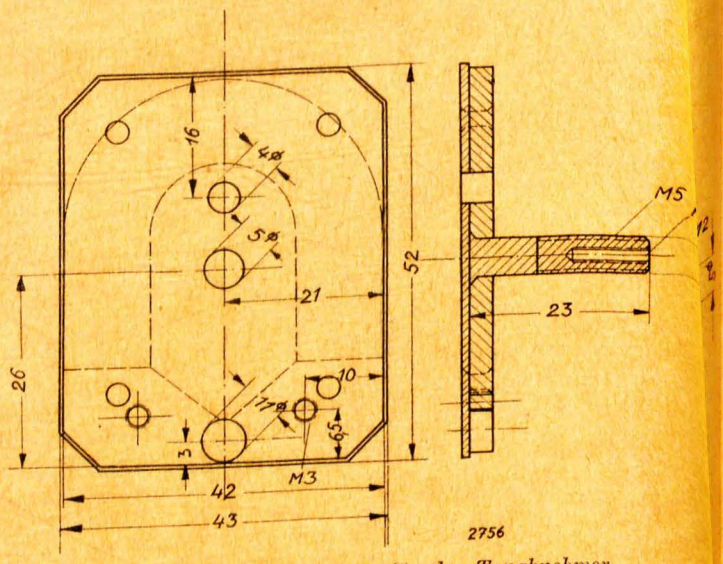


Abb. 7. Messing-Grundplatte für den Tonabnehmer

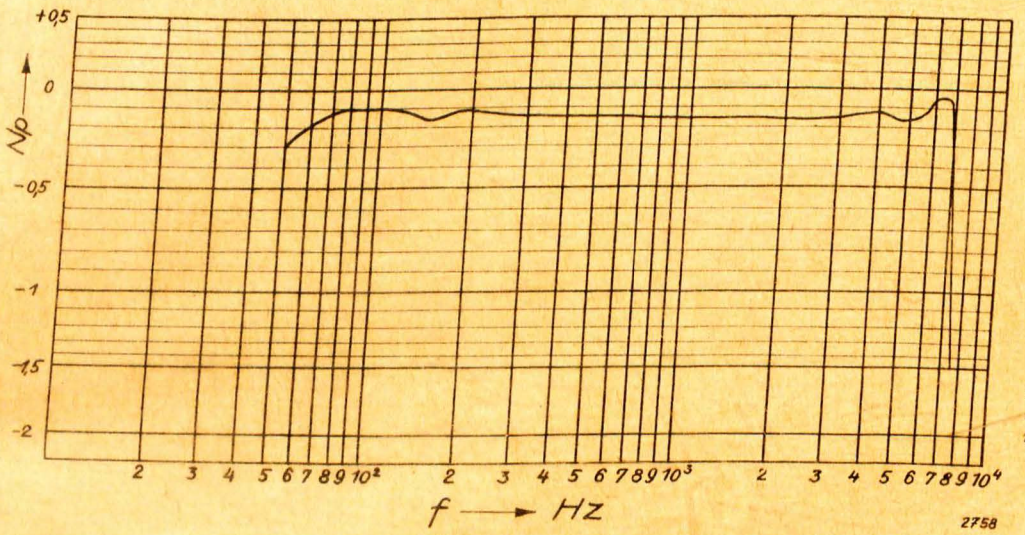


Abb. 8. Frequenzabhängigkeit des selbstgebauten dynamischen Tonabnehmers mit Entzerrer

Durch ein Hartpapierklötzchen von den angegebenen Abmessungen wird ein 4-mm-Loch gebohrt; darauf wird das Klötzchen in der Mitte gespalten. Die entstandenen Hälften werden sauber gefeilt und alle Kanten abgerundet. Abb. 5 zeigt, wie der Anker zwischen den Backen liegen muß.

Mit einer 1,5-mm-Schraube wird der Anker mit den Backen zusammengeschraubt und in die Bohrmaschine zum Wickeln gespannt (Abb. 6). Auf jede Ankerhälfte werden etwa 240 Windungen eines 0,05 mm starken Rotlackdrahtes gewickelt. Vorsichtig wird dann der Anker aus den Backen herausgenommen, mit Seidenpapier fest umwickelt und mit Cohesan bestrichen. Die schwierigste Arbeit ist nun getan.

Ist der Anker gut getrocknet, so setzt man eine Starktonnadel ein und klemmt sie mit der Nadelschraube fest. Hierauf wird die Führungshülse oben zugelötet; damit ist ein sicherer Anschlag für die Nadel gegeben. Die Lagerung des Ankers wird mit zwei Gummiringen (Ventilgummi) vorgenommen, die auf den Anker geschoben werden.

Das Zusammensetzen des Tonabnehmers kann beginnen, wenn eine Grundplatte nach Abb. 7 aus Messingblech hergestellt ist; die Maße sind aus der Abbildung genau zu ersehen. Der Haltebolzen dient einmal dazu, den Magneten zu befestigen; außerdem wird die Schutzkappe mit ihm festgeschraubt. Beim Zusammensetzen wird zunächst ein Polschuh auf der Grundplatte befestigt und der Anker in ihn hineingelegt; der zweite Polschuh wird dann fest dagegengeschraubt. Die Polschuhe müssen natürlich genau einander gegenüberstehen; dabei ist darauf zu achten, daß die Nadel senkrecht zu den Polschuhen steht. Der Anker muß sich leicht bewegen lassen und darf nirgends anliegen. Die freien Drahtenden des Ankers werden vorsichtig abisoliert und an die Lötösen einer Klemmenleiste angelötet. Dann wird der Magnet aufgesetzt, und es wird kontrolliert, ob er auch gut auf den Polschuhen sitzt. Mit einer U-förmig gebogenen Lasche befestigt man ihn dann auf den Haltebolzen der Grundplatte (Abb. 1 a).

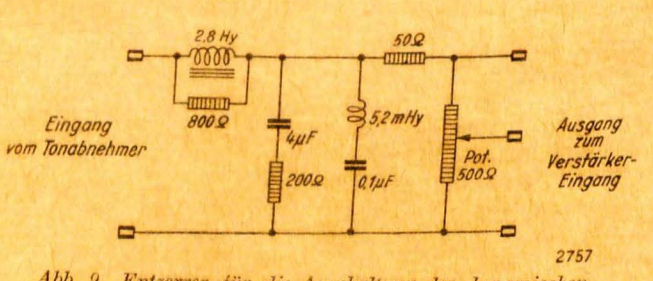


Abb. 9. Entzerrer für die Anschaltung des dynamischen Tonabnehmers

Die Befestigung der Abnahmedose an dem Tonarm kann den gegebenen Verhältnissen angepaßt werden. Das ganze System wird staubsicher gekapselt und mit den nötigen Bohrungen versehen (Abb. 1 b).

Bevor der Tonabnehmer in Betrieb genommen werden kann, muß noch ein Entzerrer gebaut werden (Abb. 9). Der Grund ist folgender: Jede Schallplattenfirma ist gezwungen, einen Abfall der Frequenzkurve unter 250 Hz durchzuführen, um Rillenüberschneidungen bei der Aufnahme von Schallplatten zu vermeiden. Um bei der Wiedergabe der Aufnahme diesen Abfall zu kompensieren, ist der Entzerrer notwendig. Das erste Entzerrerglied (Drossel und 4 µF Kondensator) hebt die tiefen Frequenzen an, während das zweite dafür sorgt, daß der Frequenzgang bis ca. 6500 Hz geradlinig verläuft und dann rasch abfällt, um das Nadelrauschen auf ein Minimum zu beschränken. Abb. 8 zeigt den Frequenzverlauf des dynamischen Tonabnehmers mit Entzerrer. Die Aufnahme der Frequenzkurve wurde mit einer Meßplatte (gleitende Frequenz), einem „geraden Verstärker" und einem Röhren-Voltmeter durchgeführt.

Da die abgegebene Spannung, wie eingangs erwähnt, gering ist, benötigt man einen guten Verstärker (Drei-Röhren-Verstärker mit Eingangstransformator 1 : 10).

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser.

Technische Daten des dynamischen Tonabnehmers

Gleichstromwiderstand des Ankers etwa 140 Ω,
Scheinwiderstand des Ankers etwa 170 Ω (bei 800 Hz),
Nadeldruck etwa 70 bis 80 g,
abgegebene Spannung am Ausgang des Entzerrers etwa 2,5 bis 2,8 mV.

Liste der Einzelteile

1 kräftiger Hufeisenmagnet (Polschenkel 11 × 13 mm, Gesamtbreite 42 mm),
Vierkanteisen 13 × 13 mm,
Flacheisen 2 × 10 mm,
ca. 30 m Rotlackdraht 0,05 mm ⌀,
verschiedene Schrauben.

Das Ohr als Schallempfänger

Von **Dr. Albrecht Forstmann**

Nachstehend veröffentlichen wir den zweiten Teil der in Heft 3 begonnenen Arbeit. Dieser zweite Teil beschäftigt sich mit der Schallempfindung, während der erste Teil den Schallempfang behandelte.

B. Die Schallempfindung

1. Die Lautstärkeempfindung

a) Die Frequenzabhängigkeit der subjektiven Lautstärke

Die Empfindung eines Schalles durch die Organe des Innenohres setzt eine bestimmte Mindestenergie der physikalischen Stärke des auftreffenden Schalles voraus; das Ohr hat eine Reizschwelle für Schallempfindungen. Diese Reizschwelle ist nun nicht für alle Frequenzen gleich, sondern sie ist frequenzabhängig. Die Größe der Frequenzabhängigkeit der Reizschwelle ist von verschiedenen Seiten festgestellt worden [21]). Die Reizschwelle ist nun weiterhin nicht nur objektiv, sondern auch bestimmt, d. h. man erhält für verschiedene Personen nicht für gleiche Frequenzen gleiche Reizschwellenwerte; die Abweichungen sind jedoch normalerweise nicht sehr erheblich [22]).

Man erhält als Reizschwelle in Abhängigkeit von der Frequenz etwa einen der Kurve 1 der Abb. 7 entsprechenden Verlauf [23]). Den reziproken Wert der Reizschwellenkurve verzeichnet man als Empfindlichkeit; diese würde also für den Fall der Abb. 7 durch den in der Abb. 8 wiedergegebenen Verlauf gekennzeichnet sein.

Wie aus Abb. 7 zu erkennen ist, ist der Unterschied der Reizschwellenwerte für die einzelnen Frequenzen recht verschieden. Das Minimum der erforderlichen physikalischen Schallenergie liegt bei etwa 2000 Hertz; für diese Frequenz ist z. B. der millionste Teil derjenigen physikalischen Schallenergie zur Verursachung eines Reizes erforderlich, die man hierfür bei einer Frequenz von 100 Hertz benötigt.

Die erforderlichen Schwellenwertintensitäten sind, wie erkenntlich, sehr klein; aus ihnen läßt sich die entsprechende Verschiebungsamplitude der Luftteilchen berechnen. Die im günstigsten Falle — also bei etwa 2000 Hertz — erforderliche Verschiebungsamplitude hat demnach einen Wert von etwa 10^{-9} cm; dies entspricht etwa dem 30. Teil eines Moleküldurchmessers, während die mittlere freie Weglänge der Moleküle bei Atmosphärendruck etwa 10^4 mal so groß ist wie diese Verschiebungsamplitude.

Die in Abb. 8 wiedergegebene Kurve hat einen Verlauf, der an den einer Resonanzkurve erinnert. Eine genaue Begründung für die Ursache dieses Kurvenverlaufes ist noch nicht gegeben; einen gewissen, vielleicht maßgebenden Anteil an diesem Verlauf scheinen hier wohl vor allem Resonanzerscheinungen des Gehörganges und der Schalleitungsorgane (Trommelfell-Mittelohrsystem) zu haben, deren mittlere Eigenschwingung bei etwa 2000 Hertz liegt.

Steigern wir die Schallenergie nun von der Reizschwelle ausgehend immer mehr, so wird schließlich die Empfindung für die Schallenergie als Ton bzw. Klang aufhören, und es stellt sich die Empfindung eines Gefühls — der Ton wird gefühlt — und die eines Schmerzes ein. Ähnlich wie für die Reizschwelle läßt sich auch für die Abhängigkeit dieser Gefühlsempfindung von der Frequenz eine Kurve für die sogenannte Reizhöhe angeben [24]), die etwa den Verlauf der Kurve 2 in Abb. 7 hat. Ebenso wie die Kurve 1 ist auch diese Kurve genau nur subjektiv feststellbar. Das Maximum der Reizhöhe liegt, wie Abb. 7 zeigt, bei etwa 700 Hertz, ist also gegenüber der maximalen Empfindlichkeit etwas verschoben. Die von den beiden Kurven eingeschlossene Fläche bezeichnet man als Hörfläche; sie umschließt sämtliche hörbaren Töne und Intensitäten. In Abb. 7 ist die hauptsächliche Inanspruchnahme der Hörfläche durch schraffierte Gebiete angedeutet, und zwar gilt die einfach schraffierte Fläche für Musik, die kreuzweise schraffierte Fläche für Sprache.

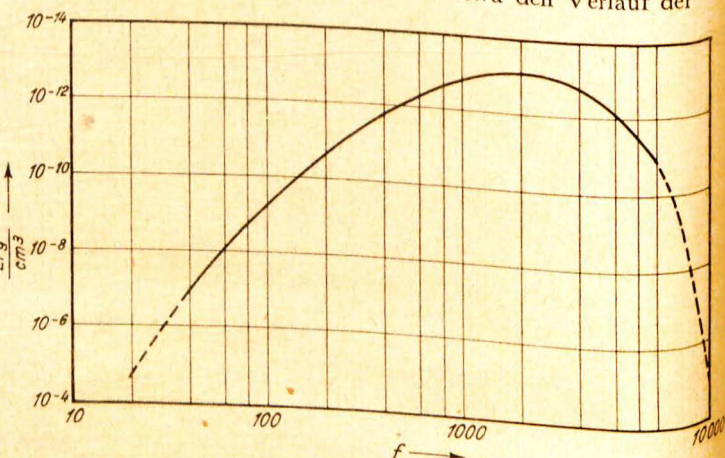


Abb. 8. Frequenzabhängigkeit der Ohrempfindlichkeit

Die meßtechnische Feststellung der beiden Kurven der Abb. 7 ist nicht ganz einfach; insbesondere gilt dies auch für die Grenzen, an denen sich die beiden Kurven einander nähern. Diese in Abb. 7 gestrichelt gezeichneten Kurventeile sind daher durch Extrapolation erhalten. Die Schnittpunkte der Reizschwellen- und Reizhöhenkurve geben die Grenzen des oberen bzw. unteren Hörbereiches an. Der Hörbereich reicht hiernach von etwa 16 bis etwa 20 000 Hertz, ist aber — wie schon gesagt — im einzelnen subjektiv bestimmt. Insbesondere nach den hohen Frequenzen zu nimmt er mit dem Alter ab, so daß man im allgemeinen wohl eine obere Hörgrenze von etwa 13 000 bis 16 000 Hertz

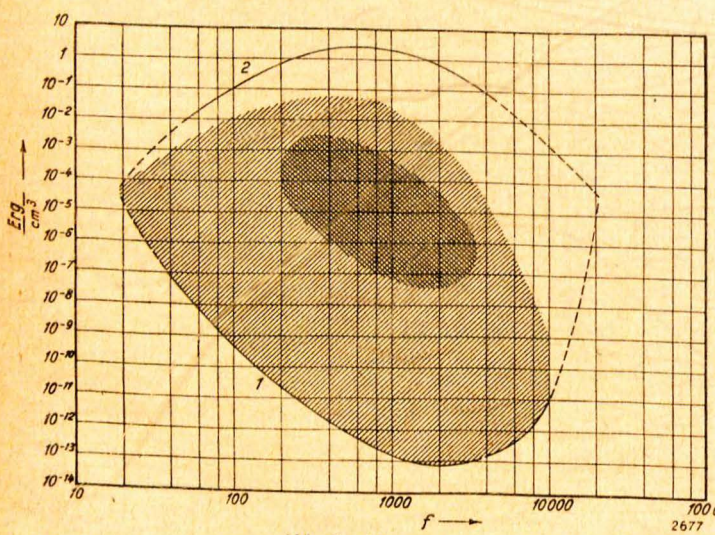


Abb. 7. Hörfläche

[21]) M. Wien, Pflüg. Arch. Bd. 97, S. 1, 1903; M. Guernsey, Am. Journ. of Psychol., Bd. 33, S. 554, 1922; H. Fletcher und R. Wegel, Phys. Rev. Bd. 19, S. 553, 1922; F. W. Kranz, Phys. Rev. Bd. 21, S. 573, 1923.

[22]) Vgl. auch M. Gildemeister, ZS. f. Sinnesphys., S. 161, 1918; F. W. Kranz, Phys. Rev. Bd. 22, S. 66, 1923.

[23]) R. L. Wegel, El. Commun., Bd. 1, S. 43, 1922; Phys. Rev. Bd. 20, S. 168, 1923; H. Fletcher und R. L. Wegel, Phys. Rev., S. 167, 1923; S. 428, 1924.

[24]) Vgl. H. Fletcher, Journ. Frankl. Inst. S. 289, 1923; zu Abb. 7 vgl. R. L. Wegel, Phys. Ber. S. 168, 1923; siehe weiter H. Fletcher und R. L. Wegel, Phys. Ber., a. a. O.

annehmen kann. Der Hörbereich ist natürlich insbesondere von der physikalischen Schallstärke abhängig, wie es Abb. 7 ja zeigt. Nimmt man z. B. als maximale Schallstärke den Wert 0,1 dyn/cm² (bar) an, so würde die Hörfläche nur von etwa 80 bis 17 000 Hertz reichen.

Der Sinn der Schnittpunkte der beiden Kurven, also der für die Reizschwelle und der für die Reizhöhe, ist der, daß man bei tieferen Frequenzen als dem oberen Schnittpunkt entsprechend den Schall fühlt, bevor man ihn hören kann. An den Schnittpunkten selber hört und fühlt man den Schall gleichzeitig, d. h. bei gleicher Schallenergie. Das Fühlen äußert sich hierbei durch einen „Kitzel" im Ohr. Für die Güte der Aufnahme der einzelnen Frequenzen, also den Grad ihrer Hörbarkeit, ist auch die Richtungsempfindlichkeit des Ohres von Bedeutung. Hier wurden von Tröger [25]) Untersuchungen vorgenommen, bei denen die Frequenzabhängigkeit der Richtungsempfindlichkeit festgestellt wurde. Aus Abb. 9 ist die Richtungsempfindlichkeit beim Hören mit einem Ohr nach diesen Untersuchungen zu erkennen; oberhalb von etwa 2000 Hertz macht sich hiernach ein scharfer Richtungsempfang bemerkbar. Das Optimum des Empfanges ist für die Richtung senkrecht zur Ohrmuschel vorhanden [26]). Etwas anders ist die durch das Hören mit zwei Ohren bedingte Fähigkeit zur Feststellung der Richtung, in der sich die Schallquelle befindet und die darauf beruht, daß der Schall die beiden Ohren mit einer bestimmten Phasendifferenz trifft [27]).

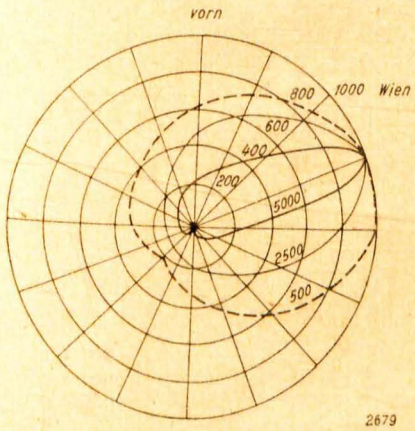


Abb. 9. Frequenzabhängigkeit der Richtungsempfindlichkeit

b) Die Amplitudenabhängigkeit der subjektiven Lautstärke

Wir haben im voraufgegangenen Abschnitt die durch den Schwellenwert gekennzeichnete Frequenzabhängigkeit der subjektiven Lautstärkeempfindung untersucht und gesehen, daß zur Verursachung eines Reizes für die verschiedenen Frequenzen ganz verschiedene minimale Energiewerte der physikalischen Schallstärke erforderlich sind. Diese sind nun aber kein Maß für die Frequenzabhängigkeit der subjektiven Lautstärke überhaupt, sondern geben nur einen relativen Anhalt. Ein absolutes Maß wäre dann gegeben, wenn die subjektiv empfundene Lautstärke mit der physikalischen Schallstärke linear zunehmen würde; dies ist nun aber nicht der Fall, zwischen physikalischer Schallstärke und subjektiv empfundener Lautstärke besteht vielmehr eine nichtlineare Abhängigkeit.

Stellt man die Abhängigkeit der subjektiv empfundenen Lautstärke, von der Schallstärke ausgehend, von der für die betreffende Frequenz erforderlichen Reizschwellenschallstärke einmal fest, so erhält man einen der in Abb. 10 wiedergegebenen Kurve entsprechenden Verlauf. Die Tangente an diese Kurve, d. h. ihre Steilheit, ist der physikalischen Schallstärke umgekehrt proportional.

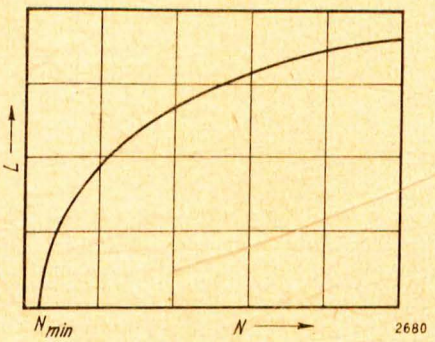


Abb. 10. Abhängigkeit der subjektiven Lautstärkeempfindung von der Schallstärke

Die Ohrempfindlichkeit für Schallstärken ist also keine lineare Funktion der physikalischen Schallstärke, sondern eine logarithmische; das Ohr hat eine logarithmische Empfindlichkeit für Schallstärken. Diese logarithmische Abhängigkeit wird durch das sogenannte Weber-Fechnersche Gesetz [28]) gekennzeichnet.

Wie insbesondere Steinberg [29]) nachgewiesen hat, ist der Zusammenhang zwischen physikalischer Schallstärke und subjektiver Lautstärkeempfindung etwas komplizierter, als dies aus dem Weber-Fechnerschen Gesetz folgt. Der Zusammenhang zwischen Schallstärke und Lautstärkeempfindung wurde für den wichtigsten interessierenden Frequenzbereich von Kingsbury unter Berücksichtigung der von Steinberg angegebenen Bedingungen durch eine Reihe von Beobachtungen festgestellt, deren Mittelwerte in Abb. 11 wiedergegeben sind [30]). Diese Kurven stellen also Kurven gleicher subjektiver Lautstärke dar [31]). Nach Untersuchungen von Janovsky [32]) läßt sich eine für praktische Verhältnisse ausreichend genaue Beziehung zwischen Schallstärke

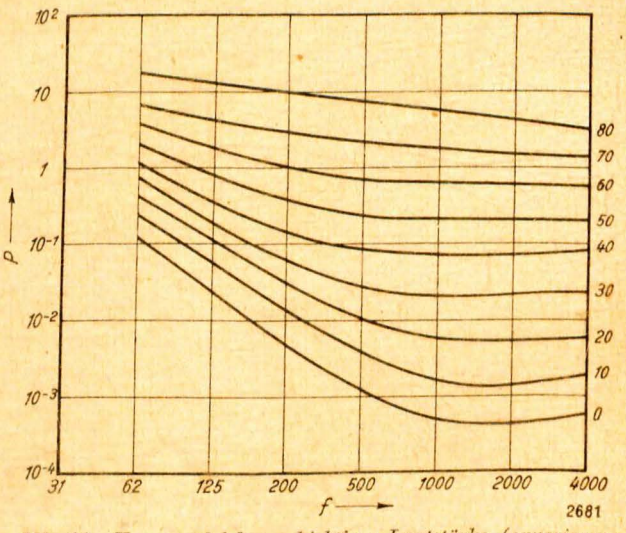


Abb. 11. Kurven gleicher subjektiver Lautstärke (experimentell ermittelt)

[25]) Vgl. J. Tröger a. a. O.

[26]) Vgl. hierzu auch F. A. Firestone und D. L. Rich, Phys. Rev. Bd. 33, S. 634, 1929; B. Langenbeck, Pflüg. Arch., Bd. 226, S. 11, 1930.

[27]) Siehe hierzu auch E. N. Hornbostel und M. Wertheimer, Berl. Ber. Bd. 20, S. 388, 1920; vgl. weiter auch F. A. Firestone und D. L. Rich, Phys. Rev. Bd. 33, a. a. O.; H. v. Kekesy, Phys. ZS., Bd. 31, S. 824, S. 857, 1930.

[28]) Vgl. J. B. M. Gurnsey, Phys. Rev. S. 1541, 1924; V. O. Knudson, Phys. Rev., S. 1922, 1926.

[29]) J. C. Steinberg, Phys. Rev. Bd. 26, S. 507, 1925; siehe auch H. Fletcher und J. C. Steinberg, Phys. Rev. Bd. 24, S. 306, 1924.

[30]) B. A. Kingsbury, Phys. Rev. Bd. 29, S. 588, 1927.

[31]) H. Fletcher und J. C. Steinberg, a. a. O.

[32]) W. Janovsky, ZS. f. t. Phys., Bd. 12, S. 611, 1931; vgl. auch H. Barkhausen ZS. f. t. Phys., Bd. 7, S. 599, 1926; V. D. I.-Mitt., Bd. 71, S. 1471, 1927.

und Lautstärke angeben. Hiernach kann aus den Bestimmungsstücken des Schalles für jeden beliebigen Punkt des Schallfeldes — dem effektiven Schalldruck in Bar und der Frequenz in Hertz — die für ihn gültige subjektive Lautstärke in Phon rechnerisch ermittelt werden. Die sich aus solchen Berechnungen ergebenden Kurven gleicher Laut-

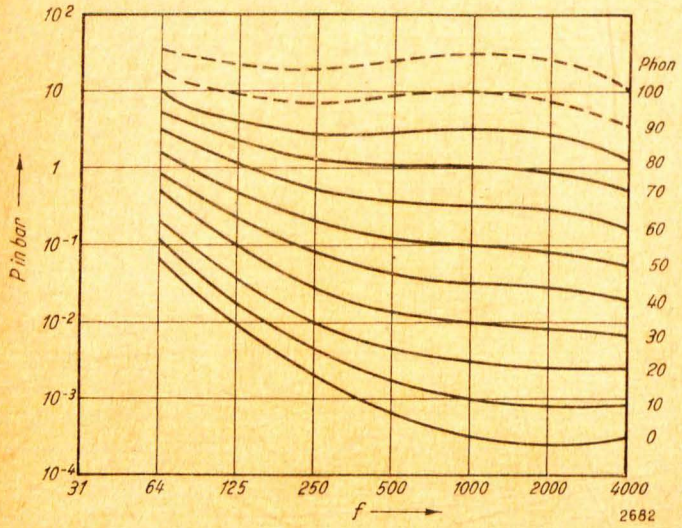


Abb. 12. Kurven gleicher subjektiver Lautstärke (errechnet)

stärke sind in Abb. 12 wiedergegeben; sie haben, wie ein Vergleich mit Abb. 11 zeigt, einen den experimentellen Ergebnissen von Kingsbury durchaus ähnlichen Verlauf. Der Unterschied beruht auf der Abweichung zwischen Frequenz und Reizschwelle des gewählten Normalschalles.

2. Die Klangempfindung

a) Die Klangempfindungen erster Art

Nachdem wir in den voraufgegangenen Betrachtungen den Zusammenhang zwischen Schallstärke und subjektiver Lautstärkeempfindung festgestellt haben, wollen wir nunmehr untersuchen, wie ein Ton bzw. Klang usw. in Abhängigkeit von der Frequenz bzw. seiner frequenzmäßigen Zusammensetzung empfunden wird. Wir wollen hierbei unterscheiden zwischen Empfindungen erster Art und hierunter solche verstehen, die durch Frequenz und Lautstärke des auftreffenden Schalles allein, also durch objektiv nachweisbare Vorgänge bedingt sind, und Klangempfindungen zweiter Art, unter denen solche verstanden sein sollen, die durch Vorgänge innerhalb des Ohrs, also durch die Besonderheiten der Arbeitsweise des Gehörmechanismus bedingt sind [33]). Wir beschäftigen uns zunächst mit den Klangempfindungen erster Art.

Das einfachste akustische Schwingungsgebilde ist der sogenannte reine Ton, der rechnerisch durch eine einfache Sinusschwingung dargestellt ist. Ein solcher reiner Ton wird im allgemeinen als weich und sanft empfunden [34]). Generell läßt er sich allerdings nicht hinsichtlich des von ihm verursachten Empfindens kennzeichnen, vielmehr bestehen hier Unterschiede, die durch die Frequenz des Tones gegeben sind. So klingt ein reiner Ton tiefer Frequenz gewissermaßen dunkel und massig, während ein solcher hoher Frequenz hell und spitz empfunden wird. Dies liegt daran, daß, wie wir bereits festzustellen Gelegenheit hatten, die Dämpfung der Ohrresonatoren nicht für alle Frequenzen gleich groß ist, sondern mit zunehmender Frequenz geringer wird, die Selektion also mit zunehmender Frequenz wächst. Weiterhin ist dieser Unterschied dadurch bestimmt, daß infolge der veränderlichen Dämpfung der Ausgleichsvorgang mit wachsender Frequenz wächst, der Ton also mit zunehmender Frequenz eine längere Zeit zum Aufbau erfordert. Reine Töne sind nun aber praktisch die Ausnahme, wir haben es vielmehr in der Regel mit komplizierteren akustischen Gebilden zu tun, d. h. mit Klängen, Klanggemischen und Geräuschen. Das, was wir im allgemeinen als „Ton" zu bezeichnen pflegen, ist das, was man akustisch einen Klang nennt; er besteht also aus einem Grundton und einer verschieden großen Zahl von Obertönen. Die Art, wie ein Klang empfunden wird, richtet sich einmal nach der Zahl und Intensität seiner Obertöne und weiterhin nach seinem Ausgleichsvorgang, zu dem noch der durch die Ausgleichsvorgänge der bewegten Ohrorgane bedingte Einfluß hinzukommt. Klänge, bei denen nur die ersten Obertöne — etwa bis zum sechsten — vorhanden sind, klingen weich und angenehm, insbesondere dann, wenn der Ausgleichsvorgang von kurzer Dauer ist; gegenüber reinen Tönen ist die Klangempfindung solcher Klänge voller. Haben die Obertöne aber eine größere Intensität oder kommen noch höhere Obertöne hinzu, so wird der Klang als hart und scharf und schließlich als schrill empfunden. Längere Ausgleichsvorgänge verursachen einen etwas rauhen Eindruck, dieser ist besonders dann vorhanden, wenn wir es nicht mit einem andauernden Ton, sondern — etwa wie bei Streichinstrumenten — mit quasi-intermittierenden Ausgleichsvorgängen zu tun haben; die Rauhigkeit braucht hierbei durchaus nicht so sehr in Erscheinung zu treten, daß sie als unangenehm empfunden wird, im Gegenteil dienen solche Ausgleichsvorgänge gerade bei Musikinstrumenten zur typischen Charakterisierung.

Wichtig für den Klangcharakter ist auch das Intensitätsverhältnis der Obertöne untereinander; so hat z. B. ein Klang einen gewissen „näselnden" Charakter, wenn die Duodecime besonders kräftig ist, wie es z. B. bei der Klarinette der Fall ist.

Die Klangempfindung ist durch die Frequenz des Grundtones hinsichtlich ihrer Höhe bestimmt; würde man diesen durch irgendwelche Mittel eliminieren, so müßte dadurch an sich die Klanghöheempfindung geändert werden. Ein solches Fehlen des Grundtones macht aber im allgemeinen nichts aus; dies liegt an der nichtlinearen Amplitudencharakteristik des Gehörmechanismus, die bewirkt, daß der Grundton im Ohr als Differenzton zwischen zwei benachbarten Obertönen entsteht [35]). Dies ist auch der Grund dafür, daß man bei elektrischen Wiedergabeeinrichtungen, soweit Klänge oder Klanggemische in Frage kommen, bei genügender Lautstärke eine Frequenzabhängigkeit nach tiefen Frequenzen zu nicht oder kaum empfindet, da die tiefen Frequenzen als Kombinationstöne im Ohr entstehen und so ersetzt werden.

Etwas anderes ist es schon bei Geräuschen, denn diese haben bekanntlich kaum zum Grundton harmonische Obertone, sondern sie sind vor allem durch ihren großen Anteil an unharmonischen Teiltönen charakterisiert. Hier kann also nicht, wie es bei Klängen und Klanggemischen der Fall ist, eine Frequenzabhängigkeit der elektrischen Übertragungsapparatur durch die sich aus der nichtlinearen Arbeitsweise des Ohres ergebenden Kombinationsschwingungen ersetzt werden, sondern hier fallen dann einfach die entsprechenden tiefen Frequenzen aus und der Charakter des Geräusches wird geändert. So klingt z. B. die Wiedergabe von Pauken, Trommeln und ähnlichem Schlagzeug beim Fehlen der tiefen Frequenzen unterhalb von etwa 150 Hertz farblos, ähnlich einem hölzernen Klopfen. Ähnliche Einflüsse sind allerdings, wenn auch in erheblich engeren Grenzen, bei Klängen zu berücksichtigen, da der bei ihnen vorhandene Ausgleichsvorgang auch nichts anderes als ein Geräusch darstellt.

Fassen wir den Einfluß besonders der hohen und tiefen Frequenzen auf den Klangeindruck z. B. bei der Musikwiedergabe kurz zusammen, so können wir sagen: die

[33]) Vgl. auch K. L. Schaefer in Nagel, Hdb. d. Physiol. d. Menschen, 3 Bde., S. 476, Braunschweig 1905.

[34]) Vgl. C. Stumpf, Tonpsychologie, a. a. O.; ZS. f. t. Phys. Bd. 38, S. 754, 1926.

[35]) H. Fletcher, Phys. Rev. Bd. 33, S. 427, 1924.

hohen Frequenzen geben der Musik ihren Glanz, die tiefen Frequenzen geben ihr die Fülle.

Betrachten wir noch kurz den Unterschied zwischen Klang und Geräusch hinsichtlich der durch sie verursachten Empfindungen, so können wir feststellen, daß ein scharfer Unterschied zwischen beiden nicht besteht; die Grenzen sind vielmehr verschwommen [36]).

b) Die Klangempfindungen zweiter Art

Neben der frequenzmäßigen Zusammensetzung eines Klanges usw., durch die gewissermaßen das objektive, primäre Klangbild charakterisiert wird, spielt aber ebenfalls seine Intensität für die Klangempfindung eine Rolle. Dies liegt daran, daß ja nicht nur das primäre, sondern auch das infolge der nichtlinearen Arbeitsweise des Ohres entstehende sekundäre Klangbild eine Komponente des gesamten Klangbildes bildet, wozu auch noch die Ausgleichsvorgänge der bewegten Teile des Ohres kommen. Der einfachste für die Klangempfindung erster Art gültige Schallvorgang war der reine Ton. Die Nichtlinearität der Gehörmechanismus treffen.

Von Wichtigkeit ist hier besonders auch das Verhältnis der Lautstärken der beiden auftreffenden Töne, das nicht identisch ist mit ihren Schallstärken, wie wir dies ja oben bereits ausführlich darlegten. Wir kommen hier zunächst zur Betrachtung von Erscheinungen, die als Verdeckungserscheinungen bezeichnet werden [37]).

Wirkt neben einem Ton bestimmter Höhe und Lautstärke ein anderer Ton, der eine andere Frequenz besitzt, auf das Ohr ein, so wird je nach dessen Lautstärke die Lautstärke des anderen Tones beeinflußt. Ist die Differenz der Schallstärken der beiden Töne besonders groß, so kann der eine Ton durch den anderen vollkommen unhörbar gemacht, also gewissermaßen verdeckt werden, sodaß er nicht mehr gehört wird. Insbesondere werden Töne höherer Frequenzen durch solche tieferer Frequenz verdeckt, es findet also hier eine Beeinflussung des Schwellenwertes statt. Diese Verdeckungserscheinungen wurden ausführlich durch Wegel und Lane auf Grund von Messungen untersucht [37]). Diese stellten die Veränderungen des Schwellenwertes eines Tones F_2 fest, wenn gleichzeitig noch ein ein anderer Ton mit der Frequenz F_1 auf das Ohr einwirkte, solche Untersuchungen wurden neuerdings von Janovysky durchgeführt [38]).

Wirkt ein Ton von der Frequenz F_2 auf das Ohr, so wird dessen Lautstärke zunächst so eingestellt, daß er eben gehört werden kann. Wirkt nun noch ein anderer Ton von der Frequenz F_1 auf das Ohr ein, so wird der Ton F_2 zunächst nicht mehr hörbar sein. Um den Ton F_2 neben dem Ton F_1 wieder hörbar zu machen, muß man die Schallstärke des ersteren steigern. Erhöht man sie soweit, daß der Ton gerade wieder gehört werden kann, daß man also die nunmehr für ihn gültige relative Schwellenwertintensität erreicht, so ist hierzu ein bestimmter Schalldruck erforderlich. Das Verhältnis dieses Schalldruckes der relativen Reizschwelle zu dem Schalldruck, der der absoluten Reizschwelle entspricht, bezeichnet man als den Verdeckungsgrad.

An Stelle der Schallstärken kann man auch die Lautstärken betrachten. In Abb. 13 ist die verdeckte Lautstärke in Abhängigkeit von der verdeckenden für verschiedene Frequenzen in Phon wiedergegeben, wobei nahe

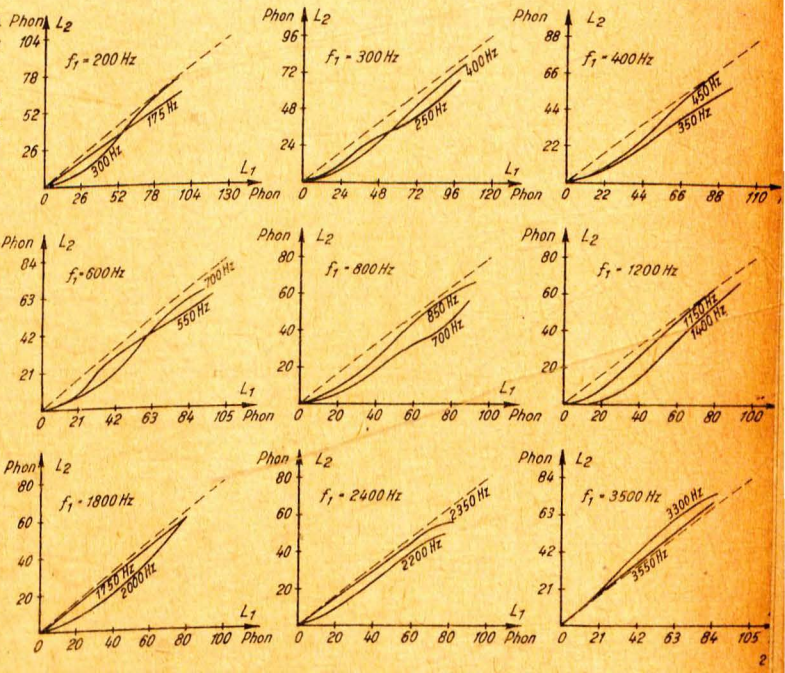


Abb. 13. Abhängigkeit der verdeckten Lautstärke von der verdeckenden

benachbarte Frequenzen gewählt wurden, da für diese, wie aus der folgenden Abb. 14 zu ersehen ist, die Verdeckung am größten ist.

Nachdem wir zunächst die Größe der Verdeckung in Abhängigkeit von der verdeckenden Lautstärke betrachtet haben, wollen wir nunmehr diese ebenso wie die Frequenz des verdeckenden Tones konstant halten, aber die Frequenz des verdeckten Tones verändern. Wir erhalten dann für verschiedene Lautstärken des verdeckenden Tones von der Frequenz $f = 1200$ Hertz die in Abb. 14 wiedergegebene Frequenzabhängigkeit der verdeckten Lautstärke.

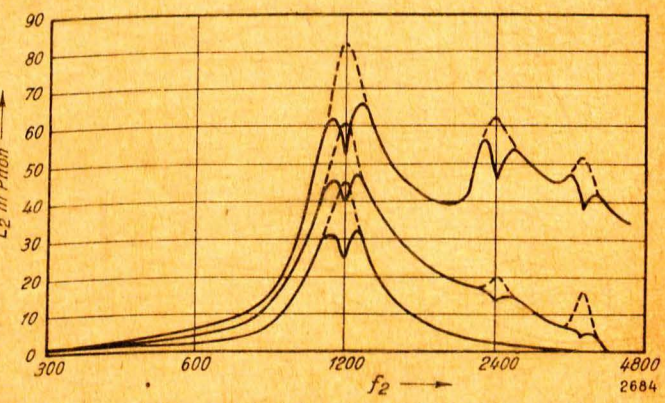


Abb. 14. Frequenzabhängigkeit der verdeckten Lautstärke bei einem verdeckenden Ton von der Frequenz $f = 2064$ Hertz

Aus diesen Abhängigkeiten ist deutlich zu erkennen, daß bei nicht zu großen Lautstärken des verdeckenden Tones die verdeckte Lautstärke nach hohen und tiefen Tönen gleichmäßig abnimmt, während in allen Fällen die größte Verdeckung bei den Tönen vorhanden ist, die in größerer Nähe des verdeckenden Tones liegt. Wir erkennen aber weiterhin, daß bei größeren Lautstärken des verdeckenden Tones der Verdeckungsgrad für höhere Töne größer ist als für tiefere, was zunächst zu der Vermutung Anlaß gab, daß überhaupt besonders hohe Töne durch tiefe verdeckt würden [39]). Diese größere Verdeckung höherer Töne bei ausreichender Lautstärke des verdeckenden Tones läßt die

[36]) K. L. Schaefer, Verh. d. dtsch. Otol. Ges. 1909.

[37]) Vgl. insbesondere R. L. Wegel und C. E. Lane, Phys. Rev. Bd. 23, S. 266, 1924.

[38]) W. Janovsky, ZS. f. t. Phys., a. a. O.

[39]) A. M. Mayer, PhilMag. Bd. 11, S. 500, 1876.

Nichtlinearität der Arbeitsweise des Gehörmechanismus erkennen. Diese Nichtlinearität bewirkt ja eine Verzerrung des verdeckenden Tones derart, daß die Harmonischen des verdeckenden Tones auftreten. Während dies bei einer verdeckten Lautstärke von $L_1 = 44$ Phon noch nicht der Fall war, zeigen die Kurven für die Lautstärken $L_1 = 60$ Phon und $L_1 = 80$ Phon deutlich den Einfluß der durch Verzerrung auftretenden Oberschwingungen des verdeckenden Tones, die sich so auswirken, als wenn auch noch außer ihm verdeckende Töne mit den Frequenzen $2F_1 = 2400$ Hertz, $3F_1 = 3600$ Hertz usw. vorhanden wären. Die Einbuchtungen in den Kurven in der Umgebung des verdeckenden Tones bzw. seiner Oberschwingungen kennzeichnen die entstehenden Schwebungen.

Wir wollen nun feststellen, welchen Einfluß eine verschieden große Differenz zweier Töne voneinander auf die Klangempfindung hat und weiterhin untersuchen, wie sich ein gleicher Frequenzabstand für verschiedene Frequenzgebiete äußert. Bei genügend großem Abstand der beiden Einzeltöne erhalten wir einen ungestörten Zusammenklang. Wird die Differenz der beiden Töne geringer, so machen sich Schwebungen bemerkbar, die sich durch An- und Abschwellen der Lautstärke äußern. (Die meisten Schwebungstöne liegen im mittleren Hörbereich; die hörbaren Schwebungsfrequenzen liegen zwischen etwa $f = 24$ und $f = 340$ Hertz, jedoch sind die Grenzen nicht objektiv, sondern im einzelnen subjektiv bestimmt.) Wird die Differenz zwischen den beiden Einzeltönen noch geringer, so ergibt sich ein Gebiet, in dem der Eindruck, den man erhält, unangenehm wird, da er bei tiefen Frequenzen durch ein unangenehmes Flattern, bei hohen Frequenzen durch Rauhigkeit gekennzeichnet ist [41]). Die angegebenen Einflüsse des Abstandes der beiden Einzeltöne sind nicht bei allen Frequenzen die gleichen, sondern bei gleichem Abstand können sich bei tiefen Tönen andere Erscheinungen bemerkbar machen, als bei hohen. Im einzelnen ist die Frequenzabhängigkeit der Einflüsse aus Abb. 15 zu erkennen, in der die Frequenzabhängigkeit der einzelnen Empfindungsgebiete in Abhängigkeit von der Größe des Abstandes der beiden Einzeltöne wiedergegeben ist [42]).

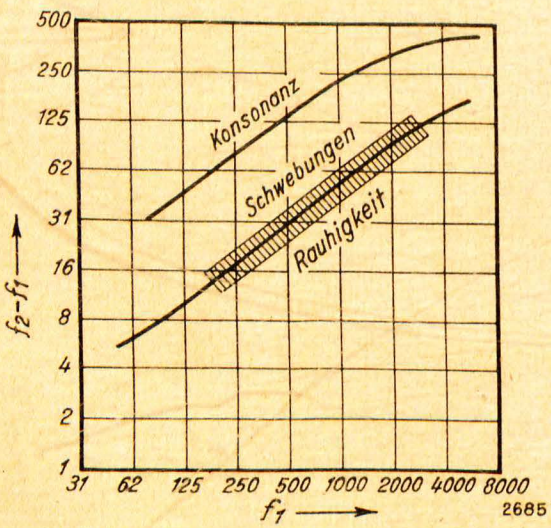


Abb. 15. Frequenzabhängigkeit der Empfindungsgebiete

Von Wichtigkeit für die Klangempfindung von Schwebungen ist besonders das Frequenzverhältnis der Obertöne zweier schwebender Töne. Je mehr Teiltöne zusammenfallen, um so angenehmer ist die Klangempfindung; man spricht in diesem Falle von Konsonanz. In diesem Sinne wäre ideale Konsonanz durch das Fehlen von Schwebungen charakterisiert. Im Gegensatz hierzu spricht man bei Vorhandensein vieler Schwebungen von Dissonanz [43]).

Am größten ist die Empfindungsstärke von Schwebungen dann, wenn die Amplituden der Einzeltöne gleich groß sind; das gleiche gilt auch für die Kombinationstöne, denen wir uns nun zuwenden wollen. Diese entstehen bekanntlich infolge der Gleichrichterwirkung des Gehörmechanismus. Von Wichtigkeit sind hier besonders erste und zweite Summations- und Differenztöne, während die Kombinationstöne höherer Ordnung praktisch meist nur geringe Bedeutung haben.

Die Intensität der Kombinationstöne ist abhängig von der Amplitude der Ursprungstöne, und zwar nimmt ihre Intensität nicht linear, sondern angenähert quadratisch mit letzterer zu. Da die Kombinationstöne für das gesamte Klangbild von erheblicher Wichtigkeit sind, so bedeutet ihre Amplitudenabhängigkeit, daß bei der elektrischen Wiedergabe der vom Lautsprecher am Ohr erzeugte

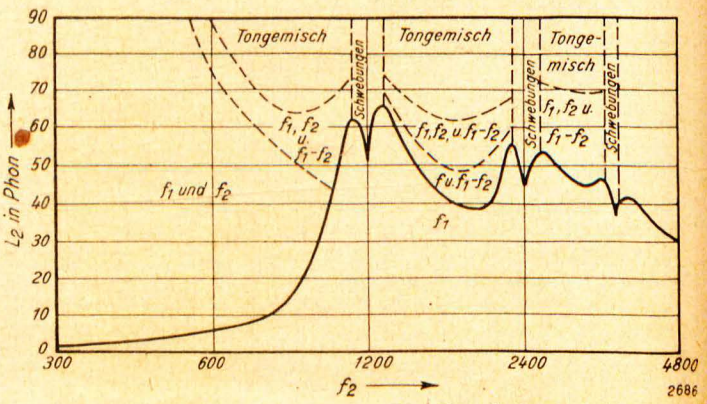


Abb. 16. Frequenzabhängigkeit der Empfindung bei zwei Tönen, von denen der eine f = const. 1200 Hertz

Schalldruck dem des Originals am Aufnahmemikrophon durchaus entsprechen muß, da sonst die zur Natürlichkeit des Klangeindruckes erforderlichen Kombinationstöne nicht entstehen können oder doch in unnatürlicher Proportionalität zu den übrigen Tönen entstehen. Wir sehen also, wie wichtig es ist, daß die Lautstärke einer Wiedergabeapparatur geregelt und den natürlichen Bedingungen entsprechend ist.

Eine ausgezeichnete quantitative Darstellung der Empfindungen, die beim Zusammenklang zweier Töne entstehen, von denen der eine konstante Frequenz, hier $f_1 = 1200$ Hertz, und konstante Lautstärke, hier $L = 80$ Phon hat, verdanken wir den Untersuchungen von Wegel und Lane. Es ergeben sich hier die in der Abb. 16 wiedergegebenen Verhältnisse. Solange die Lautstärke von f_2 noch geringer als etwa 35 Phon ist, ist nur der Ton f_1 hörbar; vergrößert man aber die Lautstärke von f_2 über diesen Wert hinaus, so werden beide Töne gehört, solange die Lautstärke von f_2 noch unter 47 Phon beträgt. Überschreitet die Lautstärke von f_2 diesen Wert, so hört man bis zur Lautstärke von etwa 67 Phon für f_2 außer den beiden Einzeltönen auch noch den Differenzton $f_1—f_2$, um schließlich bei Steigerung der Lautstärke von f_2 über etwa 67 Phon hinaus außer den letztgenannten Tönen ein Tongemisch, in dem auch die Kombinationstöne höherer Ordnung enthalten sind, zu vernehmen. Außer diesen Gebieten sind in Abb. 16 auch noch die Gebiete der Schwebungen, die sowohl zwischen den Primärtönen als auch zwischen f_1 und den Obertönen von f_2 auftreten, gekennzeichnet.

[40]) Vgl. H. v. Helmholtz, a. a. O.; Rayleigh, The Theory of Sound, London 1894; C. Stumpf Tonpsychologie, a. a. O.; F. Lindsey, Ann. d. Phys., Bd. 11, S. 43, 1903.

[41]) Vgl. auch H. Fletcher, Speech and Hearing, New-York, 1929.

[42]) Vgl. W. Janovsky, a. a. O.

[43]) H. v. Helmholtz, a. a. O.; C. Stumpf, Beitr. z. Akust. u. Musikw., 1898

Zeichnungen vom Verfasser

Der elektrische Schwingkreis

Da an sich die Eigenschaften des elektrischen Schwingkreises längst bekannt sind, wird ihre Kenntnis bei den meisten Veröffentlichungen stillschweigend vorausgesetzt. Trotzdem kann man sich überzeugen, daß oft die wichtigsten Zusammenhänge unbekannt sind, zumal es an geschlossenen Darstellungen fehlt. Es ist daher unsere Absicht, im folgenden den Schwingkreis zusammenfassend zu behandeln. Das ist allerdings nicht ohne einen gewissen Aufwand an Mathematik möglich.

Eine Induktivität L und eine Kapazität C bilden parallelgeschaltet einen Schwingkreis (Abb. 1). In der Spule entstehen durch Ohmschen Widerstand, Stromverdrängung,

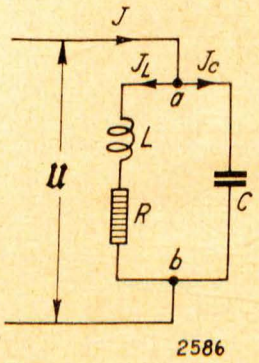


Abb. 1. Schwingkreis

Wirbelströme und dielektrische Vorgänge Leistungsverluste, welche sämtlich so wirken, „als ob" in Reihe mit L ein allerdings nicht frequenzunabhängiger Ohmscher Widerstand R geschaltet wäre. Unter dem Einfluß einer Spannung $\mathfrak{U}$ fließt in der Zuleitung ein Strom $\mathfrak{J}$ als Summe des Spulenstromes $\mathfrak{J}_L$ und des Kondensatorstromes $\mathfrak{J}_C$. Er braucht mit $\mathfrak{U}$ nicht in Phase zu sein. Das Verhältnis von Spannung $\mathfrak{U}$ und Strom $\mathfrak{J}$ ist der Scheinwiderstand des Schwingkreises. $\mathfrak{J}_L$ erzeugt an R eine Spannung $R\mathfrak{J}_L$ in Phase mit $\mathfrak{J}_L$, während er an der Spule L eine Spannung $i\omega L \cdot \mathfrak{J}_L$ hervorruft, welche dem Strom um 90° vorauseilt. Die Summenspannung $\mathfrak{U}$ steht also nicht genau senkrecht auf $\mathfrak{J}_L$ (Abb. 2a), der Neigungswinkel, um welchen sie

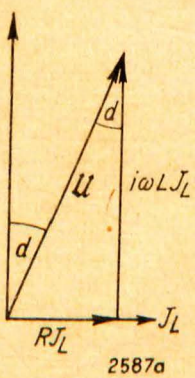


Abb. 2a. Spannung und Spulenstrom

von der Senkrechten abweicht, ist in der Zeichnung stark übertrieben. Der Winkel ist gegeben durch $\operatorname{tg} d = R/\omega L$. Bei normalen guten Spulen ist er so klein, daß $\operatorname{tg} d \cong d$ gesetzt werden kann. $\mathfrak{J}_L$ läuft also wegen R um nicht ganz 90° der Spannung hinterdrein. R ist gegenüber ωL so klein, daß nur die Phase, nicht aber die Größe des resultierenden Stromes beeinflußt wird.

Der Kondensator C nimmt einen Strom $\mathfrak{J}_C = i\omega C \cdot \mathfrak{U}$ auf, welcher der Spannung um 90° vorauseilt. In Abb. 2b sind die beiden Ströme und ihre Summe eingetragen, welche nach der bekannten Konstruktion des Kräfteparallelogrammes gebildet wird. $\mathfrak{J}_L$ und $\mathfrak{J}_C$ wirken sich weitgehend entgegen. Ist $\mathfrak{J}_C$ größer, so liegt $\mathfrak{J}$ links von $\mathfrak{U}$ und der Schwingkreis wirkt als Kapazität. Überwiegt dagegen $\mathfrak{J}_L$, so befindet sich $\mathfrak{J}$ rechts und der Kreis wirkt als Induktivität. $\mathfrak{J}$ durchläuft ein Minimum bei Phasengleichheit mit $\mathfrak{U}$, wenn beide Ströme gleich werden. Daß es nicht zu einer völligen Auslöschung kommt, liegt an dem kleinen Stromrestchen, das durch den Phasenwinkel d bedingt ist. Den Ausgleich der Blindströme bezeichnet man mit Resonanz. Ändern sich also die beiden großen Vektoren auch nur um wenige Prozent, dann ist sofort wieder eine beträchtliche horizontale Stromkomponente da. Wenn man die Kapazität zwecks „Abstimmung" ändert, bewegt sich mithin die Pfeilspitze des Vektors OD auf einer Parallelen zur Abszisse im Abstand $\mathfrak{J}_{min} = AB$. $d = R/\omega L$ ist gegeben, AO ist gleich dem induktiven Strom $\mathfrak{J}_L = \mathfrak{U}/\omega L$, also folgt nach dem Tangenssatz und dem Dreieck OAB

$$\mathfrak{J}_{min} = \frac{R}{\omega L} \cdot \frac{\mathfrak{U}}{\omega L} = \frac{R}{\omega^2 L^2} \cdot \mathfrak{U}.$$

Der Faktor von $\mathfrak{U}$ gibt das Verhältnis von Strom und Spannung im Resonanzfall an. Man bezeichnet ihn mit Resonanzleitwert $G_{res} = \frac{R}{\omega^2 L^2}$. Der umgekehrte Wert wird häufiger gebraucht und heißt Resonanzwiderstand.

$$R_{res} = \frac{\omega^2 L^2}{R} \quad \ldots \quad (1)$$

Bei der Resonanz ist (da $\mathfrak{J}_L = \mathfrak{J}_C$) kapazitiver und induktiver Widerstand gleich, d. h. $\omega L = 1/\omega C$, und so erhalten wir die Thomsonformel

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad \text{oder} \quad f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

für die Resonanzfrequenz. Bei Resonanz werden die Blindströme $|\mathfrak{J}_L| = |\mathfrak{J}_C| = |\mathfrak{U}|/\omega L$, während der Strom in der gemeinsamen Zuleitung nur $\mathfrak{J} = \mathfrak{U}/R_{res}$ beträgt. In den Zweigen fließt mithin ein im Verhältnis $\frac{\mathfrak{J}_L}{\mathfrak{J}} = \frac{\omega L}{R} = \frac{1}{d}$ größerer Strom. Bei einer Dämpfung von 1 % beträgt dieses Verhältnis 100. Wenn ein Schwingkreis von 100 kOhm Resonanzwiderstand und 1 % Dämpfung an 1000 V Hochfrequenz auf Resonanz abgestimmt wird, dann fließen in der Zuleitung 10 mA, in den Zweigen jedoch 1 Amp. In jedem Zweig fließt bei Anschluß an eine Stromquelle mit verschwindendem inneren Widerstand selbstverständlich genau derselbe Strom, als ob der andere Zweig nicht da wäre.

Durch L, C und R ist ein Schwingkreis bestimmt. Man berechnet aus diesen Größen Resonanzfrequenz und Dämpfung $d = R/\omega L$. Unter Einführung dieser Größen läßt sich die Formel (1) für den Resonanzwiderstand in mehrfacher Weise umformen zu

$$R_{res} = \frac{\omega^2 L^2}{R} = \frac{1}{R\,\omega^2 C^2} = \frac{L}{CR} = \frac{\omega L}{d} = \frac{1}{d\,\omega C}$$

Diese Ausdrücke sind untereinander gleichwertig. Welchen man nimmt, hängt von den jeweils gegebenen Größen ab.

Bei Durchgang durch die Resonanz ändert sich der Scheinwiderstand außerordentlich rasch, da nur bei genauer Resonanz sich nach Abb. 2b die beiden großen Zweigströme aufheben. Erhöhen wir die Frequenz um x %, so wächst der kapazitive Strom um x % und der induktive sinkt um x %, während beide ursprünglich gleich waren. Der Unterschied beträgt also das 2x-fache des Resonanzstromes eines Zweiges. Letzterer ist gegeben durch $\mathfrak{U} \cdot i\omega C$, also fließt nunmehr außer dem Wirkstrom $\mathfrak{J}_R = \frac{R}{\omega^2 L^2} \cdot \mathfrak{U}$ noch ein Blindstrom $\mathfrak{J}_B = \mathfrak{U} \cdot 2x \cdot i\omega C$, und man kann

daher in der Nähe der Resonanz einen Schwingkreis ersetzen durch die Parallelschaltung seines Resonanzwiderstandes und einer scheinbaren Kapazität $C_{sch} = \pm 2\,x\,C$. (Das +Zeichen gilt bei Frequenzerhöhung, das —Zeichen bei Erniedrigung.) Bei einer Schwingkreiskapazität von 100 pF und 2 % Verstimmung wäre also $C_{sch} = 4$ pF. Für kleinere Frequenzen wirkt der Kreis induktiv, d. h. wie eine negative Kapazität.

Es gibt nun eine Verstimmung, bei welcher im Vektordiagramm Abb. 2 b der Blindstrom gleich dem Resonanzwirkstrom wird. Dann ist der aufgenommene Strom wegen

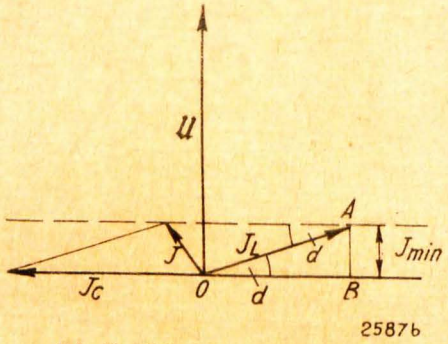


Abb. 2b. Schwingkreis-Diagramm

des gleichseitig-rechtwinkligen Dreiecks $\sqrt{2} = 1{,}41$ mal so groß wie beim Resonanzfall, außerdem hat er aber einen Phasenwinkel von ± 45°. Diese beiden sogenannten 45°-Punkte werden erreicht, wenn der Blindstrom der scheinbaren Kapazität gleich dem Ohmschen Resonanzstrom wird, d. h. für $\frac{R}{\omega^2 L^2}\,\mathfrak{U} = \mathfrak{U} \cdot 2\,x\,\omega C$, oder aber, da $\omega L = 1/\omega C$, für eine Verstimmung $x = \pm d/2$. Der prozentuale Abstand der Punkte voneinander ist also gerade gleich der Kreisdämpfung d. Auf diese Tatsache kann man eine einfache und sehr häufig verwendete Meßmethode für die Spulendämpfung aufbauen, indem man den zu untersuchenden Schwingungskreis äußerst lose (damit er nicht bedämpft wird) an einen Sender ankoppelt und die bei Abstimmung entstehende Spannung mit einem Röhrenvoltmeter mißt, das im übrigen nicht geeicht zu sein braucht. Dann wird der Senderstrom auf das $\sqrt{2}$-fache erhöht und der Sender nach rechts und links verstimmt, bis wieder der gleiche Ausschlag am Röhrenvoltmeter erreicht ist. Die Summe der hierzu nötigen Verstimmungen ist gleich der Dämpfung d. Der Sender muß allerdings einen Kondensator mit prozentualer Teilung besitzen und genügend fein einstellbar sein.

Auf Grund von Abb. 2 b kann man angeben, wie bei Verstimmung der Scheinwiderstand des Kreises immer mehr sinkt, und zwar im selben Maße, wie der resultierende Strom ansteigt. Die jeweilige Selektivität ψ eines Schwingkreises ist abhängig von der Verstimmung. Sie ist definiert durch das Verhältnis der Ströme bei Verstimmung und bei Resonanz. Bei Verstimmung ist der Strom proport. $\sqrt{\left(\frac{R}{\omega^2 L^2}\right)^2 + 4\,x^2\omega^2 C^2}$, bei Resonanz dagegen prop. $\frac{R}{\omega^2 L^2}$

Also folgt $\psi = \sqrt{1 + \frac{4\,x^2 \cdot \omega^2 C^2 \cdot \omega^4 L^4}{R^2}} = \sqrt{1 + \left(\frac{2\,x}{d}\right)^2}$

Bei großen Verstimmungen $2\,x > > d$ spielt die 1 unter der Wurzel keine Rolle mehr, und es gilt näherungsweise $\psi \sim 2\,x/d$. Bei einem mit 1 % gedämpften Kreis von 100 kOhm Resonanzwiderstand sinkt bei Verstimmung um 5 % der Scheinwiderstand auf den 10. Teil, d. h. auf 10 kOhm.

Die an einem äußerst lose an eine Stromquelle angekoppelten Kreis entstehende Spannung wird lediglich durch seinen Scheinwiderstand bestimmt. Seine Selektivität wirkt dann am stärksten, und man nennt sie daher Eigenselektivität. Bei Anschluß an eine Stromquelle von verschwindend kleinem innerem Widerstand hilft dagegen alle Eigenselektivität nichts, weil auch beliebig kleine Scheinwiderstände des Kreises die Spannung an seinen Klemmen nicht mehr „zusammenbrechen" lassen können.

Unsere Darstellung mit der prozentualen Verstimmung x gilt streng nur in der Nähe der Resonanz bis zu etwa 10 % Verstimmung. Bei größerem Frequenzabstand kann man die Blindkomponente nicht mehr einfach durch einen gedachten Kondensator, welcher x prop. ist, ersetzen, sondern man muß korrekt die Differenz des induktiven und des kapazitiven Stromes bilden. Bezeichnen wir die Resonanzfrequenz mit ω_0, die Frequenz, auf welche verstimmt wird, mit ω, dann beträgt diese Differenz

$$\mathfrak{U}\left[\omega C - \frac{1}{\omega L}\right] = \mathfrak{U}\left[\frac{\omega}{\omega_0} \cdot \omega_0 C - \frac{\omega_0}{\omega} \cdot \frac{1}{\omega_0 L}\right] = \mathfrak{U} \cdot \omega_0 C\left[\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right]$$

Anstatt 2 x hat man also zu setzen $2\,x = \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} = \frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}$

Abb. 2 b zeigt überdies noch, daß für einigermaßen beträchtliche Verstimmungen der Wirkstrom keine Rolle mehr spielt. Man kann dann den Schwingkreis vollgültig durch seine Blindkomponente darstellen. Dies ist z. B. der Fall, wenn eine Oszillatorspannung im Superhet in Reihe mit einem auf die Empfangsfrequenz abgestimmten Vorkreis auf das Gitter der Mischröhre wirkt. Dann beträgt die Verstimmung einige Prozent, und man erhält eine einfache Spannungsteilung zwischen der Gitter-Kathoden-Kapazität und der scheinbaren Kapazität des Empfangskreises, ohne daß man die Wirkkomponente zu berücksichtigen brauchte.

Zur Resonanzfrequenz eines Schwingkreises tragen meist noch parallelliegende andere Schaltteile bei, welche ihn, wenn auch nur um Kleinigkeiten, verstimmen. Die Thomsonformel kann man zu ihrer Berechnung nicht verwenden, weil man zwei nahezu gleiche Größen voneinander abziehen müßte. Wie vorn gezeigt, ist bei einer Verstimmung von x % der Unterschied zwischen den beiden Blindströmen 2 x % geworden, und man würde bei dieser Frequenz Abstimmung erhalten, wenn man eine zusätzliche Kapazität vom Betrag $2\,x \cdot C$ zuschalten bzw. abschalten würde. Wenn man also die Kapazität oder auch die Induktivität um y % ändert, ändert sich die Frequenz (oder auch die Wellenlänge) nur um $y/2$ % oder

$$(-)\ \frac{\Delta f}{f} = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{1}{2}\frac{\Delta C}{C} = \frac{1}{2}\frac{\Delta L}{L}$$

Beispiel: In einem älteren Kurzwellenempfänger verstimme die Annäherung der Hand an den Abstimmgriff bei 30 m Wellenlänge (10 MHz) den Schwebungston um 1000 Hz. Die Schwingkreiskapazität sei dabei 100 pF. Wie groß ist die von der Hand hervorgerufene Kapazität?

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{1000}{10^7} = 10^{-4} \qquad \frac{\Delta C}{C} = 2 \cdot 10^{-4} \qquad \Delta C = 2 \cdot 10^{-2}\ \text{pF}.$$

Kleinste Kapazitätsänderungen machen also bei kurzen Wellen schon hörbare Verstimmungen.

Falls auch der Kondensator Verluste hat, kann man sie durch einen Serienwiderstand zum Kondensator R_C darstellen. In unserem Diagramm Abb. 2 c ist dann auch der Kondensatorstrom etwas nach oben gerichtet. Der Wirkstrom $\mathfrak{J}_{min}$ wächst dadurch. Bei Resonanz ist Kondensator- und Spulenstrom gleich groß, daher ist es gleichgültig, wo man sich die Dämpfung eingeschaltet denkt. Der resultierende Wirkstrom ist

$$\frac{\mathfrak{J}_{min}}{\mathfrak{U}} = \frac{R_L}{\omega_0^2 L^2} + R_C \cdot \omega_0^2 C^2 = \frac{R_L + R_C}{\omega_0^2 L^2} = \frac{d_C + d_L}{\omega_0 L} = \frac{d_{res}}{\omega_0 L}$$

Daher ist auch $d_{res} = d_c + d_l$. Die Kondensatordämpfung ist bei modernen Bauarten außerordentlich klein und beträgt nur Bruchteile von Promillen.

Ein Schwingkreis wird sowohl durch parallelliegende als auch durch in die Zweige eingeschaltete Ohmsche Widerstände bedämpft. Erstere dämpfen mehr, je kleiner, und letztere mehr, je größer sie sind. Ein Serienwiderstand R_s bedingt einen Resonanzwiderstand (also einen parallelliegenden Widerstand) $R_p = \frac{(\omega L)^2}{R_s} = \frac{X_L^2}{R_s}$ mit $X_L = \omega L$.

Dieser Umrechnungssatz, wonach X_L „die mittlere Proportionale" zwischen Serienwiderstand R_s und gedachtem Parallelwiderstand R_p ist, gilt ganz allgemein und mit großer Genauigkeit, solange $R_s << X_L$ und $R_p >> X_l$ ist. Da sich X_l mit der Frequenz ändert, ändert sich ein aus einem echten Serienwiderstand umgerechneter Parallelwiderstand mit der Frequenz, während ein echter Parallelwiderstand konstant bleibt. Echte Parallelwiderstände sind z. B. die Audiondämpfung oder

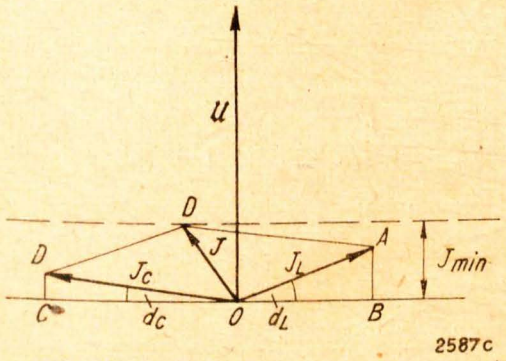


Abb. 2c. Schwingkreis mit Spulen- und Kondensatordämpfung

die Anodenrückwirkung, echte Seriendämpfung ist der Spulenwiderstand und Wirbelstromverluste. Seriendämpfung macht sich also vor allem bei niedrigen Frequenzen, Paralleldämpfung dagegen vor allem bei hohen Frequenzen bemerkbar. Ganz frequenzunabhängig sind natürlich aus verschiedenen Gründen auch die echten Dämpfungswiderstände nicht. Die Summe von Serien- und Paralleldämpfung durchläuft in ihrer Wirkung auf den Kreis ein Minimum, welches jedoch meist außerhalb des Abstimmbereiches liegt.

Die Kapazität eines Schwingkreises setzt sich zusammen aus dem Abstimmkondensator C mit einer meist sehr kleinen Dämpfung d und der Schaltkapazität C_o, welche sich aus verteilten Kapazitäten mit verhältnismäßig hoher Dämpfung d_o zusammensetzt. Die wirksame Gesamtdämpfung des Kondensatorzweiges erhält man durch Parallelschaltung der den Teilkapazitäten parallelliegenden Dämpfungswiderstände oder, einfacher ausgedrückt, durch Addition der Dämpfungsleitwerte

$$\frac{1}{R_{pres}} = \frac{1}{R_p} + \frac{1}{R_{o\,p}} = d\omega C + d_o \omega C_o.$$

Bezogen auf die Gesamtkapazität C + C_0, erhält man eine resultierende Dämpfung

$$d_{res} = \frac{C}{C + C_o}\, d + \frac{C_o}{C + C_o}\, d_o$$

d_{res} nimmt zu, wenn der Abstimmkondensator C sich C_0 nähert.

Beispiel: Die Schaltkapazität $C = 10$ pF habe 4 % Dämpfung. Die Abstimmkapazität habe nur $d = 0{,}1$ % Dämpfung und betrage am Frequenzende des Bereiches, also bei kleinem Kondensator 40 pF, am Frequenzanfang 400 pF, dann ist

am Frequenzanfang (C groß) $d_{res} = \frac{400}{410} \cdot 0{,}1 + \frac{10}{410} \cdot 4 = 0{,}19\,\%$

am Frequenzende (C klein) $d_{res} = \frac{40}{50} \cdot 0{,}1 + \frac{10}{50} \cdot 4 = 0{,}88\,\%$.

Am Frequenzende bemerkt man also eine beträchtliche Zusatzdämpfung infolge der Schaltkapazität.

Der Scheinwiderstand eines Kreises ist durch Angabe von Betrag und Phase vollständig beschrieben. In der üblichen komplexen Darstellung bedeutet der Vektor $z = a + ib$ eine Strecke, die dadurch entsteht, wenn man a auf der Abszisse und b auf der Ordinate abträgt. Der Phasenwinkel des Vektors z ist dann gegeben durch $\mathrm{tg}\,\zeta = \frac{b}{a}$ und der Betrag durch $|z| = \sqrt{b^2 + a^2}$. — Diese Darstellung benutzen wir hier zur Berechnung des Schwingkreis-Scheinwiderstandes. Im Diagramm Abb. 2 b fließt ein Zuleitungsstrom $\mathfrak{J}$ als Summe von Wirk- und Blindstrom $\mathfrak{J} = \mathfrak{U}\left(\frac{R}{\omega^2 L^2} + i \cdot 2x\omega C\right)$. Der Scheinwiderstand ist also gegeben durch

$$\mathfrak{R} = \frac{\mathfrak{U}}{\mathfrak{J}} = \frac{1}{\frac{R}{\omega^2 L^2} + i \cdot 2x\omega C} = \frac{\frac{\omega^2 L^2}{R}}{1 + i\frac{2x}{d}} = \frac{R_{res}}{1 + i\frac{2x}{d}}.$$

Diese Form zeigt die Resonanzkurve im Zusammenhang mit den Größen R_{res} und d, welche man zur Kennzeichnung von Schwingkreisen verwendet. Bei Resonanz ($x = 0$) ist der Scheinwiderstand reell und gleich dem Resonanzwiderstand. Bei großen Verstimmungen ist die 1 im Nenner ohne Bedeutung, und der Scheinwiderstand wird ein reiner Blindwiderstand, der schließlich für kleine und große Frequenzen gegen null geht. Für $2x = \pm d$ wird der Nenner $1 \pm i$, d. h. der Scheinwiderstand erhält 45° Phase und beträgt daher nur noch $\frac{1}{\sqrt{2}} = 70$ % des Resonanzwiderstandes. Die Spitze des Scheinwiderstandsvektors durchläuft also nacheinander die eben genannten 4 Punkte, und man findet es plausibel, daß die entstehende Kurve

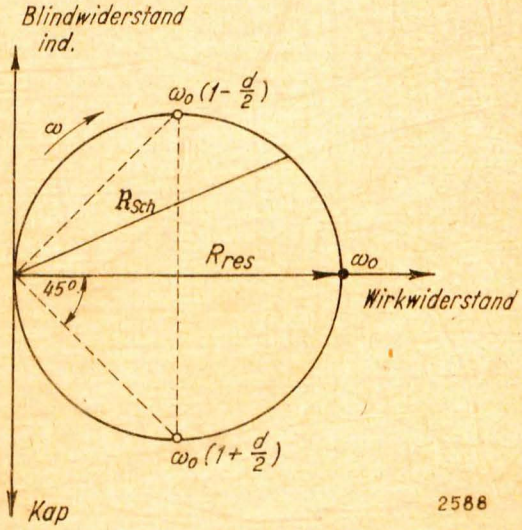


Abb. 3. Scheinwiderstandskurve

nach Abb. 3 ein Kreis über dem Resonanzwiderstand ist. Die maximale Blindkomponente, des Schwingkreisscheinwiderstandes liegt in den „45°-Punkten" A und B und ist dem Betrage nach gleich dem halben Resonanzwiderstand. In diesen Punkten wirkt ein Schwingkreis von 100 kOhm Resonanzwiderstand wie eine Hintereinanderschaltung von 50 kOhm Wirkwiderstand und 50 kOhm Blindwiderstand.

Die Verstärkung einer Schirmgitter-Hochfrequenzstufe steigt mit dem Resonanzwiderstand des Anodenschwingkreises. Üblicherweise bleibt L konstant und mit C wird abgestimmt. Mit der Frequenz wächst also ωL linear, und auch R steigt infolge Wirbelströmen u. dgl., und zwar im allgemeinen etwas mehr als linear, der Resonanzwiderstand $\frac{\omega^2 L^2}{R}$ wächst also etwas mehr als linear mit der

Frequenz. Der Resonanzwiderstand bliebe unabhängig von der eingestellten Welle, wenn L und C gleichzeitig geändert würden, und zwar derart, daß wie die Dämpfung $\frac{R}{\omega L} = f(\omega)$ auch ωL stiege. Es müßte also sein $L = \text{const.} \frac{f(\omega)}{\omega}$. Dann wäre nämlich

$$R_{res} = \omega L \cdot \frac{\omega L}{R} = \text{const.} \frac{f(\omega)}{f(\omega)} = \text{const.}$$

$\frac{R}{\omega L}$ wächst etwa mit der Wurzel aus der Frequenz. L müßte also mit der Wurzel aus der Frequenz sinken. Praktischer kann man aber die Doppelabstimmung nur schwer durchführen, und man verwendet daher lieber besondere Ankopplungsschaltungen zur Konstanthaltung der Verstärkung.

Während die Verstärkung vom Resonanzwiderstand abhängt, steigt die Selektivität bei gegebener Verstimmung mit abnehmender Dämpfung d.

Die Dämpfung kann man nur wenig beeinflussen. Durch sorgfältigen Spulenaufbau und verlustarme Kondensatoren kann man je nach Frequenzbereich die Gesamtdämpfung auf 0,4 % bis 2,3 % herabdrücken. Man gelangt aber bald an eine Grenze. Jede Spule hat eine mit großem Verlustwinkel behaftete Eigenkapazität. Die Gesamtkapazität im Kreis muß daher immer wesentlich größer als diese sein, auch schon deshalb, weil sonst unvermeidliche kleine Kapazitätsänderungen die Resonanzfrequenz unzulässig verschieben würden. Man erhält daher jeweils einen höchstmöglichen Wert für L und erkennt, daß demnach bei gegebener Frequenz der Schwingkreis mit allen seinen Eigenschaften praktisch völlig festliegt. Die Minimalkapazität kann man etwa zu 40 pF ansetzen, so daß sich der höchste Resonanzwiderstand, den man am einen Ende eines Frequenzbereiches erreichen kann, zu $R_{max} = \frac{1}{d\ \omega_{max}\ C_{min}}$ berechnet. Die diesbezüglichen Schwierigkeiten wachsen also bei Kurzwellen immer mehr. *Dr. K.*

Zeichnungen vom Verfasser

Neues einstufiges Netzanschluß-Röhrenvoltmeter mit vier Meßbereichen

Von **Manfred von Ardenne**

Eine der Entwicklungsrichtungen moderner elektrischer Meßtechnik besteht darin, die einzelnen Instrumente mit vielen, bequem umschaltbaren Meßbereichen auszurüsten. Man will mit möglichst wenig Meßinstrumenten an möglichst viele Meßaufgaben herangehen können. Auf die verschiedenen Verfahren und die besonderen Schwierigkeiten zur Herbeiführung mehrerer Meßbereiche bei Röhrenvoltmetern hat der Verfasser kürzlich an anderer Stelle [1]) hingewiesen. Dort wurde über ein zweistufiges Netzanschluß-Röhrenvoltmeter berichtet, das in zwei Meßbereichen ein Spannungsintervall 0,03 V_{eff} bis etwa 3 V_{eff} umfaßt. In Ergänzung zu dem eben erwähnten, empfindlichen Instrument ist ein weiteres, einfacheres Netzanschlußinstrument mit v i e r Meßbereichen entwickelt worden, über das in den folgenden Zeilen berichtet werden soll. Das einstufige Instrument ist so abgeglichen, daß sein empfindlichster Meßbereich mit dem unempfindlichen Meßbereich des zweistufigen Röhrenvoltmeters etwa übereinstimmt.

Schaltung des Instrumentes

Die Schaltung des einstufigen Röhrenvoltmeters ist in Abb. 1 abgebildet. Das Grundprinzip ist das gleiche geblieben, wie bei einem 1929 vom Verfasser entwickelten Instrument [2]).

Die Gleichrichtung erfolgt als Anodengleichrichtung. Durch einen Vorspannregler wird der Ruhearbeitspunkt so eingestellt, daß im empfindlichsten Meßbereich ein Strom von etwa 5 % des für Vollausschlag des Anzeigeinstrumentes benötigten Stromes fließt. Vor Durchführung einer Meßreihe ist diese Ruhelage stets zu kontrollieren und evtl. zu korrigieren.

Der Kunstgriff, die Arbeitspunktlage und die Instrumenten-Empfindlichkeit ohne die stets teuren Stabilisierungsmittel in weiten Grenzen von den Schwankungen der Netzspannung unabhängig zu machen, besteht darin, daß eine Änderung der Gitterspannung U_g in ihrer Wirkung auf den Anodenstrom durch eine entsprechende entgegengesetzte und im Verhältnis des Durchgriffes größere Änderung der Anodenspannung U_a stets kompensiert wird.

Die wirksame Steuerspannung

$$U_{st} = U_g + D \cdot U_a$$

bleibt dann auch bei Netzspannungsschwankungen konstant. Praktisch wird dies, wie bei den älteren Instrumenten, dadurch erreicht, daß Anoden- und Gitterspannung an einem Spannungsteiler abgegriffen werden, dessen Querstrom groß gegen die entnommenen Ströme bleibt. Heizstromschwankungen verursachen, da die Röhre stets im unteren Knick ihrer Kennlinie arbeitet, praktisch keine Störungen.

Eine Rückwirkung auf den Gitterkreis des Instrumentes über die Gitter-Anode-Kapazität ist infolge der kapazitiven Überbrückung aller Anodenwiderstände verhindert.

Das doppelte Kopplungsglied an der Eingangsseite ist trotz der hierdurch bedingten leichten Vergrößerung der Eingangskapazität aus folgenden Gründen gewählt worden: Zur Instrument-Kontrolle ist die gelegentliche Fortnahme aller Eingangswechselspannungen notwendig. Am bequemsten geschieht dies durch eine Kurzschlußtaste. Die

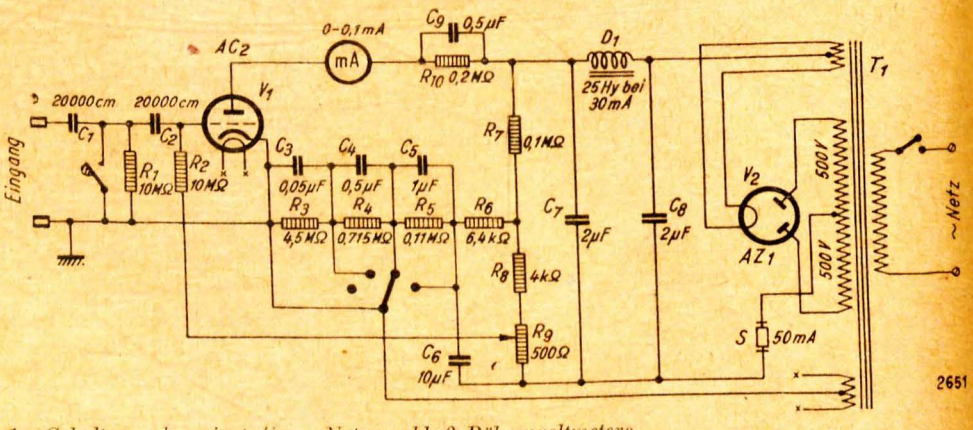


Abb. 1. Schaltung des einstufigen Netzanschluß-Röhrenvoltmeters

[1]) Ein neues, hochempfindliches Netzanschluß-Röhrenvoltmeter mit zwei Meßbereichen. Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien.

[2]) H. Reibedanz, Nadir-Netzanschluß-Röhrenvoltmeter, Zeitschrift für Hochfrequenztechnik, 1929, Bd. 34, H. 4.

letztere unmittelbar in den Gitterkreis zu schalten, erschien nicht zweckmäßig, da entweder Restwiderstände oder Arbeitspunktveränderungen bei Kurzschluß zu berücksichtigen wären.

Auch die Verlegung des Kurzschluß-Kontaktes unmittelbar an den Instrumenteneingang erschien unangebracht, denn bei diesem Voltmeter muß damit gerechnet werden, daß auch Generatoren von kleinem Innenwiderstand und Spannungen von einigen 100 Volt gemessen werden, deren Kurzschließung das Instrument zerstören würden. Der Ableitungswiderstand R_1, der nicht unbedingt erforderlich wäre, bewirkt, daß bei Betätigung der Kurzschlußtaste Entladungsströme unterbleiben, die das Anzeigeinstrument unnötig beanspruchen und die Einstellung des Instrumentes verzögern würden.

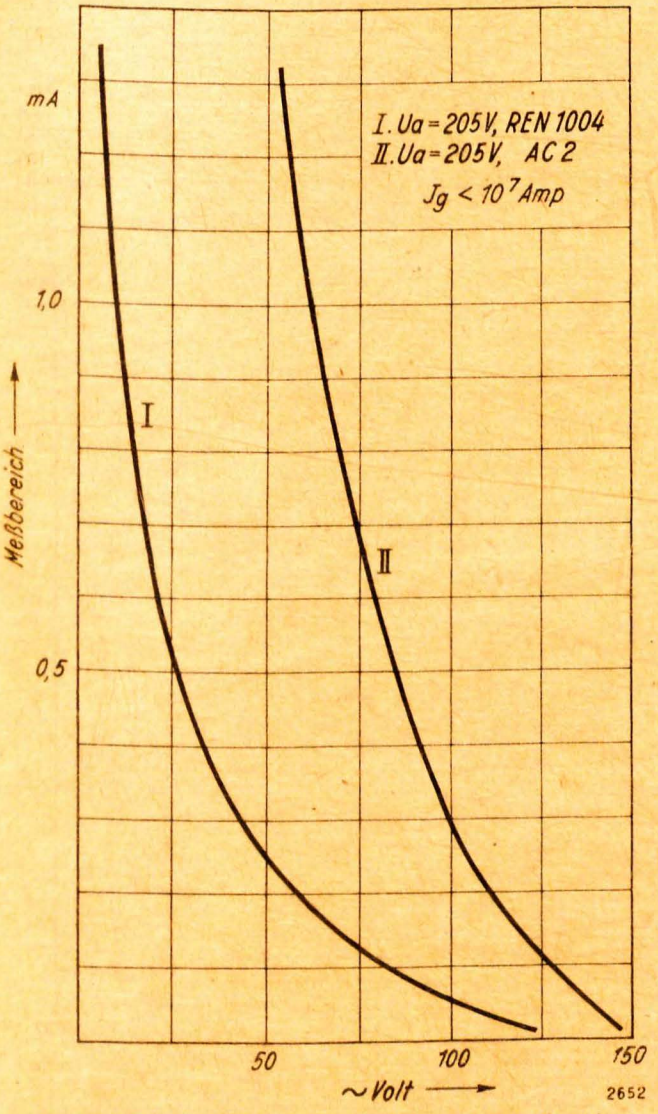


Abb. 2. Typische Kurven über die Abhängigkeit des benötigten Meßbereichs für das Anzeige-Instrument von der höchsten zu messenden Wechselspannung für zwei verschiedene Röhrenstufen und eine feste Anodengleichspannung

Die verschiedenen Empfindlichkeitsmeßbereiche werden durch mehr oder weniger große, kapazitiv überbrückte Ohmsche Widerstände zwischen Kathode und dem negativen Anschluß des Netzteiles herbeigeführt.

Bemessung der Schaltung

Die Kopplungsglieder am Eingang, die kapazitive Überbrückung der Kathodenwiderstände sowie die Überbrückung des Anodenwiderstandes sind so bemessen, daß das Instrument Frequenzen bis zu etwa 10 Hertz zu messen gestattet. Die Ohmschen Kathodenwiderstände sind so gewählt, daß mit etwa 1 bis 2 % Genauigkeit der gewollte Spannungswert für Vollausschlag erreicht wird. Dies geschieht, um die direkte Eichung der Skala in den höheren

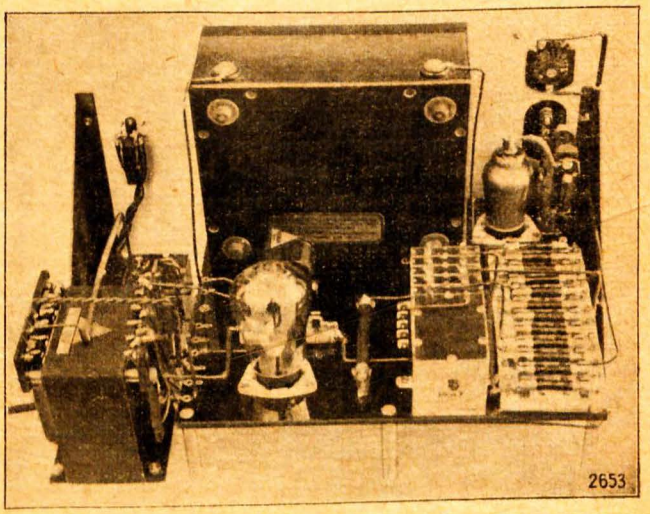


Abb. 3. Innenansicht des Versuchsmodells des neuen Röhrenvoltmeters für Spannungsmessungen von 0,3 V_{eff} bis 300 V_{eff}

Spannungsbereichen mit weitgehend linearer Eichkurve zu erleichtern.

Der Spannungsmeßbereich der besprochenen Schaltung ist in Richtung kleiner Spannungen durch den Verlauf der Kennlinie der Röhre V_1 und innerhalb gewisser Grenzen von der Empfindlichkeit des Anzeigeinstrumentes im Anodenkreis abhängig. Durch die Notwendigkeit, normale Röhren zu benutzen und den Einfluß von Netzspannungsschwankungen hinreichend klein zu halten, sind hier Grenzen gezogen. Bei dem weiter unten abgebildeten Röhrenvoltmeter entspricht beim empfindlichsten Meßbereich der Vollausschlag einer Spannung von 3 $Volt_{eff}$.

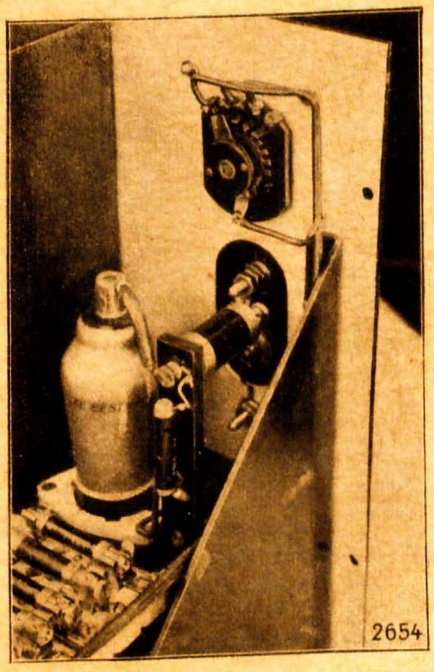


Abb. 4. Blick auf die kapazitätsarme Anordnung des Gitterkreises und den Meßbereich-Umschalter

In wesentlich stärkerem Maße ist es möglich, den Meßbereich in Richtung hoher Spannungswerte zu erweitern. Hier ist der Anwendungsbereich der Schaltung Abb. 1 dadurch begrenzt, daß schließlich auch bei den hohen Gittervorspannungswerten, die bei hohen Kathodenwiderständen auftreten, die positiven Spitzen der Meßspannung das Gebiet positiver Gitterspannungen erreichen. Diese durch das Einsetzen von Gitterstrom bedingte Grenze läßt sich hinausschieben: 1. durch hohe Gleichspannungen des Netzteiles (die Gleichspannung muß stets größer sein als das 1,4fache des Effektivwertes der höchsten zu messenden Wechselspannung), 2. durch Wahl empfindlicher Strom-Meßinstrumente im Anodenkreis des Gleichrichters und 3. durch Verwendung einer Röhrenstufe hoher Güte.

Das Ergebnis einer Untersuchung der Abhängigkeit der höchsten zu messenden effektiven Wechselspannung von dem Meßbereich des Anodenstrominstrumentes bei zwei verschiedenen Röhrentypen ist in Abb. 2 wiedergegeben.

Man erkennt aus Abb. 2 beispielsweise, daß bei einer Anodenspannung von etwa 200 Volt mit dem Röhrentyp Telefunken AC 2 und einem Anodenstrom-Meßinstrument von dem Meßbereich 10^{-4} Amp. noch effektive Wechselspannungen von 125 V. fehlerfrei und ohne daß gitterseitig Belastungen entstehen, gemessen werden können.

Nicht nur mit Rücksicht auf die untere Meßbereichsgrenze, sondern, wie Abb. 2 erkennen läßt, auch mit Rücksicht auf die obere Meßbereichsgrenze ist ein Instrument möglichst großer Anzeigeempfindlichkeit zweckmäßig. Der Wunsch, ein technisches Zeigerinstrument benutzen zu können sowie die Gefahr einer Beschädigung des Anzeigeinstrumentes bei Anlegung zu hoher Meßspannungen setzen

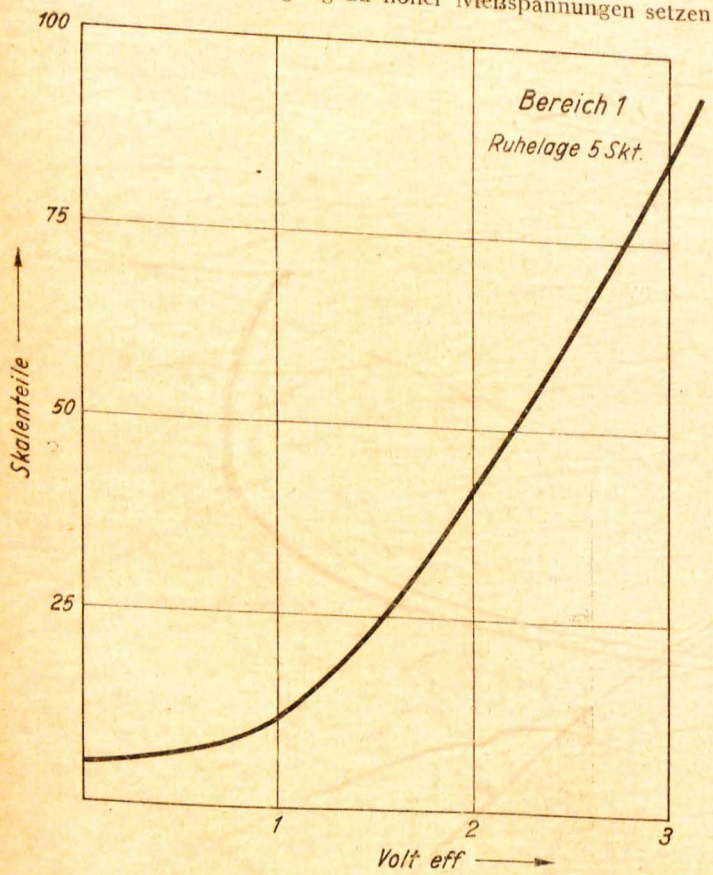


Abb. 5. Eichkurve im empfindlichsten Meßbereich

hier eine Grenze. Eine Instrumentenempfindlichkeit von 10^{-4} Ampere pro Vollausschlag entspricht einem günstigen Kompromiß.

Eine wichtige Rolle übernimmt der Widerstand R_{10} in Abb. 1. Er begrenzt die Stromstärke im Anodenkreis und ist so bemessen, daß selbst im Falle einer direkten Verbindung zwischen Kathode und Anode der Röhre V_1 höchstens ein Strom von dem 20- bis 25fachen Betrage des für den Vollausschlag benötigten Wertes fließen kann. Da die handelsüblichen Zeigerinstrumente erfahrungsgemäß kurzzeitige Überbelastungen bis zum 30- bis 50fachen ihres Maximalwertes vertragen, ist auch das besprochene Instrument gegen Überbelastungen unempfindlich.

Ausführungen und Ergebnisse

Die Innenansicht eines Versuchsmodells des besprochenen Röhrenvoltmeters [3]) wird in Abb. 3 gezeigt. Abb. 4 läßt den kapazitätsarm gehaltenen Eingangskreis und etwas verdeckt die kapazitätsarm ausgeführte Kurzschlußtaste sehen. Oben ist der Meßbereich-Umschalter sichtbar. Die Empfindlichkeitsbereiche sind folgendermaßen abgeglichen:

Bereich 1: 3 V_{eff}, Bereich 2: 10 V_{eff},
Bereich 3: 50 V_{eff}, Bereich 4: 300 V_{eff}.

Absichtlich sind die Abstände zwischen den Meßbereichen im Gebiet kleiner Spannungen mit Rücksicht auf

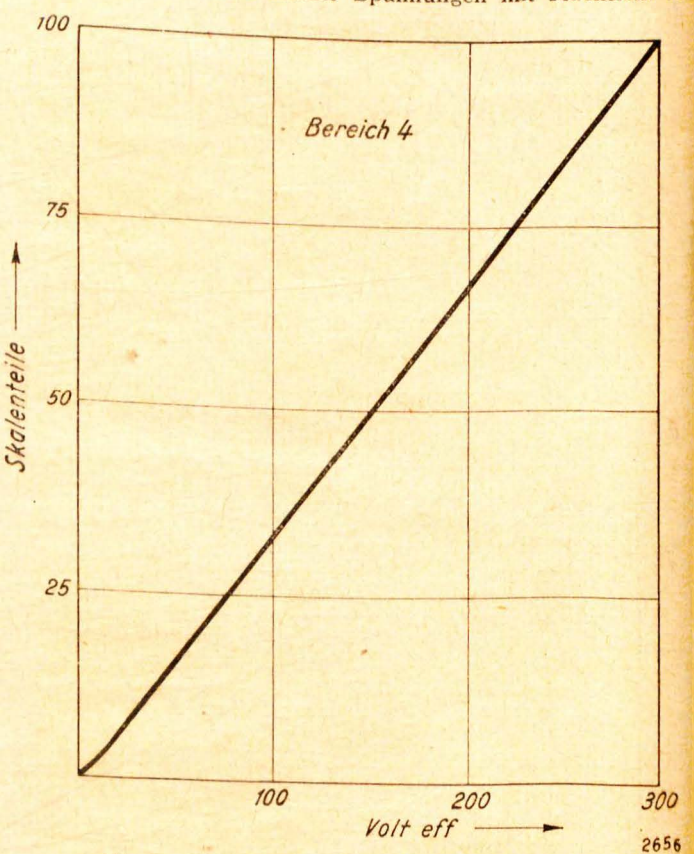


Abb. 6. Eichkurve im unempfindlichsten Meßbereich

den hier bestehenden quadratischen Verlauf der Eichkurve enger gewählt. Die Eichkurve für den empfindlichsten Bereich ist als Beispiel in Abb. 5 und für den unempfindlichsten Bereich in Abb. 6 wiedergegeben.

Das beschriebene Instrument ermöglicht, wie die Kurven erkennen lassen, Messungen im Bereich der Spannung von 0,3 V_{eff} bis 300 V_{eff}. Der Eingangswiderstand des Röhrenvoltmeters entspricht der Kombination eines Ohmschen Widerstandes von $5 \cdot 10^6$ Ohm und einer konstanten Kapazität von 16 cm. Innerhalb des Frequenzbereiches von etwa 10 Hertz bis etwa $2 \cdot 10^7$ Hertz bleibt die Eichung erhalten; außer bei sehr kleinen Anschlägen beträgt die Genauigkeit der Eichung 2 bis 3 %.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

[3]) Das Gerät stellt eine Neukonstrukiton der Fa. Nadir dar.

Neue Kraftwagenempfänger

Auf der Internationalen Automobil- und Motorrad-Ausstellung 1936, die am 15. Februar in Berlin für zwei Wochen ihre Pforten öffnet, werden auch rundfunktechnische Neuerungen erscheinen, nämlich Kraftwagenempfänger, die gegenüber den bekannten Geräten wieder einen beachtlichen Fortschritt darstellen. Einen Fortschritt, weil in ihnen erstmalig die Anfang des Jahres auf den Markt gebrachten neuen Autoröhren verwendet werden; einen Fortschritt vor allem aber auch deshalb, weil man ihre Empfindlichkeit auf das wohl heute überhaupt praktisch erreichbare Maß heraufgesetzt hat, während die Störanfälligkeit nicht unbeträchtlich verringert wurde. Man sagt, daß man bei diesen Geräten mit einer sehr einfachen Entstörung auskommt, die z. B. die das einwandfreie Arbeiten des Motors besonders bei langsamen Drehzahlen oft beeinträchtigenden Dämpfungswiderstände in den Kerzen-Leitungen nicht mehr nötig hat. Es sind lediglich Kondensatoren an der Lichtmaschine, der Zündspule und dem Scheibenwischer erforderlich. Die Praxis wird lehren, ob eine so einfache Entstörung nur dann ausreichend ist, wenn man über das leisere Prasseln hinweghört, oder ob die Störungsfreiheit allein beim Einbau von Kondensatoren wirklich größere Ansprüche befriedigen kann. Betrachtet man die bedeutenden Maßnahmen, die man am Empfänger selbst getroffen hat, um die Störanfälligkeit so gering wie möglich zu halten, so scheint das letztere wirklich zuzutreffen.

Den neu herausgebrachten Kraftwagenempfängern ist durchweg eigen, daß ihre Empfangsempfindlichkeit bedeutend gesteigert werden konnte, in der richtigen Erkenntnis, daß gerade das Kraftwagengerät meist am Tage — also bei geringen Feldstärken ferner Sender —, und unter denkbar ungünstigen Empfangsverhältnissen — bei sehr kleiner wirksamer Höhe der Antenne — verwendet wird. Die für die Erzeugung einer Ausgangsleistung von 50 Milliwatt erforderliche Eingangsspannung wird für eines der neuen Geräte mit 1 Millivolt, für einige andere Geräte mit noch kleineren Werten angegeben. Daß die Empfindlichkeit so außerordentlich groß sein muß, ist leicht einzusehen, wenn man die Schaltungen der Empfänger kennt: eines von den drei neuen Geräten wendet z. B. im Zwischenfrequenzteil eine Reflexschaltung an, um auf eine hohe Gesamtverstärkung zu kommen, und es verwendet vor der Mischstufe eine abgestimmte Vorröhre, und ein anderes verzichtet auf die Reflexschaltung, wendet dafür aber eine fünfte Röhre an; es besteht schaltungsmäßig aus einer abgestimmten Hochfrequenz-Vorstufe, einer Mischstufe, einer Zwischenfrequenzstufe, Empfangsgleichrichter und Niederfrequenzteil.

Eine zweite wichtige Forderung an Kraftwagenempfängern ist die nach einer möglichst großen Ausgangsleistung; sie muß so groß sein, daß sich der Lautsprecher einwandfrei gegenüber dem Motor- und Fahrgeräusch durchsetzt. Deshalb werden nach Möglichkeit Lautsprecher höheren Wirkungsgrades verwendet, und es werden Maßnahmen getroffen, um die vom Empfänger abgegebene Wechselleistung auf einen recht hohen Betrag zu bringen. Da die üblichen Röhren hier Grenzen haben, wendet ein neuer Autoempfänger in der Endstufe die Gegentaktschaltung an; sie arbeitet mit zwei Röhren EL 1 bzw. CL 1.

Von besonderer Bedeutung ist ferner die einwandfreie Arbeitsweise des Schwundausgleichs; der Regelumfang muß ein sehr großer sein, damit die starken „unechten" Schwunderscheinungen, denen der Empfänger ausgesetzt ist, wenn der Wagen z. B. abwechselnd durch Wald und über freies Feld fährt, ausgeglichen werden. Man begnügt sich deshalb nicht wie oft beim Heimempfänger damit, nur eine Röhre zu regeln, sondern man regelt grundsätzlich zwei Röhren, sei es die Misch- und die Zwischenfrequenzstufe, sei es die Hochfrequenz-Vorstufe und die Zwischenfrequenzstufe. Der Regeleinrichtung wird in bekannter Weise eine Verzögerungsspannung gegeben, damit die volle Empfindlichkeit des Gerätes beim Empfang schwacher Sender ausgenutzt werden kann.

Die sehr hohe Empfindlichkeit der neuen Kraftwagenempfänger läßt sich jedoch nur bei entsprechend stark gedrückter Störanfälligkeit ausnutzen. Zu diesem Zweck mußte eine ganze Reihe interessanter Maßnahmen getroffen werden. Zunächst hat man sich entschlossen, den bisher gebräuchlichen Zerhacker-Gleichrichter, der auch die Gleichrichtung durch Pendelkontakte vornimmt, aus dem Gerät herauszulassen und ein Pendel nur für das Zerhacken zu benutzen, die Gleichrichtung aber mit einer Röhre vorzunehmen. Das setzt zwar die Leistungsentnahme des Empfängers aus der Anlasserbatterie herauf, aber die durch das Pendelsystem erzeugten Störungen werden vermindert, die Entstörung wird also einfacher, denn jetzt ist nur ein Kontaktpaar gegen sonst zwei zu entstören. Außerdem beseitigt man so die Schwierigkeiten, die das Doppel-Pendelsystem sonst häufig bereitet hat; man mußte immer wieder beobachten, daß dieses Doppelkontakt-Pendel aussetzte und unregelmäßig arbeitete, während das einfache Zerhacker-Pendel in seiner heutigen Form kaum noch irgendwelche Schwierigkeiten bereitet. Eine weitere Maßnahme war eine sehr gründliche, gegenüber den bisherigen Bauarten bedeutend verbesserte Abschirmung des Empfängers, die sich dadurch auszeichnet, daß z. B. sogar die Lautsprecherbuchsen für einen zweiten anzuschließenden Lautsprecher in die Abschirmung einbezogen wurden, um an dieser Stelle die Einstreuung von Störungen zu verhindern. Bei einem Empfänger hat man schließlich den Zerhacker aus dem Empfangsgerät herausgenommen und in einem besonderen kleinen Eisenblechkästchen angeordnet, das man im Werkzeugkasten oder sonst irgendwo im Wagen unterbringen kann; so wurde der Abstand zwischen dem Pendel und dem störempfindlichen Empfangsgerät weiter vergrößert und die Störanfälligkeit so herabgesetzt. Ein anderer Empfänger ist eingangsseitig und zwischen der Anlasserbatterie und dem Empfänger mit Filtern ausgestattet, die das Eindringen der Zündstörungen des Motors verhindern.

Die neuen Kraftwagenempfänger sind in der Regel so gebaut, daß sie in Wagen mit einer 6-Volt-Batterie und in solche mit einer 12-Volt-Batterie eingebaut werden können; sie werden nur mit dem entsprechenden Röhrensatz (E-Röhren für 6-Volt-, C-Röhren und eine F-Gleichrichterröhre für 12-Volt-Betrieb) und mit einem für die betreffende Spannung gewickelten Zerhacker ausgestattet. Die Leistungsentnahme der Empfänger aus der Anlasserbatterie schwankt je nach Röhrenzahl und Bauart zwischen 25 und 35 Watt; sie liegt damit in der Größenordnung der von einer Scheinwerfer-Glühlampe verbrauchten Leistung. Wenn die Batterie des Wagens nicht gar zu knapp bemessen ist, stellt der Empfänger also keine unzulässige Belastung dar; bei Tagesfahrten wird auch bei eingeschaltetem Empfänger noch ein erheblicher Überschuß des von der Lichtmaschine gelieferten Stromes vorhanden bleiben, so daß eine Batterieladung erfolgt. Bei Fahrten in der Dunkelheit, bei eingeschalteten Scheinwerfern also, dürfte das allerdings nicht immer der Fall sein; ausgedehnte Fahrten in der Dunkelheit würden also ein gelegentliches Nachladen der Anlasserbatterie außerhalb des Wagens oder mit Hilfe eines einzubauenden Lagergerätes von dem Wechselstromnetz aus bedingen.

Die konstruktive Gestaltung der neuen Kraftwagenempfänger ähnelt sich sofern, als die Geräte fast durchweg mit einem Fernantrieb ausgestattet sind, d. h. der Abstimmgriff mit Skala und die

Bedienungsknöpfe sind nicht in den Empfänger eingebaut, sondern in einem besonderen Abstimmgerät zusammengefaßt, das mit dem Empfänger durch biegsame Wellen und elektrische Leitungen verbunden ist. Das Abstimmgerät ist so eingerichtet, daß es in das Instrumentenbrett des Wagens ähnlich wie ein Geschwindigkeitsmesser eingesetzt, oder aber in der Steuersäule angebracht werden kann; der Einschalter ist meist mit einem abziehbaren Knopf versehen, oder er wird durch einen Schlüssel ähnlich dem Zündschlüssel betätigt, um zu vermeiden, daß der Empfänger von unberufener Hand eingeschaltet und die Batterie so unnötig entladen wird. Die „Skalen-Uhr" eines der neuen Geräte weist z. B. zwei Bedienungsknöpfe auf; der eine dient als Einschalter und Lautstärkeregler, der andere zur Umschaltung des Wellenbereiches und zur Abstimmung. Außerdem ist ein Schloß mit abziehbarem Schlüssel vorhanden; der Empfänger kann nicht eingeschaltet werden, wenn der Schlüssel abgezogen ist. Bei einem anderen Gerät betätigt der abziehbare Schlüssel gleichzeitig die Einschaltung und die Wellenbereich-Schaltung, während von den Knöpfen der eine die Wellenlänge, der andere die gewünschte Lautstärke einstellt. Die Geräte weisen — mit einer Ausnahme — Mittel- und Langwellenbereich auf; der Langwellenempfang erweist sich gerade beim Kraftwagenempfänger als besonders wertvoll, weil einem dann stets der Deutschlandsender zur Verfügung steht.

Der Lautsprecher ist meist unmittelbar in den Empfänger eingebaut, was aus Gründen der Störungsfreiheit zu begrüßen ist, während es hinsichtlich der Abmessungen des Empfängers nicht vorteilhaft ist; ein Empfänger wird auch mit getrenntem Lautsprecher herausgebracht, der im Gehäuse oder als zum Einbau in das Schaltbrett geeignetes System erhältlich ist. Immerhin scheint die Unterbringung des Lautsprechers im Empfänger bei einer Kleinhaltung der Abmessungen vor allem eine Frage der geschickten Teile-Anordnung zu sein; so besitzt ein Empfänger mit eingebautem Lautsprecher die Abmessungen 27 × 16 × 17 cm, ein anderer, der den Lautsprecher getrennt aufweist, die Maße 30 × 20 × 19 cm. Man erkennt hieraus deutlich, daß der Platzbedarf des Lautsprechers für die Abmessungen des Gerätes nicht allein ausschlaggebend ist. *Schw.*

Während der vorstehende Aufsatz einen ersten Überblick über die Neuerungen an Kraftwagenempfängern gibt, wird das nächste Heft des „Funk" einen ausführlichen, reich bebilderten Aufsatz über die technischen Einzelheiten aller gegenwärtig am deutschen Markt befindlichen Geräte bringen.

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Dreiröhren-Batterieempfänger zum gleichzeitigen Empfang zweier Sender

Der Empfänger bietet die Möglichkeit, zwei verschiedene Programme aus zwei verschiedenen Wellenbereichen zu gleicher Zeit abzuhören. Zu diesem Zweck sind zwei Eingangskreise vorgesehen, von denen der eine für den Empfang längerer Wellen und der andere für den Empfang kürzerer Wellen bestimmt ist. Beide Kreise sind dauernd an die Antenne angeschlossen. Die in der ersten Stufe vorgesehene Mehrsystemröhre (nähere Angaben darüber fehlen) verstärkt und demoduliert die kurzwelligen Schwingungen und dient ferner zur Verstärkung der daraus gewonnenen Niederfrequenz, die an ein Wiedergabegerät abgegeben wird. Die langwelligen Schwingungen werden in ihr nur hochfrequent verstärkt. Für ihre Demodulation und die erforderliche niederfrequente Verstärkung sind zwei Dreipolröhren vorgesehen (Schaltbild, Lageplan, Stückliste, Innen- und Außenansichten). Es wird ferner ein für den Empfänger geeignetes Wechselstromnetzanschlußgerät (Heft 671) mit ausführlichen Konstruktionsangaben beschrieben.

Popular Wireless, London, Band 27, Heft 669, Seite 70, Heft 670, Seite 90, Heft 671, Seite 139 und 151, Heft 672, Seite 167 und 177, Heft 673, Seite 201

Empfindlichkeit von Kohlemikrophonen bei sehr tiefen Frequenzen

Eine Reihe von Kohlemikrophonen werden von F. Hehlgans und O. Mattiat auf ihre Empfindlichkeit bei tiefen Frequenzen von 10 bis 200 Hz hin untersucht. Es zeigt sich, daß nur die hochwertigen Kohlemikrophone (z. B. das AEG-Reiß-Mikrophon und das Stabmikrophon von Sell) auch bei den allertiefsten Frequenzen ihre gleichmäßige Empfindlichkeit (Verhältnis der vom Mikrophon gelieferten elektromotorischen Kraft zum Schalldruck) beibehalten, während die Empfindlichkeit der Postmikrophone von etwa 50 Hz an abwärts stark absinkt.

Hochfrequenztechnik u. Elektroakustik, Leipzig, Bd. 45, H. 2, S 37

Empfänger mit wahlweise einfacher und zweifacher Überlagerung

K. D. Rogers beschreibt einen Empfänger für kurze, mittlere und lange Wellen, der für den Kurzwellenbereich als Überlagerungsempfänger mit zweifacher Überlagerung und für die anderen Wellenbereiche als Überlagerungsempfänger mit einfacher Überlagerung arbeitet. Die in der ersten Mischstufe vorgesehene Siebenpol-Röhre wird durch Abschalten des Oszillator-Schwingungskreises als Hochfrequenzschirmgitter-Verstärker für die langen und mittleren Wellen wirksam. Der Eingang dieser Stufe ist aperiodisch. Der für diesen Zweck als Eingangswiderstand vorgesehenen Kurzwellendrossel wird bei Übergang zu mittleren und langen Wellen eine Langwellendrossel in Serie geschaltet. Die zweite, an die erste über ein auf mittlere und lange Wellen umschaltbares Bandfilter angekoppelte Mischstufe enthält ebenfalls eine Siebenpol-Röhre. Dieser Stufe folgt ein Zwischenfrequenzverstärker mit Fünfpol-Röhre. Die vierte Röhre enthält drei Dreipol-Systeme, von denen eines als Demodulator und die beiden anderen in Gegentaktschaltung als Endverstärker wirken. Die Bauanleitungen beziehen sich auf die Ausbildung des Gerätes als Batterie-, Wechselstrom-Netzanschluß- und Allstromempfänger. Für alle drei Ausbildungsformen sind Schaltbild, Stückliste und Lageplan beigegeben.

Popular Wireless, London, Band 26, Heft 663, Seite 783; Heft 664, Seite 811

Zweiröhren-Reflexempfänger mit Kristalldetektor und Gleichstromnetzanschluß

Der Empfänger benutzt in der ersten Stufe eine Vierpolröhre in Schirmgitterschaltung. Parallel zu dem im Ausgang dieser Röhre liegenden, auf die Empfangsfrequenz abgestimmten Schwingungskreis liegt eine Serienschaltung von Detektor, Hochfrequenzdrossel und einem Hochfrequenz-Kurzschlußkondensator. Die niederfrequenten Schwingungen werden zwischen Hochfrequenzdrossel und Kondensator abgenommen und über einen Widerstand der Röhre wieder zugeführt. Nach erfolgter Verstärkung werden die niederfrequenten Schwingungen auf das Steuergitter der Fünfpol-Endröhre in Schirmgitter-Bremsgitter-Schaltung übertragen. Die Schaltung ist außerordentlich leistungsfähig, setzt jedoch gewisse Erfahrungen im Empfängerbau voraus, wenn die Höchstleistung erzielt werden soll. (Schaltbild, Stückliste, Lageplan.)

Radio Amateur, Wien, 12. Jahrgang, Heft 2, Seite 77

Bau eines Kohlekörner-Mikrophons

Eine kurze, aber eingehende Bauanleitung für ein Kohlekörpermikrophon gibt D. W. Heightman. Eingehende Bauskizzen mit Maßangaben sowie ein Verzeichnis der benötigten Teile erleichtern die Herstellung.

Wireless World, London, Band 37, Heft 2, Seite 99

KLEINE SCHALTUNGSKUNDE

VON ERICH SCHWANDT

In der „Kleinen Schaltungskunde" werden laufend interessante schalttechnische Einzelheiten aus Empfängerschaltungen besprochen, soweit sie vom Üblichen abweichen. Es werden hierfür sowohl die Entwicklungsarbeiten der Empfänger bauenden Firmen, als auch neue Veröffentlichungen herangezogen werden.

Weitgehend entkoppelte Niederfrequenzstufe mit Fünfpolröhre

In Niederfrequenzstufen werden heute vielfach Fünfpol-Schirmröhren verwendet, mit denen sich leicht eine 100- bis 150fache Verstärkung erzielen läßt (Verhältnis der Wechselspannung am Gitterwiderstand der nachfolgenden Röhre — meist der Endröhre — zu der Wechselspannung am Gitterwiderstand der Röhre, deren Verstärkung bestimmt werden soll). Diese Röhren sind besonders sorgfältig mit Entkopplungsmitteln zu beschalten, um zu verhindern, daß die Hoch- oder die Netzfrequenz Anlaß zu irgendwelchen Störerscheinungen (Netzbrummen!) geben. Die Abbildung zeigt eine Niederfrequenz-Vorstufe, die in dieser

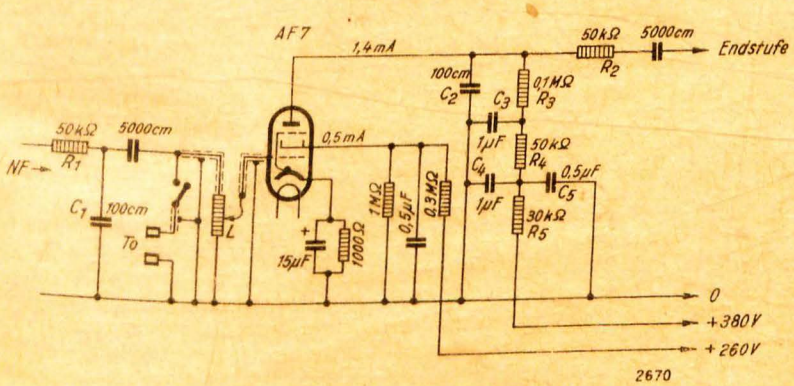


Abb. 2. Niederfrequenz-Vorstufe mit Fünfpol-Schirmröhre und reichlichen Entkopplungsmaßnahmen

Hinsicht besonders sorgfältig aufgebaut ist (ausgeführt Vierröhren-Superhet „Sachsenwerk-Olympia-Super-Sechs").

Die Niederfrequenz wird dieser Stufe von einer Zweipolröhre zugeführt; der Widerstand R_1 und der Kondensator C_1 sorgen dafür, daß keine Zwischenfrequenzreste in die Niederfrequenzstufe eintreten. Auch an der Anode der Stufe sind Entkopplungsglieder für die Zwischenfrequenz angeordnet: der Kondensator C_2 und der Widerstand R_2.

Als Kopplungswiderstand zur Übertragung der Niederfrequenz an das Gitter der Endröhre dient R_3. Vor den Kopplungswiderstand sind zwei Entkopplungsglieder geschaltet, die aus den Widerständen R_4 und R_5 und den Kondensatoren C_3, C_4 und C_5 bestehen; sie verhindern ein Wirksamwerden der Pulsationen der in einem Gleichrichter gewonnenen Anodenspannung.

Die Leitungen an der Gitterseite der Röhre sind außerdem in abgeschirmtem Isolierschlauch verlegt, damit sie keine Störspannungen aufnehmen.

Schwundregelung mit Reflexverstärkung

Um bei der selbsttätigen Schwundregelung einen großen Regelumfang zu erzielen, d. h. um in einem möglichst großen Bereich der Eingangsspannungen annähernd konstante Ausgangsleistungen zu behalten, muß für die Herstellung der Regel-Gleichspannung, der sog. Schubspannung, eine recht große Hoch- oder Zwischenfrequenzspannung zur Verfügung stehen. Das ist in Empfängern mit nur einstufiger Hoch- und Zwischenfrequenzverstärkung nicht immer der Fall. Die an den Zweipol-Gleichrichter gelegte Hoch- oder Zwischenfrequenzspannung ist wohl ausreichend, um eine genügend große Steuerspannung für den meist zweistufigen Niederfrequenzverstärker zu erzeugen; sie ist aber zu klein, um aus ihr eine Gleichspannung zu gewinnen, wie sie die Regelröhren zum Herunterregeln benötigen.

Eine zusätzliche Verstärkung der Hoch- oder Zwischenfrequenz vor der Gleichrichtung ist erwünscht, aber meist nicht durchführbar, da hierfür eine weitere Röhre benötigt wird. Die Röhre kann man ersparen, wenn man die Verstärkung in der ersten Niederfrequenzstufe nach dem Reflexprinzip durchführt, wie es in der beistehenden Schaltung geschieht (ausgeführt in dem Vierröhren-Superhetempfänger „Blaupunkt 4 W 55"). Die erste Niederfrequenzröhre arbeitet hier hinsichtlich der für die Gewinnung der Schwundregelspannung erforderlichen Zwischenfrequenz als Reflexröhre.

Das Gerät weist eine Zwischenfrequenzstufe auf, die mit der Sechspolröhre AH 1 bestückt ist. Den Anodenkreis der Röhre bildet der Zwischenfrequenzkreis ZK. Der Kondensator C_1 koppelt in bekannter Weise die eine Zweipolstrecke *(a)* an den Kreis an; die Zwischenfrequenz wird gleichgerichtet und die entstehende Niederfrequenz über den Kondensator C_3 an das Gitter der Niederfrequenzröhre AC 2 gebracht. Als Belastungswiderstand für die Zweipolstrecke *a* dient die Reihenschaltung von zwei festen Widerständen (30 kΩ und 0,1 MΩ) mit einem veränderlichen Spannungsteiler der als Lautstärkeregler wirkt.

Ein Teil der hinter dem Kondensator C_1 vorhandenen Zwischenfrequenz wird durch den kleinen Kondensator C_4 an das Gitter der Niederfrequenzstufe AC 2 gebracht; sie wird in dieser Röhre verstärkt und tritt in einer für die Zwischenfrequenz bemessenen Anodenspule auf. Mit dieser Spule ist ein auf die Zwischenfrequenz abgestimmter

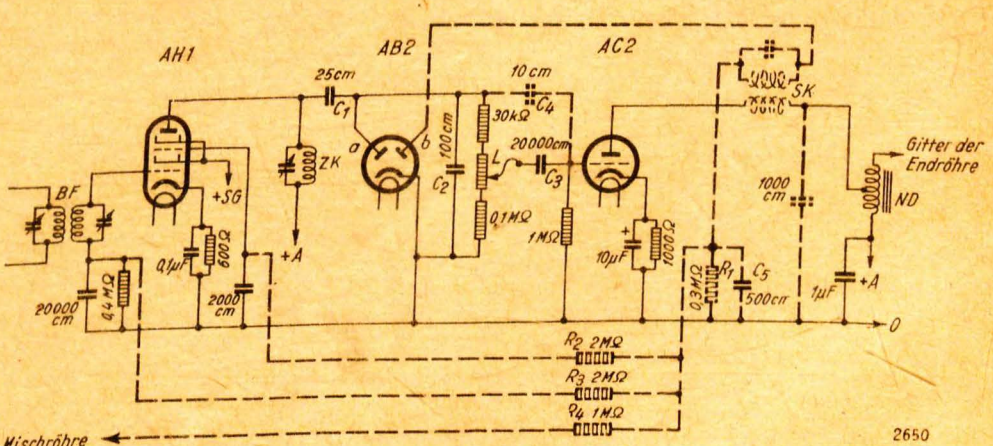


Abb. 1. Schaltung eines nach dem Reflexprinzip verstärkten Schwundausgleichs

Kreis *SK* gekoppelt. In diesem Kreis ist jetzt eine Zwischenfrequenzspannung wirksam, die infolge der Verstärkung durch die Röhre AC 2 größer ist, als die in dem Kreis *ZK*. Und diese verstärkte Zwischenfrequenz wird nun benutzt, um in der Gleichrichterstrecke *b* die Schubspannung für die Schwundregelung herzustellen. Der Stromkreis, der aus der Zweipolstrecke *b* und dem Zwischenfrequenzkreis *SK* besteht, wird hochfrequenzmäßig durch den Kondensator C_5 geschlossen, während der Widerstand R_1 als Belastungswiderstand dient. Die in der Gleichrichterstrecke *b* erhaltene Gleichspannung wird dann durch die Widerstände R_2 bis R_4 den zu regelnden Gittern der Mischröhre und der Zwischenfrequenzstufe zugeführt.

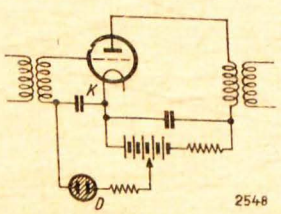
Die Anordnung hat sich gut bewährt. Durch die Verstärkung des für die Gewinnung der Schubspannung erforderlichen Teiles der Zwischenfrequenz in der Niederfrequenzstufe erzielt man einen rund dreifach größeren Regelbereich, ohne daß sich sonst irgendwelche Nachteile aus diesem Verfahren ergeben. Die Mängel, die sich bei der üblichen Reflexschaltung u. U. einstellen, in der die gesamte Hochfrequenz vor der Gleichrichtung verstärkt wird, sind bei dieser Anordnung nicht denkbar.

PATENTSCHAU

Gitterspannungserzeugung

Nach der amerikanischen Patentschrift 1 961 937 — B. S. Mc. Cutchen.

Es ist bekannt, daß man in einer Verstärkerstufe eine der jeweils auf das Gitter gegebenen Wechselspannung angepaßte Vorspannung dadurch erhalten kann, daß man das Gitter nicht leitend, sondern über eine Kapazität mit der Kathode verbindet. Die positiven Halbwellen der auf das Gitter gegebenen Schwingungen rufen einen Gitterstrom hervor, durch den die Kapazität so weit aufgeladen wird, bis kein Gitterstrom mehr fließt. Die Röhre erhält so Gittervorspannungen, die so groß sind, daß die Röhre nicht bis zu positiven Gitterspannungswerten ausgesteuert wird.

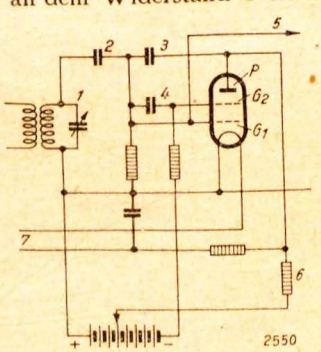


Bei einfallenden Störspannungen können nun so große Amplituden auf das Gitter gelangen, daß die Vorspannung so groß wird, daß selbst bei Empfang normaler Amplituden die Röhre bis in die Gebiete hinein ausgesteuert wird, in denen der Anodenstrom null ist. Da die auf das Gitter gebrachten Ladungen nicht hinreichend schnell abfließen können, wird für eine gewisse Zeit die Verstärkung der Stufe beträchtlich herabgesetzt. Diese Störungen können dadurch vermindert werden, daß man den Kondensator, dessen Aufladung die Gittervorspannung bestimmt, durch eine Serienschaltung einer Glimmlampe und eines Widerstandes überbrückt. Wie die Abbildung zeigt, wird diese Serienschaltung auf der einen Seite zwischen Kondensator und Eingangstransformator angeschlossen und auf der anderen Seite an eine Anzapfung der Anodenbatterie gelegt. Die Anzapfung wird so gewählt, daß die zwischen ihr und dem Gitter bei Vorhandensein der maximal zulässigen Gittervorspannung herrschende Potentialdifferenz der Zündspannung der Glimmlampe entspricht. Wird also die maximal zulässige Gitterspannung überschritten, so spricht die Glimmlampe *D* an und schafft so einen Entladungsweg für die Kapazität *K*, bis eine brauchbare Gittervorspannung wieder hergestellt ist. Beim Empfang lautstarker Sender kann es nun vorkommen, daß die einfallenden Amplituden so groß sind, daß auch bei normalem Betrieb häufig eine Übersteuerung stattfindet. Um dies zu vermeiden, ist es vorteilhaft, eine selbsttätige Lautstärkeregelung einzuführen, die bewirkt, daß die der Röhre zugeführten Schwingungen in ihrer mittleren Amplitude konstant sind und unterhalb der höchstzulässigen Gittervorspannung liegen. *Schr.*

Schwundausgleich mit verzögertem Regeleinsatz

Nach der britischen Patentschrift 410 674 — Radio Frequency Laboratories.

Es sind Schaltungen zur selbsttätigen Lautstärkeregelung bekannt, in denen eine Röhre mit mindestens drei Polen in der Weise benutzt wird, daß die Kathode mit je einem der anderen Pole zusammen als Zweipolröhre wirkt. Die in der Abbildung dargestellte Schaltung zeigt eine verbesserte Anordnung dieser Art. Die von dem Eingangskreis 1 aufgenommenen Schwingungen werden über die Kondensatoren 2 und 3 dem Gitter G_1 und der Anode *P* der Röhre zugeführt. Gitter G_1 und Kathode wirken zusammen als Empfangsgleichrichter und geben die niederfrequenten Schwingungen über die Leitung 5 an den Niederfrequenzverstärker weiter. Die Anode dient zusammen mit der Kathode der Regelspannungserzeugung. Sie ist über den Widerstand 6 mit einem Abgriff der Spannungsquelle verbunden und erhält auf diese Weise eine negative Vorspannung. Die Regelspannung wird dem Hochfrequenzverstärker über die Leitung 7 zugeführt. Die Vorspannung der Hochfrequenzröhren wird erst dann geändert, wenn die Amplitude der dem Eingangskreis 1 zugeführten Schwingungen die negative Vorspannung der Anode übersteigt. Unterhalb dieser Eingangsamplituden erhalten die Hochfrequenzröhren die gleiche Vorspannung wie die Anode *P*, da dann noch kein Spannungsabfall an dem Widerstand 6 erzeugt wird.



Die Gittervorspannung der Hochfrequenzröhren ist nun aber so zu wählen, daß ihr die größte Kennlinien-Steilheit entspricht. Wählt man sie aber in dieser Weise, so ist dadurch auch die Regelspannungsamplitude bestimmt, bei welcher die Regelung einsetzt. Diese Amplitude wird aber in den meisten Fällen nicht die sein, für welche man den Einsatz der Regelung wünscht. Um auch in der Festsetzung dieser Amplitude Freiheit zu erhalten, werden die Eingangsschwingungen über den Kondensator 4 auch dem zweiten Gitter G_2 zugeführt und es wird diesem Gitter ebenfalls eine negative Vorspannung erteilt. Es hat sich gezeigt, daß durch die Wahl der Gittervorspannung von G_2 der Einsatz der Regelwirkung über die Anode *P* beliebig festgelegt werden kann. *Schr.*

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin-Schöneberg, Langenscheidtstr. 9. — DA IV. Vj. 1935 = 8417. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G. Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 88378, Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung. — Nachdruck sämtlicher Artikel verboten

FUNK

DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

1. März 1936 — Heft 5

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 — Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungskosten von 1 Pfg. enthalten
Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Technik der deutschen Kraftwagenempfänger

Von **Erich Schwandt**

Nachdem wir in Heft 4 des „Funk" eine kurze Übersicht über die zur Automobilausstellung neu herausgebrachten Kraftwagenempfänger brachten, erscheint nachstehend eine ausführlichere Abhandlung, die sich mit den technischen Einzelheiten sämtlicher am deutschen Markt befindlichen Empfänger befaßt.

Die Idee, Rundfunkempfänger für den Einbau in Kraftwagen zu schaffen, ist schon recht alt; sie geht vermutlich auf die leicht transportablen, vielfach in Fahrzeuge eingebauten Funkgeräte zurück, die während des Krieges verwendet wurden. Es ist deshalb verständlich, daß schon gleich nach der Eröffnung des deutschen Rundfunks Empfänger entwickelt und auch serienmäßig gebaut wurden, die für den Einbau in Kraftwagen, Motor- und Segelboote und dergleichen bestimmt waren. Wohl das erste Gerät dieser Art war der im Frühjahr 1925 auf den Markt gebrachte Sportempfänger „Telefunkon 3", ein Zweikreis-Dreiröhren-Reflexempfänger, der aus dem seinerzeit stark verbreiteten „Telefunkon 3" in Pultform entwickelt worden war. Es handelte sich um ein langgestrecktes, flaches Gerät, das in Gummi aufgehängt wurde, eine in Anbetracht der geringen mechanischen Festigkeit und der Klingempfindlichkeit der damaligen Röhren sehr notwendige Maßnahme (Abb. 1). Der Empfänger konnte mit einem Rahmen oder mit offenen Ersatztantennen sehr kleiner Kapazität betrieben werden; für die in einem Kraftwagen zu verwendenden Antennen wurden folgende Ratschläge gegeben: „Der Automobilist, der für das Aufstellen eines Klapprahmens im Fahrzeug meist keinen Platz haben wird, kann einen Rahmen aus einigen Windungen Litzendraht verwenden, der auf ein Stück Stoff genäht ist und unter der Dachbespannung oder Bespannung der Zwischenwand des Wagens eingelegt wird. Ist der Wagen offen, so kann man auch in möglichst großer Höhe von zwei an den Laternenhaltern befestigten, zu zwei an den Rücksitzen rechts und links angebrachten leichten Streben jederseits einen Draht ziehen, führt beide hinten in der Mitte zusammen und leitet sie zum Empfänger." Außerdem war es notwendig, die Erdbuchse des Empfängers mit dem Fahrgestell zu verbinden. Das Gerät erforderte eine Heizspannung von 4 Volt, die man der Anlasserbatterie unter Zwischenschaltung eines Widerstandes oder einer Abzweigung bei zwei Zellen entnahm, und eine Anodenbatterie von 90 Volt. Das Gerät war mit drei „Sparröhren" RE 78 bestückt.



Abb. 1. Erster deutscher Kraftwagenempfänger aus dem Jahr 1925 (Telefunkon 3)

Dieser erste deutsche Kraftwagenempfänger, bei dessen Propagierung man in kluger Weise Motor- und Segelboote, Yachten, Dampfer usw. einschloß, und der auch — wenn ich mich recht erinnere — einmal für den Rundfunkempfang im Flugzeug benutzt wurde, hatte jahrelang keinen Nachfolger. Das nächste für den Einbau in Kraftwagen bestimmte Gerät lehnte sich an die amerikanische Entwicklung von Autoempfängern an, d. h. es verzichtete vor allen Dingen auf die besondere Anodenbatterie und entnahm die notwendige Anodenspannung über einen Umformer der Anlasserbatterie: es war der „Blaupunkt AS 5", der 1932 auf dem Markt erschien, ein Fünfröhren-Superhet, aus Vorstufe, Mischstufe, Zwischenfrequenzstufe, Audion und Endröhre bestehend und mit Batterieröhren bestückt; nur in der Vorstufe wurde, um einen Schwundausgleich vornehmen zu können, die Wechselstrom-Regelröhre RENS 1214 verwendet, weil in der Reihe der Batterieröhren eine Regelröhre nicht zu haben war [1]). Auch das Audion war mit einer indirekt beheizten Wechselstromröhre bestückt.

Dieser Empfänger hat in Deutschland wesentliche Pionierarbeit für den Gedanken des Kraftwagenempfängers geleistet; trotzdem war ihm selbst kein großer Erfolg beschieden, da Aufwand und Preis noch in einem recht ungünstigen Verhältnis standen. Der Gleichstrom-Gleichstrom-Umformer, mit dem man die Anodenspannung herstellte, war zu teuer, er war ferner schwer zu entstören und widersetzte sich allen Vereinfachungs-Bestrebungen; ein Umformer erfordert

[1]) Siehe „Funk", 1933, Heft 8, Seite 125.

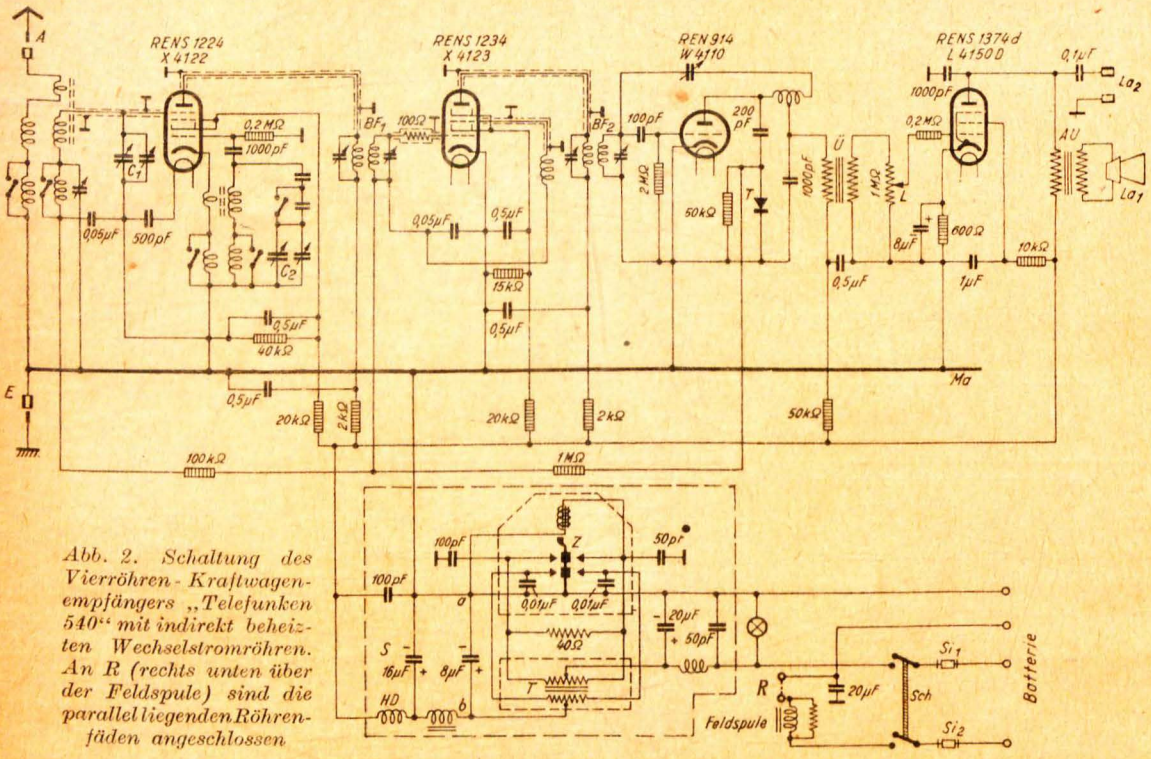


Abb. 2. Schaltung des Vierröhren-Kraftwagenempfängers „Telefunken 540" mit indirekt beheizten Wechselstromröhren. An R (rechts unten über der Feldspule) sind die parallel liegenden Röhrenfäden angeschlossen

eben, soll er zuverlässig arbeiten, einen ziemlich großen Aufwand. Die Verwendung von Batterieröhren hat sich ebenfalls nicht sonderlich bewährt. Der nächste Fortschritt wurde erzielt, als für die Herstellung der Anoden-Gleichspannung ein Gleichstromwandler entwickelt werden konnte, der aus einem Pendelsystem mit Transformator bestand; mit dieser Einrichtung wurde nun der dritte deutsche Kraftwagenempfänger ausgestattet, der „Telefunken 540", ein Vierröhren-Superhet mit Mischstufe, Zwischenfrequenzstufe, Audion (mit fest eingestellter Rückkopplung) und Endstufe. Der Gleichstromwandler dieses Gerätes besitzt einen „Zerhacker", der zwei Kontaktpaare aufweist, eines für das Zerhacken des Gleichstromes niedriger Spannung und ein zweites für die Gleichrichtung der im Transformator gewonnenen hohen Wechselspannung. Der Empfänger ist — da es Spezialröhren für Kraftwagenempfänger seinerzeit noch nicht gab — mit indirekt beheizten Wechselstromröhren bestückt. Abb. 2 gibt die Prinzipschaltung des Empfängers wieder [2]); eine bebilderte Beschreibung ist früher an dieser Stelle veröffentlicht worden [3]). Freunde eines billigen und trotzdem recht leistungsfähigen Empfängers, der eigentlich nur den Nachteil eines durch die Anwendung von Wechselstromröhren bedingten höheren Stromverbrauchs hat (etwa 45 Watt), seien darauf hingewiesen, daß sich dieses Gerät auch heute noch zu einem stark ermäßigten Preis am Markt befindet.

Die weitere Entwicklung der deutschen Kraftwagenempfänger wird durch das Erscheinen der C- und E-Röhren mit Außenkontaktsockel bestimmt, jener Röhren, die eine Heizspannung von 6,3 und 13 Volt erfordern und die deshalb unmittelbar an die sechs- und zwölfzellige Anlasserbatterie angeschlossen werden können [4]). Diese Röhren brachten nicht nur eine wesentliche Senkung des Strom- bzw. Leistungsverbrauchs, nämlich von rund 45 auf 25 bis 35 Watt, sondern sie ermöglichten es vor allem, die einzelnen Stufen wirklich optimal zu bemessen und damit bei gegebener Röhrenzahl zu größeren Verstärkungsziffern zu kommen. Ein weiterer kleiner Fortschritt wurde durch die Schaffung einiger neuer E-Röhren mit Kupferkathode erzielt, und zwar vor allem hinsichtlich einer Verringerung des Stromverbrauchs, da diese Röhren statt einer Heizleistung von bisher 2,5 Watt nur noch eine solche von etwa 1,5 Watt erfordern. Der Leistungsverbrauch des Empfängers ließ sich dadurch noch um einige Watt drücken [5]).

Die ersten Kraftwagenempfänger der neuen Bauart, die von E- bzw. C-Röhren Gebrauch machten, wurden im Frühjahr 1935 auf den Markt gebracht; es waren die Geräte „Körting ASE bzw. ASC 4251" und „Mende AE 35". Sie werden seit etwa einem Jahr in unveränderter Bauart geliefert. Zur gleichen Zeit wurde das Gerät „Blaupunkt 4 A 75" angekündigt und auch in Mustern vorgeführt; es wurde jedoch in der Zwischenzeit weiterentwickelt und ist erst in den letzten Monaten lieferbar geworden. Zur diesjährigen Autoausstellung wurden schließlich zwei neue Empfänger herausgebracht, das Gerät „Telefunken 655" und der Philips-Auto-Empfänger; beide Geräte besitzen E- bzw. C-Röhren.

Wenn man von dem „Telefunken 540" mit normalen Wechselstromröhren absieht, befinden sich gegenwärtig fünf Kraftwagenempfänger am Markt, deren wichtigste Daten aus der Zahlentafel auf Seite 134 hervorgehen. Sie machen durchweg von E- bzw. C-Röhren Gebrauch, unterscheiden sich aber schaltungs- und aufbaumäßig oft sehr wesentlich voneinander. Gemeinsam ist ihnen sämtlich, daß sie die Superhetschaltung anwenden, da sich nur mit dieser eine ausreichend große Gesamtverstärkung erzielen läßt, um mit einer Eingangsspannung von 1 µV und weniger die Vergleichsausgangsleistung von 50 mW zu erreichen. Gemeinsam ist ihnen ferner ein weitgehender Schwund- und Lautstärkenausgleich, sind ihnen Maßnahmen zur größtmöglichen Herabsetzung der Störanfälligkeit. Gemeinsam sind ihnen schließlich — daran wollen wir hier nicht vorbeigehen — ziemlich hohe Preise, die die Anwendung auf die mittleren und großen Wagen beschränken; die Empfängerpreise einschließlich Röhren und allen evtl. vorhandenen Zubehörs, jedoch ausschließlich Einbau und ausschließlich Entstörung, bewegen sich zwischen 295 und 450 RM.

Von den fünf deutschen Kraftwagenempfängern besitzen zwei eine Hochfrequenz-Vorstufe; sie machen also von einem Dreigang-Drehkondensator Gebrauch. Die drei übrigen besitzen als erste Röhre die Mischröhre; die Abstimmung erfolgt durch einen Zweifach-Drehkondensator. Die Hochfrequenz-Vorstufe, wie wir sie im „Blaupunkt 4 A 75" und im Philips-Auto-Super antreffen, verbessert nicht nur die Vorselektion und damit die Gesamttrennschärfe, sie erhöht nicht nur die Gesamtverstärkung und damit die Empfindlichkeit des Empfängers, sondern sie beeinflußt ferner eine seiner wesentlichsten Eigenschaften, nämlich den selbsttätigen Lautstärkenausgleich, im günstigen Sinne. Sie verlangt aber natürlich eine zusätzliche Röhre und damit eine zusätzliche Leistung von durchschnittlich 3 Watt.

[2]) Entnommen aus „Funktechnisches Praktikum", Ergänzungsband (Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68).
[3]) Siehe „Funk", 1934, Heft 20, Seite 361.
[4]) Siehe „Funk", 1935, Heft 14, Seite 417.
[5]) Siehe „Funk", 1936, Heft 2, Seite 35.

Als Mischröhre wird in allen Geräten eine Achtpolröhre, die EK 1 bzw. CK 1, verwendet. Auf sie folgt — ebenfalls in sämtlichen Empfängern — eine Zwischenfrequenzstufe, die von einer Fünfpolröhre Gebrauch macht. Die Empfangsgleichrichtung wird verschiedenartig durchgeführt, und zwar zum Teil mit einem linearen Gleichrichter, nämlich in einer Doppel-Zweipolröhre, zum Teil auch in einem gesteuerten Gittergleichrichter, also in einem gewöhnlichen Audion. Auf die Gleichrichtung folgt der Niederfrequenzteil, der beim Telefunken- und Körting-Empfänger einstufig, bei den anderen Geräten aber zweistufig ist; die Endstufe wendet im Telefunken-Gerät zwei im Gegentakt geschaltete Röhren an, während die übrigen Geräte mit einer einfachen Endröhre, EL 1 bzw. RENS 1374 d, bestückt sind. Im einzelnen sind die Empfänger folgendermaßen geschaltet:

Der Philips-Auto-Super besitzt eine Hochfrequenz-Vorstufe mit der in den Schwundausgleich einbezogenen Regelröhre EF 3; auf sie folgt die Mischstufe mit der EK 1. Die Zwischenfrequenzstufe ist ebenfalls mit einer Regelröhre EF 3 bestückt. Die Gleichrichtung wird in der Doppel-Zweipolröhre EB 2 vorgenommen; die beiden Gleichrichterstrecken dieser Röhre werden mit entsprechenden Vorspannungen betrieben, damit 1. die Schwundregelung verzögert einsetzt und 2. eine gewisse Krachtöterwirkung vorhanden ist. Auf den Empfangsgleichrichter folgt der zweistufige widerstandsgekoppelte Niederfrequenzverstärker, der in beiden Stufen von Fünfpolröhren Gebrauch macht. Der Empfänger wird für 6- und 12-Volt-Batterien geliefert, im ersteren Fall mit E-Röhren, im letzteren mit C-Röhren. Außer den Röhren ist aber auch der Zerhacker auszutauschen. Der Gleichstromwandler ist mit einem einfachen Zerhacker, den Philips auch Vibrator nennt, ausgestattet, mit dem der niedergespannte Gleichstrom in kurze Stromstöße zerhackt wird; die Gleichrichtung des im Transformator gewonnenen hochgespannten Wechselstromes wird mit einer Gleichrichterröhre vorgenommen.

Der Körting-Empfänger ASE bzw. ASC 4251, dessen Schaltbild — ohne Stromversorgungsgerät — aus Abb. 3 hervorgeht, besitzt an erster Stelle eine Achtpolröhre EK 1 bzw. CK 1, die in üblicher Weise als Mischstufe geschaltet ist. Auf sie folgt eine Zwischenfrequenzstufe mit der EF 2 bzw. CF 3, also mit einer Fünfpol-Regelröhre, und auf diese ein Audion mit der Fünfpol-Schirmröhre. Das Audion dient zur Gewinnung der Niederfrequenz, die nun in Drosselkopplung an die Endstufe übertragen wird, sie dient aber nicht zur Gewinnung der Regelspannung für den Lautstärkenausgleich. Hierfür ist vielmehr eine besondere Doppel-Zweipolröhre vorgesehen, die die Zwischenfrequenz in induktiver Kopplung von der Anode des Audions abnimmt. Der Zweipolröhre wird durch einen besonderen Spannungsteiler eine verzögernde Spannung erteilt, um zu erreichen, daß beim Empfang schwacher Sender die Höchstempfindlichkeit des Gerätes zur Auswirkung kommt. Von der Zweipolröhre aus werden sowohl die Mischröhre als auch die Zwischenfrequenzstufe geregelt. Der Empfänger weist vor der Endröhre einen Hand-Lautstärkeregler, an der Anode der Endröhre einen Klangfarbenregler auf. Er kann für 6- und 12-Volt-Batterien verwendet werden und wird mit E- bzw. C-Röhren bestückt. Der Gleichstromwandler des Empfängers arbeitet mit einem Pendelsystem mit zwei Kontaktpaaren, durch das sowohl das Zerhacken des Gleichstromes als auch die Gleichrichtung des hochgespannten Wechselstromes bewirkt werden. Der Körting-Empfänger ist übrigens mit einem elektrodynamischen Lautsprecher ausgestattet, während die sonstigen Geräte von permanentdynamischen Lautsprechern Gebrauch machen, um den Feldstrom für den Lautsprecher einzusparen. Den elektrodynamischen Lautsprecher wandte man bei diesem Empfänger vor allem deshalb an, um eine möglichst gute Wiedergabe zu erhalten. Beim permanentdynamischen Lautsprecher wird dieses Ziel erst bei Anwendung eines ziemlich teuren, sehr hochwertigen Magneten erreicht.

Der Kraftwagenempfänger „Blaupunkt 4 A 75" ist vor allem dadurch interessant, daß die Gesamtverstärkung des Empfängers durch die Anwendung der Reflexschaltung heraufgesetzt wird; die Zwischenfrequenz- und die Niederfrequenzverstärkung werden in einer Reflexstufe zusammengefaßt. Infolgedessen konnte der Empfänger mit einer Hochfrequenz-Vorstufe ausgestattet werden, ohne daß es notwendig war, zu fünf statt vier Röhren überzugehen. Bei dem Gerät folgen aufeinander: eine Hochfrequenz-Vorstufe mit Sechspol-Regelröhre, eine Mischstufe mit Achtpolröhre, die Reflexstufe, als Zwischen- und Niederfrequenzverstärker wirkend (sie ist mit einer Fünfpol-Schirmröhre bestückt), eine Doppel-Zweipolröhre zur Gewinnung der Niederfrequenz und der Schubspannung für die Schwundregelung und die Endstufe mit der RENS 1374 d. Diese Röhre wendet man vor allem deshalb an, weil zu der Zeit, als dieses Gerät entwickelt wurde, nur die EL 1 mit 5 Watt, nicht aber die EL 1 Cu-Bi mit 8 Watt Anodenbelastung zur Verfügung stand, man aber eine etwas größere Ausgangsleistung haben wollte, als sie die EL 1 liefert. Der Heizfaden der Röhre liegt mit einem kleinen Widerstand in Reihe, der den Unterschied zwischen 4 und 6,3 Volt aufnimmt. Beim Anschluß an 12-Volt-Batterien werden die Heizfäden zu zwei Gruppen zusammengefaßt, die entsprechend in Reihe liegen, um die Stromaufnahme auf den halben Wert herabzusetzen und die Leistungsaufnahme auf dem gleichen Wert zu be-

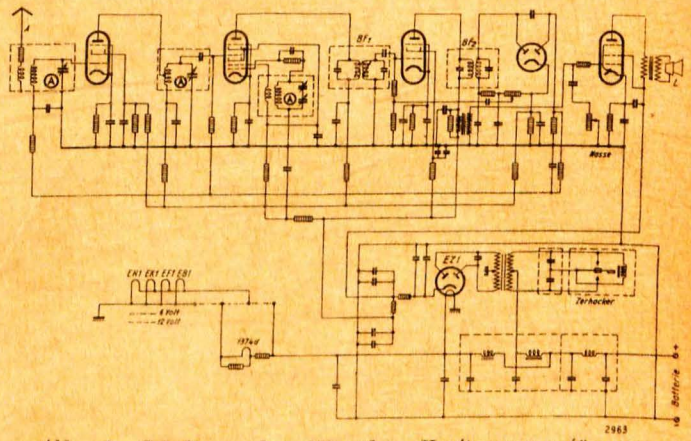


Abb. 4. Schaltung des Vierröhren-Kraftwagenempfängers „Blaupunkt 4 A 75", der von einer Reflexschaltung Gebrauch macht

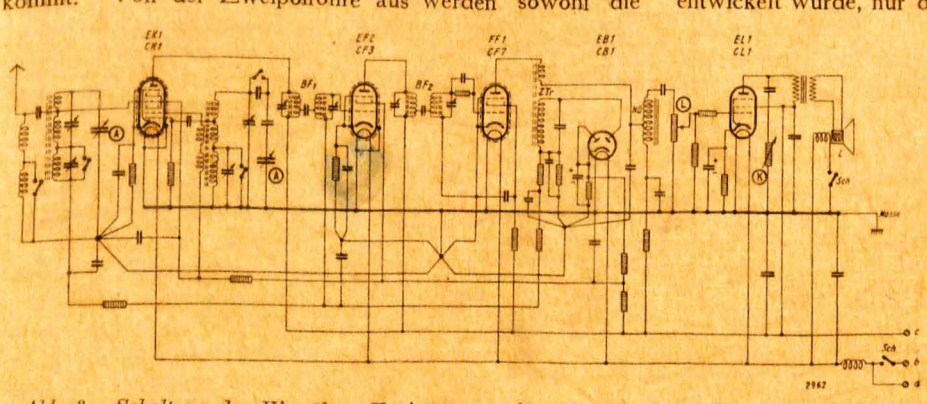


Abb. 3. Schaltung des Vierröhren-Kraftwagenempfängers „Körting ASE bzw. ASC 4251" ohne Stromversorgungsgerät

lassen. Der Empfänger wendet einen Zerhacker für das Zerhacken des Gleichstroms sowie eine Röhre für die Gleichrichtung des Wechselstromes an. Der selbsttätigen Lautstärkenregelung sind die Hochfrequenz-Vorstufe und die Mischstufe unterworfen, während die Reflexstufe mit Rücksicht auf die Niederfrequenzverstärkung nicht geregelt wird. Die Schaltung dieses Empfängers gelangt in Abb. 4 zur Wiedergabe.

Der Empfänger „Mende AE 35", der für 6 und 12 Volt geliefert wird (bestückt mit E- und mit C-Röhren), besitzt an erster Stelle eine Achtpol-Mischröhre; auf sie folgt eine Zwischenfrequenzstufe mit Fünfpol-Regelröhre. Die Gleichrichtung wird mit einer Doppel-Zweipolröhre bewirkt, die jedoch als einfache Zweipolröhre geschaltet ist; sie liefert sowohl die Niederfrequenz, die dem zweistufigen widerstandsgekoppelten Niederfrequenzverstärker zugeführt wird, als auch die Schubspannung für den selbsttätigen Lautstärkenausgleich. Geregelt werden die Mischstufe und die Zwischenfrequenzstufe. Der Stromversorgungsteil des Gerätes benützt einen Zerhacker und eine Gleichrichterröhre; die Geräte für 6 und 12 Volt unterscheiden sich lediglich durch den Röhrensatz, durch den Zerhacker (dessen Spule für 6 bzw. 12 Volt gewickelt sein muß) und durch drei in Abb. 5 mit einem Kreis besonders gekennzeichnete Widerstände; sie haben bei 6 und 12 Volt verschiedene Werte. Der Händler kann also durch diese einfachen Maßnahmen die auf Lager befindlichen Geräte für beide Spannungen verwenden.

Ähnlich ist die Umschaltung auch beim Telefunken-Empfänger „T 655"; hier sind Röhren und Zerhacker auszutauschen und im Gleichstromwandler einige einfache Umschaltungen vorzunehmen. Der Empfänger setzt sich im übrigen aus einer Mischstufe mit Achtpolröhre, einer Zwischenfrequenzstufe mit Fünfpol-Regelröhre, einem Audion mit Fünfpol-Schirmröhre und einer Gegentakt-Endstufe mit zwei Fünfpolröhren zusammen. Die Gegentakt-Endstufe hat sich als sehr vorteilhaft erwiesen, gibt sie doch die Möglichkeit, auch beim Anschluß eines zweiten Lautsprechers, wie er bei größeren Wagen — z. B. Omnibussen — oft gewünscht wird, mit jedem der beiden Lautsprecher ausreichende Lautstärken zu erzielen, d. h. Motor- und Fahrgeräusch sicher zu „übertönen". Geregelt werden bei dem Empfänger die Misch- und die Zwischenfrequenzstufe.

Zwei von den fünf deutschen Autoempfängern sind nur für den Empfang des Mittelwellenbereiches eingerichtet. Das erscheint als ein Mangel, wenn man Zeuge ist, wie bei Vorführfahrten mit Kraftwagen, in die Empfangsgeräte eingebaut sind, häufig auf den Deutschlandsender zurückgegriffen wird, um auch tagsüber mehrere Sender lautstark vorführen zu können. Allerdings ist das in erster Linie im Berliner Bezirk der Fall, während die Verhältnisse in Süd- und Westdeutschland, ja schon in Mitteldeutschland wesentlich anders liegen: infolge der sehr kurzen Antenne ergibt sich für den Langwellenempfang eine ungünstige Anpassung, so daß der Deutschlandsender nicht mehr so übermäßig laut empfangen wird und die Beschränkung auf den Mittelwellenbereich nicht mehr als Nachteil erscheint. Für das Fortlassen des Langwellenbereiches spricht der einfachere, etwas billigere Aufbau infolge Fortfalls des Wellenschalters. Schließlich können Kontakt-Schwierigkeiten dann nicht auftreten, wenn Schalterkontakte gar nicht vorhanden sind. Immerhin er-

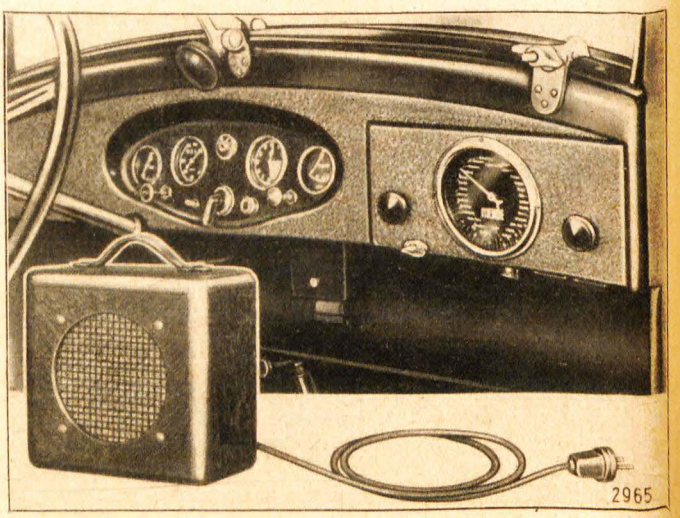


Abb. 6. Der Empfänger „Mende AE 35", der so klein und so geformt ist, daß man ihn in das Schaltbrett einbauen kann

scheinen beide Gründe nicht stichhaltig genug, um nun völlig auf den Langwellenbereich zu verzichten. Gerade die neuesten Geräte — Telefunken und Philips — besitzen wieder einen eingebauten Langwellenbereich. Wenn sein Fortfall nicht eine erhebliche Verbilligung bringt — und das ist ziemlich ausgeschlossen —, sollte man auch den Langwellenempfang besser beibehalten.

In der Anordnung der Bedienungsgriffe geht man zwei verschiedene Wege; meist werden die Bedienungsgriffe zu einem „Fernantrieb" vereinigt, in einen Empfänger — Mende AE 35 — sind sie aber auch fest eingebaut. Das erstere schafft die Möglichkeit, den Empfänger dort im Wagen unterzubringen, wo am meisten Platz dafür vorhanden ist, man braucht ihn nicht unbedingt vom Steuer aus erreichen zu müssen; der Einbau der Bedienungsgriffe hingegen wirkt sich verbilligend aus. Man ist dann aber darauf angewiesen, den Empfänger in das Instrumentenbrett des Wagens einzubauen; ist hier nicht genügend Platz vorhanden, so ergeben sich leicht Schwierigkeiten. Abb. 6 zeigt diesen Empfänger fest eingebaut; man sieht, wie seine Vorderwand ein Bestandteil des Schaltbrettes geworden ist. Abb. 7 gibt eine Innenansicht wieder, aus der der gedrängte Aufbau und die Art des Antriebes zu erkennen sind. Mit dem linken Knopf regelt man die Abstimmung, mit dem rechten die Lautstärke, und mit dem schlüsselartigen Griff schaltet man den Empfänger ein.

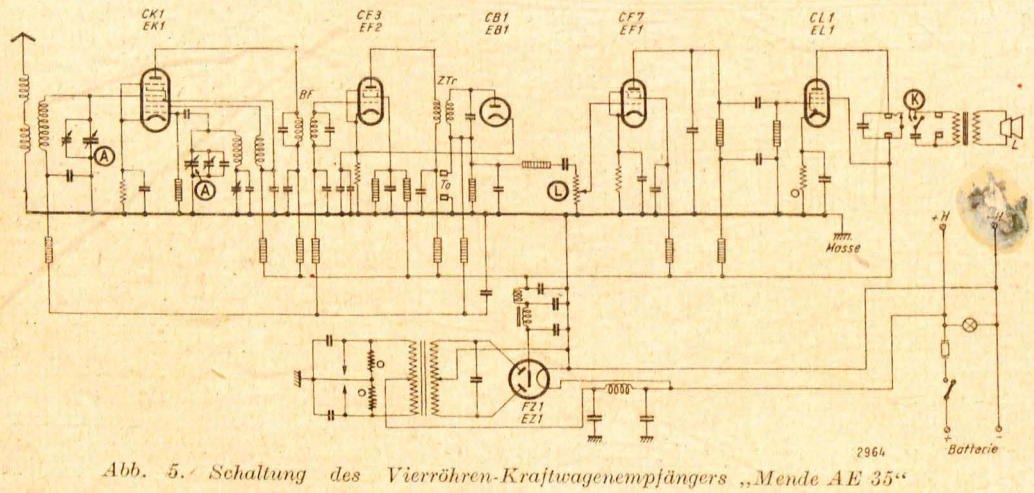


Abb. 5. Schaltung des Vierröhren-Kraftwagenempfängers „Mende AE 35"

Bei den Geräten mit Fernantrieb werden die Abstimmung und der Lautstärkeregler über biegsame Wellen bewegt, desgl. der Wellenschalter. Die Einschaltung des

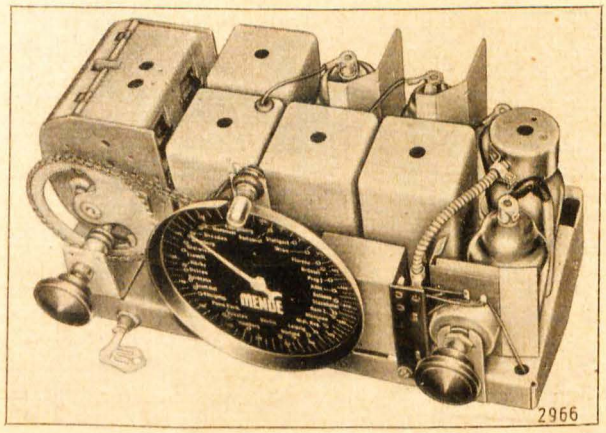


Abb. 7. Innenansicht des „Mende AE 35"

Gerätes dagegen wird elektrisch vorgenommen, indem man die Batterieleitung über den Fernantrieb führt, oder — wie beim Telefunken-Empfänger — eine Hilfsstromleitung, die

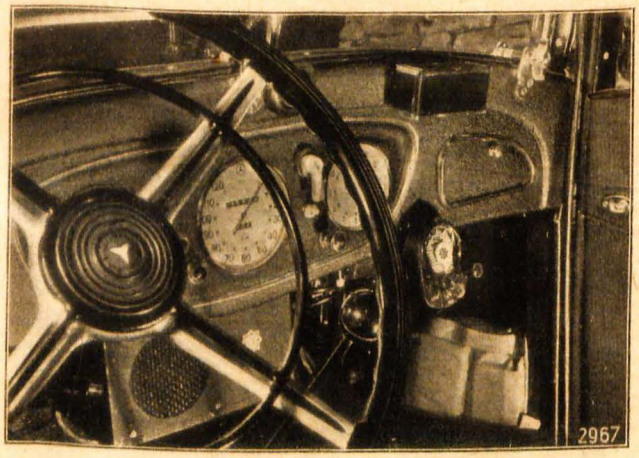


Abb. 8. Kraftwagenempfänger mit Fernantrieb, von unten an das Schaltbrett angesetzt

mit der Wicklung eines Relais im Stromversorgungsgerät hintereinanderliegt. Schaltet man hier am Fernantrieb ein, so bekommt das Relais Strom, es zieht seinen Anker an und der Hauptstromkreis wird eingeschaltet. Der Schalter für das Einschalten des Empfängers ist gewöhnlich als ein abziehbarer Schlüssel ausgebildet, damit der Empfänger nicht von unberufener Hand eingeschaltet werden kann. Das ist wichtig, um zu vermeiden, daß der Anlasserbatterie durch den Betrieb des Empfängers in Garagen und Werkstätten unnötig Strom entnommen wird. Zuweilen wird der Einschalter auch mit dem Lautstärkeregler kombiniert, so daß ähnlich wie bei Netzempfängern die Betätigung des Schalters in der Endstellung des Lautstärkereglers erfolgt. Der Knopf ist dann ebenfalls abziehbar gehalten.

Das Bedienungsgerät ist so durchgebildet, daß man es in das Schaltbrett ein- oder von unten ansetzen kann, oder daß man es an der Steuersäule anbringen kann. Abb. 8 zeigt das Innere eines Wagens, bei dem der Fernantrieb an das Schaltbrett angesetzt ist; Abb. 9 läßt erkennen, auf

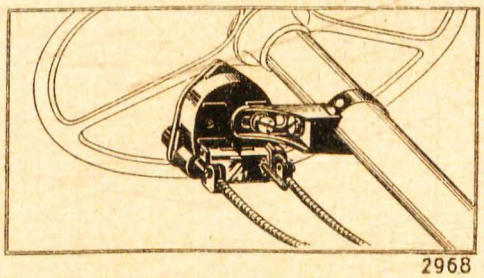


Abb. 9. Anbringung des Fernantriebes an der Steuersäule

welche Weise der Bedienungskopf an der Lenksäule angebracht werden kann, vorausgesetzt, daß die eigentliche Säule in einem Rohr gelagert ist, das sich beim Lenken des Wagens nicht mitdreht. Abb. 10 gibt die Ausführung einiger Bedienungsgeräte wieder. Die biegsamen Wellen werden in „Normallänge" geliefert; sie sind aber so eingerichtet, daß sie leicht gekürzt werden können, und es ist auch möglich, bei großem Abstand zwischen Empfänger und Bedienungsgerät Wellen größerer Länge einzusetzen.

Die Kraftwagenempfänger selbst sind in stabile Eisenblechgehäuse eingebaut, die mit Schraublöchern, Bolzen oder Winkeln ausgestattet sind, um sie in jeder beliebigen Lage in den Wagen einbauen zu können. Wenn auch die Empfänger nicht unmittelbar in jeden Wagen hineinpassen, so kann man sie doch überall mit Hilfe einfacher, selbst anzufertigender Winkel oder Bolzen montieren. In ihrem Innenaufbau sind die Geräte sehr gedrängt, aber außerordentlich stabil gehalten, so daß selbst durch starke Erschütterungen und ständige Vibrationen weder ein Verstellen des Gleichlaufs noch irgendwelche Beschädigungen eintreten können. Abb. 11 und 12 zeigen zwei Empfänger in der Innenansicht.

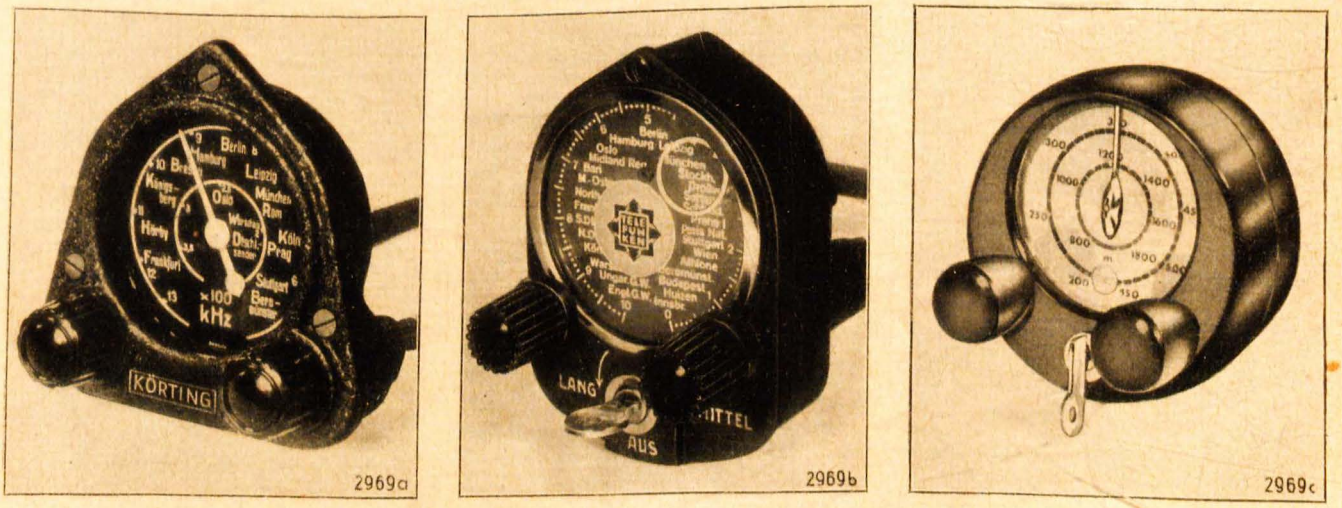


Abb. 10. Drei verschiedene Fernantriebe für Kraftwagenempfänger. Von links nach rechts: Körting ASE 4251, Telefunken 655, Philips

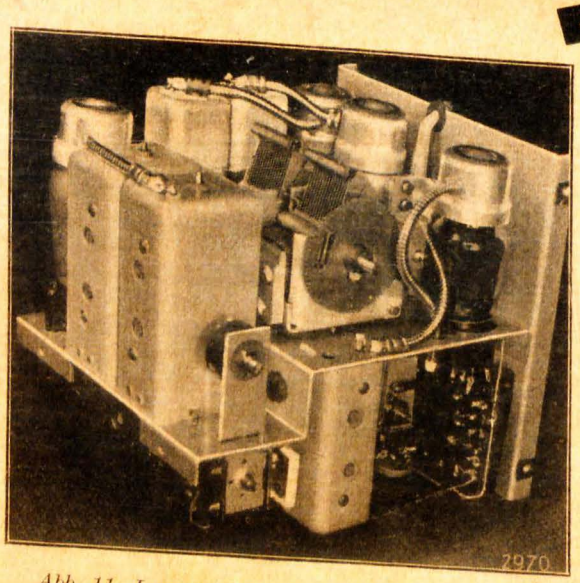


Abb. 11. Innenansicht des „Körting ASE 4251"

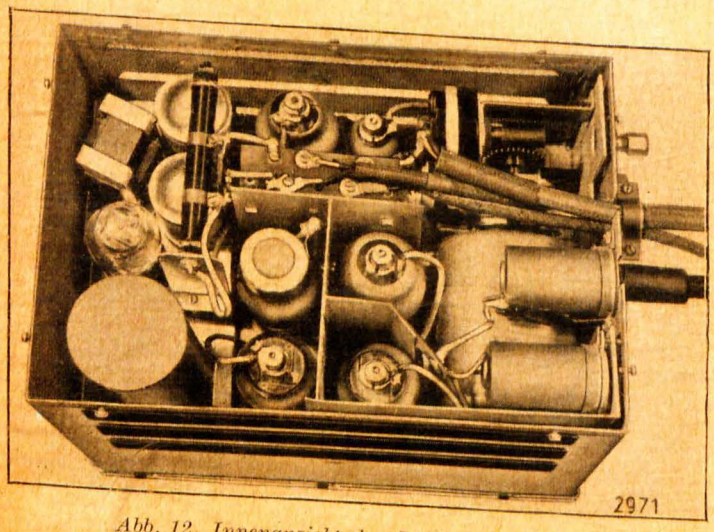


Abb. 12. Innenansicht des Philips-Auto-Superhets

Der Lautsprecher ist bei einigen Empfängern (siehe Tafel) fest mit eingebaut, bei anderen für sich in ein eigenes Gehäuse eingesetzt, das an beliebiger Stelle des Wagens

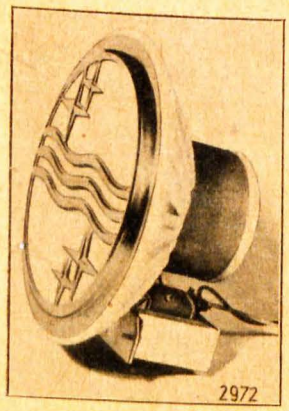


Abb. 13. Lautsprecher für den Einbau in das Schaltbrett

angebracht werden kann. Interessant ist die von Philips gefundene Lösung: der Lautsprecher ist hier so durchgebildet, daß er in das Schaltbrett des Wagens eingesetzt werden kann (Abb. 13). Ist der Lautsprecher getrennt, so sind die Klemmen bzw. Anschlußbuchsen im Empfänger sorgfältig abgeschirmt, damit nicht auf dem Wege über diese Buchsen Störungen in den Empfänger gelangen. Ebenso ist es notwendig, für die Verbindung des Lautsprechers mit dem Empfänger ein abgeschirmtes Kabel zu verwenden.

Das Stromversorgungsgerät ist in vier von den fünf Geräten fest eingebaut; der Zerhacker ist mit einem Steckersockel versehen, so daß er bei einem Schadhaftwerden leicht gegen ein einwandfreies Stück ausgewechselt werden kann. Er ist ähnlich wie die Röhren einem Verschleiß unterworfen, da sich seine Kontakte langsam abnutzen. Beim Telefunkenempfänger ist das Stromversorgungsgerät in einem eigenen Gehäuse untergebracht (Abb. 14), das an beliebiger Stelle des Wagens eingebaut werden kann, weit

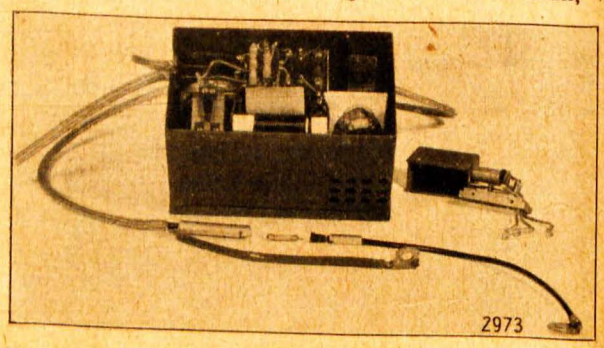


Abb. 14. Getrenntes Stromversorgungsgerät, Zerhacker herausgenommen (rechts)

entfernt vom eigentlichen Empfänger, so daß auch die Zerhackerstörungen nicht unmittelbar auf den Empfänger einwirken können.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Hersteller	Typ	Zahl der Röhren[1])	Gesamtzahl der Kreise[2])	Gangzahl des Drehkondensat.	Zahl der ZF-Kreise	Röhrenbestückung[3])	Wellenbereiche	Bedienungsart[4])	Lautsprecher[5])	Leistungsverbrauch in Watt	Stromverbrauch[5])	Maße in mm	Gewicht in kg
Deutsche Philips-G. m. b. H.	Philips-Auto-Radio	5	7	3	4	I. EF3, EK1, EF3, EB2, EF7, EL1, EZ1 II. CF3, CK1, CF3, CB1, CF7, CL1, CZ1	M,L	F	G	35	I. 6 II. 3	300×200×190	16
Dr. Dietz & Ritter G. m. b. H.	ASE 4251 ASC 4251	4	6	2	4[6])	I. EK1, EF2, EF1, EB1, EL1 II. CK1, CF3, CF7, CB1, CL1	M,L	F	E	27	I. 4,7 II. 2,3	340×170×160	11,5
Idealwerke A.-G.	4 A 75	4	7	3	4	EH1, EK1, EF1, EB1, RENS 1374d, EZ1 bzw. FZ1	M	F	E	25	I. 4,2 II. 2,1	280×180×175	13,5
Radio H. Mende & Co. G.m.b.H.	AE 35/6 AE 35/12	4	5	2	3	I. EK1, EF2, EB1, EF1, EL1, EZ1 II. CK1, CF3, CB1, CF7, CL1, FZ1	M	E	G	33	I. 5,5 II. 2,75	297×163×156[7])	10,5[7])
Telefunken G. m. b. H.	T 655	5	6	2	4	I. EK1, EF3, EF7, 2× EL1, EZ1 II. CK1, CF3, CF7, 2× CL1, FZ1	M,L	F	E	25	I. 4,2 II. 2,1	273×171×162[8])	7,5[8])

[1]) Ausschließlich Anodenstrom-Gleichrichter und Zweipolröhren.
[2]) Einschließlich Überlagererkreis.
[3]) I Röhrenbestückung für 6 Volt, II Röhrenbestückung für 12 Volt.
[4]) F Fernantrieb, E Antrieb eingebaut.
[5]) G Getrennter Lautsprecher, E Eingebauter Lautsprecher.
[6]) Zuzügl. 1 ZF-Kreis für Ankoppelung der Doppel-Zweipolröhre.
[7]) Zuzügl. Lautsprecher.
[8]) Zuzügl. Stromversorgungsgerät.

Einfacher Zweiröhren-Ortsempfänger von besonders guter Wiedergabe

Von **Dipl.-Ing. Huben**

Unter der Kennzeichnung „für besonders gute Wiedergabe" hat Dr. Nestel eine Empfangsanlage für Ortsempfang, Fernempfang und Schallplattenwiedergabe beschrieben, die ohne jede Rücksicht auf den technischen Aufwand die bestmögliche Wiedergabe für jedes der drei Gebiete ergab[1]). Das Interesse, das diese Aufsätze bei den Lesern fanden, war die Veranlassung dafür, später ein sehr viel einfacheres Gerät zu beschreiben, bei dem in bezug auf Qualität der Wiedergabe gegenüber dem ersten Gerät nur wenig geopfert wurde, bei dem aber der technische Aufwand sehr viel geringer war[2]). Es war damit sehr viel mehr dazu geeignet, von vielen Funkfreunden nachgebaut zu werden. Trotzdem haben wir aber aus einer Reihe von Zuschriften entnehmen müssen, daß zwar sehr großes Interesse für die „besonders gute Wiedergabe" besteht, daß aber auch dieses zweite Gerät noch für manche Bastler zu hohen Aufwand erfordert. Wir beschreiben deshalb heute ein Gerät, das nur ganz wenig Mehraufwand gegenüber der allereinfachsten Bauweise aufweist, bei dem aber dieser geringe Mehraufwand für die gute Wiedergabe wirklich viel herausholt, so daß das Prädikat „für besonders gute Wiedergabe" noch voll zutrifft. Noch einfacher geht es dann aber bestimmt nicht. Da aber in dem letzten Gerät nicht ein einziges Teil enthalten war, das nicht wesentlich zur Gesamtfunktion beitrug, so konnte die Vereinfachung nur erreicht werden, indem die Anforderungen irgendwie verringert wurden. Die Anforderungen in bezug auf die Wiedergabe sollten aber weitgehend aufrechterhalten bleiben; es blieb also nur eine Verringerung der Empfindlichkeit übrig. Aus dem Fernempfänger wird deshalb ein Orts- oder höchstens Bezirks-Empfänger. Da aber recht große Gebiete um die Sender herum mit sehr großen Feldstärken versorgt werden, wird das Gerät in den allermeisten Fällen eine genügend große Empfindlichkeit aufweisen. In der Beschreibung wird zudem auf die Möglichkeiten hingewiesen, die Empfindlichkeit — allerdings auf Kosten der Wiedergabegüte — zu erhöhen, um auch in schwierigen Fällen noch befriedigenden Empfang von mindestens einem Sender sicherzustellen. Wir nehmen an, daß für einen solchen einfachen Ortsempfänger auch bei den Besitzern von Fernempfangsgeräten Interesse besteht, denn es ist ein häufiger Wunsch, über ein solches „zweites Gerät" verfügen zu können.

Die Überlegungen, ein preiswertes, nur für Orts- oder Bezirksempfang bestimmtes Gerät guter Wiedergabe zu schaffen, führten zum Entwurf der Zwei-Röhren-Schaltung der Abb. 1. Aus der Besprechung ihrer Einzelheiten wird hervorgehen, wie sehr sie die ihr zugrunde liegende Hauptforderung der guten Wiedergabe erfüllt. Die vier zahlenmäßig die Wiedergabe bestimmenden Faktoren: Ausgangsleistung, Frequenzkurve, Klirrfaktor und Netzbrummen, waren also besonders zu berücksichtigen.

Die Ausgangsleistung muß zur Erzielung „angemessener" Lautstärke ausreichen. Darunter darf natürlich nicht übermäßig lautes Abhören verstanden werden. Es ist aber doch notwendig, daß eine verhältnismäßig große Leistung zur Verfügung steht. In Übereinstimmung mit den leistungsfähigsten Industriegeräten können 1,5 Watt als angemessen angesehen werden. Zu ihrer Erzeugung wird, um auch gleichzeitig die Faktoren Klirrfaktor und Frequenzkurve zu berücksichtigen, die bekannte Dreipolröhre RE 604/ LK 460 gewählt; sie ist der sonst bei beinahe allen Zwei-Röhren-Geräten verwendeten Fünfpol-Endröhre RENS 964/ L 496 D in diesen beiden Eigenschaften entschieden überlegen. Daß sie geringere Verstärkung ergibt, ist in diesem Fall sogar erwünscht, da die Gleichrichtung der Hochfrequenz in einer Zweipolröhre erfolgt. Das geschieht um so klirrfaktorfreier, je größer die auf die Zweipolröhre gegebenen Amplituden sind. Geringe Niederfrequenzverstärkung ergibt aber die Notwendigkeit, die Antennenkopplung und Rückkopplung so einzustellen, daß die für kleinen Klirrfaktor notwendigen Amplituden auftreten.

Gleichrichtung mit Zweipolröhre und gleichzeitige Anwendung der Spannungserhöhung durch Rückkopplung weisen auf die in Abb. 1 gezeichnete Eingangsschaltung hin. Sie entspricht einer gewöhnlichen Rückkopplungs-Audionschaltung, wobei aber deren einziger Nachteil, der bei der Gleichrichtung verursachte, verhältnismäßig große Klirrfaktor, dadurch vermieden wird, daß der Durchlaßwiderstand der Strecke Gitter—Kathode durch die parallel geschaltete Diode herabgesetzt wird. Um die in der Diode liegende Möglichkeit sehr geringen Klirrfaktors bei der Hochfrequenzgleichrichtung richtig auszunutzen, muß dafür gesorgt werden, daß ein verhältnismäßig hoher Strom durch die Diode fließt (dann wird ihr innerer Widerstand sehr klein); deshalb der verhältnismäßig niedrige Wert des

[1]) Siehe „Funk" 1934, Heft 19, 32, 33 und 37.

[2]) Siehe „Funk" 1935, Heft 11.

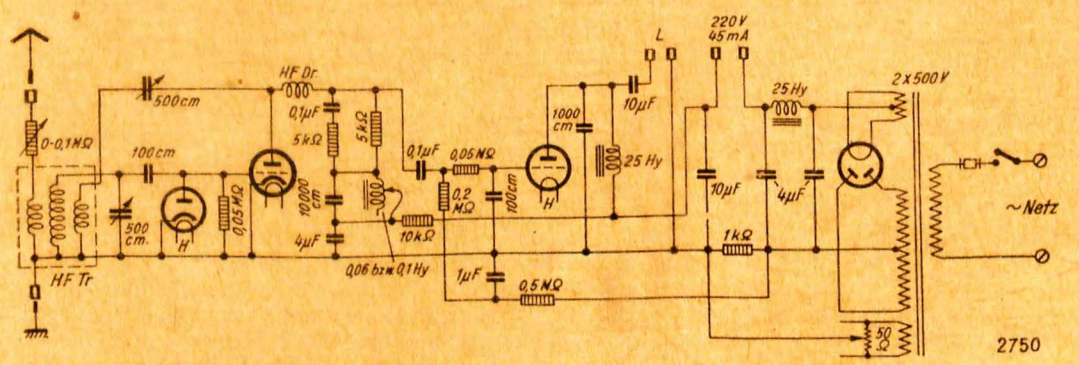


Abb. 1. Gesamtschaltung des Zweiröhren-Ortsempfängers für beste Wiedergabe

„Gitterableitwiderstandes". Dies kommt gleichzeitig der Wiedergabe der hohen Frequenzen sehr zu statten. Trotzdem bedingt die durch die Anwendung der Rückkopplung sich ergebende hohe Resonanzschärfe des Abstimmkreises eine Benachteiligung der hohen Frequenzen. Die Benachteiligung entspricht bei geringer Ausnutzung der Rückkopplung etwa der Kurve a der Abb. 2, bei höherer Ausnutzung der Kurve b. Durch eine Entzerrungsschaltung im Anodenkreis der ersten Röhre kann die Kurve im Bereich der hohen Frequenzen angehoben werden, wobei eine besonders gute Frequenzkurve in der Weise zu erzielen ist, daß die Resonanz des Entzerrungskreises umschaltbar gemacht wird.

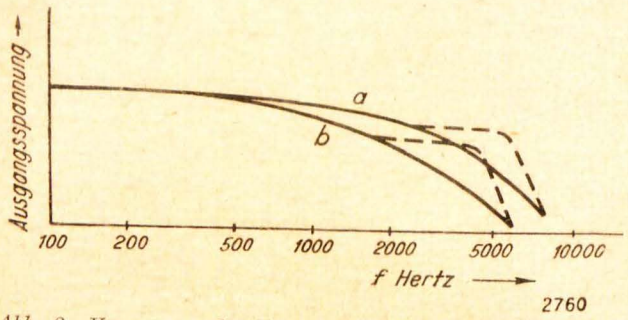


Abb. 2. Verzerrung der Frequenzkurve durch Rückkopplung und Entzerrung durch Niederfrequenz-Resonanzkreis

Dann kann bei geringer Rückkopplung eine bis 6000 Hz, bei stärkerer Rückkopplung eine bis 5000 Hz gute Frequenzkurve erzielt werden. Die Entzerrung hat zudem die Wirkung, daß die Frequenzkurve an ihrem Ende schnell abfällt, was zur Verringerung des Übersprechens von den Nachbarwellen her beiträgt. Die einfache Möglichkeit, im Anodenkreis dieser ersten Röhre die Frequenzkurve zu beeinflussen, kann dazu ausgenutzt werden, das Abfallen der Frequenzkurven der Lautsprecher und ihrer Schallwände bei ganz tiefen Frequenzen etwas auszugleichen. Parallel zu dem Anodenwiderstand wird eine Kombination eines Kondensators mit einem Widerstand geschaltet. Der Kondensator sorgt dafür, daß bei ganz tiefen Frequenzen nur der eine Widerstand, bei höheren beide in Parallelschaltung wirksam sind.

Bei der Weiterverfolgung der Schaltung der Abb. 1 kommen wir zum Gitterkreis der zweiten Röhre. Ein großer Gitterblockkondensator ergibt gute Frequenzkurve, ein verhältnismäßig kleiner Gitterableitwiderstand geringe Brummanfälligkeit. Ein weiterer Widerstand und ein Kondensator dienen zur Unterdrückung der Hochfrequenz. Es ergibt bekanntlich sehr unangenehme Übersteuerungs-Erscheinungen, wenn in der letzten Röhre noch Hochfrequenz auftritt.

Die Wahl des Endröhrentyps wurde schon zu Anfang begründet. Um das durch die direkte Heizung der Kathode auftretende Netzbrummen auf das erreichbare Minimum herabzudrücken, ist ein „Entbrummer" für die Einregelung der Symmetrie vorgesehen. Damit und durch die entsprechende Bemessung des Netzfilterkreises ist es möglich, eine auch recht weitgehenden Ansprüchen genügende Brummfreiheit zu erzielen. Der Anodenkreis der Endröhre ist besonders „luxuriös" durch die Benutzung einer Drossel-Kondensator-Ausgangsschaltung gemacht worden. Obwohl die Ausgangstransformatoren für die dynamischen Lautsprecher alle eine an die Endröhre RE 604 angepaßte Wicklung aufweisen, kann die Frequenzkurve des Transformators doch dadurch verbessert werden, daß er anodenstromlos betrieben wird. Hier kann aber notwendigenfalls gespart und auf zwei nicht ganz billige Teile verzichtet werden.

Über den Lautsprecher kann hier nicht viel gesagt werden. Natürlich kommt nur ein dynamisches System in Betracht. Nachdem im Empfänger so sehr viel für die „besonders gute Wiedergabe" getan wurde, bestimmt der Lautsprecher sehr weitgehend die Qualität. Das besterreichbare System ist also gerade gut genug. Ob es mit permanentem Magneten oder mit Elektromagnet ausgeführt ist, hat nur auf die Bemessung des Netzanschlußteils keinen Einfluß.

Dieser wird durch zwei Faktoren bestimmt:

1. Die Stromversorgung der Röhren und 2. die Stromversorgung des Lautsprechers. Die Endröhre wird zur Erzielung möglichst hoher unübersteuerter Ausgangsleistung mit maximaler Spannung und Anodenverlustleistung betrieben, das ist 250 Volt mit 40 mA (10 Watt). Die Vorröhre benötigt etwa 5 mA. Als Erregerstrom für den dynamischen Lautsprecher wären also 45 mA am zweckmäßigsten. Der Verfasser benutzt einen Lautsprecher, der für 220 Volt, 45 mA Erregung dimensioniert ist. Es müssen also 470 Volt Gleichspannung mit 45 mA Strom erzeugt werden. Das gelingt mit einer Gleichrichterröhre vom Typ der RGN 1064 zusammen mit einem dafür normalen Netztransformator mit 2 × 500 Volt Wechselspannung an den Anoden der Gleichrichterröhre. Um auch über die Erregerwicklung des Lautsprechers kein zusätzliches Netzbrummen zu erhalten, ist eine Filterung der Spannung vorgesehen, bevor sie dem Lautsprecher zugeführt wird. Die Erregerspule dient dann zusammen mit einem weiteren Blockkondensator zu einer zweiten Filterung für die Anodenspannung.

Im übrigen ist die Schaltung normal. Besonders erwähnt werden muß aber noch die Frage der Röhrentypen. Die vom Verfasser benutzten Röhren werden wohl vielfach schon vorhanden sein. Wo neue Röhren beschafft werden müssen, ist es natürlich richtiger, die entsprechenden moderneren Typen mit der neuen Sockelung zu wählen. An der Bemessung und an den Eigenschaften des Geräts ändert sich dadurch nichts. Die RE 604/LK 460 bleibt bestehen, da sie in der neuen Serie nicht enthalten ist. An Stelle der AB 1 kann die AB 2 treten, an Stelle der REN 904 die AC 2; beide zusammen können auch durch die ABC 1 ersetzt werden (leider teuerer als AB 2 und AC 2 getrennt). Für die RGN 1064 wäre die AZ 1 zu verwenden.

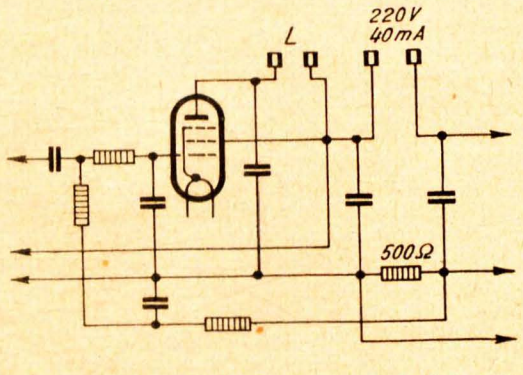


Abb. 3. Eine Fünfpol- statt einer Dreipol-Endröhre ergibt höhere Verstärkung, aber etwas weniger gute Wiedergabe

Überlegt man sich die Spannungsbilanz des Geräts, um zu einer ungefähren Vorstellung über seine Empfangsempfindlichkeit zu kommen, so ergibt sich etwa folgendes: Am Lautsprecher werden für 1,5 Watt Ausgangsleistung bei 3000 Ohm Außenwiderstand (ungefähr doppeltem Innenwiderstand) etwa 65 Volt Wechselspannung benötigt. Die Endröhre hat eine etwa zweifache Spannungsverstärkung, also muß die Vorröhre etwa 32 Volt abgeben. Bei der gewählten Dimensionierung ist in ihr eine etwa achtfache Verstärkung zu erwarten. Am Gitter dieser ersten Röhre muß also eine Niederfrequenzspannung von 4 Volt zur Verfügung stehen. Dies entspricht bei 70% ig modulierten Sendern einer negativen Gittervorspannung von etwa 8 Volt und einem Strom durch die Zweipolröhre von 0,02 mAmp. Die Hochfrequenzspannung an der Zweipolröhre muß ebenfalls etwa 8 Volt betragen. Rechnet man die Spannungsüberhöhung durch Rückkopplung etwa 10fach,

durch Abstimmung und Antennentransformator etwa 20fach, so muß die Antenne mindestens eine Spannung von 20 Millivolt liefern. Deshalb ist auch, wie schon in der Einleitung gesagt, nur Ortsempfang, dieser allerdings mit sehr sauberer und guter Wiedergabe, zu erwarten.

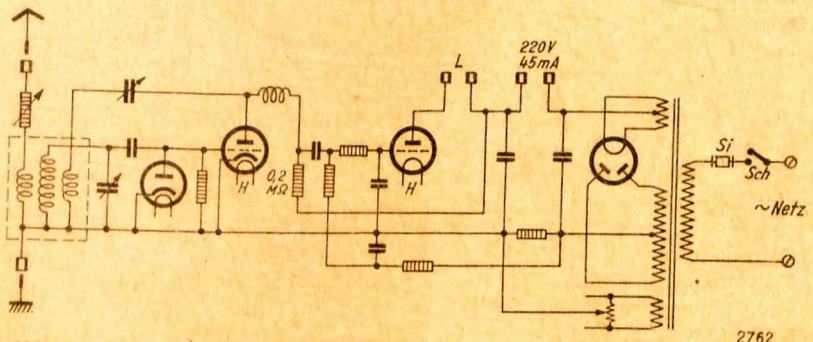


Abb. 4. Noch weitergehende Vereinfachung der Abb. 1 führt zu dieser Schaltung

Um auch in den Fällen, in denen 20 Millivolt Antennenspannung nicht darstellbar sind, Empfang, wenn auch unter Verzicht auf einige der beschriebenen Vorteile, erhalten zu können, sei auf zwei Möglichkeiten verwiesen: Nach Abb. 3 kann die Dreipol-Endröhre RE 604 durch eine Fünfpol-Endröhre des Typs RES 964 bzw. AL 1 ersetzt werden. Dieselbe Ausgangsleistung wird dann schon bei etwa ⅙ der Eingangsspannung erreicht. Klirrfaktor und Wiedergabe tiefer Frequenzen werden aber verschlechtert. Für die „besonders gute Wiedergabe" bleibt aber doch noch einiges getan: Die klirrfaktorarme Rückkopplungsaudion-Schaltung und die Entzerrung für tiefe und hohe Frequenzen (für tiefe kann sie aber nicht mehr genügen, da die Fünfpol-Endröhren bei tiefen Frequenzen ungenügend arbeiten).

Muß noch mehr Verstärkung erzielt werden, so bleibt nur übrig, nach Abb. 4 auf die Entzerrungsschaltung im Anodenkreis der ersten Röhre zu verzichten. Es ergibt sich damit ein Verstärkungsgewinn von etwa 8fach auf 20fach. Alles was bei dem Gerät für die „besonders gute Wiedergabe" getan wurde, ist aber dann nur noch die Rückkopplungsaudionschaltung mit Zweipolröhre. Immerhin ist auch dies schon recht erheblich.

Der letztere Weg, aber unter Verwendung der Dreipol-Endröhre, kann als Vorstufe zu dem kompletten Gerät aufgefaßt werden. Damit kann dann schrittweise gebaut werden, was für manche weniger mit Block-, Dreh- und sonstigen Kondensatoren gesegneten Interessenten sicher von Vorteil ist.

Damit ist gezeigt, daß sich auch mit geringstem technischem Aufwand recht viel für „besonders gute Wiedergabe" tun läßt. Daß recht häufig etwas dafür getan wird und daß dieser Gesichtspunkt immer mehr beim Bau von Geräten berücksichtigt wird, ist Sache unserer Leser.

Zeichnungen vom Verfasser

Neue Schalter-Anordnungen für die Stummabstimmung

Vorschläge für die Ausbildung selbsttätiger Schalter

Von **Heinz Boucke**

Um zu verhindern, daß bei der Abstimmung von schwundgeregelten Rundfunkempfängern auf solche Wellenlängen, auf denen gerade keine Sender arbeiten, die Störfrequenzen mit der vollen Empfindlichkeit des Empfängers aufgenommen und somit überlaut hörbar gemacht werden, sind selbsttätig arbeitende Vorrichtungen — sog. Krachtöter — entwickelt worden. Sie bewirken, daß die Empfindlichkeit des Empfängers während der Abstimmung auf nicht genügend kräftig einfallende Sender niederfrequenzseitig auf Null verringert wird. Wegen der dazu erforderlichen zusätzlichen Röhre konnten sich derartige Regelvorrichtungen nur für verhältnismäßig große Geräte durchsetzen. Man bemühte sich daher um einfache Ersatzanordnungen. Heute wendet man vielfach sog. Stillabstimmschalter an, das ist eine Umschaltung des Empfindlichkeitsgrades, die es gestattet, die Lautstärke des Empfängers während der Bedienung des Abstimmgriffes soweit zu verringern, daß nur derjenige den eingestellten Sender hört, der unmittelbar vor dem Empfänger steht und die Abstimmung vornimmt. Nach beendeter Einstellung wird der Schalter in seine frühere Lage gebracht und damit das Gerät auf normale Lautstärke geschaltet. Obgleich dieser Schalter meist mit dem Bedienungsgriff vereinigt ist, kompliziert sich dadurch natürlich gegenüber einer selbsttätigen Regelung die Bedienung.

Der vorliegende Aufsatz beschäftigt sich nun mit Vorschlägen für neuartige Schalteranordnungen, die es gestatten, eine Empfindlichkeits-Beeinflussung des Empfängers zwangsläufig eintreten zu lassen, sobald die Abstimmung vorgenommen wird, und die ebenso zwangsläufig nach beendeter Einstellung, d. h. nach Loslassen des Abstimmknopfes, das Gerät wieder auf volle Lautstärke schaltet. Dieser Gedanke kann auf die verschiedenste Weise in die Praxis umgesetzt werden.

Man kann z. B. auf dem Umfang des Abstimmknopfes, also dort, wo die Finger der einstellenden Hand während der Einstellung einen Druck ausüben, bewegliche Kontakte anordnen, durch die eine Umschaltung im Sinne einer Stumm- oder Leiseabstimmung erzielt wird, was etwa durch Anlegen einer hohen negativen Gittervorspannung an die Niederfrequenzröhren geschehen kann. Die Kontakte sind dabei so anzuordnen, daß ein Druck auf eine beliebige Stelle des Umfangs genügt, um die Umschaltung vorzunehmen. Dadurch soll vermieden werden, daß bei Veränderung des Fingergriffes zum Knopf, wie sie im Verlauf mehrmaliger Umdrehung des Knopfes vorkommt, eine Art Wackelkontakt entsteht, die zu unangenehmen Störgeräuschen Anlaß geben könnte.

Einen solchen Schalter zeigt Abb. 1 im Querschnitt. Um den Teil 1 des Knopfumfangs ist ein metallenes Kontaktband 2 gelegt, über dem sich in ganz geringem Abstand ein

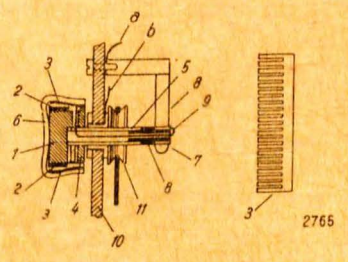


Abb. 1. 1 = Teil des Abstimmknopfes, der vom Kontaktband 2 umgeben ist, 3 = äußeres federndes Kontaktband (siehe Teilbild) 4 = Teil des Knopfes, der den Kontaktstreifen 3 trägt, 5 = Hohlachse, 6 = elastische Isolierhülle, 7 = Kontaktring, der durch das Isolierstück 8 mit der Achse verbunden ist, 9 = Zuleitung zum Kontakt 3, 10 = Frontplatte, 11 = Antriebsrad für den Seilzug, a u. b = Anschluß-Lötösen des Schalters

zweites Kontaktband 3 aus dünnem federndem Messing- oder Bronzeblech befindet, das an dem Teil 4 des Knopfumfangs befestigt ist. Dieses Kontaktband ist nach dem rechten Teilbild in zahlreiche einzelne Zungen kammartig unterteilt. Darüber befindet sich ein elastischer Ring aus Isolierstoff 6, der jedoch mit dem Knopf so vereinigt ist, daß er nur in Richtung zur Achse 5 beweglich ist, während er die Drehkraft ohne wesentliche Verzögerung an den Abstimmknopf und an die Achse weitergibt. Die Achse ist zur Durchführung eines der Anschlüsse 9 hohl ausgeführt. Dieser Anschluß 6 endet in einer an der Achse vermittelst des Isolierstückes 8 befestigten Metallachse 7, an der durch die Metallfeder 8 Kontaktabnahme erfolgt. Der zweite Anschluß ist mit der Frontplatte 10 vereinigt.

Damit bei kurzzeitigem Nachlassen des Einstelldrucks, wie es während der Drehung naturgemäß vorkommt, keine Beeinflussung der Stumm- bzw. Leiseabstimmung erfolgt, ist es zweckmäßig, eine Trägheit mechanischer oder elektrischer Art anzuordnen. Elektrisch läßt sich das ziemlich leicht erreichen, indem man die Sperrspannung (siehe Abb. 2) über einen großen Kondensator C zur Auswirkung kommen läßt, dem ein sehr hoher Widerstand R parallel geschaltet ist. Bei kurzzeitiger Unterbrechung des Schaltkontaktes sinkt dann die Sperrspannung nur unwesentlich ab.

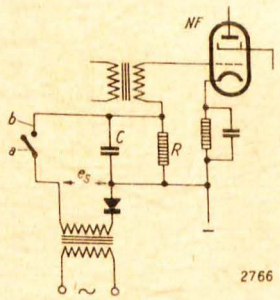


Abb. 2. Schalter für Stummabstimmung mit elektrischer Trägheit. a und b = Schaltkontakte (wie in Abb. 1), e_s = Sperrspannung, C = große Kapazität, R = großer Hochohmwiderstand

Statt der Kontakte können auch veränderliche Kapazitäten, Selbstinduktionen oder Widerstände in den Abstimmknopf derart eingebaut werden, daß sie bei Vornahme der Abstimmung durch den Fingerdruck zwangsläufig verändert werden und ihrerseits wiederum auf irgendeine Art eine Änderung der Empfindlichkeit des Empfängers im Sinne einer Leise- bzw. Stummabstimmung hervorrufen. Dies kann auch hochfrequenzmäßig geschehen, indem z. B. die Kapazitäten, Selbstinduktionen oder Widerstände des Abstimmknopfes eine Einwirkung auf den Rückkopplungsgrad, auf den Ankopplungsgrad der Antenne oder den Kopplungsgrad zwischen den Stufen ausüben, oder eine der Zwischenfrequenzstufen gegenüber den übrigen so verstimmen, daß eine wesentliche Herabsetzung der Empfindlichkeit die Folge ist. Eine derart erzielte Empfindlichkeitsbeeinflussung muß aber so groß sein, daß sie vom Schwundausgleich nicht voll ausgeglichen werden kann. Man erhält dann während des Abstimmvorgangs einen guten Einblick in die Energieverhältnisse und die Störungen der einzelnen Sender, da die gut einfallenden Sender, die für den Empfang in erster Linie in Frage kommen, lauter zu vernehmen sind als die schwächeren Sender, die zumeist mit Störungen behaftet erscheinen.

Der Einbau von durch Druck beeinflußbaren Schaltelementen in einen Abstimmknopf, Griff oder Hebel erfordert aber einen großen Aufwand an feinmechanischer Arbeit. Einfacher zu verwirklichende Anordnungen ergeben sich, wenn nicht der Fingerdruck unmittelbar zur Beeinflussung der Schalter oder Schaltelemente dient, sondern durch den Druck der abstimmenden Hand außer der Drehbewegung des Knopfes auch eine Lageveränderung von Knopf und Achse senkrecht zur Drehbewegung, also in Richtung parallel zur Achse, hervorgerufen wird, die ihrerseits eine Beeinflussung der Schalter oder Schaltelemente ausübt. Es ist also notwendig, eine Anordnung zu treffen, wobei zwangsläufig ein Teil der die Drehung bewirkenden Einstellkraft zur Verschiebung des Knopfes und der Achse parallel zur Achsenrichtung führt. Ähnliche Einrichtungen zeigen die Kurbeln der Fernsprechstationen, bei denen auch die Drehbewegung der Kurbel eine Längsverschiebung der Drehachse bewirkt, wodurch dann ein Kontakt betätigt wird.

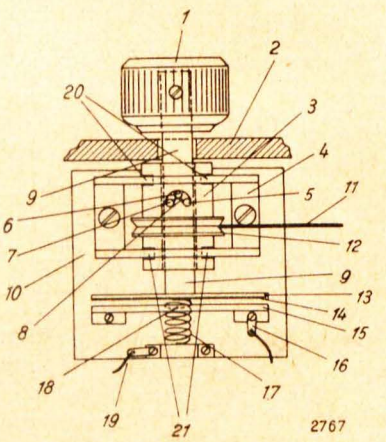


Abb. 3. Abstimmknopf mit Auslösung einer Empfindlichkeitsbeeinflussung durch Parallelverschiebung der Achse im Querschnitt. 1 = Abstimmknopf, 2 = Frontplatte, 3 = Hohlachse, die sich mittels der Nuten 20 und 21 in dem Lager 4 dreht, 5 und 7 = Stellungen des Bolzens im Ausschnitt 8 während der Abstimmung, 6 = Stellung des Bolzens in der Ruhelage, 9 = Achse, 10 = Grundbrett der Abstimm- und Schaltanordnung, 11 = Seilzug, der über das Antriebsrad 12 läuft, 13 = bewegliche Kondensatorplatte mit Isolierschicht 14, 15 = feste Kondensatorplatte, 16 und 19 = Anschlüsse für den Kondensator, 17 = Druckfeder, 18 = Öffnung in der Kondensatorplatte 14 zur Durchführung der Feder 17

Ein Beispiel dafür zeigt Abb. 3. Der Abstimmknopf 1 ist am Ende der Achse 9 befestigt, die in einer Hohlachse 3 gelagert ist. Diese Hohlachse läuft ihrerseits mit zwei eingefrästen Nuten 20 und 21 in der Halterung 4. Die Hohlachse 3 trägt eine Rolle zum Antrieb der Seilschnur 11, welche ihre Drehbewegung auf die oder das Abstimmittel überträgt. Die Hohlachse enthält weiter einen halbkreisförmigen Ausschnitt 8, in die ein in die Achse geschraubter kleiner Stift oder Bolzen eingreift. Die Lagerhalterung 4 der Hohlachse ist auf dem Grundbrettchen 10 befestigt. Gegen die Achse drückt nun die an einem Winkel befestigte Druckfeder 17, so daß der Bolzen für gewöhnlich, d. h. im Ruhezustand der Abstimmanordnung, die mittlere Lage 6 im halbkreisförmigen Ausschnitt 8 einnimmt. An dem dem Abstimmknopf entgegengesetzten Ende trägt die Achse 9 eine Rundscheibe 13, die den einen Beleg einer Kapazität darstellt. Ihr gegenüber befindet sich der zweite Beleg 15, der auf dem Grundbrett befestigt ist und durch deren mittlere Bohrung 18 die Druckfeder hindurchgeht. Die Platte 13 (oder statt dessen 15) trägt eine dünne Isolierscheibe 14, die zur Erhöhung der Kapazität aus einem Isolierstoff hoher Dielektrizitätskonstante (Condensa oder dergl.) bestehen kann. In der der mittleren Stellung 6 des Bolzens entsprechenden Lage der Achse befinden sich beide Platten in einem gewissen Maximalabstand voneinander. Ihre Kapazität ist dann ziemlich gering. Wird nun der Knopf zwecks Vornahme der Abstimmung gedreht, so rutscht — da der Druck des Seilzuges größer ist als der Federdruck — der Bolzen erst in eine der Seitenlagen 5 oder 7 (je nach dem Drehsinn) und überträgt dann erst die Drehkraft an den Antrieb.

In dieser während des Abstimmens vorhandenen Stellung des Bolzens in 5 oder 7 befinden sich die Platten 13 und 15 des Kondensators dicht beieinander, so daß ihre Kapazität um ein Mehrfaches größer ist als vorher. Diese starke Kapazitätszunahme läßt sich nun leicht auf irgendeinem Wege zu einer Empfindlichkeitsbeeinflussung verwenden. Als besonders praktisch ist dabei eine Differentialankopplung der Antenne an den Eingangskreis anzusehen, in deren einen Zweig der Kondensator eingeschaltet ist (Abb. 4). Bei

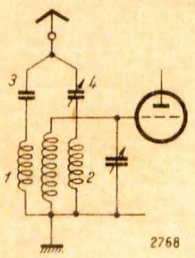


Abb. 4. Schaltung des mit dem Abstimmknopf lt. Abb. 3 gekuppelten Kondensators zur Erzielung einer Stumm- bzw. Leiseabstimmung während des Abstimmvorgangs. 1 und 2 = gegengekoppelte Spulen gleicher Selbstinduktion und gleichen Kopplungsgrades in bezug auf die Gitterkreisspule. 3 = Festkondensator, dessen Kapazität, gleich der Maximalkapazität des mit dem Abstimmknopf gekuppelten Kondensators 4 ist

minimaler Kapazität in der Ruhelage ist die Spule 1 von einem stärkeren Induktionsstrom durchflossen als bei der gegengekoppelten Spule 2. Dagegen nähert sich bei maximaler Kopplung der Platten deren Kapazität dem Wert des Kondensators 3. Infolgedessen werden sich während der Abstimmung die Induktionsströme einander aufheben. Durch die Formgebung des halbkreisförmigen Ausschnitts wird übrigens erreicht, daß bei Hin- und Herdrehen zwecks genauer Einstellung auf die Trägerwelle oder auf einen anderen Sender die Lage des Bolzens nicht je nach dem Drehsinn jeweils von der Stellung 5 zu Stellung 7 — oder umgekehrt — übergehen muß, sondern daß der Bolzen in einer der Stellungen beharrt und nur bei völligem Freilasssen des Abstimmknopfes in die Ausgangslage 6 zurückkehrt.

Bei dieser Anordnung kann die Beeinflussung der Empfindlichkeit auch auf induktivem Wege geschehen, indem beispielsweise die Scheibe 13 sich im Felde einer Selbstinduktion bewegt und dadurch deren Wert verändert. Noch besser ist, die Scheibe aus magnetischem Werkstoff aufzubauen, so daß durch Annäherung an eine gleichfalls mit magnetischem Kern ausgerüstete Spule infolge Verringerung oder Beseitigung des Luftspalts eine erhebliche Selbstinduktionssteigerung verursacht wird. Es können dabei sowohl Hochfrequenzspulen (und Hochfrequenzeisen), als auch Niederfrequenzspulen Verwendung finden. Niederfrequenzmäßig kann die Beeinflussung der Empfindlichkeit durch Änderung der den Röhren zugeführten Regelspannung lt. Abb. 5 derart vor sich gehen, daß die beeinflußte Selbst-

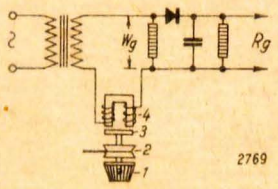


Abb. 5. Schaltungsanordnung, bei der eine Regelspannung durch Beeinflussung einer Drossel bei Vornahme der Abstimmung zwangsläufig geändert wird

1 = Abstimmknopf, 2 = Antriebsrad mit Seilübertragung an die Abstimmelemente, 3 = Scheibe aus magnetischem Material, die während der Abstimmung dem Magnetkern der Niederfrequenz-Drossel 4 genähert wird. Dadurch werden die Wechselspannung Wg und die daraus gebildete Regelgleichspannung Rg beeinflußt

induktion als Drossel geschaltet ist, deren Selbstinduktionsänderung eine Mitänderung jener Wechselspannung W_g (Netztrom) bewirkt, aus der durch Gleichrichtung und Glättung die Regelspannung R_g geformt wird.

Derartige durch Parallelverschub der Achse selbsttätig arbeitende Schaltanordnungen lassen sich in den Fällen, in denen die Achse des Abstimmknopfes mit der Achse der angetriebenen Abstimmittel durch Seilzug, Antriebsscheiben oder Räder gekuppelt ist, verhältnismäßig leicht ausführen. Schwieriger ist es schon, eine solche Schalteranordnung auch dort anzubringen, wo der Abstimmknopf unmittelbar auf der Achse des Abstimmelements sitzt.

Die Übertragung eines Teils der Drehkraft in eine parallel zur Drehachse wirkende Kraft läßt sich auch ohne die Benutzung des in Abb. 3 gezeigten Prinzips bereits durch eine zweckentsprechende Ausgestaltung des Abstimmknopfes erreichen. Bildet man nämlich den Abtimmknopf kegelförmig aus — mit einer der Frontplatte zugewandten größeren Grundfläche —, sowird je nach der Steilheit des Kegels eine mehr oder weniger große Komponente der ursprünglich in Drehrichtung wirkenden Kraft in eine senkrecht dazu arbeitende Kraft überführt. In der Abb. 6 ist eine derartige An-

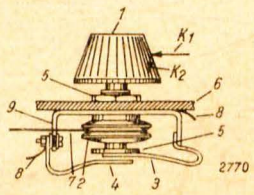


Abb. 6. Anordnung, bei der durch kegelförmige Ausbildung des Abstimmknopfes eine Parallelverschiebung der Achse zum Zweck der Auslösung einer Empfindlichkeitsumschaltung erfolgt. 1 = Abstimmknopf, K_1 = auf den Knopf im Drehsinn wirkende Kraft, K_2 = die senkrecht zur Frontplatte 6 wirkende Komponente der Drehkraft. 2 = Antriebsrad, 3 = Druckfeder, zugleich Kontaktfeder, 4 = Kontaktfeder, 5 = Einlochmontage der Anordnung, 6 = Frontplatte, 7 = Seilübertragung, 8 = Anschlußösen für den Schalter, 9 = Tragwinkel für das Lager der Achse 10

ordnung dargestellt. In der Ruhelage befindet sich der Knopf 1 infolge des Federdrucks in der gezeichneten Stellung. Bei Anfassen des Knopfes mit einer Kraft K — in der Zeichnung durch einen Pfeil K_1 dargestellt — bewirkt der Kraftanteil K_2 ein Verschieben der Achse entgegen dem Druck der Feder 3 in eine abweichende Stellung. Ob dadurch — wie in der Abbildung — ein Kontakt eingeschaltet wird oder ob kapazitive oder induktive Beeinflussungen dadurch ausgelöst werden, ist in diesem Zusammenhang unerheblich. Auch hier ist die Vorrichtung einer mechanisch oder elektrisch wirkenden Trägheit, wodurch die Beeinflussung von kurzzeitigem Nachlassen des Einstelldrucks unempfindlich wird, von Wert. Bei dieser Anordnung mit kegelförmigem Abstimmknopf wird auch die Lage des Antriebsrades 2 um ein bis zwei Millimeter verschoben, was in den meisten Fällen praktisch nicht nachteilig ist. Als angenehm empfindet man hier das Fehlen jeglichen toten Ganges.

Wenn darauf Wert gelegt wird, daß das Antriebsrad 2 (Abb. 6) von der Parallelverschiebung unbeeinflußt bleibt, so richte man sich nach Abb. 7. Hier ist die Ausführung nach Abb. 3 beibehalten und nur insofern geändert worden, als statt des halbkreisförmigen Ausschnitts ein gerader ca. 2 mm + Bolzendurchmesser in der Länge messender Ausschnitt in der Längsrichtung der Hohlachse eingeschnitten ist, so daß der die Drehkraft an die Hohlachse vermittelnde Bolzen nicht mehr in der Drehrichtung, sondern nur noch in Richtung senkrecht zur Frontplatte sich bewegen kann.

Da man nicht immer eine Stumm- oder Leiseabstimmung wünscht, ist es zweckmäßig, einen zusätzlichen Schalter anzubringen, durch den die Wirkung des Mechanismus auf elektrische Weise unterbunden wird. Statt dessen läßt sich

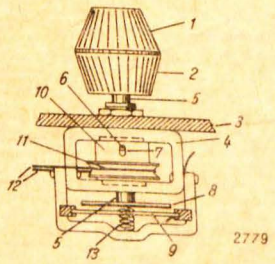


Abb. 7. Anordnung zur wahlweisen Laut- oder Stummabstimmung. 1 = der vordere zur Stummabstimmung benutzte Teil des Abstimmknopfes, 2 = der zur Lautabstimmung benutzte Knopfteil, 3 = Frontplatte, 4 = Lager für die Hohlachse 10, 5 = Achse des Abstimmknopfes mit dem Bolzen 6, der in dem Ausschnitt 7 der Hohlachse verschiebbar ist, 8 und 9 = Kondensatorplatten, 11 = auf der Hohlachse befestigtes Antriebsrad mit der Seilübertragung 12, 13 = Druckfeder, welche die Achse nach der Stummabstimmung in die Ruhelage zurückführt

auch der Mechanismus selbst in diesem Sinne beeinflussen, und zwar geschieht dies bei der Anordnung mit dem kegelförmigen Abstimmknopf einfach dadurch, daß man die der Frontplatte zugekehrte Seite des Kegelknopfs als breiten Zylinderrand ausbildet oder noch besser gemäß Abb. 7 als einen zweiten Kegel mit einer der Frontplatte zugewandten kleineren Grundfläche. Stimmt man durch Anfassen des vorderen Kegelknopfes ab, so wirkt sich eine Kraftkomponente in oben geschilderter Weise als Stumm- oder Leiseabstimmung aus. Faßt man dagegen bei der Abtimmung am zylindrisch oder entgegengesetzt kegelförmig ausgebildeten Teil des Knopfes an, so bewegt sich der Knopf nicht in Richtung zur Frontplatte und man bekommt somit wahlweise eine Lautabstimmung, ohne daß dazu irgendeine zusätzliche Schalteranordnung notwendig wäre.

Bei den angegebenen Anordnungen verschiebt sich die Achse mitsamt dem Abstimmknopf. Es ist natürlich auch möglich, bei entsprechender Umänderung der Ausführungen die Achse unverschiebbar zu machen und statt dessen eine Verschiebung des Abstimmknopfes in Achsenrichtung zur Beeinflussung von Schaltkontakten oder Schaltelementen auszunutzen. Dies könnte dann Vorteile bieten, wenn eine derartige zwangsläufige Stummabstimmung nachträglich verwirklicht werden soll. Die elastische Gegenkraft, welche die Ruhelage des Knopfes in bezug auf seinen Abstand von der Frontplatte bestimmt, kann dabei als zwischen Achse und Knopf oder zwischen Knopf und Frontplatte wirkend angeordnet werden, z. B. in Gestalt einer in den Knopf zwischen Achsende und Knopfwandung eingebrachten Spiralfeder.

Die Verwendung solcher Schalteranordnungen ist im übrigen nicht auf die Erzielung einer Stumm- oder Leiseabstimmung beschränkt. Mit ihrer Hilfe läßt sich z. B. erreichen, daß etwa vorhandene Zusatzlautsprecher während der Abstimmung selbsttätig abgeschaltet oder wenigstens in einem stärkeren Maße beeinflußt werden als der in das Gerät eingebaute Hauptlautsprecher. Ferner können solche Schalter zweckmäßig sein, wenn es gilt, die bei Aus- oder Einschaltung von Empfängern, beim Wellenbereichwechsel, bei Übergang zum Plattenspiel oder bei sonstigen Umschaltungen am Empfänger auftretenden Schalt- und Knackgeräusche nicht zur Wirkung kommen zu lassen. Dies geschieht in der Weise, daß während der Bedienung des betreffenden Schaltknopfes — also für die Zeitdauer der Umschaltung — der Lautsprecher ausgeschaltet wird. Dabei darf der Lautsprecher natürlich nicht in einen Gleichstromweg geschaltet sein, der mit unterbrochen wird, sondern es muß entweder seine Verbindung mit dem Ausgangstransformator durch diese Mechanik gelöst oder seine Anschlußleitungen müssen überbrückt werden.

Versuchsweiser Gleichwellen-Rundfunk der Reichssender Berlin, Breslau, Königsberg

In der Zeit vom 2. bis 7. März werden die drei Reichssender Berlin, Breslau und Königsberg nicht wie gegenwärtig auf verschiedener Wellenlänge arbeiten, sondern versuchsweise auf gleicher Welle senden. Infolgedessen werden nicht drei verschiedene Programme, sondern ein Gemeinschaftsprogramm übertragen. Als Gleichwelle ist für diesen Versuch die jetzige Berliner Welle von 356,7 m/841 kHz gewählt worden.

Dieser auf 6 Tage beschränkte Versuch, der mit drei räumlich ziemlich nahe beieinander liegenden Reichssendern zum ersten Male durchgeführt wird, soll ermitteln, ob auf diesem Wege der deutschen Wellenknappheit gesteuert werden kann, so daß dann durch freiwerdende Wellen die kulturpolitisch wünschenswerte Versorgung der verschiedenen deutschen Gaue mit eigenen Programmen ermöglicht werden kann.

Allerdings werden bei diesem sechstägigen Versuch die freiwerdenden Wellen nicht benutzt, da eine umfassende Beobachtung in dem Gebiet der bisher auf diesen drei Wellen sendenden Reichssender durchgeführt wird und gleichzeitig die Mitarbeit der Rundfunkhörer beim Empfang der Gleichwellen dringend erwünscht ist.

Die Rundfunkhörer werden deshalb gebeten, den Versuch unter allen Umständen durch das Abhören der Gleichwelle zu unterstützen. In gewissen Gebieten werden voraussichtlich Empfangsstörungen auftreten, so daß ein Empfang der Gleichwelle nicht möglich ist. Es kann auch sein, daß diese Erscheinung zu verschiedenen Tageszeiten wechselt und z. B. der Tagesempfang gut, der Nachtempfang schlecht ist. Es wird darum gebeten, alle derartigen Beobachtungen der Rundfunkhörerschaft an die Reichssendeleitung Berlin unter dem Stichwort „Sender-Beobachtung" einzusenden.

Am Sonnabend, dem 7. März, 18.45 Uhr, wird der Gleichwellenversuch beendet. Es tritt dann eine Funkstille von einer Stunde für die Reichssender Breslau und Königsberg auf, während der Reichssender Berlin sein Programm weitersendet. Am Sonnabend, dem 7. März 19.45 Uhr (7.45 Uhr abends), nehmen dann auch die Reichssender Breslau und Königsberg auf ihrer heutigen Welle, d. h. Reichssender Breslau auf Welle 315,8 m 950 kHz, Reichssender Königsberg auf Welle 291 m 1031 kHz, ihren eigenen, von Berlin getrennt laufenden Programmbetrieb wieder auf.

Die Untersuchung von Klangbildern

Einrichtungen für Elektroakustiker und Musiker

Von **Dipl.-Ing. Paul E. Klein**

Am 24. Februar hielt Dipl.-Ing. Paul E. Klein im vollbesetzten Großen Hörsaal des II. Physikalischen Institutes der Universität Berlin den von uns bereits angekündigten Vortrag über die Anwendung von Elektronenstrahl-Oszillographen auf elektro-akustischem Gebiet. Den wesentlichen Inhalt dieses Vortrags gibt der nachstehende Aufsatz wieder.

Auf Grund der Arbeiten von Industrie und Wissenschaft ist in der letzten Zeit eine große Reihe von technischen Hilfsmitteln geschaffen worden, die für die exakt-wissenschaftliche Beobachtung und Untersuchung akustischer Probleme zur Verfügung stehen. Die Hilfsmittel sind sehr mannigfaltiger Art und wurden zum Teil unabhängig voneinander entwickelt.

Zur genauen Untersuchung elektroakustischer Vorgänge muß außer dem Ohr auch das Auge zu Hilfe genommen werden. Es müssen also sowohl akustische als auch optische Hilfsmittel zur Verfügung stehen, deren Vereinigung wiederum erst ein allen Ansprüchen genügendes Laboratorium ergibt.

Zweck der folgenden Abhandlung soll es sein, die vorhandenen Hilfsmittel zu beschreiben und im Anschluß dabei einen Vorschlag zum Bau einer großen Untersuchungseinrichtung zu machen.

Für diese Untersuchungen stehen heute folgende Hilfsmittel zur Verfügung:

1. Akustische Beobachtung (Schallaufzeichnung),
   a) Schallplatte
   b) Tonfilm
2. Optische Beobachtung
   a) Unmittelbare Beobachtung
   b) Registrierung der Klangbilder
3. Klanganalyse
   a) Auswertung der unter 2) gewonnenen Kurven
   b) Unmittelbare Klanganalyse

Für die Aufzeichnung akustischer Vorgänge sind heute im wesentlichen drei Verfahren bekannt, nämlich:

1. Mechanische Aufnahmeverfahren
   a) Schallplatte aus Gelatine oder Metallophonplatten
   b) Wachsplatte
2. Elektromagnetische Verfahren
   a) Quermagnetisierung eines Stahlbandes
   b) Filmband mit Eisenbelag
3. Optische Verfahren
   a) Tonfilm
   b) Lichtschallplatte (wenig verbreitet).

Für höchste Ansprüche bleibt außer dem Tonfilm allein die Wachsschneideeinrichtung übrig. Diese kommt auch deshalb in Frage, weil die Aufnahmen sofort wiedergabebereit sind. Wir wollen zunächst einmal die Wirkungsweise einer Wachsschneid- und Abspieleinrichtung kurz beschreiben.

Die Gesamtansicht einer solchen Anlage zeigt Abb. 1. Durch einen Motor konstanter Umdrehungszahl (Synchronmotor) wird die wie eine kleine Werkzeugmaschine anmutende Vorrichtung zum Drehen der Wachsplatten angetrieben. Es wird erstens der schwere Teller gedreht und zweitens der Support, der den Vorschub der Schneiddose besorgt, transportiert. Mit dem gleichen Support wird auch die Abnehmerdose vorwärtsbewegt. Die Wachsplatten sind so weich, daß sie erstens alle Frequenzen naturgetreu aufnehmen und wiederzugeben gestatten und zweitens nicht das härteren Materialien charakteristische Nadelrauschen ergeben. Dementsprechend sind auch die mit einem Saphir arbeitende Schneiddose und der mit einer Stahlabspielnadel ausgerüstete Tonabnehmer konstruiert. Der Wachsschreiber wurde eigens für die beschriebene Wachsaufnahme- und Wiedergabeeinrichtung geschaffen; er muß am Support vollkommen erschütterungsfrei aufgehängt werden, was durch eine Öldämpfung und Lagerung zwischen zwei Spitzen erreicht ist. Auf diese Weise werden alle Verzerrungen möglichst vermieden und ein geringer Klirrfaktor gewährleistet. Für Meßzwecke werden Schreiber mit besonders breiter geradliniger Frequenzkurve gebaut. Ebenso wichtig für elektroakustische Untersuchungen wie der Schreiber ist die Wachsabhördose; nur mit dieser ist eine direkte Abtastung der soeben geschnittenen Wachsplatten möglich. Diese Abhördose ermöglicht sogar ein mehrmaliges Abhören der Wachsplatten. Neben dieser Einrichtung spielt auch der Tonfilm eine gewisse Rolle; eine diesem ähnliche Registriereinrichtung soll weiter unten besprochen werden. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß man für die Intensitätsschrift neuerdings vielfach die Braunsche Röhre verwendet. Nach Abb. 2 wird auf dem Leuchtschirm einer besonders für diese Zwecke konstruierten Röhre, nicht wie bei normalen Braunschen Röhren, ein Leuchtpunkt, sondern ein Strich erzeugt. Vor dem Leuchtschirm dieser Röhre läuft der Tonstreifen vorbei, während der Wehneltzylinder — die Lichtsteuerelektrode — wie beim Fernsehen moduliert wird. Dadurch wird der Strich in seiner Helligkeit verändert und erzeugt dementsprechend auf dem Filmstreifen hellere und dunklere Stellen. In Abb. 3 ist eine solche Anlage im Prinzip dargestellt.

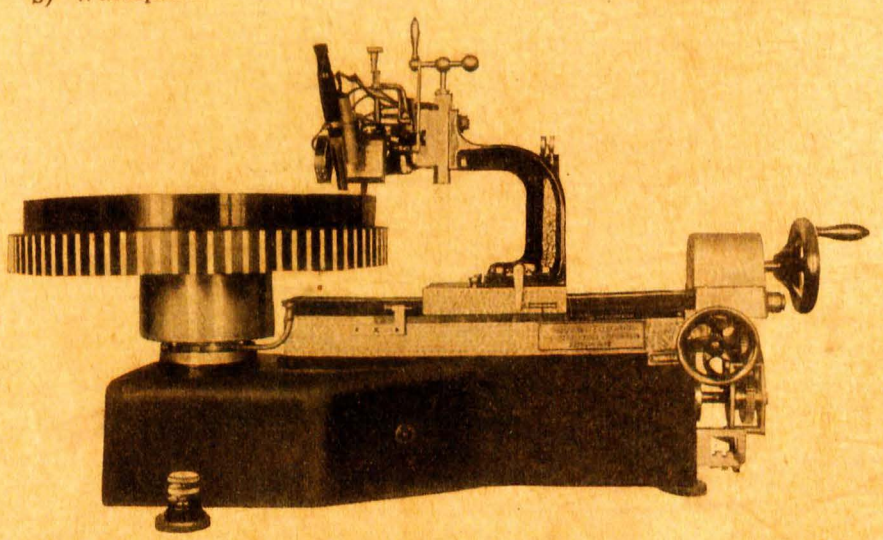


Abb. 1. Wachsaufnahme- und Wiedergabemaschine

Diese beiden eben beschriebenen Verfahren — Wachsaufnahme und Tonfilm — dienen nun zur akustischen Wiedergabe und Auswertung der Klangbilder, also von Musik,

Klängen oder Geräuschen. Wie wir aber bereits eingangs erwähnten, ist für genaue Untersuchungen auch das optische Verfahren nötig. Hierfür sind in neuester Zeit wichtige Hilfs-

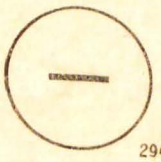


Abb. 2. Schirm einer Tonfilmröhre mit einem Leuchtstrich, der moduliert wird

mittel geschaffen worden. Es ist dies der Elektronenstrahl-Oszillograph, der — insbesondere durch die Konstruktion neuer tragbarer Geräte — die Bedienung dieses Instrumentes auch dem Laien ermöglicht und so auch für den Musiker brauchbar ist.

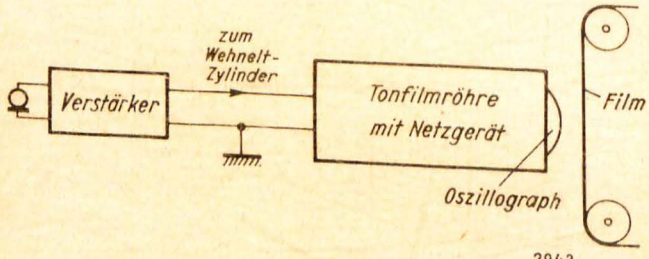


Abb. 3. Schaltung einer Tonaufnahmeeinrichtung für Filme mit einer Tonfilm-Elektronenstrahlröhre

Zwei Arten musikalischer Klangbilder sind zu unterscheiden. Die eine Art umfaßt die Töne aller geblasenen Musikinstrumente sowie der Streichinstrumente, solange sie vollkommen gleichmäßig bedient werden. Abklingende Töne dagegen gehören schon zur anderen Art. Dieser anderen Art gehören insonderheit alle Töne angeschlagener oder angerissener Instrumente an. Als Beispiel führen wir an für angeschlagene Instrumente das Klavier und das Schlagzeug sowie Becken, als angerissene das Cembalo, die Harfe oder sonstige Zupfinstrumente usw. (Es soll natürlich an dieser Stelle keine ausführliche Aufzählung und Eingliederung der Instrumte vorgenommen werden.)

Wir wollen zunächst eine Einrichtung zur Untersuchung von Klangkurven der ersten Art besprechen. Den Betrieb und die Arbeitsweise des Elektronenstrahl-Oszillographen selbst wollen wir, weil in dieser Zeitschrift des öfteren beschrieben, als bekannt voraussetzen. Wir gehen davon aus, daß der in der Braunschen Röhre erzeugte Elektronenstrahl auf dem Leuchtschirm einen Leuchtpunkt erzeugt. Dieser Elektronenstrahl ist in zwei Achsen

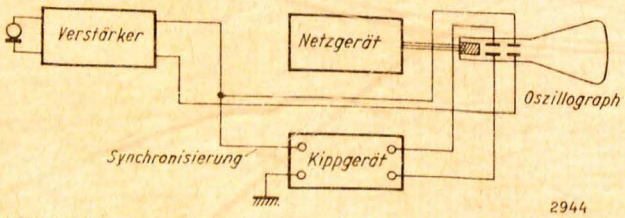


Abb. 4. Schaltung zur Aufnahme periodischer Klangbilder mit Sychronisierung der Zeitablenkung

durch elektrische oder magnetische Felder ablenkbar und erzeugt in abgelenktem Zustand auf dem Schirm Leuchtfiguren. Wir nutzen für unsere Untersuchungen beide zur Verfügung stehenden Achsen durch elektrische Ablenkung aus. In der einen Richtung wollen wir durch Kippschwingungen eine zeitproportionale Ablenkung vornehmen, in der anderen die Ablenkung durch die in elektrische Schwingungen umgewandelten akustischen Schwingungen. Wir wollen weiter verlangen, daß die zeitproportionale Kippschwingung ein gerade Vielfaches der Tonschwingung ist. Man erreicht auf diese Weise ein mehrmaliges Überschreiben der Klangkurven und somit die Erzeugung stehender Klangbilder zur unmittelbaren optischen Beobachtung der gespielten Töne.

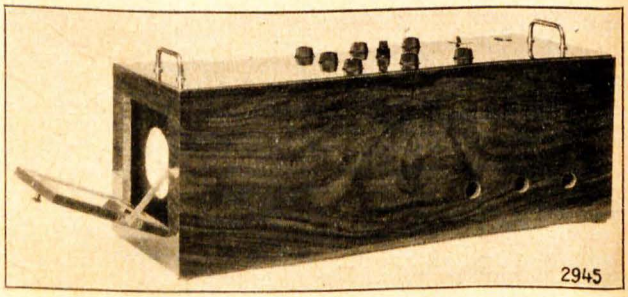


Abb. 5. Tragbarer Elektronenstrahloszillograph mit eingebautem Netzgerät und Kippschwingungsgerät

Eine Einrichtung mit diesen Eigenschaften ist in Abb. 4 dargestellt. Die von einem hochwertigen Mikrophon aufgenommenen Schwingungen werden in einem Meßverstärker mit innerhalb des Tonfrequenzbandes gerader Frequenzkurve verstärkt und den senkrechten Ablenkplatten der durch ein Netzgerät betriebenen Braunschen Röhre zugeleitet. An die waagerechten Platten dagegen wird eine Kippschwingung gelegt, die durch einen vom Tonverstärker abgezweigten Teil der Tonfrequenzspannung synchronisiert wird. Die Kippschwingung beträgt dann je nach der Einstellung einen Bruchteil der Tonschwingung, so daß von dieser eine oder mehrere Perioden dargestellt werden. Mit einer solchen Einrichtung kann man stehende Leuchtfiguren auch der kompliziertesten periodischen Klangbilder erzeugen, wie einige am Schluß des Aufsatzes gezeigte auf diese Weise aufgenommene Klangkurven beweisen. Eine Registrierung derartiger Kurven ist mit jedem einfachen Photo-Apparat möglich und erfordert keinerlei weitere Hilfsmittel. Ein sogenannter tragbarer Oszillograph, der alle zur Aufnahme solcher Kurven erforderlichen elektrischen Hilfsmittel enthält, ist in Abb. 5 dargestellt.

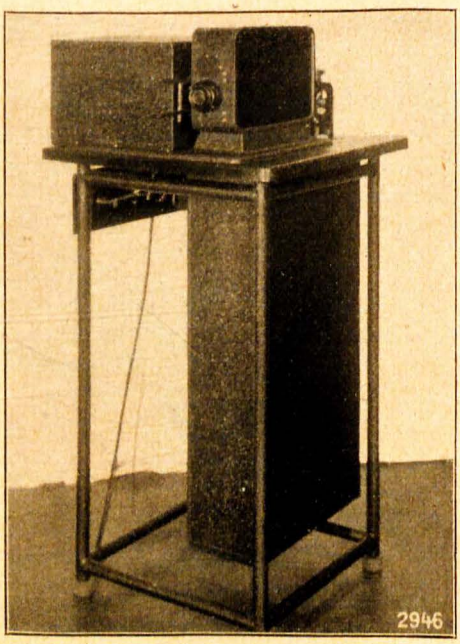


Abb. 6. Universal-Registriereinrichtung mit zwei Antriebsmotoren für beliebige Filmgeschwindigkeit

Eine solche Einrichtung ist — wie erwähnt — ohne weitere Hilfsmittel nur zur Aufnahme von Klangbildern der ersten Art geeignet. Bedient man sich aber weiter einer sogenannten

Registriereinrichtung, die eigens für den Elektronenstrahl-Oszillographen geschaffen ist, dann kann man Vorgänge beider Arten registrieren. Während bei der vorigen Einrichtung die nur Bruchteile von Sekunden andauernden Schwingungen immer wieder überschrieben werden, da sie immer wieder über den Schirm geleitet werden und wegen der Synchronisierung genau wieder zusammenfallen, kann man bei Schwingungen der anderen Art nicht mehrere Perioden übereinanderschreiben, da ja die Kurvenform immer wieder eine andere ist und sich nicht wiederholt. Man könnte eine solche Schwingung auch nicht mit dem bloßen Auge beobachten, weil der schnell über den Leuchtschirm schwingende Leuchtpunkt keinen ausreichenden Eindruck im menschlichen Auge hinterläßt. Aus diesem Grunde wählt man für die universellere Art der Untersuchung von Schwingungen solcher Natur eine Registriereinrichtung. Das Kippschwingungsgerät ist dann nicht erforderlich. Man läßt den Elektronenstrahl also nur in der einen Richtung durch die Klangschwingungen ablenken und besorgt die Zeitablenkung durch einen vor dem Leuchtschirm vorbeigezogenen Filmstreifen.

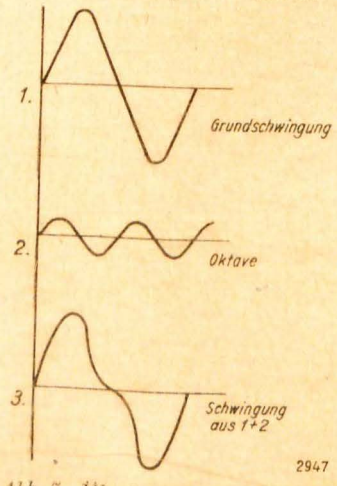


Abb. 7. Überlagerung einer Grundschwingung mit der Oktave

Die Geschwindigkeit des Filmes richtet sich nach der Frequenz der zu untersuchenden Schwingung; sie muß also veränderlich sein, genau so, wie man auch bei Verwendung eines Kippschwingungsgerätes die Frequenz der Kippschwingung und damit die Geschwindigkeit der Abtastung in der Zeitachse je nach der Frequenz der untersuchten Schwingung verändert. Die Kippgeschwindigkeit richtet sich nach der Frequenz der Klangschwingung und nach der gewünschten räumlichen Auseinanderziehung der Zeitachse. Eine Registriereinrichtung mit veränderlicher Filmgeschwindigkeit ist in Abb. 6 dargestellt. Sie gestattet den Betrieb mit einem Filmstreifen wie auch unmittelbare Registrierung auf einen lichtempfindlichen Papierstreifen. Bei diesem Verfahren braucht keinerlei Synchronisierung vorgenommen zu werden. Man kann die verschiedensten Klangkurven damit aufnehmen.

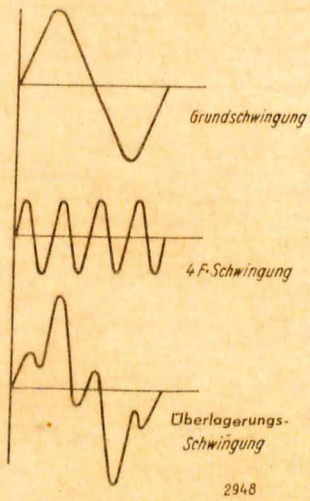


Abb. 8. Überlagerung einer Grundschwingung mit der doppelten Oktave

Vor der Auswertung ist allerdings eine photographische Entwicklung der Aufnahmen erforderlich. Mehrere Aufnahmen mit einer Registriereinrichtung werden gleichfalls am Schluß der Arbeit gezeigt.

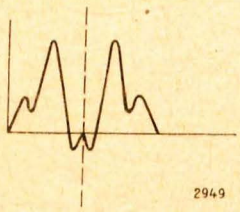


Abb. 9. Die Spiegelung der Überlagerungs-Schwingung nach Abb. 8 um die Zeitachse

Zum Auswerten der auf visuellem oder registrierendem Weg gewonnenen Kurven benötigt man weitere Hilfsmittel. Nach Fourier ist jede Kurve in eine Anzahl sinusartige Schwingungen verschiedener Frequenz, Amplitude und Phase zu zerlegen. In der Musik bezeichnet man ja diese Zerlegung als Klanganalyse.

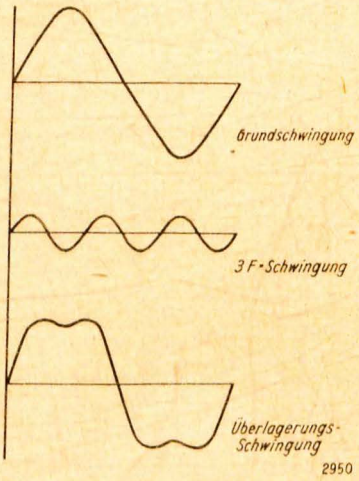
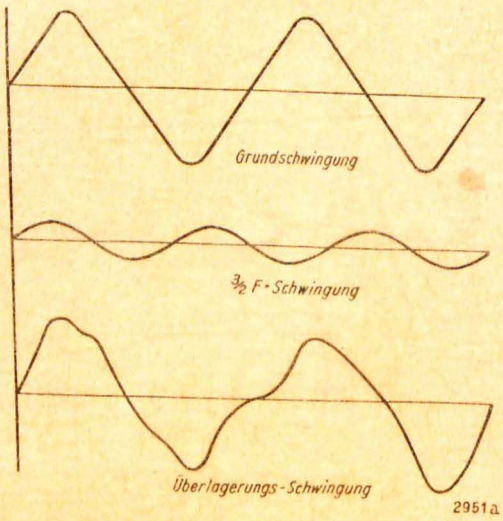


Abb. 10. Überlagerung einer Grundschwingung mit der dritten Harmonischen

Die Analyse sei zunächst am umgekehrten Vorgang, nämlich der Zusammensetzung mehrerer sinusartiger Kurven, an Hand einiger Abbildungen erläutert. In Abb. 7 ist die Überlagerung einer sinusartigen Grundschwingung mit einer Schwingung doppelter Frequenz (Oktave) dargestellt Als Oktav-Schwingung wurde in diesem Beispiel eine sinusartige Schwingung kleinerer Amplitude gewählt, was ja dem wirklichen Fall des Auftretens von Oberschwingungen entspricht. Die sich durch Addieren beider Kurven ergebende Resultierende ist nicht mehr sinusartigen Charakters, weist vielmehr andere ganz charakteristische Merkmale auf, die weiter unten besprochen werden sollen.

Zunächst aber sei eine andere Überlagerung an Hand der Abb. 8 erläutert. Hier sind eine Grundschwingung und eine solche vierfacher Schwingungszahl (zweite Oktave) überlagert worden. Beide Kurven, sowohl nach Abb. 7 als auch nach Abb. 8, haben das charakteristische Merkmal, daß, wenn man die zweite, unterhalb der Null-Linie liegende Hälfte der Kurve nach Abb. 8 um die Zeitachse klappt, man eine Kurve vom Typ der Abb. 9 erhält. Diese Kurve erscheint wie an einer gestrichelt gezeichneten Geraden gespiegelt.

In Abb. 10 dagegen ist die Überlagerung einer Grundschwingung mit einer solchen der dreifachen Schwingungszahl dargestellt. Dies würde dem Grundton und der Quinte der Oktave entsprechen. Als weiteres Beispiel ist in den Abb. 11 a und 11 b die Überlagerung einer Grundschwingung und der $^3/_2$ fachen Frequenz angegeben; dies entspricht der Quinte der Grundschwingung. In Abb. 12 ist bei



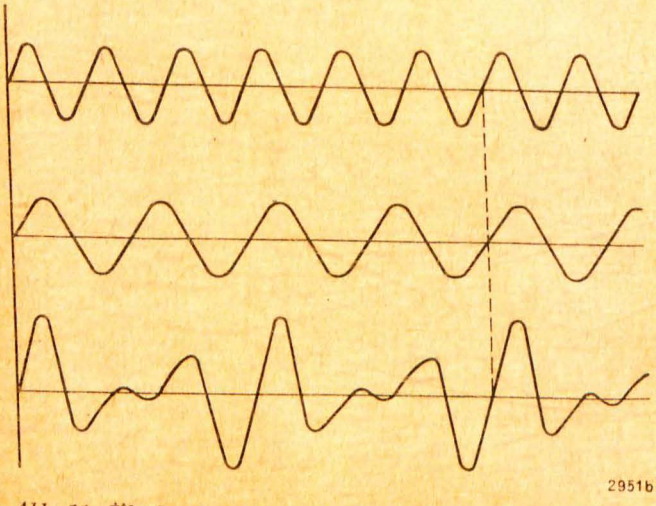


Abb. 11. Überlagerung einer Grundschwingung mit der $^3/_2$fachen Schwingung der Quinte

der Schwingung nach Abb. 10 eine Schwenkung der zweiten Hälfte der Periode um die Zeitachse vorgenommen. Zieht man hier wieder die gestrichelt gezeichnete Linie, so erhält man zwei einander gleiche, also nicht gespiegelte Perioden. Dieser Versuch läßt also erkennen, ob in einer Schwingung gerade oder ungerade Oberschwingungen enthalten sind.

Überlagert man dagegen zwei Schwingungen ähnlicher Frequenz, was also etwa Grundton und Sekunde oder Terz entspricht, dann ergeben sich Schwebungen, wie in Abb. 13

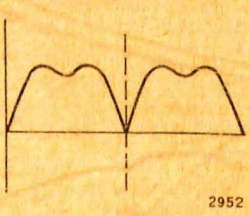


Abb. 12. Spiegelung einer Schwingung mit ungerader Harmonischer um die Zeitachse

dargestellt. Bei komplizierteren Klangbildern wird diese dem Musiker und Elektroakustiker wohlbekannte Analysierung aber wesentlich schwieriger, wenn man nur die oben erwähnten Überlegungen oder sonstige für die Untersuchung von Kurven bekannten mathematischen Hilfsmittel verwendet. Auch hierfür hat aber die Technik ein wichtiges technisches Hilfsmittel geschaffen, nämlich den automatischen Klanganalysator oder das Tonspektrometer.

Dieses Instrument, welches gleichfalls mit einer Braunschen Röhre ausgerüstet ist, soll in seiner Wirkungsweise nunmehr beschrieben werden.

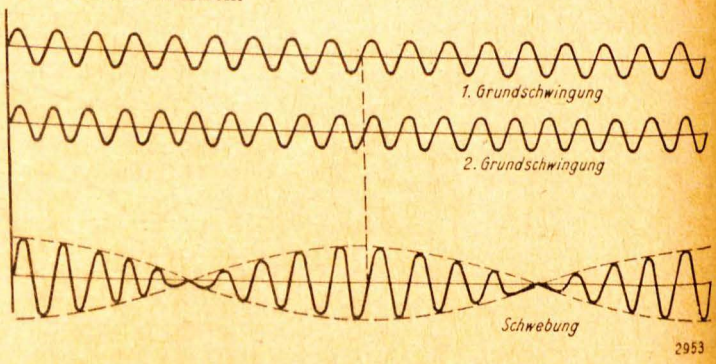


Abb. 13. Überlagerung zweier Schwingungen mit ähnlicher Frequenz

Trägt man die durch Analysierung gewonnenen Frequenzen in Abständen, die der Frequenz entsprechen, in Gestalt senkrechter Linien, deren Längen der Amplitude der jeweiligen Frequenz entsprechen, nebeneinander auf, wie in Abb. 14

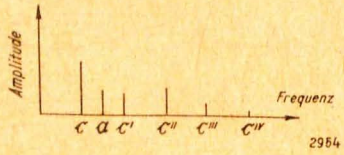


Abb. 14. Darstellung eines Tonspektrums

z. B. ausgeführt, dann erhält man ein sogenanntes Frequenzspektrum. Das Klangspektrometer soll dieses automatisch auf dem Leuchtschirm des Elektronenstrahl-Oszillographen erzeugen. Das Prinzipschaltbild einer solchen Anlage zeigt Abb. 15. Man leitet die in einem Mikrophon aufgenommenen Schwingungen durch einen Vorverstärker zu einem Umschalter, der wahlweise verschiedene Resonanzkreise an einen Hauptverstärker legt, dessen Ausgang mit dem senkrechten Ablenkplattenpaar der Braunschen Röhre verbunden ist. Die Schaltarme der beiden Umschalter setzt man auf eine durch einen Motor angetriebene Achse. An die waagerechten Ablenkplatten dagegen legt man eine Kippschwingung, die den Leuchtpunkt gerade einmal über den Leuchtschirm laufen läßt, wenn alle Resonanzkreise durchlaufen sind. Die Einrichtung muß so getroffen werden, daß die Ablenkung zeitproportional ist und auch der Umschalter die Resonanzkreise für die verschiedenen Frequenzen zeitproportional einschaltet.

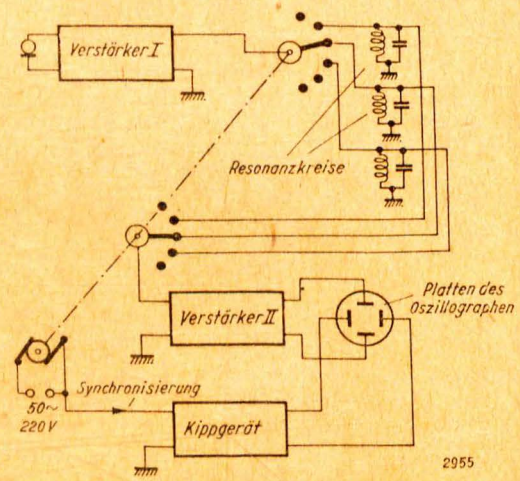


Abb. 15. Schaltung zur automatischen Registrierung eines Linienspektrums mit Elektronenstrahl-Oszillographen

Je nach angeschaltetem Resonanzkreis wird die in dem Klang enthaltene Schwingung gemäß ihrer Stärke auf dem Leuchtschirm einen Ausschlag erzeugen. Wegen der gleichzeitigen Ablenkung in der zweiten Richtung werden diese angezeigten Amplituden nebeneinander aufgezeichnet. Sie ergeben auf diese Weise ein getreues Abbild der in dem Klang enthaltenen Frequenzen sowie deren Amplituden. Für die Untersuchung von Geräuschen, in welchen ja nicht wohldefinierte Schwingungen, sondern ein ganzes Schwingungsband enthalten ist, würde man nicht mehrere verschiedene Resonanzkreise einschalten, sondern durch einen stetig verändert abgestimmten Resonanzkreis das ganze Klangspektrum, das alsdann nicht mehr nur einzelne Linien, sondern breite Bänder enthält, aufzeichnen. Das Schaltbild einer solchen Anlage würde im Prinzip dem in Abb. 16 gezeichneten entsprechen.

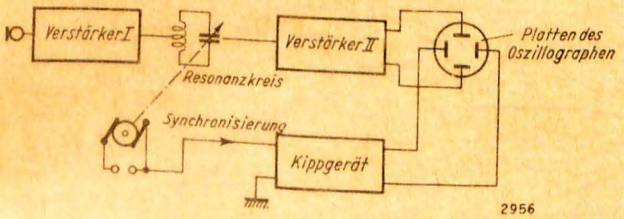


Abb. 16. Schaltung zur Aufnahme eines Band-Tonspektrums mit Elektronenstrahloszillographen

Das Ergebnis einer von Prof. Erwin Meyer im Institut für Schwingungsforschung vorgenommenen Klanganalyse eines Klaviertones ist in Abb. 17 dargestellt.

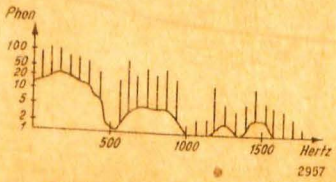


Abb. 17. Ein von Prof. Erwin Meyer aufgenommenes Klavier-Ton-Spektrum

Diese Analyse ist insofern interessant, als sie neben dem sogenannten Linienspektrum, zu dessen Aufnahme also einzelne nacheinander eingeschaltete Resonanzkreise dienen würden, auch ein Bandspektrum enthält, das bei einer Anlage nach Abb. 15 nicht mitregistriert worden wäre.

Weitere wichtige Hilfsmittel zur Untersuchung von Klangbildern sind Mikrophone und Verstärker, die das ganze Frequenzband der Elektroakustik zu übertragen gestatten. Hierbei sollen auch solche Töne berücksichtigt werden, die unterhalb oder oberhalb der Hörgrenze liegen, also Infra- und Ultraschallschwingungen Hierfür sind besondere Mikrophone und Verstärker geschaffen worden. Abb. 18 zeigt einen sogenannten Oszillographenverstärker, der ein Frequenzband von 0,1 bis 2×10^4 geradlinig durchläßt. Die Frequenzkurve des Verstärkers ist in Abb. 19 aufgetragen. Durch Zusammenbau der obengenannten Einrichtung, also der Wachsschneid- und Abhöreinrichtung, des

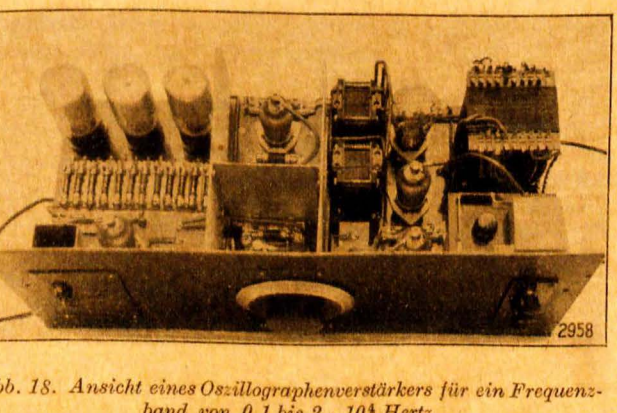


Abb. 18. Ansicht eines Oszillographenverstärkers für ein Frequenzband von 0,1 bis $2 \cdot 10^4$ Hertz

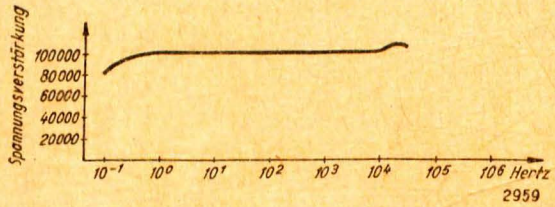


Abb. 19. Frequenzkurve des in Abb. 18 dargestellten Verstärkers

Elektronenstrahl-Oszillographen mit Registriereinrichtung und Kippschwingungsgerät für periodische und aperiodische Klanguntersuchungen und Klanganalysator sowie des Oszillographen-Tonfrequenz-Verstärkers erhält man eine alles umfassende, für universelle Anwendung brauchbare und vor allem von Laien zu bedienende Einrichtung.

Abb. 20 zeigt die Zeichnung einer solchen Einrichtung,

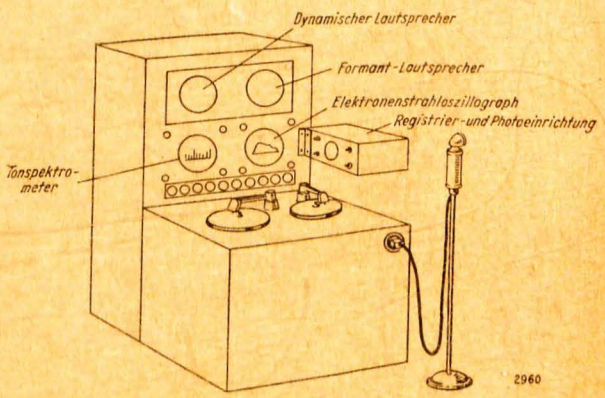


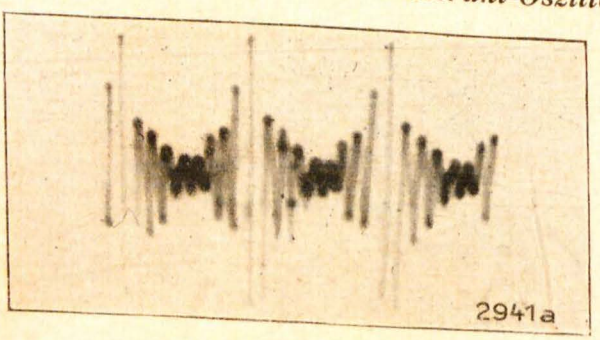
Abb. 20. Universelle Versuchseinrichtung für Elektroakustiker und Musiker

wie sie zum Beispiel hergestellt werden könnte. Nicht zu vergessen wären bei einer solchen Anlage auch eine hochwertige Tonwiedergabeeinrichtung mit zwei Lautsprechern, einem dynamischen und einem sogenannten Hochton- oder Formantlautsprecher. Die Anlage wäre in einen Schrank einzubauen, in dessen Frontplatte die Öffnungen für die beiden Elektronenstrahl-Röhren für Klangkurven und Klanganalyse vorhanden sind. Darüber befinden sich die Öffnungen für die beiden Lautsprecher. Vor der Vorderplatte ist seitlich ausschwenkbar eine Photo- und Registriereinrichtung vorhanden, die zur photographischen Registrierung dient; sie kann wahlweise vor die Klangkurven oder das Klangspektrum geschaltet werden. Die Wachsaufnahme- und Wiedergabeeinrichtung sowie eine normale Schallplattenwiedergabeeinrichtung befinden sich auf einem entsprechenden Vorbau. Zur Einrichtung gehört das hochwertige Kondensatormikrophon.

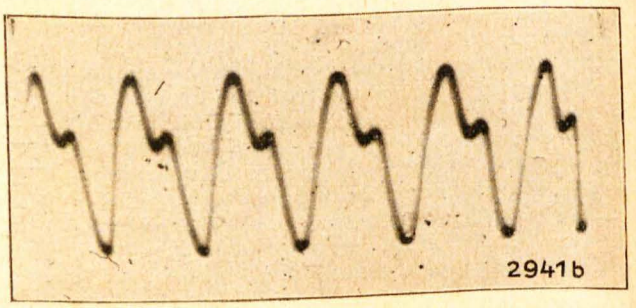
Der weiteren Ausgestaltung dieser Anlage sind keinerlei Grenzen gesetzt. Die Anwendungsmöglichkeiten erstrecken sich auf den Musikinstrumentenbau, Musikstudium, elektroakustische Untersuchungen, medizinische Untersuchungen, (z. B. Kehlkopf), Lautsprecher-, Mikrophon-, Schallplattenherstellung und vieles andere.

Zum Schluß seien einige mit einem Elektronenstrahloszillographen unter Verwendung ganz einfacher Hilfsmittel, wie z. B. der Leica als Photoapparat und eines einfachen Mikrophons, gewonnenen Klangkurven einer Geige und eines Fa-

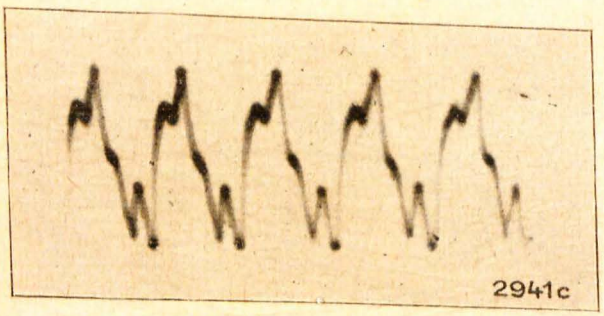
Mit dem Elektronenstrahl-Oszillographen aufgenommene Klangkurven



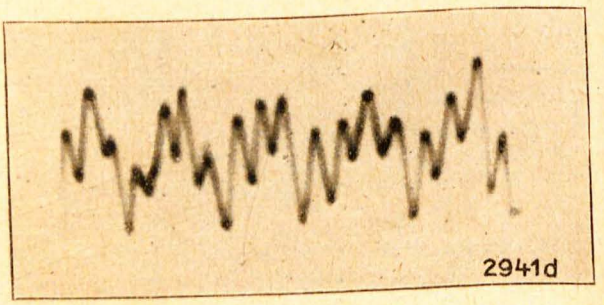
Fagott: Kontra B



Fagott: e^2



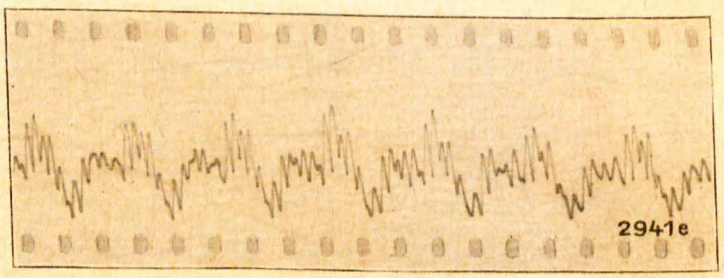
Violine: cis^2



Violine: Terzgriff cis^2/e^2

gotts dargestellt. Diese Kurven sollen nicht zur Bewertung der Aufnahmegüte dienen, denn diese läßt sich bei Verwendung wertvollerer Hilfsmittel ganz wesentlich steigern, wie beispielsweise die mit einer Registriereinrichtung aufgenommene Kurve beweist, sondern sie sollen insbesondere auf die im Abschnitt „Analyse" dargestellten Erkenntnisse hinweisen. Zu jeder Kurve ist das gespielte Instrument sowie die Tonhöhe angegeben. Besonders hingewiesen sei auf das tiefe Kontra-B des Tagottes im Gegensatz zu dem Doppelgriff der Violine (cis^2/e^2) und schließlich auf den an reichen s-Laut.

Zeichnungen vom Verfasser, Aufnahmen der Herstellerfirmen und vom Verfasser



Nebenstehend: Mit der Registriereinrichtung aufgenommene Kurve eines s-Lautes (Zahlreiche Oberschwingungen)

BRIEFKASTEN

Läßt sich die Fünfpol-Regelröhre als erste Niederfrequenzröhre verwenden, wobei durch Änderung der Gittervorspannung von Hand die Lautstärkeregelung vorgenommen werden soll?

Die Regelung der Niederfrequenzverstärkung mit Hilfe einer Fünfpol-Regelröhre ist grundsätzlich möglich. Soviel wir wissen, bedient man sich bei der Tonfilmwiedergabe einer solchen Regelvorrichtung. Allerdings halten wir es für praktisch ausgeschlossen, diese Regelvorrichtung auch bei Empfängern anzuwenden. Bekanntlich besitzen ja die Fünfpol-Regelröhren eine gekrümmte Kennlinie, und eine verzerrungsfreie Regelung ist daher nur bei außerordentlich kleinen Eingangsamplituden möglich. Bei einem Hochfrequenzverstärker sind die zu verstärkenden Spannungen ja gering, und ebenso wird es sich in der Eingangsstufe eines Tonfilmverstärkers um sehr kleine Amplituden handeln. Dagegen sind bei den üblichen Empfängern die niederfrequenten Eingangsamplituden ganz wesentlich größer, so daß starke nichtlineare Verzerrungen zu befürchten sind.

BUCHBESPRECHUNGEN

Röhren A—Z. Ein Wörterbuch der Rundfunkröhre. 70 Seiten mit 52 Abb., geh. 1,40 RM. Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Berlin.

Die jedem Bastler bekannte Röhrenbroschüre ist hier in neuer Bearbeitung und Aufmachung erschienen, in der die sehr zweckmäßige alphabetische Gliederung des umfangreichen Stoffes beibehalten wurde. Da sich die Verfasser auch sonst eines knappen und klaren Stils befleißigten, ist wieder ein Büchlein entstanden, das auf engem Raum alle bei der ersten Beschäftigung mit der modernen Röhrentechnik wichtigen Grundbegriffe vermittelt. Dieses offensichtlich für einen sehr weitgefaßten Leserkreis bestimmte Buch würde seine Aufgabe noch besser erfüllen können, wenn es die vom Fachverband der Rundfunkpresse eingeführten und seit einem Jahr von der gesamten Rundfunkpresse und allen übrigen Neuerscheinungen an Rundfunkbüchern angewendeten deutschen Röhrenbezeichnungen ebenfalls allgemein benutzen und auf sie nicht nur in einer unvollständigen Vergleichstafel hinweisen würde. Hoffentlich wird dieser Mangel bei einer Neuausgabe abgestellt.

Telephonie auf dem Lichtstrahl einer Glimmlampe

Ein Demonstrationsversuch mit moduliertem Licht

Von **Studienrat W. Möller**

Die nachstehend beschriebenen Demonstrationsversuche liegen zwar etwas abseits vom Gebiet der Funktechnik. Sie sind aber besonders mit Rücksicht darauf, daß die Lichttelephonie für manche Fälle auch praktische Bedeutung hat, recht interessant. Die Versuche sind auch geeignet, eine anschauliche Vorstellung sowohl von der Wirkungsweise gesteuerter Lichtquellen, als auch der Photozellen zu vermitteln. *Die Schriftleitung*

Einige Vorbemerkungen

Unter der Sammelbezeichnung „Glimmlampen" sind diejenigen kalten Lichtquellen zu verstehen, in denen lediglich das in unmittelbarer Nähe der Kathode auftretende kathodische Glimmlicht wirksam ist. Sie sind daher von wesentlich anderer Art als die heute zu Reklamezwecken sehr viel benutzten sogenannten Leuchtröhren. In diesen handelt es sich um anodisches Glimmlicht. Ursprünglich wurde die Glimmlampe als Sparlampe konstruiert. In den Anfangsstufen ihrer Entwicklung gehörte sie also mit zu den Arbeitsaufgaben des Beleuchtungstechnikers. Im Laufe der Zeit hat sich aber das Anwendungsgebiet der Glimmlampen außerordentlich stark verschoben. Für die Beleuchtungstechnik kommen sie schon seit langer Zeit kaum noch in Betracht.

Dafür haben sie aber auf vielen anderen Gebieten sowohl der Schwachstrom- wie der Starkstromtechnik große Bedeutung gewonnen. Um sie hier anwenden zu können, war es in manchen Fällen notwendig, durch entsprechende Änderung ihrer äußeren Form sie dem jeweiligen Verwendungszweck möglichst gut anzupassen. So sind u. a. entwickelt worden: Polsuchglimmlampen, Strom- und Spannungsprüfer, Signalglimmlampen, Glimmlampen zur Spannungsstabilisierung, Glimmröhren mit stabförmiger Kathode als Abstimmeter, als Glimmlichtoszillograph, als Strom- und Spannungsmesser, als Widerstandsmesser und Feuchtigkeitsmesser, Glimmlampen als Überspannungsschutz und Antennensicherungen, Glimmlampen für die Erzeugung von Kippschwingungen, Flächenglimmlampen mit flächenförmiger Kathode, Punktglimmlampen, Schlitzglimmlampen für die Aufzeichnung des Tons beim Tonfilm, Glimmröhren mit seitlich eingeführter Sonde als Siebröhren, Glimmlichtgleichrichter usw.

Eine derart vielseitige Anwendung ist naturgemäß nur möglich durch die Tatsache, daß die Glimmlampe der Träger entsprechend vielseitiger Eigenschaften ist.

In dem vorliegenden Aufsatz soll nun eine dieser zahlreichen Eigenschaften näher behandelt werden[1]). Die Glimmlampe hat nämlich die Fähigkeit, wenn sie durch eine Gleichspannung mit überlagerter Wechselspannung gespeist wird, diese Wechselspannung in form- und frequenzgetreues Wechsellicht umzuwandeln. Sobald die Gleichspannung einen gewissen Mindestwert überschritten hat, schwankt die Stärke des Glimmlichts genau im Takte der überlagerten Wechselspannung. Bis zu Frequenzen von etwa 10^5 Hertz folgen die Glimmlampen in der Intensität ihres Lichtes genau und absolut trägheitsfrei den steuernden Wechselspannungen.

Diese Fähigkeit, Wechselspannungen in Wechsellicht zu transformieren, ist für einige Zweige der Elektrotechnik von sehr großer Bedeutung. Sie wird z. B. beim Tonfilm ausgenutzt. Auf Grund dieser Eigenschaft spielte die Glimmlampe auch in den ersten Entwicklungsstufen der Fernsehtechnik eine wichtige Rolle. Hier handelt es sich bekanntlich um die allgemeine Aufgabe, die auf der Empfangsseite ankommenden und verstärkten Bildwechselspannungen in Wechsellicht zu transformieren. Heute ist diese Aufgabe von der Braun'schen Röhre übernommen worden.

[1]) Ein Aufsatz über die Eigenschaften der Glimmlampe in ihrer Gesamtheit folgt später.

Die Modulation des Glimmlampenlichtes mit Wechselspannungen von akustischer Frequenz

Ein praktisch durchgeführter Versuch, der auf anschauliche Weise die Modulation des kathodischen Glimmlichts durch die aufgedrückten Wechselspannungen erklärt, dürfte mit Rücksicht auf die technische Bedeutung wohl von allgemeinem Interesse sein. Ein derartiger Versuch wird im folgenden beschrieben. Es handelt sich in ihm um die Aufgabe, dem Ruheglimmstrom einer Glimmlampe den aus einem Mikrophonstromkreis entnommenen und verstärkten Wechselstrom aufzudrücken. Das in dieser Weise gewonnene modulierte Licht soll dann durch eine passende Optik gebündelt und einer Photozelle zugestrahlt werden.

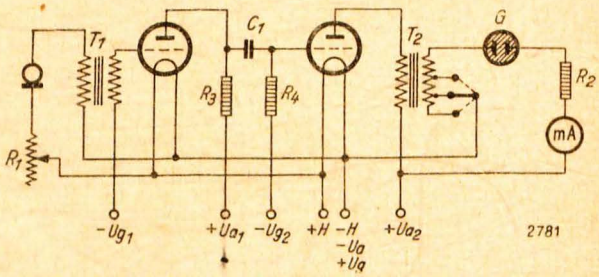


Abb. 1. Ein Schaltbeispiel für die Sendeseite

Als Glimmlampen eignen sich dazu fast alle im Handel befindlichen Typen mit Ausnahme der sogenannten Glimmlicht-Oszillographenröhren, bei denen das Glimmlicht sich längs einer stabförmigen Kathode ausbreitet. Zweckmäßig wird man auch die kleineren Signalglimmlampen bei der Auswahl ausscheiden, da deren Glimmstromstärken ziemlich schwach sind und daher auch nur sehr kleine Amplituden des modulierenden Wechselstroms zulassen. Mit der bekannten Bienenkorblampe gelingt der Versuch, wenn man sich auf kleine Reichweiten — bis zu etwa 1 m — beschränkt. Die besten Resultate erzielt man mit Spezialglimmlampen, deren Konstruktion gerade auf die Erzeugung modulierten Lichtes zugeschnitten ist. Eine derartige Lampe ist die Punktglimmlampe. Mit ihr ist auch der folgende Versuch durchgeführt worden.

Abb. 1 zeigt die Schaltung auf der Sendeseite. Hierbei ist an einen mit Netzanode und Heizakkumulator betriebenen Verstärker gedacht. Die Schaltung ist nur als ein Beispiel zu werten; keineswegs soll zum Ausdruck gebracht werden, daß sie etwa besonders gut geeignet sei. Fast jede im Tonrundfunk übliche Niederfrequenzverstärker-Schaltung ist auch für diese Zwecke brauchbar. Die Verbindung des Mikrophonstromkreises mit dem Gitterkreis der ersten Röhre dürfte wohl aus der Schaltskizze deutlich genug hervorgehen. Für Mikrophone, die mit etwa 4 Volt betrieben werden, kann der Heizakkumulator für die Röhren zugleich als Spannungsquelle dienen. Mit dem Widerstand R_1 von etwa 50 Ohm regelt man die Mikrophonstromstärke auf den günstigsten Wert ein.

Für die Ankopplung des Glimmlampenkreises an den Anodenkreis der Endröhre bestehen verschiedene Schaltmöglichkeiten.

In Abb. 1 ist ein Ausgangstransformator angenommen und weiter vorausgesetzt, daß als Anodenspannung Ua_2 ungefähr 200 Volt zur Verfügung stehen. Diesem Spannungsbereich (180 bis 200 Volt) ist auch die Glimmlampe G angepaßt. Nur ist darauf zu achten, daß im Glimmlampenkreise immer ein Schutzwiderstand vorhanden ist. Dieser — R_2 in Abb. 2 — soll mindestens 500 Ohm betragen.

Weiter ist zu empfehlen, in den Lampenkreis noch ein Milliamperemeter (0—100 mA) einzubauen, um die Stromstärke beobachten zu können. Die mittlere Belastung der Glimmlampe kann bis zu 50 mA gesteigert werden, so daß Stromschwankungen zwischen 10 und 90 mA ohne weiteres zu erzielen sind.

Die Anodenspannungsquelle des Verstärkers versorgt in Abb. 1 zugleich auch die Glimmlampe. Ist das vorhandene Netzgerät dieser Mehrbelastung nicht gewachsen oder soll die Glimmlampe mit einer höheren Spannung als der vom Netzgerät gelieferten betrieben werden, so kann die Gleichspannung, die ja den Ruhestrom des Glimmlampenkreises bedingt, ohne weiteres auch einer zweiten Spannungsquelle entnommen werden. Der Verstärker liefert dann über seinen Ausgangstransformator lediglich die den Ruhestrom modulierende Wechselspannung. Die Teilskizze der Abb. 2 zeigt die für diesen Fall geeignete Anordnung.

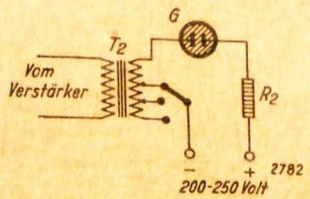


Abb. 2. Zur Spannungsversorgung der Glimmlampe

Zur Frage der Bemessung der einzelnen Schaltelemente in den Abb. 1 und 2 ist allgemein zu bemerken, daß sie in keiner Weise von den für den Tonrundfunk üblichen Verstärkerschaltungen abweicht. In den Geräten des Verfassers hat der Eingangstransformator T_1 ein Übersetzungsverhältnis 1 : 10. Als erste Röhre arbeitet eine L 413. Die Kopplungselemente für die Widerstandskopplung mit der Endröhre, einer LK 460, haben folgende Größen: R_3 = 10 000 Ohm, R_4 = 0,5 MΩ, C_1 = 20 000 cm. Für den Ausgangstransformator ist wesentlich, daß seine Windungen auf der Sekundärseite mit mehreren Zapfstellen ausgerüstet sind, damit man während des Versuchs auf möglichst einfache Art das Optimum der Wirkung einstellen kann.

In Abb. 3 ist die Schaltung der Glimmlampe für den Fall gezeigt, daß die Endröhre ohne Ausgangstransformator arbeitet. Die Glimmlampe liegt hier parallel zur Verstärker-

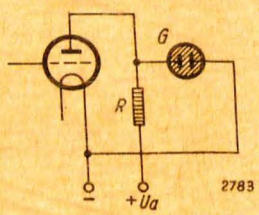


Abb. 3. Ankopplung des Glimmlampenkreises über einen Widerstand

röhre. Beiden Kreisen ist der Vorschaltwiderstand R = 1000—2000 Ohm gemeinsam. Dadurch wird bewirkt, daß bei steigender Stromaufnahme der Endröhre die Glimmstromstärke sinkt und umgekehrt.

Bis zur Glimmröhre ist die durch das Gerät laufende Energie insgesamt zweimal umgesetzt worden. Zunächst wurde die akustische Schallenergie der Luftschwingungen durch das Mikrophon in elektrische Energie der akustischen Wechselströme transformiert; diese wurden in der Röhrenschaltung verstärkt. Die aus der Endröhre austretende elektrische Energie wurde in der Glimmlampe zum zweiten Male umgesetzt. Die Wechselströme wurden in Wechsellicht transformiert.

Eine vom Verfasser gebaute praktische Ausführung des Glimmlampengerätes ist in Abb. 4 wiedergegeben. Die Punktglimmlampe liegt waagerecht in einem Porzellansockel, der auf einer kleinen senkrecht stehenden Trolitplatte befestigt ist. Die Lampe strahlt ihr Glimmlicht in dieser Stellung aus einer kleinen kreisrunden Öffnung an ihrer Stirnseite waagerecht nach rechts aus. Der Lichtstrahl tritt durch einen Messingzylinder, dessen Innenwände mit weißer Lackfarbe gestrichen sind, um die Lichtverluste durch Absorption möglichst herabzumindern. Am rechten Ende des Messingrohres ist eine Bikonvexlinse mit möglichst langer Brennweite eingesetzt, die den Strahlungsquerschnitt derart zusammenholt, daß er in etwa 4—5 m Entfernung gerade die lichtempfindliche Schicht einer Photozelle bedeckt — oder mit anderen Worten — daß die Lichtaustrittsöffnung der Glimmlampe in etwa 4 m Entfernung scharf auf der aktiven Schicht der Photozelle abgebildet wird. Dazu ist erforderlich, daß der Abstand zwischen der Stirnseite der Lampe und der Linse auf möglichst einfachem Wege geändert werden kann. Die praktische Lösung dieser Forderung möge aus der Abb. 4 ersehen werden. Das Messingrohr ist auf einem Schlitten montiert, der zwischen zwei Führungsschienen läuft. Die innere Weite des Rohres ist so gehalten, daß es ohne Reibung auch über die Glimmlampe zu schieben ist.

Die in physikalischer Beziehung wohl interessantesten Vorgänge auf der Senderseite sind die beiden Energieumwandlungen. Bevor die Sprachschwingungen dem Lichtstrahl in der Form von Intensitätsschwankungen aufgedrückt werden konnten, war es notwendig, sie in elektrische Schwingungen zu verwandeln.

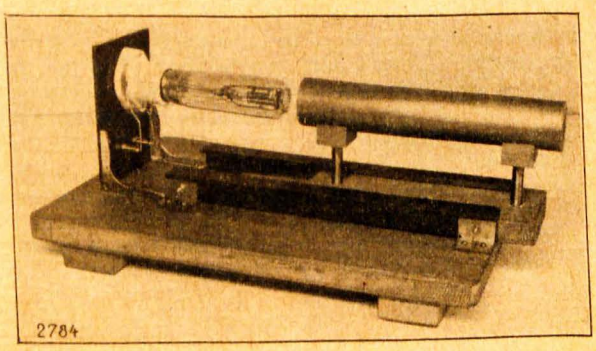


Abb. 4. Die Montage der Punktglimmlampe

Auf der Empfangsseite spielen sich entsprechende Umsetzungsvorgänge ab. Auch hier sind zwei Transformationen erforderlich, da die ankommenden Lichtschwankungen nicht direkt in akustische Luftschwingungen umgesetzt werden können. Zuerst wird das mit der Photozelle empfangene Wechsellicht in elektrische Wechselströme transformiert. Die Wechselströme werden verstärkt und im Lautsprecher dann wieder in die akustischen Schallschwingungen verwandelt. Abb. 5 zeigt die vom Verfasser auf der Empfangsseite benutzte Schaltung. Ph ist die Photozelle, die über den Widerstand R_1 (0,5—1 Meg Ohm) mit dem Gitterkreis der ersten Verstärkerröhre gekoppelt ist. C_1 = 20 000 cm: R_2 = 0,5 Meg Ohm. Schaltung und Röhrenauswahl sind für diesen Verstärker auch wieder in weiten Grenzen beliebig. Es sei geraten, zunächst immer mit den Verstärkern zu arbeiten, die man auch für die Experimente zum Tonrundfunk benutzt. Sie werden in den meisten Fällen auch hier gute Resultate ergeben.

Für gewöhnlich wurde in folgender Weise experimentiert. Mikrophon und Röhrenverstärker der Abb. 1 wurden aus dem Netz betrieben. Vor den Schalltrichter des Mikrophons wurde eine Taschenuhr gehängt. In 3 bis 4 Meter Entfernung vom Sender stand der Empfänger, der mit einer für blaues Licht empfindlichen Photozelle ausgerüstet war. Es genügte dann schon die erste Verstärkerstufe in der Schaltung nach Abb. 5 — aus einer Anodenbatterie betrieben —, um im Kopffernhörer das Ticken der Uhr zu hören.

In einem anderen Versuch wurde an Stelle des Verstärkers der Abb. 1 ein gewöhnliches aus dem Netz betriebenes und auf einen stärkeren Sender abgestimmtes Empfangsgerät benutzt und die Punktglimmlampe mit dessen Endröhrenkreis gekoppelt. Auch jetzt zeigte sich der Lichtstrahl als ein sehr guter Träger der akustischen Modulation. In etwa 4 m Entfernung war wieder mit einer Verstärkerstufe einwandfreier Kopffernhörerempfang ohne weiteres möglich. Um auf der Empfangsseite mit dem Lautsprecher arbeiten zu können, müssen ein bis zwei weitere Verstärkerstufen angewandt

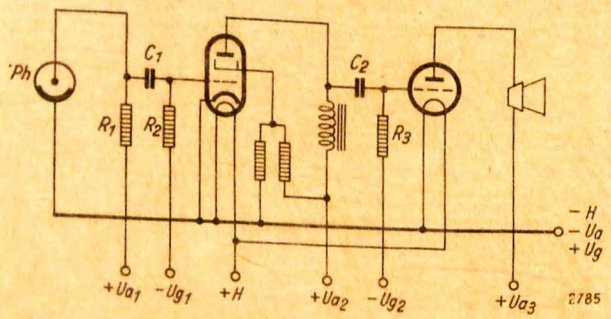


Abb. 5. Schaltung des Empfängers für die von einem Lichtstrahl getragene Telephonie

werden. In kleineren Räumen ist es unter Umständen möglich, mit zwei Röhren auf der Empfangsseite auszukommen, wenn man Röhren mit großer Steilheit anwendet. Verfasser arbeitete meist in der ersten Verstärkerstufe mit einer Fünfpolschirmröhre, und zwar mit dem Typ H 4128 D. Sie besitzt die maximale Steilheit von 3,5 mA/Volt. Diese Röhre darf allerdings nicht transformatorisch mit der nächsten Stufe gekoppelt werden, da bei dem hohen inneren Röhrenwiderstand von etwa 2 MΩ mit den im Rundfunk üblichen Transformatoren ein sehr ungünstiges Anpassungsverhältnis herauskommt. Möglich ist dagegen die Drossel-Kondensatorkoppelung, wenn die für diese Schaltungsmethoden hergestellten Sonderkonstruktionen von Drosseln benutzt werden. Der Übertragungskondensator C_2 hat eine Größe von 2 Mikrofarad und der Gitterableitwiderstand R_3 der letzten Röhre beträgt 0,05 Meg-Ohm.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß das von der Preßlerschen Glimmlampe gelieferte Licht besonders reich an blauen und violetten Strahlen ist. In den Glaskörper der Glimmlampe ist für den Lichtaustritt ein Quarzfenster eingekittet, um auch die kurzwelligeren Bestandteile ohne Absorptionsverluste zur Wirkung bringen zu können. Aus diesem Grunde war es also auch zweckmäßig, eine blauempfindliche Photozelle zu benutzen. Aus demselben Grunde ist es aber eigentlich widersinnig, eine Glaslinse als Konzentrationsoptik anzuwenden. Folgerichtig wäre der Einbau einer Quarzlinse im Messingrohr gewesen. Quarzlinsen standen mir leider nicht zur Verfügung. Es geht auch mit einer Glaslinse. Jedenfalls gelingt die Telephonie auf dem Lichtstrahl in den von mir genannten Entfernungen immer sicher und einwandfrei. Die Schlußbemerkung sollte vor allem den Zweck haben, darauf hinzuweisen, daß man möglichst mit einer einzigen Glaslinse auskommen muß. Es wäre verkehrt, wenn man, um etwa den Lichtstrahl noch stärker zu konzentrieren, eine zweite Glaslinse hinzuschalten würde. Je mehr Glas in der Lichtbahn liegt, um so stärker werden der blaue und violette Anteil des Lichts absorbiert und für den Empfang auf der Senderseite unwirksam gemacht. Frei von diesen Sorgen ist nur derjenige, der passende Quarzlinsen besitzt.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Vom Fernsehen in Deutschland

Fernsehsprechdienst Berlin — Leipzig

Die Übertragung von Fernsehbildern auf dem Funkweg ist wegen der Notwendigkeit der Benutzung ultrakurzer Wellen an gewisse Entfernungen gebunden. Daher hat die Deutsche Reichspost im Rahmen ihrer Entwicklungsarbeiten auf dem Fernsehgebiet auch Fernsehversuche über weite Entfernungen auf Kabeln durchgeführt. Für die ersten Versuche dieser Art diente eine 10 km lange Fernsehkabelstrecke zwischen Tempelhof und Charlottenburg. Im Anschluß daran wurde zwischen Berlin und Leipzig ein Fernsehkabel ausgelegt. Vor kurzem konnte auf diesem Kabel eine hochwertige Fernsehübertragung zwischen zwei Fernsehstellen auf 395 km einwandfrei durchgeführt werden. Es ist das erstemal, daß Fernsehbilder auf eine solche Entfernung auf dem Kabelweg übertragen worden sind.

Nach diesem günstigen Ergebnis wurde der Fernsehsprechdienst Berlin—Leipzig nun am Sonntag, dem 1. März, zum Beginn der Leipziger Messe im Rahmen einer gleichzeitigen Feier in Berlin und Leipzig vom Reichspostminister Frhr. v. Eltz-Rübenach eröffnet. Hiermit findet die aufopfernde und angestrengte Arbeit der Techniker und Arbeiter in den Laboratorien und Werkstätten des Reichspostzentralamtes und der Fernkabel- und Fernseh-Industrie sowie bei den Arbeiten auf der Strecke Berlin—Leipzig ihren erfolgreichen, hoffnungsvollen Abschluß. Deutschland kann stolz darauf sein, daß der Beginn einer grundlegenden neuen Verkehrsart, der Weg vom Fernsprechen zum gleichzeitigen Sprechen und Sehen, hiermit innerhalb seiner Grenzen seine erste praktische Anwendung findet.

Über die Einzelheiten des neuen Dienstes wird folgendes bekannt: Für die Allgemeinheit stehen die öffentlichen Fernsehsprechstellen zunächst von Montag, den 2. März, bis zum 6. März für die Dauer der Leipziger Messe zur Verfügung. Im Anschluß hieran wird der Dienst zur Vornahme von Messungen vorübergehend bis zum 31. März eingestellt.

Eine Fernsehsprechverbindung von 3 Minuten Dauer kostet für die Zeit der Leipziger Messe 3,— RM. Die Anmeldung der Gespräche ist nur mündlich unmittelbar bei den öffentlichen Fernsehsprechzellen möglich. Diese befinden sich in Berlin im Columbushaus (Potsdamer Platz) und Kantstraße (Ecke Hardenbergstraße) an der Kaiser-Wilhelm-Gedächtniskirche; in Leipzig im Ausstellungspostamt in Halle 8 des Messegeländes und im Postamt C 1 am Augustusplatz. Der Anmelder hat sowohl seinen eigenen Namen als auch den Namen des gewünschten Teilnehmers und einer zweiten Ersatzperson unter genauer Bezeichnung der Anschriften anzugeben. Es kann bereits am Nachmittag des Vortages angemeldet werden. Für das Herbeiholen des gewünschten Teilnehmers wird außerdem die XP-Gebühr (0,50 RM) erhoben. Die Betriebszeit läuft von 8 bis 22 Uhr. Bei der Anmeldung werden Wünsche nach der Ausführungszeit des Gespräches weitgehend berücksichtigt, die Festlegung erfolgt jedoch durch die Fernsehvermittlung, nachträgliche Änderungen der Zeit sind nicht zulässig. Die Gebühren sind bei der Anmeldung zu zahlen und verfallen bei Verzicht auf das Gespräch und Ausfall eines Teilnehmers.

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Antennenberechnungen

Messungen und Berechnungen an Antennen, die an der Spitze durch eine meist aus mehreren horizontalen Drähten bestehende Kapazität abgeschlossen sind (belastete Antennen), und solche, bei denen dies nicht der Fall ist (unbelastete Antennen), werden von E. Siegel mitgeteilt. Es zeigt sich, daß die Kapazität von Antennen, die im allgemeinen von der Wellenlänge der erregenden Schwingung abhängt, mit zunehmender Wellenlänge aber einem lediglich durch die Abmesungen der Antenne und ihren Wellenwiderstand bedingten Grenzwert zustrebt. Aperiodischen Antennen kann eine durch ihre geometrischen Abmessungen bestimmte Kapazität zugeschrieben werden.

Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Leipzig, Bd. 45, Heft 2, Seite 51

Ein Kurzwellenverstärker

Einen einstufigen Verstärker für mehrstufige Frequenzbänder des Kurzwellenbereiches beschreibt D. H. Mix. Der Verstärker liefert bei Steuerung durch einen 50-Watt-Generator eine Ausgangsleistung von 1000 Watt. Da der Verstärker mit abgestimmtem Eingangs- und Ausgangskreis arbeitet, ist zur Vermeidung von Selbsterregung für gute Neutralisierung der Gitter-Anoden-Kapazität Sorge zu tragen (Schaltbild und Stückliste).

QST amateur radio, West Hartford, Band 19, Heft 4, Seite 8

Lautsprecheranschluß

Es ist häufig erwünscht, entfernt von dem mit einem Lautsprecher ausgestatteten Empfänger einen oder mehrere weitere Lautsprecher aufzustellen. Mehrere Beispiele für die Ausführung solcher zusätzlichen Anschlüsse sowie die dadurch erforderlich werdenden Änderungen im Empfänger werden beschrieben und auch Anleitungen für die praktische Ausführung der Leitungen gegeben.

Popular Wireless, London, Band 26, Heft 657, Seite 583

Störungen durch kapazitive Streufelder in Verstärkern

Störende kapazitive Streufelder in Verstärkern können, wie F. Benz ausführt, ihren Ursprung in eigenen oder in fremden Wechselstromfeldern finden. Sie verursachen Störgeräusche und Rückkopplungserscheinungen, die zum Selbstschwingen oder zu Verzerrungen der Frequenzkurve führen. Abschirmung und Hüllung sowie Erdung gewisser Verstärkerteile vermögen die Störfelder unwirksam zu machen.

Für den Bau von Verstärkern werden folgende Richtlinien gegeben:

1. Bei vielstufigen Verstärkern Unterteilung derselben in Einheiten von drei, höchstens vier Stufen.

2. Abschirmung der einzelnen Einheiten durch metallische Hüllen, Montage jeder einzelnen Stufe auf einer Metallplatte, Verlegung der Leitungen in möglichst geringer Entfernung von der Montageplatte.

3. Verbindung der Eingangs- und Ausgangstransformatoren beiderseitig mit einem Ende an die Kathode; Verbindung der Eisenkerne mit der Kathode.

Hochfrequenztechnik u. Elektroakustik, Leipzig, Bd. 45, H. 2, S. 61

Hochfrequenzverstärker

Zur Herabsetzung der inneren Röhrenkapazität und der durch sie bedingten Rückkopplungserscheinungen ist die Verwendung von Schirmröhren vorgeschlagen worden. Infolge der bei diesen Röhren auftretenden Sekundäremission wird jedoch der verzerrungsfrei aussteuerbare Bereich wesentlich verringert. F. M. Colebrook empfiehlt deshalb, zu dem von Scott-Taggart vorgeschlagenen, mit Dreipolröhren arbeitenden t-a-t-Verstärker, bei dem zwischen den einzelnen Stufen abwechselnd abgestimmte und aperiodische Kopplungsmittel verwendet sind, zurückzukehren, aber in diesem Verstärker Röhren zu benutzen, die infolge ihrer Konstruktion eine geringe Gitter-Anodenkapazität aufweisen. Die abgestimmten Stufen können dabei zur Erhöhung des Wirkungsgrades und der Selektivität regelbare Rückkopplungen besitzen.

Wireless World, London, Band 36, Heft 3, Seite 52

Ein frequenzunabhängiger Verstärker

H. L. Shortt beschreibt einen Niederfrequenzverstärker, der über einen Bereich von 20 bis 17 000 Hz gleichbleibende Verstärkung aufweist. Der dreistufige Verstärker ist als Gegentaktverstärker geschaltet und benutzt zwischen den einzelnen Stufen Widerstands-Kapazitäts-Kopplung. Um auch in der Eingangsstufe einen Transformator vermeiden zu können, wird die bekannte, nachstehend noch einmal kurz angedeutete Schaltung benutzt: Die an einem Widerstand erzeugte Eingangsspannung wird dem Gitter einer Röhre zugeführt, deren Ausgangskreis die Steuerspannung für eine Röhre der zweiten Stufe liefert. Dem Gitterkreis dieser Röhre wird ein Teil der Steuerspannung zur Steuerung der zweiten Röhre der ersten Stufe entnommen, und der Anodenkreis dieser Röhre liefert die Steuerspannung für die zweite Röhre der zweiten Stufe. In der ersten Stufe ist eine Doppel-Dreipolröhre vorgesehen, die zweite Stufe arbeitet mit zwei Dreipolröhren, die letzte Stufe mit zwei Doppel-Dreipolröhren, deren beide Systeme mittels reiner Widerstandskopplung gekoppelt sind.

Radio-Engineering, New York, Band 15, Heft 1, Seite 14

Weiterentwicklung des Westektors

Der Westektor hat sich für viele Schaltungen (Demodulator, Anodenstromsparschaltung usw.) als außerordentlich nützlich erwiesen. Ein Nachteil liegt jedoch in seiner verhältnismäßig großen Eigenkapazität, die sich in einer Verstimmung des hochfrequenten oder zwischenfrequenten Eingangskreises und seiner Dämpfung unangenehm äußert. Es ist deshalb ein kleinerer Typ mit geringem Querschnitt entwickelt worden. Seine Kapazität ist zwar geringer, gleichzeitig ist aber auch die Strombelastbarkeit stark vermindert (auf ca. 0,1 mA), so daß nun mit großen Belastungswiderständen (bis ½ Megohm) gearbeitet werden muß. Trotz dieses Nachteiles hat sich jedoch nach einem Bericht von A. R. Lipschitz der neue Typ des Westektors „WX" als zur Demodulation, Regelspannungserzeugung usw. gut geeignet erwiesen.

Radio-Amateur, Wien, 12. Jahrgang, Heft 4, Seite 208

Rückkopplungsregelung durch veränderliche Widerstände

Die bereits früher im Prinzip bekannte Regelung der Rückkopplung durch veränderlichen Widerstand hat nur beschränkte Anwendung gefunden, da die zur Verfügung stehenden Widerstände keine störungsfreie Regelung gestatteten. Sie gewinnt aber, nachdem nunmehr sogenannte „ruhige" Widerstände auf dem Markt sind, wieder an Bedeutung. Solche Widerstände können zur Regelung der Rückkopplung beispielsweise als Serienwiderstand im Anodenkreis des Audions, als Parallelwiderstand zur Rückkopplungsspule oder als Schirmgitterpotentiometer in einer Audionschaltung, deren Anodenkreis auf den Gitterkreis rückgekoppelt ist, verwendet werden.

Popular Wireless, London, Band 27, Heft 669, Seite 63

PATENTSCHAU

Isolierende Überzüge auf Isolierteilen in Röhren

Nach der deutschen Patentschrift 610 877, Kl. 21 g, Gr. 13/01 (N. V. Philips Gloeilampenfabrieken, Eindhoven).

Das Arbeiten von Entladungsröhren kann beeinträchtigt werden, wenn die Isolierung der Verbindungsstücke zwischen Teilen, die gegeneinander unter Spannung stehen, Störungen erleidet. So können z. B. zwischen den Poldrähten der Elektroden auf der Quetschstelle des Haltefüßchens Metallteile schädlich werden, die sich beim Getterprozeß dort

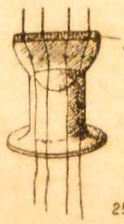


Abb. 1

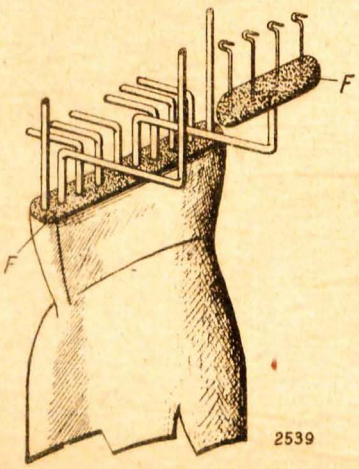


Abb. 2

absetzen. Um diese Isolationsstörungen zu beseitigen, werden die zwischen den Poldrähten liegenden Glasflächen der Haltefüßchen mit einem Überzug eines Stoffes mit rauher Oberfläche, z. B. einem Erdalkalioxyd, versehen. Man kann das Oxyd direkt aufbringen oder auch eine Erdalkaliverbindung, aus der durch Erhitzung das Erdalkalioxyd hergestellt wird. Man kann auch eine wässerige Suspension von Kalzium-Karbonat aufbringen, aus dem durch Trocknung und Erhitzung wieder Oxyd entsteht.

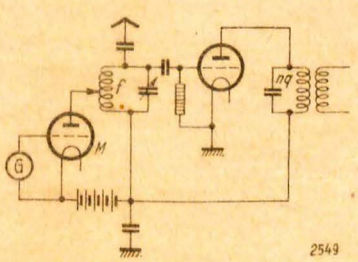
Abb. 1 und 2 zeigen Quetschfüße mit ihren Elektrodendurchführungen bzw. Haltehäkchen, bei denen die Flächen mit dem rauhen Überzug nach der Erfindung versehen sind.

L

Verfahren zur Erhöhung der Trennschärfe

Nach der französischen Patentschrift 765 044 — N. V. Philips Gloeilampenfabrieken

Zur Erzielung einer höheren Trennschärfe in Empfängern und Verstärkern werden im allgemeinen zwei Mittel angewendet, nämlich die Erhöhung der Zahl der Abstimmkreise oder die Erhöhung der Entdämpfung der vorhandenen Abstimmkreise. Ein weiteres und, wie rechnerisch nachgewiesen wird, gut brauchbares Verfahren besteht in folgendem:



Dem Eingangskreis einer als Gleichrichter geschalteten Röhre wird eine Vorrichtung parallel geschaltet, durch die die Dämpfung des Kreises periodisch geändert wird. Der Ausgangskreis des Empfangsgleichrichters wird auf die zur Dämpfungsänderung benutzte Frequenz oder eine ihrer Harmonischen abgestimmt. Bei Benutzung der *n*. Harmonischen entspricht die Trennschärfe derjenigen von $n+1$ Abstimmkreisen.

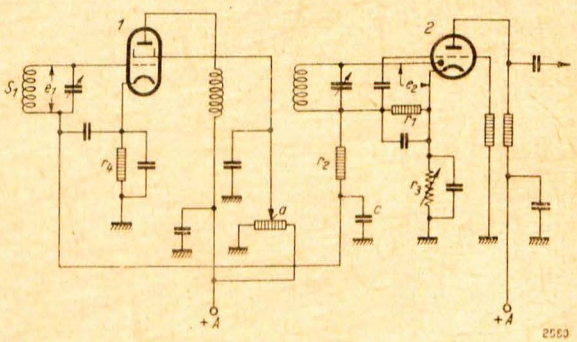
Eine Anordnung dieser Art ist in der Abbildung dargestellt. Dem auf die Empfangsfrequenz f abgestimmten Eingangskreis ist eine Röhre M parallel geschaltet, deren innerer Widerstand im Rhythmus einer vom Generator G erzeugten Hilfsfrequenz q geändert wird. In dem gleichen Rhythmus ändert sich auch die Dämpfung des Eingangskreises. Der Ausgangskreis wird auf eine Harmonische nq der Hilfsfrequenz abgestimmt. Diese Harmonische, die in gleicher Weise wie die Empfangsschwingungen moduliert ist, wird nun in einem Verstärker verstärkt und schließlich demoduliert.

Schr.

Empfänger mit Schwundausgleich und Krachbeseitigung

Nach der deutschen Patentschrift 603 066 der Kl. 21 a 4, Gruppe 29/03 — Sachsenwerk Licht- u. Kraft Akt.-Ges.

Bekannt ist eine solche Schaltungsanordnung für Empfänger, bei welcher in Verbindung mit einer Schwundregelung durch positive Vorspannung der Gitter der Hochfrequenzverstärkerröhren erreicht wird, daß der Empfänger erst bei einer gewissen maximalen Eingangsspannung anspricht. Diese Spannung liegt dann vor, wenn sie bei der beim Vorhandensein des Gitterstromes sich ergebenden Verstärkung des Empfängers eine so große zusätzliche negative Gittervorspannung der Hochfrequenzröhren erzeugt, daß die Bedämpfung der Hochfrequenzkreise infolge Gitterstromes aufhört. Da zwecks Entkopplung der Hochfrequenzkreise und der Spannungsquelle der Schwundregelung in der Regelleitung hochohmige Widerstände vor-



handen sein müssen, hat diese Anordnung den Nachteil, daß die Verstärkung mit Hilfe von Gitterstrom nicht beliebig herabgesetzt werden kann, denn der Spannungsabfall, den der Gitterstrom in den Entkopplungswiderständen hervorruft, verhindert ein starkes Anwachsen der zwischen Gitter und Kathode der Hochfrequenzröhre herrschenden positiven Vorspannung. Dieser Nachteil kann durch Anwendung irgendwelcher Mittel oder Maßnahmen zur wahlweisen Einstellung der Verstärkung in dem zwischen der Antenne und dem die Regelspannung erzeugenden Gleichrichter liegenden Teil des Empfängers beseitigt werden, wobei aber diese Mittel oder Maßnahmen die Wirkungsweise der Schwundregelung in keiner Weise beeinflussen dürfen.

In der Abbildung bezeichnet 1 eine Hochfrequenzverstärkerröhre und 2 die Gleichrichterröhre. Diese bewirkt gleichzeitig die Schwundregelung, indem der Spannungsabfall an dem Widerstand r_1 über ein Niederfrequenzsiebglied r_2, C als zusätzliche Gittervorspannung dem Hochfrequenzteil zugeführt wird. Mit Hilfe des Widerstandes r_3 soll die Kathode des Gleichrichters und damit die Schwundregelleitung auf eine höhere Spannung gebracht

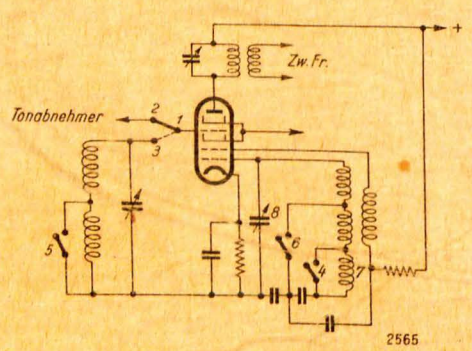
werden als die Kathode der Röhre 1, welche mit Hilfe des Widerstandes r_4 vorgespannt wird. Infolgedessen fließt in dem Kreisgitter der Röhre 1, Schwingungskreis s_1, Widerstand r_1, r_2, r_3, r_4 ein Gitterstrom, der die Dämpfung des Kreises s_1 erhöht und damit die Verstärkung um ein gewisses Maß herunterdrückt. Offenbar spricht der Empfänger erst auf eine so große Spannung e_1 an, welche bei der beim Fließen des Gitterstromes vorhandenen Verstärkung des Hochfrequenzverstärkers eine so große Spannung e_2 an den Klemmen des Gleichrichters hervorruft, daß die durch e_2 zur Schwundregelung hervorgerufene negative Spannungsverschiebung an der Röhre 1 die vorhandene positive Vorspannung kompensiert. Man kann also durch Veränderung der Gesamtverstärkung des Hochfrequenzteiles den Empfänger jederzeit so einstellen, daß die Reizschwelle oberhalb des Störspiegels liegt. Zu diesem Zweck ist in der in der Abbildung dargestellten Schaltung die Möglichkeit der Veränderung der Schirmgitterspannung der Röhre 1 durch den Spannungsteilerabgriff *a* vorgesehen.

Schr.

Tonabnehmeranschluß am Überlagerungsempfänger

Nach der britischen Patentschrift 412 743 — General Electric Comp.

Es ist bekannt, einen Empfänger in der Weise zur Verstärkung von Schalldosenströmen zu benutzen, daß die in einem besonderen Hochfrequenzgenerator erzeugten Schwingungen mit den Schalldosenströmen moduliert werden und die modulierten Schwingungen dem Eingangskreis des Empfängers zugeführt werden. Die Abbildung zeigt eine Schaltung, bei der die selbstschwingende Mischröhre eines Überlagerungsempfängers zu dem genannten Zweck Verwendung findet. Die dargestellte Schaltung verwendet eine Siebenpolröhre, in welcher die Kathode und die beiden ihr benachbarten Gitter zur Schwingungserzeugung dienen. Bei Hochfreqrenzempfang wird der Schalter 1 auf den Pol 3 gelegt. Der Schalter 4 bleibt geschlossen. Die Schaltung entspricht nun der einer gewöhnlichen Mischröhrenschaltung. Zum Übergang auf den Empfang kurzer Wellen werden die Schalter 5 und 6 geschlossen.



Für die Verstärkung der Schalldosenströme wird der Schalter 1 auf den Pol 2 umgelegt, und die Schalter 4 und 6 werden geöffnet. Durch die Zuschaltung der Spule 7 wird die Frequenz der örtlich erzeugten Schwingungen so weit herabgesetzt, daß die feste Zwischenfrequenz des Empfängers in den Bereich fällt, der mit dem Kondensator 8 überstrichen wird. Der Generatorkreis wird nun auf die Zwischenfrequenz abgestimmt, die örtlich erzeugten Schwingen werden mit den Schalldosenströmen moduliert und dem Zwischenfrequenzverstärker zugeführt. An Stelle des veränderlichen Kondensators 8 kann auch bei Übergang zur Schallplattenwiedergabe ein fester Kondensator eingeschaltet werden, der die Abstimmung auf die Zwischenfrequenz bewirkt.

Schr.

Abhängige Lautstärke- und Tonregelung

Nach der Schweizer Patentschrift 168 295 — Telefunken.

Beim Rundfunkempfang ist es häufig notwendig, die Wiedergabe der hohen Töne künstlich zu schwächen, um Empfangsstörungen durch die Wellen anderer Sender mit benachbarter Trägerfrequenz zu vermeiden. Zu diesem Zwecke sind häufig im Empfänger sogenannte Qualitätsregler vorgesehen, welche in Mitteln zur Unterdrückung der hohen Frequenzen der durch die Gleichrichtung erhaltenen Sprachenergie bestehen. Erfahrungsgemäß ist die

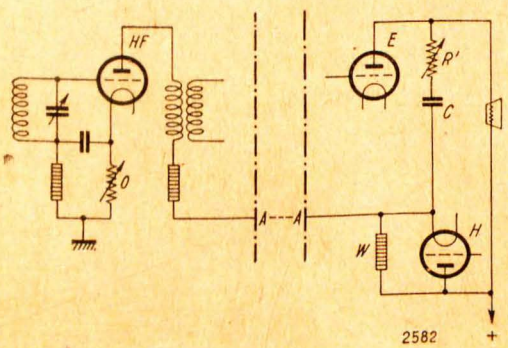


Abb. 1

Unterdrückung der hohen Sprachfrequenzen nur dann nötig, wenn es sich um den Empfang schwacher Sender handelt, d. h. wenn der Empfänger mit hohem Verstärkungsvermögen arbeiten soll. Es ist daher vorteilhaft, die Mittel zur Regelung der Verstärkung und der Wiedergabequalität so anzuordnen, daß sie zwangsläufig derart zusammen-

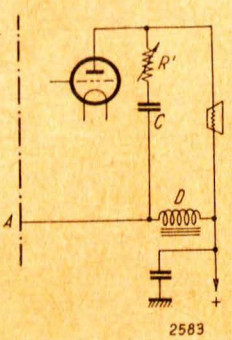


Abb. 2

wirken, daß bei hoher Verstärkung das Wiedergabeband eng, bei geringer Verstärkung aber weit ist. Die Abbildungen zeigen derartige Empfänger.

Die Verstärkung der Hochfrequenzverstärkerröhre *HF* wird durch Änderung der Gittervorspannung mittels des Widerstandes *O* geändert. Der bei Änderung der Gittervorspannung sich gleichfalls ändernde Anodenstrom dieser Röhre erzeugt in dem Widerstand *W* einen veränderlichen Spannungsabfall, der den inneren Widerstand der Hilfröhre *H* ändert. Der Widerstand dieser Röhre wirkt zusammen mit dem Kondensator *C* als Klangregler. Bei der Anordnung nach Abbildung dient dem gleichen Zweck wie die Röhre *H* eine Eisendrossel *D*, die vom Gleichstrom der Röhre *HF* durchflossen ist. Der Widerstand *R* soll noch eine von der Lautstärkeregelung unabhängige Klangregelung ermöglichen.

Schr.

CQ

MITTEILUNGEN DES DEUTSCHEN AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGS-DIENSTES e. V.

JAHR 1936 (DASD e.V.) JAHR 1936

HERAUSGEBER: DEUTSCHER AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGSDIENST e.V.
ANSCHRIFT: BERLIN-DAHLEM, SCHWEINFURTHSTRASSE 78, FERNRUF: G 6 (BREITENBACH) 3850
DIE BEILAGE „CQ" ERSCHEINT MONATLICH / GESONDERT DURCH DEN DASD e.V. BEZOGEN VIERTELJÄHRLICH 3,— RM

Dr. Goebbels gratuliert dem DASD

Anläßlich des zehnjährigen Bestehens des DASD hat der Herr Reichsminister für Volksaufklärung und Propaganda seine Glückwünsche dem DASD übermittelt (wie auch bereits durch Tagespresse, durch den Rundfunk und DASD-Rundspruch verbreitet). Der Wortlaut des Schreibens wird nachstehend bekanntgegeben:

„Aus Anlaß des zehnjährigen Bestehens des Deutschen Amateursende- und Empfangsdienstes e. V. gedenke ich mit Anerkennung und Befriedigung der hervorragenden Leistungen der in Ihrem Verband zusammengefaßten deutschen Kurzwellenamateure.

In stiller, zäher und opfervoller Aufbauarbeit ist im Verlauf der verflossenen zehn Jahre im Deutschen Amateursende- und Empfangsdienst e. V. eine Organisation entstanden, die an der Erforschung des Kurzwellengebiets sowie an der Heranbildung tüchtiger und erfahrener Funktechniker und Funker wesentlichen Anteil hat. Durch die auf dem Wege des Amateurfunks hergestellten zahlreichen Beziehungen zu ausländischen, insbesondere überseeischen Kurzwellenamateuren hat der Deutsche Amateursende- und Empfangsdienst e. V. in anerkennenswerter Weise zur Förderung des Verständnisses für das neue Deutschland beigetragen und dabei für den hohen Entwicklungsstand der deutschen Funktechnik Zeugnis abgelegt.

Mit den besten Wünschen für die weitere Entwicklung des Deutschen Amateursende- und Empfangsdienstes e. V. verbinde ich die Hoffnung, daß ihm auch weiterhin Erfolg beschieden sein möge, damit er auch in Zukunft beitrage zum Nutzen des deutschen Volkes und zur Mehrung seines Ansehens in der Welt getreu dem Willen unseres Führers."

Heil Hitler!

gez.: Dr. Goebbels.

*

Der Präsident hat daraufhin unterm 4. 2. wie folgt geantwortet:

Hochverehrter Herr Reichsminister!

„Für die gütigen Worte der Anerkennung und die freundlichen Wünsche, die Sie dem Deutschen Amateursende- und Empfangsdienst e. V. aus Anlaß seines zehnjährigen Bestehens haben zuteil werden lassen, beehre ich mich, Ihnen gleichzeitig im Namen sämtlicher Mitglieder unseres Verbandes meinen aufrichtigen Dank zu sagen. Ihre Anerkennung soll uns ein Ansporn sein, unsere ganze Kraft auch weiterhin zur Förderung des deutschen Kurzwellenwesens einzusetzen und damit getreu dem Willen unseres Führers dem Nutzen des deutschen Volkes und seinem Ansehen in der Welt zu dienen."

Heil Hitler!

gez.: Gebhardt.

Nachtrag zum Standard-Frequenzmesser Nr. 2

Auf Grund der derzeitigen gesetzlichen Regelung, nach der es nunmehr auch den DEs gestattet ist, Röhrenfrequenzmesser mit der ECO-Schaltung der DASD-Standard-Geräte zu bauen und auch die zahlreichen neuen Lizenzinhaber zuverlässige Frequenzmeßeinrichtungen nachweisen müssen, sind unsere Standardgeräte in einer außerordentlichen Verbreitung begriffen. Wir legen deshalb Wert darauf, diese Geräte stets dem neuesten Stande der Technik anzupassen und bringen hierfür im folgenden eine Weiterentwicklung unter Verwendung der stiftlosen Röhre AF 7. *Technische Abteilung des DASD*

Die sich durch die Verwendung der AF 7 als Schwingröhre ergebende abgeänderte Schaltung[1]) zeigt Abb. 1. Das gesondert herausgeführte Fanggitter der AF 7 ist mit dem Schirmgitter verbunden. Es ergibt sich hierdurch eine fast gänzliche Rückwirkungsfreiheit von der Anode auf den

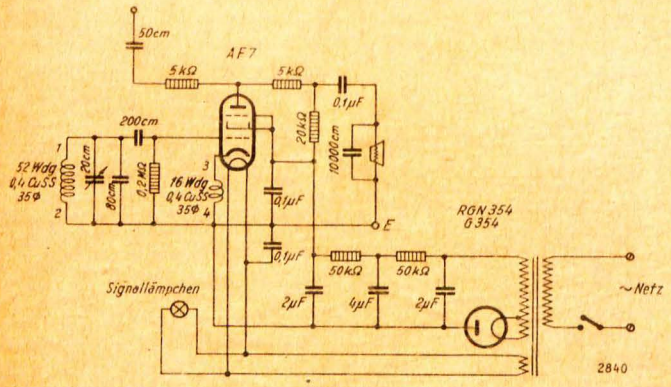


Abb. 1

Schwingungskreis. Das Steuergitter ist bei der neuen Röhre am oberen Ende des Kolbens herausgeführt. Es ist daher beim Verdrahten die Sockelschaltung der Abb. 2 genau zu beachten.

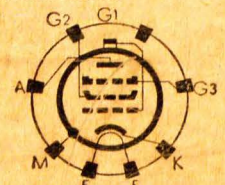


Abb. 2. Sockelschaltung der AF 7 von unten gesehen

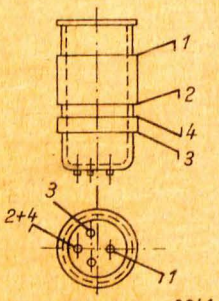


Abb. 3 (nebenstehend)

Den Anschluß der beiden Wicklungen auf der Spule zeigt Abb. 3. Die Abbildung zeigt gleichzeitig nochmals die Normen der von der Technischen Abteilung des DASD festgelegten Wicklungsanordnung und Anschlüsse für in Röhrenfassungen steckbare Spulen. Es ist hier zu beachten, daß beide Wicklungen im entgegengesetzten Sinne gewickelt werden.

Der nunmehrige Aufbau, der sich durch die vorstehenden Änderungen ergibt, sowie Art der Leitungsverlegung, ist aus den Fotos Abb. 4 bis 6 zu ersehen.

Die Genauigkeit des Gerätes liegt bei 0,5 ‰, sofern die Eichung und auch die sonstige Benutzung nach Beendigung des Anwärmvorganges, der etwa 20 Minuten bis eine halbe Stunde in Anspruch nimmt, geschieht. Netzspannungsschwankungen von 10 % bleiben vernachlässigbar.

Zeichnungen und Aufnahmen DASD *Gf., Qu*

[1]) S. a. Funk 1935, Heft 15.

Automatische Sicherung

Die Schmelzsicherung wird langsam durch den stets wiederverwendbaren Automaten verdrängt. Jeder kennt den Ärger, wenn eine Sicherung durchgebrannt, aber kein Ersatz mehr vorhanden ist. Genau so geht es den OMs, wenn sie ihren Gleichrichter mal überlasten. Ist keine Reserve mehr da, wird das Sicherungslämpchen kurzgeschlossen! — Plötzlich knallt es wieder — und diesmal muß die arme Gleichrichterröhre daran glauben!!! — Ich empfehle den Oms deshalb folgendes Mittel:

Die Gleichrichteranoden (Beispiel) bei einem 150-mA-Gleichrichter mit 0,3 Amp. Sicherungslampen absichern (Schutz gegen Durchschlag eines Kondensators der Siebkette), außerdem in den Ausgang des Gleichrichters zum Verbraucher einen Sicherungsautomaten legen, der in diesem Falle für 150 mA berechnet ist.

Automaten für diese Stromstärke sind im Handel noch nicht erhältlich. Also müssen wir uns diese selbst herstellen! Wir beschaffen uns einen normalen Starkstromautomaten ohne Verzögerung für 4 oder 6 Ampere. Diesen nehmen wir vorsichtig auseinander, so daß wir die Auslösespule erhalten. Der Draht hiervon wird abgewickelt, gleichzeitig werden aber die Windungen gezählt. Aus Windungszahl mal Nennstromstärke berechnen wir die Amperewindungszahl der Auslösung. Diese Amperewindungszahl wird durch unsere neue Auslösestromstärke dividiert (im Beispiel 150 mA). Wir erhalten so unsere neue Windungszahl. Diese Wicklung besteht aus 0,12 bis 0,15 mm Seidendraht. Nach Fertigstellung wird der Automat mit der neuen Spule wieder zusammengesetzt und zur Feststellung der neuen Auslösestromstärke mit einem Heizwiderstand und einem Milliamperemeter in Serie an eine Batterie gelegt.

Ein 150-mA-Automat löst nach meinen Versuchen bei 180 mA betriebssicher aus. Ein Vorzug des Automaten ist eben diese sichere Auslösung. Eine 150-mA-Sicherung brennt nach unseren Versuchen meistens erst bei 250 bis 350 mA durch (nach Oszillogramm). *Laporte D 4 veh*

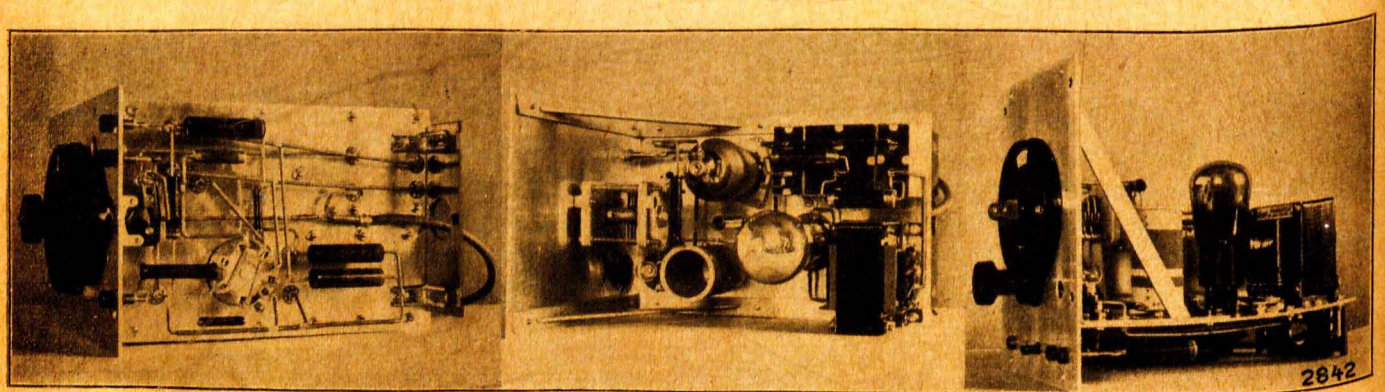
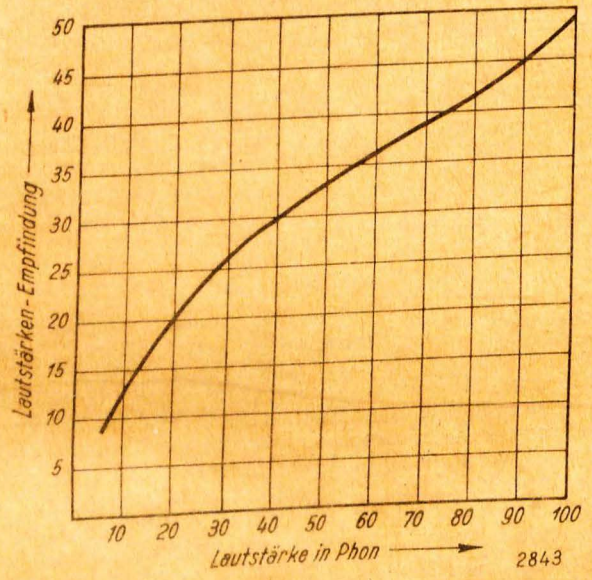


Abb. 4 bis 6

Audion contra Superhet

Am Schlusse des interessanten Aufsatzes von OM D 4 cxf in der letzten CQ[1]) wird — und nicht zum erstenmal — die Frage erörtert, warum sich auch heute noch der einfache Zweiröhren-Geradeausempfänger so großer Beliebtheit erfreut. Ich möchte daher zu diesem Kapitel auf eine Tatsache hinweisen, die mir wesentlich erscheint, und die meines Wissens bisher noch nie ins Treffen geführt wurde. Ich hatte schon seit Jahren die Beobachtung gemacht, die mir sicherlich auch viele OMs werden bestätigen können, daß bei schwacher Verstärkung leise DX-Stationen trotz eines gewissen Störspiegels leichter aufzunehmen sind, als wenn hierbei unter Anwendung großer Verstärkung sowohl Zeichenstärke als auch Störspiegel bedeutend lauter sind.



In dem kürzlich erschienenen Buch „Einführung in die angewandte Akustik"[2]) findet sich nun eine Bestätigung dieser Erfahrungstatsache kurvenmäßig festgelegt. Ich möchte daher kurz auf dieses merkwürdige physiologische Verhalten des menschlichen Ohres eingehen, werde aber einige vereinfachende Annahmen treffen, die das Endergebnis nicht wesentlich beeinflussen und wodurch jedoch die uns interessierenden Dinge deutlicher zu Tage treten.

[1]) Funk 1936, Heft 3.

[2]) H. J. Braunmühl u. W. Weber: Einführung in die angewandte Akustik; Verlag S. Hirzel, Leipzig 1936.

Haben wir einen Schall — etwa die Zeichen einer Station im Kopfhörer — vorliegen, so kommt ihm eine gewisse Intensität I zu, die physikalisch gemessen werden kann, indem man den Druck dieses Schalles $= p$ mißt. Es ist dann I dem Quadrat von p proportional. Man bezeichnet weiter den 10 fachen Brigg'schen Logarithmus des Verhältnisses I/I_0 als Lautstärke L. Es ist also: $L = 10 \cdot \log I/I_0$. Den Logarithmus führte man deswegen ein, weil nach dem Weber-Fechnerschen Gesetz die Empfindungsstärke dem Logarithmus der Reizstärke proportional ist. Das I_0 in obiger Gleichung ist die kleinste Schallintensität, die noch wahrgenommen werden kann. Hören wir nun zwei Stationen mit den Schallintensitäten I_1 und I_2, so ergeben sich die Lautstärken (die in „Phon" gemessen werden zu L_1 und L_2. Der Lautstärkenunterschied ist $L_2 - L_1 = 10 \cdot \log I_2/I_1$ Phon.

Schalten wir nun einen Verstärker an, so werden sich bedeutend größere Schallintensitäten ergeben, z. B. werden I_1 und I_2 auf je den 1000fachen Wert verstärkt werden. Trotzdem bleibt aber der Lautstärkenunterschied $L_2 - L_1$ unverändert gleich dem früheren Wert ohne Verstärkung. Würde also das Weber-Fechnersche Gesetz genau gelten, so würden wir mit oder ohne Verstärkung, wenn nur die Zeichen überhaupt über der Reizschwelle liegen (bzw. unter der „Schmerzschwelle"), genau den gleichen Lautstärkenunterschied empfinden. Tatsächlich liegen aber die Verhältnisse etwas anders, wie man aus der beigegebenen Kurve ersehen kann, die, etwas umgezeichnet, dem vorgenannten Buch entnommen ist. Waagerecht aufgetragen ist hier die Lautstärke, wie sie schon definiert wurde, auf der senkrechten Koordinate hingegen die „Lautheit", also die subjektiv empfundene Lautstärke. Hören wir etwa zwei Zeichen ähnlicher Frequenz in unserem Kopfhörer mit den Lautstärkern $L_2 = 30$ Phon und $L_1 = 20$ Phon, so empfinden wir einen Lautstärkenunterschied von rund sechs Einheiten, verstärken wir nun diese Zeichen auf Lautsprecherstärke, so daß nunmehr $L'_2 = 60$ Phon und $L'_1 = 50$ Phon betragen, so empfinden wir doch nur mehr einen Lautstärkenunterschied von rund drei Einheiten. Mit anderen Worten heißt das aber, daß es nunmehr schwieriger geworden ist, diese beiden Zeichen auseinanderzuhalten, sie werden sich mehr stören, als wenn wir nur eine schwache Verstärkung und Kopfhörerempfang anwenden. Ich komme somit zur Schlußfolgerung, daß eben in dem hier geschilderten physiologischen Verhalten des menschlichen Ohres einer der Hauptgründe dafür zu suchen ist, daß auch heute noch Zwei- oder Dreiröhrenempfänger am häufigsten bei Amateuren verwendet werden.

Zeichnung vom Verfasser *Dr. Otto Burkard OE 60/B — DE 1479*

Beitrag zum Fading-Problem (II)

13. Erfahrungsbericht der Log-Auswertungs-Abteilung des DASD

Im vorangegangenen Bericht war nachgewiesen worden, daß eine deutliche Periodizität in der zeitlichen Folge der besonders fadingreichen Tage besteht, und daß außerdem die Hauptfadingtage im Sommer 1934 zusammengefallen sind mit den im gleichen Zeitabschnitt stark verhagelten Tagen. Dabei wurde angedeutet, daß außer dieser zeitlichen Parallelität zwischen Fading und Hagel auch noch eine räumliche besteht, die mindestens ebenso wichtig erscheinen muß. Und zwar haben wir in der Log-Auswertung seit nunmehr etwa drei Jahren aus allem eingehenden Beobachtungsmaterial für jede Station getrennt die mittlere Fadingstärke berechnet. Dabei zeigte sich, daß der mittlere Fading-Faktor für die jeweils etwa zwei Monate umfassenden Beobachtungsabschnitte bei der einzelnen Station nur wenig Veränderungen unterworfen war, daß also der Größenordnung nach im Mittel längerer Zeiträume — in denen sich die Schwankungen von Tag zu Tag, die wir im letzten Bericht[1]) besprachen, weitgehend ausgleichen — die Fadingstörungen gleichbleiben. Sie zeigen mithin auch keine oder doch nur unbedeutende jahreszeitliche Schwankungen.

So gering nun die Unterschiede in der Fadingstärke während längerer Zeitabschnitte für die jeweils betrachtete einzelne Station bleiben, so groß sind sie aber zuweilen zwischen den Hörstellen selbst. Hier liegt nun der Gedanke nahe, für diese Unterschiede zunächst einmal rein äußerliche Einflüsse verantwortlich machen zu wollen. So wäre z. B. daran zu denken, ob etwa bestimmte Antennenformen und Empfangsanlagen sich durch auffällig starke Fadings auszeichnen; es wäre auch das sogenannte „individuelle Moment" zu berücksichtigen, da der eine DE niemals mit einem anderen DE übereinstimmend völlig gleiche QSB-Werte notieren wird; denn solange wir noch auf das Hören ange-

[1]) Funk 1935, Heft 9.

wiesen sind, solange noch nicht jeder DE sein Feldstärken-Meßgerät hat, werden wir es immer wieder erleben, daß gleichwertige Fadings einmal mit QSB r3, dann wieder nur mit r2 bezeichnet werden.

Immerhin würden sich aber diese Fehlschätzungen, dem Gesetz der großen Zahl entsprechend, im Laufe von längeren Zeiträumen doch weitgehend ausgleichen müssen. Der wesentlichste Grund dafür, die beobachteten räumlichen Unterschiede als reelle Erscheinungen anzusehen, liegt nun aber darin, daß sich sowohl die hohen als auch die niedrigen Fadingwerte jeweils in mehr oder weniger großen Gebieten zusammenfinden!

Es ist also nicht so, daß Stationen mit hohen und niedrigen Fadingwerten kreuz und quer regellos verstreut liegen, sondern es sind immer geschlossene Landschaftsräume, die übereinstimmende Fading-Eigenschaften aufzuweisen haben. Gerade diese regionale Gruppierung widerspricht aber der Möglichkeit von Einwirkungen rein äußerer Einflüsse, wie wir sie eingangs in Erwägung zogen. Denn es wäre ja mehr als sonderbar, wenn immer in gewissen geschlossenen Landschaftsräumen die DE's durchweg die Fadings um 1 oder 2 r-Einheiten zu hoch bewerten würden; oder wenn ausgerechnet in einzelnen Landschaften besonders fadingreiche Empfangsanlagen in Betrieb sein sollten! — Überdies sind die vorhandenen Unterlagen zu dem letzten Punkt eingehend geprüft worden mit dem Ergebnis, daß eine empfangstechnische Begründung des unterschiedlichen Fadingreichtums der verschiedenen Hörstellen nicht möglich ist.

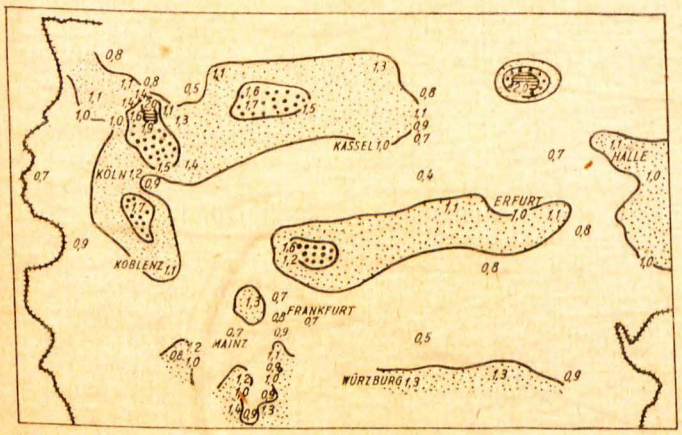


Abb. 1

Die Dinge liegen nun also so, daß wir in Deutschland eine Reihe von Landstrichen herausgefunden haben, innerhalb deren Grenzen alle arbeitenden und meldenden Stationen über dem Durchschnitt liegende Fadingwerte aufweisen. Der hier nur beschränkt verfügbare Raum verbietet es zunächst, unsere entsprechenden Arbeitskarten für den gesamtdeutschen Gebietsraum zu veröffentlichen; wir müssen uns deshalb vorerst auf einen in der Abb. 1 gegebenen Ausschnitt des Gebietes zwischen dem westlichen Mitteldeutschland und dem Rheinlande beschränken. Aus diesem Kartenbeispiel läßt sich die regionale Gruppierung der fadingarmen und der fadingreichen Stationen sehr deutlich ersehen; die Gebiete, in denen die mittlere Fadingstärke unterhalb von QSB = 1,0 bleibt, wurden weiß gelassen, während für QSB = 1,0 bis 1,4 die dünn punktierten, für QSB = 1,5 bis 1,9 die stark punktierten und für QSB = 2,0 und mehr die schraffierten Flächen angelegt wurden.

Nimmt man sich nun eine physiogeographische Landkarte des fraglichen Gebietes zur Hand, aus der die Verteilung von Tiefland und Bergland zu ersehen ist, so muß man die Feststellung machen, daß in dieser Hinsicht für den wechselnden Fadingreichtum keine Erklärungsmöglichkeiten bestehen. Die Fadinghäufung als eine „Echowirkung" umliegender Bergwände erklären zu wollen — wie uns das früher einmal geraten wurde —, ist also abwegig; die fadingreiche Kölner Tieflandsbucht einschließlich Westfalen spricht durchaus dagegen. (Übrigens finden sich auch in den ostpreußischen und nordwestdeutschen Flachlandsgebieten bemerkenswert hohe Fadingwerte!) — Der in den fraglichen Gebieten zu beobachtende Fadingreichtum muß also ganz andere Ursachen haben, worüber allerdings zunächst nur Vermutungen vorliegen.



Abb. 2

Diese Vermutungen werden aber in eine bestimmte Richtung gelenkt bei der Betrachtung der Karte in Abb 2. Diese bringt für den gleichen Raum wie Abb. 1 die Hageldichte des Sommers 1934 zum Ausdruck. Und zwar steht jeweils eine Ziffer für einen Landkreis; sie nennt die Zahl der Hageltage, von denen der Landkreis im Laufe des Sommers 1934 betroffen worden ist. Auch hier zeigt sich, daß stärker verhagelte Landstriche mit weniger stark verhagelten abwechseln; das ist an sich keine neue Feststellung, denn es ist allgemein bekannt, daß sich bestimmte Gegenden immer und immer wieder durch einen im Vergleich zu ihrer Umgebung hohen Hagelreichtum auszeichnen.

Was aber entscheidend ist, das geht aus einem Vergleich der beiden Karten hervor: fadingreiche und hagelreiche Landstriche umfassen fast genau die gleichen Flächen! — Eine hundertprozentige Übereinstimmung darf allerdings schon deshalb nicht erwartet werden, weil die Hagelzahlen für Landkreise, die Fadingzahlen für einzelne Orte gelten, so daß beide Karten von etwas verschiedenen Grundlagen ausgehen.

Freilich könnte nun der Einwand gemacht werden, daß dieses eine Jahr noch keine genügende Beweiskraft besitze, weil ja hier irgendwelche Zufälle mitspielen könnten, die uns ein solches Ergebnis nur vortäuschen. Um dieser Kritik sofort zu begegnen, wurden auch für das vorausgegangene

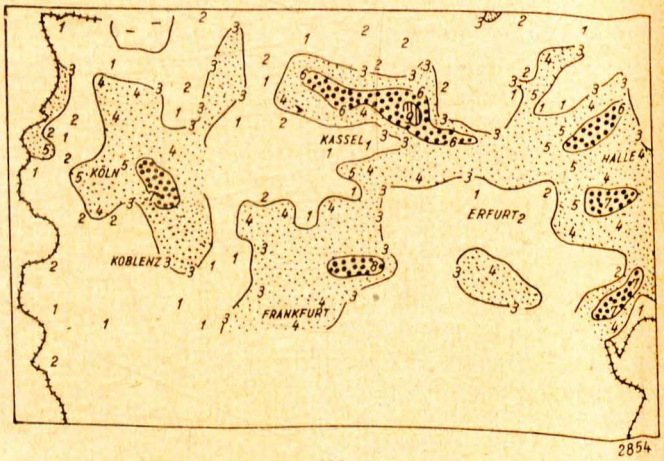


Abb. 3

Jahr 1933 die Hagelstatistiken ausgewertet und die Hageldichte kartographisch dargestellt. In der Abb. 3 findet sich der fragliche Gebietsausschnitt. Und wir sehen nun, daß — von Verschiebungen in der zahlenmäßigen Größenordnung abgesehen — es 1933 die gleichen Landstriche sind, die auch 1934 verhältnismäßig hohe Hageldichten aufzuweisen hatten. Das Ergebnis von 1933 ist also dem von 1934 vollkommen gleichwertig; d. h. die Möglichkeit eines obwaltenden Zufalles ist schon ganz wesentlich verkleinert!

Das uns bisher verfügbare Material, das wir für 1935 natürlich so schnell wie möglich nachkontrollieren werden, berechtigt uns somit zu der Feststellung, daß vom Fadingreichtum und Hagelreichtum jeweils gleiche Gebiete betroffen sind! — Zu dieser räumlichen Kongruenz der Erscheinungen tritt nun aber noch die im vorigen Bericht nachgewiesene zeitliche Parallelität in zweierlei Beziehung, so daß beide Vorgänge eng miteinander gekoppelt erscheinen und demnach mit hoher Wahrscheinlichkeit auf — zumindest überwiegende — gemeinsame Ursachen zurückzuführen sind. Aus diesem Grunde wird in Zukunft die Forschungsarbeit hinsichtlich der Fadings mit derjenigen bzgl. der Hagelentstehung in vielen Punkten gemeinsame Wege gehen können und sogar gehen müssen. Und das um so mehr, als man bisher noch nirgends und niemals einen Hagelschlag ohne Gewittererscheinungen, also ohne Blitz und Donner, gesehen hat. Die Hagelbildung setzt also offensichtlich bestimmte luftelektrische Vorgänge voraus!

Bei der weiteren Verfolgung dieser Gedanken muß man sich allerdings von der Vorstellung frei machen, daß die Fadings allein durch die Heaviside-Schichten verursacht sind; das wird man aber angesichts unserer Karte 1 um so eher tun können, als ja gar nicht zu erklären wäre, warum sich die Eigenschaften der Heaviside-Schicht in einzelnen eng begrenzten Zonen stark, in anderen dagegen so gut wie gar nicht auswirken sollte.

Es wird allen DE's — auch jenen älteren Jahrgängen, die für die Logs „nicht so richtig Zeit haben"! — klar sein, daß alle weiteren Untersuchungen in dieser Richtung um so größere Beweiskraft haben, je dichter das der Fadingkarte zugrunde liegende Stationsnetz ist. Deshalb bitten wir ausdrücklich alle DE's, doch wenigstens jetzt in den kommenden Sommerwochen an die ordnungsgemäße Ausfüllung und Einsendung der Logzettel zu denken, damit unsere Fadingkarte für den Sommer 1935 mindestens die doppelte Zahl von Hörstellen ausweist und dadurch die zum Vergleich mit den Hagelkarten wünschenswerte Genauigkeit erlangt.

Zeichnungen vom Verfasser *Dr. Gerhard Kunze, Breslau*

Tragbarer Sender-Empfänger

Nachstehende Arbeit wird allen denen, die eine tragbare Station für Versuche im Gelände oder als Hilfsgerät bei Ausfallen des Lichtnetzes zu bauen beabsichtigen, viele Anregungen bieten. Allerdings würden wir im Interesse der Erreichung höherer Leistung im Sender wie im Empfänger empfehlen, soweit möglich, modernere Röhrentypen zu verwenden, von denen ja leicht, ohne erhebliche Gewichtszunahme, einige Ersatzexemplare mitgeführt werden können. Bei den niedrigen Anodenspannungen sind Fünfpolröhren im Sender vorteilhafter, im Empfänger liefern sie ebenfalls größere Verstärkungsziffern! Zur Ersparnis von Anodenstrom wäre der Empfänger mit KF 4 im Audion und der Endstufe zu betreiben und der Hörer über einen Transformator passenden Übersetzungsverhältnisses angeschlossen. In der Senderendstufe bringt KL 2 etwa die doppelte Leistung wie die RE 134, auch die KDD 1 in Gegentaktschaltung ist bei entsprechender Aussteuerung (Oszillator KC 3 oder KL 1) viel günstiger. Die KDD 1 kann dabei ohne Gittervorspannungsbatterie oder evtl. mit Gitterableitung betrieben werden. Wird eine KL 2 in der Senderendstufe verwendet, so besteht evtl. die Möglichkeit, sie mit einer KF4 in elektronengekoppelter Schaltung zu steuern! *Die Schriftleitung*

Für den Notbetrieb bei Ausfall des Lichtnetzes, den Einsatz bei Katastrophen, für Geländeversuche usw. werden meist tragbare Geräte mit Speisung aus Batterien verwendet. Den meisten fehlt aber mehr oder weniger die vielseitige Einsatzmöglichkeit, die man von einem solchen Gerät verlangen muß. Von den „Schönwetterstationen", die nur bei trockener Wetterlage und auch dann nur im Beisein des Erbauers überhaupt verwendbar sind, sei hier abgesehen. Meist sind die üblichen Geräte nur für irgendeinen bestimmten Zweck entworfen und in der mechanischen Ausführung sehr empfindlich. Auch weichen sie in Leistung, Schaltung und Betriebsart so stark voneinander ab, daß eine gemeinsame Auswertung von Geländeversuchen nur sehr bedingt möglich ist.

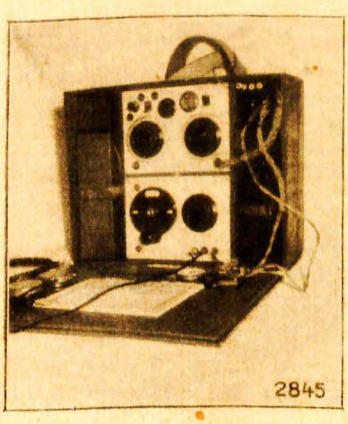


Abb. 1

Unter weitgehender Unterstützung durch die Technische Abteilung des DASD wurde deshalb vor einiger Zeit mit der Entwicklung eines leicht beförderbaren Notbetriebsgerätes von 1 bis 2 Watt-Leistung begonnen, das den obenerwähnten Anforderungen in möglichst weitem Ausmaß genügt. Nach längeren Vorversuchen wurde nun ein Muster dieses Gerätes fertiggestellt (Abb. 1 u. 2).

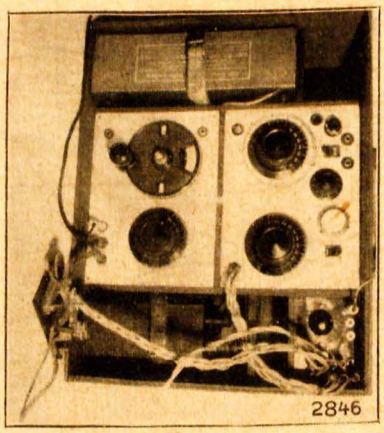


Abb. 2

Die Auswahl der Schaltungen erfolgte unter dem Gesichtspunkt der leichten Bedienbarkeit, der ausreichenden Eichbarkeit und der Betriebssicherheit. Selbsterregte Sender schieden natürlich von vornherein aus, die Verwendung von Steuerquarzen, die ja an und für sich für tragbare Anlagen große Vorteile bietet, mußte fallen gelassen werden, da auf die Möglichkeit des beliebigen Wellenwechsels nicht verzichtet werden konnte. Schließlich wurde als Sender ein gewöhnlicher MOPA gewählt mit einer RE 084 im Oszillator und einer RE 134 als Endstufe (Abb. 3 oberer Teil). Unter Verwendung der neuen Röhrenserien wäre es ja zwar möglich gewesen, größere Gesamtwirkungsgrade zu erzielen. Wer aber schon Geländeversuche abseits größerer Städte durchgeführt hat, weiß, welche Schwierigkeiten bei Röhrendefekten die Beschaffung von Ersatzröhren bietet. Es mußte deshalb unter allen Umständen an Röhrentypen festgehalten werden, die mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auch in kleinen Rundfunkgeschäften vorrätig sind. Die Abmessungen des Senders sind übrigens so getroffen, daß man ihn, nötigenfalls z. B. bei Vorhandensein eines Autoumformers, mit einer RE 134 im Steuersender und einer RS 241 im Verstärker ausrüsten kann. Allerdings dürfte für die in Frage kommenden Zwecke die RE 134 im Verstärker völlig ausreichen.

Der Empfänger ist ein O—V—1 in Schnellschaltung (Abb. 3 unterer Teil). In Übereinstimmung mit dem Sender wurde er mit einer RE 084 und einer RE 134 bestückt. Um trotz Fehlens einer Vorröhre eine gewisse Eichbarkeit zu erzielen, wurde die kapazitive Antennenankopplung ziemlich lose gewählt. Der verfügbare Raum im Empfänger ist so bemessen, daß noch Platz für eine Röhre gewonnen werden kann, so daß dem Einbau einer Vorröhre oder einer zweiten Niederfrequenzstufe nichts im Wege steht.

Sender und Empfänger erhalten ihren Anodenstrom von einer handelsüblichen Anodenbatterie von 120 Volt, während die Gitterspannungen zwei gesondert eingebauten Taschenlampenbatterien entnommen werden.

Die von anderer Seite angeregte Verwendung eines Summertransformators schied aus, da eine Gewichtsverringerung dabei nicht zu erzielen war. Auch andere Gründe sprachen dagegen. Noch nicht befriedigend gelöst ist die Frage der Heizstromversorgung. In Frage kommt nur ein leichter, säuredichter Akku von ungefähr 9 Amperestunden. Akkus dieser Art sind aber leider im Handel fast nicht erhältlich. Besonders geeignet wäre eine Ausführung nach Art der Motorradbatterien.

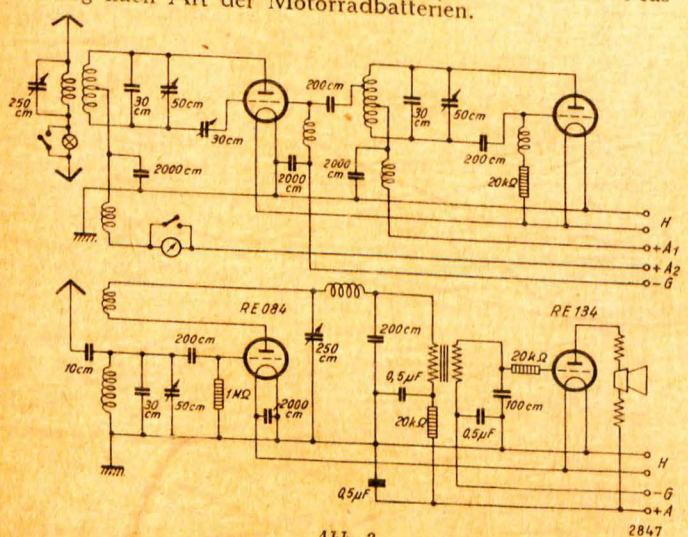


Abb. 3

Gewisse Schwierigkeiten bot die Antennenfrage, da das Gerät nicht an eine bestimmte Antenne gebunden sein sollte. Die Antennen- und Erdverbindungen des Gerätes wurden deshalb durchwegs steckbar ausgeführt. Die Umschaltung der Antenne auf Senden und Empfang geschieht im Umschalteteil. Da in der Mehrzahl der Fälle doch mit kurzen Antennen zu rechnen ist, hat der Antennenteil des Senders die Schaltung „lang". Eine Collins-Ankopplung wurde absichtlich nicht eingebaut, da bei einem tragbaren Gerät ihre Nachteile meist die Vorteile bei weitem überwiegen (? die Schriftleitung)

Aus verschiedenen Gründen erwies es sich als ratsam, Sender und Empfänger getrennt aufzubauen. Dadurch

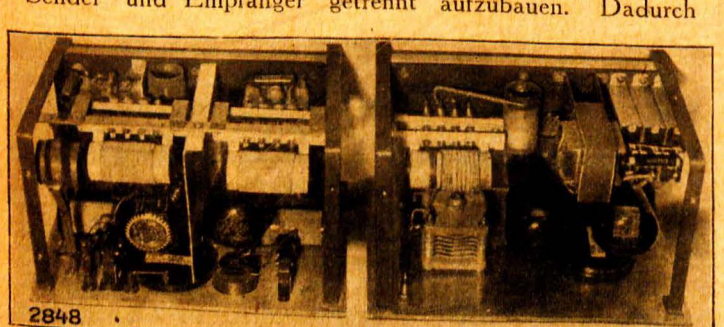


Abb. 4

wurde es nötig, die Umschaltung von Senden auf Empfang in einen getrennten Umschalteteil zu verlegen. Aus Gründen der Einheitlichkeit wurden Sender und Empfänger in Chassis gleicher Ausführungen eingebaut (Abb. 4). Die Aluminiumfrontplatte wurde, um Bezeichnungen und Eichmarken auftragen zu können, mit Zeichenpapier verkleidet, das durch eine Cellonabdeckung gegen Verschmutzung geschützt ist. Soweit es ohne Behinderung des Spulen- oder Röhrenwechsels möglich war, wurden die Geräte abgeschirmt. Die Einzelteile sind durchwegs handels-

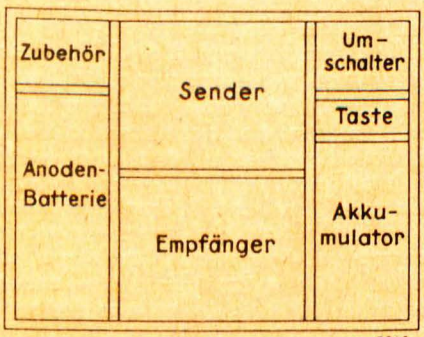


Abb. 5

übliche Ausführungen. Bei Nachbau des Gerätes ist jedoch zu beachten, daß bei Verwendung anderer Fabrikate möglicherweise Raumschwierigkeiten auftreten können. Im übrigen ist das Gerät so gebaut, daß es von jedem handwerklich einigermaßen geschulten OM ohne weiteres nachgebaut werden kann.

Das ganze Gerät ist einschließlich Zubehör in einem Sperrholzkasten (Abb. 5) so eingebaut, daß es, abgesehen vom Bau der Antenne, nach Abnehmen des Deckels sofort betriebsbereit ist. Die Größe des Kastens beträgt 44 × 35 × 19 cm. Sender wie Empfänger können zum Spulenwechsel nach vorne herausgezogen werden. Der Deckel des Kastens kann ganz abgenommen werden, da er im

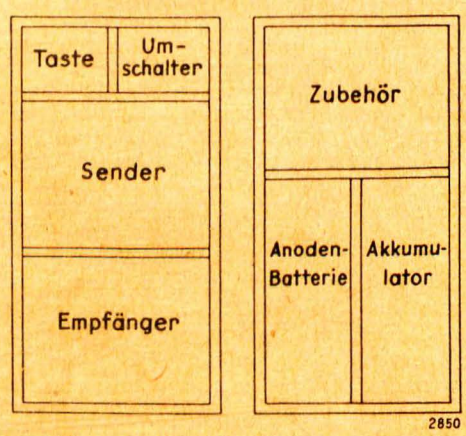


Abb. 6

Gelände als Schreibunterlage dienen soll. Zu diesem Zwecke ist er mit Aussparungen und Haltevorrichtungen für Taste, Uhr und Schreibmaterial versehen. Damit das Gerät auf dem Rücken getragen werden kann, ist es mit Tornisterriemen und Tragkissen ausgestattet.

Es ist klar, daß ein Gerät dieser Art ein ziemlich hohes Gewicht besitzt, das einschließlich Zubehör ungefähr 15 kg betragen dürfte. Für manche Verwendungszwecke ist es daher ratsam, das Gerät in einen Apparatekasten und einen Batteriekasten aufzuteilen (Abb. 6). Die Aufbauzeit der Anlage wird freilich dadurch etwas verlängert.

Infolge der ungeeigneten Witterung war es bisher leider nicht möglich, das Gerät im Gelände umfassend zu erproben. Versuche an festen Antennen ergaben aber bisher völlig zufriedenstellende Erfolge. Über die weitere Bewährung des Gerätes wird gegebenenfalls später berichtet.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser *Dipl.-Ing. K. Herbig*

Vom Schreibtischentwurf in die Praxis

Nr. 13. Kleinsender mit Lastausgleich

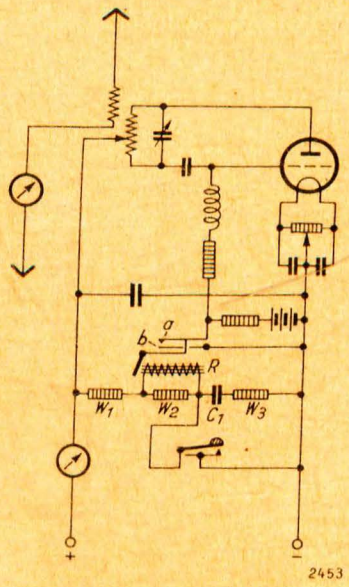
Kleinsender, die aus dem Wechselstromnetz mit Hochvakuumgleichrichtern betrieben werden, ergeben — hauptsächlich durch den beim Tasten auftretenden Spannungsabfall — meistens einen schlechten Ton, der auf das verhältnismäßig breite, durch die Änderung der Gleichspannung hervorgerufene Frequenzband zurückzuführen ist. Durch einen Lastausgleich, der in den Tastpausen genau dieselbe Leistung aufnimmt wie der Sender, läßt sich bekanntlich eine Besserung erzielen.

Im Nachfolgenden soll ein Lastausgleich vorgeschlagen werden, bei dem praktisch der Einsatz der Schwingungen mit dem Ausschalten des Belastungswiderstandes und umgekehrt zeitlich zusammenfällt, was bei vielen Anordnungen nicht erreicht wird. Die geforderte Bedingung wird gut erfüllt, wenn die Kontaktfedern *a* und *b* des Relais *R* (siehe Abb.) auf den kleinsten zulässigen Abstand gebracht werden. Der resultierende Widerstand, der sich aus $W_1 + \frac{W2 \cdot WR}{W2 + WR}$ ergibt (*WR* Ohmscher Widerstand von *R*), muß, wie bereits erwähnt, genau die gleiche Stromstärke aufnehmen können, wie die Senderöhre bei angekoppelter Antenne verbraucht. Da sich die Stromaufnahme des Senders in geringen Grenzen ändern kann, wäre W_1 variabel einzurichten.

Das Tastrelais *R* ist durch Parallelschaltung des Widerstandes W_2 der Stromstärke, die im gesamten Ballastwiderstand fließt, anzupassen. Gleichzeitig wird durch W_2 die unerwünschte Selbstinduktion der Relaisspule teilweise unwirksam. C_1 in Verbindung mit W_3 verhindert die Funkenbildung an der Taste.

Werte für $C_1 = 0{,}1$—$0{,}25$ mF, für $W_3 = 50$—$150\ \Omega$.

Als Senderöhren kommen solche Typen in Frage, bei denen am Gitterableitwiderstand bei geöffneter Tasteinrichtung ein genügend großer Spannungsabfall auftritt, der zur Sperrung des Rohres notwendig ist. Sollten die Schwingungen trotzdem nicht aussetzen, so muß eine Sperrbatterie (gestrichelt eingezeichnet) mit vorgeschaltetem Widerstand von 1—2 MΩ eingebaut werden. Eine möglichst starre Antenne, lose Ankopplung dieser an den Schwingkreis und geringe Verstimmung des Senders gegen die Resonanzlage des Antennenkreises (zusätzliche Dämpfung) werden die Frequenzstabilität weiterhin erhöhen. Die Art der Tastung ist eigenartig, doch sei auf die Ruhestrommorseleitungen der DRP hingewiesen, bei denen gleichfalls durch Unterbrechung des Ruhekontaktes die Zeichengebung erfolgt.



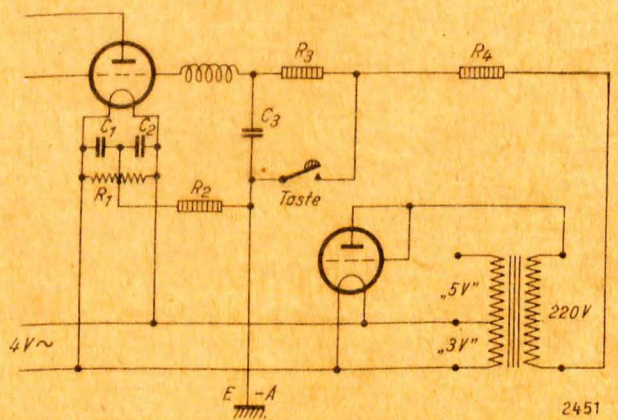
2453

Es liegt hier die dankbare Aufgabe vor, dem Jungamateur einen billigen, aber gut arbeitenden Sender für das 80-m-Band zu entwickeln, der den heute gestellten Forderungen genügen könnte.

Zeichnung vom Verfasser *K. Boehm*

Ein störungsfreier Tastgleichrichter

Die Nachfrage nach einer einfachen und doch wirklich störungsfreien Tastung ist immer groß, besonders, wenn zu den Hauptrundfunksendezeiten gearbeitet wird. Die Gitter-Blockierungstastung mit getrennter Gitterbatterie ergibt wohl eine rundfunkstörungsfreie Tastung, paßt sich aber, besonders bei größeren Senderstufen, nicht immer dem schmalen Geldbeutel des Amateurs an, denn große Gitterbatterien sind bestimmt nicht billig. Die Vorspannung durch Spannungsteiler aus der Anodenspannung zu entnehmen, ergibt Leistungsverluste und vor allen Dingen auch Tastclicks, genau wie das beliebte und auch als rundfunkstörungsfrei bezeichnete Einschalten von Widerständen in die Kathodenleitung der *PA* Stufe, die dann durch die Taste überbrückt werden. Deshalb ist für größere Senderstufen über 25 Watt immer noch die beste Lösung die Gitterblockierung durch separaten Gleichrichter.



2451

C_1, C_2 = je 2000 cm, C_3 = 0,5 mF, R_1 = 100 Ω, R_2 je nach Röhre 600 bis 1000 Ω, R_3 = 10000 bis 15000 Ω, R_4 = 0,01 bis 0,1 MΩ

Nachstehend soll darum ein einfacher und billiger Gleichrichter beschrieben werden (s. Abb.), den wohl jeder Amateur nachbauen kann. Voraussetzung hierfür ist natürlich, daß die Röhre mit Wechselstrom geheizt wird, was ja meistens der Fall ist. Wir benötigen nur einen Klingeltransformator, eine halbtaube Empfängerröhre (man kann irgendeine „Wald- und Wiesenröhre" benutzen, deren Faden noch ganz ist und die keinen Gitterschluß hat), sowie einige Widerstände. Dieser kleine Gleichrichter läßt sich sehr gut in den Sender einbauen, indem man, um Platz zu sparen, den Röhrensockel für die Gleichrichterröhre auf dem Deckel des Klingeltransformators anbringt. Man braucht dann nur die Heizung der Sende-Röhre mit den 3-Volt-Klemmen des Klingeltransformators zu verbinden (natürlich nur bei 4 Volt Heizung, bei einer anderen Heizspannung der Sende-Röhre nimmt man entweder die 5- oder 8-Volt-Klemmen!) und kann dann die zur Blockierung dienende Spannung (ca. 300 Volt je nach Klingeltransformator und Gleichrichterröhre) über den Widerstand R 4 an einer der beiden 220-Volt-Klemmen des Klingeltransformators abnehmen. Die andere Klemme verbindet man mit Gitter und Anode der Gleichrichterröhre. Durch die gemeinsame Heizung der Sende- und Gleichrichterröhre liegt der Pluspol sowieso an Erde. Eine Siebung erübrigt sich, da kein Brumm entstehen kann.

Mit dieser Anordnung ist es möglich, Sender bis zu 100 Watt absolut rundfunkstörungsfrei zu tasten. Der Schwingungseinsatz ist dabei auch angenehm weich und rein und kann durch den Widerstand R_4 nach Belieben reguliert werden.

F. Herrmann DE 2289/i

Erdmagnetischer Bericht

Vom 1. November 1935 bis 31. Januar 1936

Zeiten in mittlerer Greenwicher Zeit

1. Nov. 0 ruhig. Zwischen 21.00—23.00 auftretende Elementarwellen in D und H.
2. Nov. 0 ruhig. Ab 17.00 bis Ende des Tages etwas Bewegung in allen Elementen.
3. Nov. 0 ruhig. 0.00—1.20, D, ∩, 12′; 16.00—17.20, H, sin-förmige Bewegung, Ampl. 51 γ; 16.25—18.00, D, ∪, 11′.
4. Nov. 0 ruhig.
5. Nov. 0 ruhig. Stärkere Bewegung von 15.00—24.00. 15.50 bis 16.45, D, ∪, 19′; 16.00—17.20, H, ∩, 70 γ; 18.10 bis 19.00, D, ∪, 17′; 17.35—19.00, H, sin-förmige Schwankungen, Ampl. 68 γ.
6. Nov. 0 ruhig. 8.00—15.00, schnelle Bewegung und Elementarwellen in allen Elementen.
7. Nov. 0 ruhig.
8. Nov. 0 ruhig.
9. Nov. 0 ruhig.
10. Nov. 0 ruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen in D und H.
11. Nov. 0 ruhig. 18.00—24.00 etwas Bewegung in allen Elementen.
12. Nov. 0 unruhig. Stärkere Bewegung in allen Elementen von 11.00—19.00.
13. Nov. 0 unruhig. 14.20—16.30, D, sin-förmiger Verlauf, Ampl. 10′; 18.05—18.45, H, ∪, 42 γ; 21.45—22.55, H, ∩, 54 γ.
14. Nov. 0 ruhig. 16.05—16.50, H, sin-förmig, Ampl. 56 γ; 18.15—18.50, D, sin-förmig, Ampl. 10′; 18.12—18.33, H, ∩, 49 γ; 18.12—18.33, Z, ∪, 15 γ.
15. Nov. 0 ruhig.
16. Nov. 0 ruhig.
17. Nov. 0 ruhig.
18. Nov. 0 ruhig. 17.20—18.20, D, ∪, 9′; 23.05—24.00 H, ∩, 47 γ.
19. Nov. 0 ruhig.
20. Nov. 0 ruhig. 16.30—17.50, D, ∪, 13′; 16.20—17.45, H, sin-förmig, Ampl. 44 γ.
21. Nov. 0 ruhig.
22. Nov. 0 ruhig. 23.25—23.40, Anstieg in H um 30 γ.
23. Nov. 0 ruhig.
24. Nov. 0 ruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen in allen Elementen.
25. Nov. 0 ruhig.
26. Nov. 0 ruhig. 9.30—14.40 und 19.50—21.00 Elementarwellen in D und H.
27. Nov. 0 ruhig. 18.10—20.40, D, ∪, 21′; 17.55—19.45, H, sin-förmig, Ampl. 35 γ.
28. Nov. 0 ruhig.
29. Nov. 0 ruhig. 20.35—21.50, D, ∪, 15′; 20.45—21.55, H, ∩, 35 γ.
30. Nov. 0 unruhig. 5.25—6.50, H, sin-förmig, Ampl. 63 γ; 16.50—18.20, D, sin-förmig, Ampl. 12′.
1. Dez. 0 unruhig. 16.25—17.40, D, ∪, 15′; 16.15—17.45, H, ∪, 58 γ.
2. Dez. 0 bewegt. 11.25—13.50, H, ∪, 54 γ.
3. Dez. 0 ruhig. 0.06—0.30, Anstieg in D um 12½′; 14.50—20.30, stärkere Bewegung in D und H.
4. Dez. 0 ruhig.
5. Dez. 0 ruhig.
6. Dez. 0 ruhig.
7. Dez. 0 etwas bewegt. Bei D und H zeitweilig auftretende Elementarwellen.
8. Dez. 0 ruhig.
9. Dez. 0 ruhig. 20.20—24.00 etwas Unruhe in D und H.
10. Dez. 0 ruhig. 17.10—18.00, D, ∪, 6½′.
11. Dez. 0 ruhig. 21.30—23.10, D, ∪, 9′; 21.55—22.50, H, ∩, 51 γ.
12. Dez. 0 ruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen bei D und H.
13. Dez. 0 ruhig. 16.35—17.45, D, ∪, 9′.
14. Dez. 1 stark bewegt. 14.20—15.45, D, ∪, 12′; 14.45 bis 15.03 Anstieg in H um 47 γ; 16.50—18.40, H, sin-förmig, Ampl. 44 γ; 22.00—23.10, D, sin-förmig, Ampl. 18′; 22.25—23.45, H, ∩, 84 γ.
15. Dez. 0 unruhig. 1.03—4.10, H, sin-förmig, Ampl. 70 γ; 17.30—19.00, D, ∪, 11′.
16. Dez. 0 unruhig. 14.35—15.05 Abfall in D um 12′; 14.00—16.00, H, ∪, 63 γ; 21.00—22.00, D, sin-förmig, Ampl. 11′.
17. Dez. 0 ruhig.
18. Dez. 0 ruhig. 18.40—19.50, D, ∪, 9½′; 18.50—20.00, H, ∩, 30 γ.
19. Dez. 0 ruhig.
20. Dez. 0 ruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen in D und H.
21. Dez. 0 ruhig.
22. Dez. 0 ruhig.
23. Dez. 0 ruhig.
24. Dez. 0 ruhig. Etwas Bewegung in D, H, Z von 21.30 bis 24.00.
25. Dez. 0 ruhig. 18.18—18.55, D, ∩, 6½′; 18.20—18.40, H, Abfall um 49 γ.
26. Dez. 0 unruhig. 20.30—22.20, H, sin-förmig, Ampl. 56 γ.
27. Dez. 0 unruhig.
28. Dez. 0 unruhig. 0.51—1.30, Anstieg in H um 65 γ; 1.50—2.40, D, ∪, 10′; 9.35—11.30, H, ∪, 74 γ; 17.55—19.08, D, ∪, 10½′.
20. Dez. 0 unruhig. 22.30—23,20, H, sin-förmig, Ampl. 47 γ.
30. Dez. 0 ruhig. 17.45—19.20, D, ∪, 10′.
31. Dez. 0 ruhig.
1. Januar 0 ruhig.
2. Januar 0 ruhig.
3. Januar 0 ruhig.
4. Januar 0 ruhig.
5. Januar 0 ruhig.
6. Januar 0 ruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen bei D und H.
7. Januar 0 ruhig. 23.00—24.00 scharf ausgeprägte Elementarwellen bei D und H.
8. Januar 0 unruhig.
9. Januar 0 ruhig. 19.50—21.20, D, sin-förmig, Ampl. 9′; 22.05—22.25, Steigung in H um 23 γ.
10. Januar 0 unruhig. 17.55—19.15, D, ∪, 14½′; 18.00 bis 19.35, H, ∩, 77 γ; 19.00—20.00, D, sin-förmig, Ampl. 9′.
11. Januar 0 ruhig. 17.40—18.30, D, ∪, 6½′.
12. Januar 0 unruhig. 13.00—15.00, D, sin-förmig, Ampl. 7′; 13.15—14.45, H, ∪, 40 γ; 19.25—20.10, D, ∪, 7′; 19.00—20.30, H, ∩, 44 γ.
13. Januar 0 bewegt. 1.00—2.35, D, ∩, 9′; 14.45—15.45, H, ∪, 40 γ; 15.12—15.30, Abfall in D um 9′; 18.25 bis 19.30, D, ∪, 10½′; 18.25—19.40, H, ∩, 45 γ.
14. Januar 0 ruhig.
15. Januar 0 ruhig.
16. Januar 0 ruhig.
17. Januar 0 ruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen bei allen Elementen.
18. Januar 0 unruhig. 14.55—20.15 stärkere Bewegung in H; 17.15—18.50, D, ∪, 12′.
19. Januar 0 leicht bewegt.
20. Januar 0 ruhig. 20.00—24.00 geringe Bewegung in allen Elementen.
21. Januar 0 ruhig. 20.05—21.35, D, ∪, 13½′; 23.00—0.20, H, ∩, 54 γ.
22. Januar 0 leicht bewegt.
23. Januar 0 ruhig.
24. Januar 0 ruhig.
25. Januar 0 unruhig. 0.00—15.00 stärkere Unruhe in allen Elementen; 15.36—16.03, Anstieg in H um 51 γ.
26. Januar 0 unruhig. 20.54—21.12, Abfall in D um 21′; 20.45—21.55, H, ∩, 93 γ.
27. Januar 0 leicht bewegt.
28. Januar 0 ruhig.
29. Januar 0 ruhig. 20.05—21.20, D, ∪, 12′; 20.05—21.10, H, ∩, 37 γ.
30. Januar 0 leicht bewegt.
31. Januar 0 leicht bewegt. Zeitweilig auftretende Elementarwellen in allen Elementen.

Dr. R. Bock

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für „CQ": Rolf Wigand, Berlin. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. DA IV. Vj. 1935 = 8417. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G., Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94, Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 88378. Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung.
Nachdruck sämtlicher Artikel verboten

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

15. März 1936 Heft 6

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungskosten von 1 Pfg. enthalten
Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Neue Kofferempfänger auf der Leipziger Messe

Von
Erich Schwandt

In den letzten Wochen wurde viel von neuen Kofferempfängern gesprochen. Man hörte von Abmessungen, die ungewöhnlich klein erschienen, erzählte sich, daß diese kleinen Koffer zum Teil sogar Superhetempfänger enthalten sollten und nannte Preise, die für einige Geräte kaum über 100 RM hinausgingen. Wenn auch bestimmte Angaben noch nicht zu erhalten waren, so stand es doch fest, daß mehrere Fabriken mit großem Eifer an die Konstruktion neuartiger tragbarer Geräte gangen waren, und man durfte die Erwartung hegen, daß die Leipziger Frühjahrsmesse Kofferempfänger bringen würde, mit denen die Empfänger-Konstrukteure wirklich neue Wege beschreiten. Diese Erwartungen haben sich erfüllt; die neuen Geräte brechen zum Teil sehr weitgehend mit der bisher üblichen Form und Ausstattung, sie stellen die ersten Vertreter einer vollkommen neuen Spielart von Rundfunkempfängern dar.

Unter den neuen Kofferempfängern haben wir zwei verschiedene Gattungen zu unterscheiden: 1. die billigen Empfänger niedriger Empfindlichkeit für den Lagerplatz und für das Wochenend-Heim, 2. die teueren Geräte hoher Empfindlichkeit für universelle Anwendung. Die Kofferempfänger erster Art sind klein, leicht und billig; es sind Einkreis-Dreiröhren-Audionempfänger, Geräte also, die man im allgemeinen mit Orts- und Bezirksempfängern bezeichnet. Sie benötigen für den Empfänger eine offene Antenne, die aus einigen Metern ausgeworfenen Drahtes bestehen kann; an einer solchen Behelfsantenne erhält man in der Regel nur den Orts- oder Bezirkssender. Hält man sich auf einem Lagerplatz oder in der Sommerfrische längere Zeit auf, so kann man sich mit einfachen Mitteln eine wirkungsvolle Hochantenne bauen und die Leistungsfähigkeit, d. h. die Reichweite und Lautstärke dieser Geräte, bedeutend steigern. Für den Empfang im Kraftwagen, im Motor- oder Segelboot und dgl. sind diese einfachen Geräte weniger gut geeignet; hierfür ist vielmehr die zweite Gruppe empfindlicherer, aber auch teuerer Empfänger bestimmt. Hierbei handelt es sich um Geradeausempfänger mit mindestens einer Hochfrequenzstufe oder um Superhetempfänger, beide mit eingebauter Rahmenantenne, so daß diese Geräte jederzeit, ohne jede Vorbereitung, empfangsbereit sind und infolge ihrer großen Empfindlichkeit stets eine größere Auswahl von Sendern bieten. Natürlich müssen diese Empfänger infolge des großen Aufwandes größer, schwerer und teurer sein.



Abb. 1. Kofferempfänger „Piggi"

Der billigste Kofferempfänger, der auf der Messe zu sehen war, ist der Piggi von Lumophon, ein Einkreis-Dreiröhrenempfänger, der einschließlich Röhren und Batterien 122,50 RM kostet. Er ist klein (21 × 21 × 12 cm), leicht (4,8 kg), verwendet die 2-Volt-Röhren KC 1, KC 1 und KL 1 und macht von einer VE-ähnlichen Dreiröhren-Widerstandsschaltung Gebrauch. Lautsprecheröffnung und Bedienungsgriffe liegen an der Vorderwand offen; die

Knöpfe sind durch versenkten Einbau geschützt (Abb. 1). In dem rückwärtigen Deckel des Gerätes befinden sich der aufgespulte Antennendraht mit Anschlußsteckern, die eingeklebte Schaltung und eine Gebrauchsanweisung. In dem Empfänger findet ein permanentdynamischer Lautsprecher Anwendung, um trotz der sehr kleinen Abstrahlfläche eine einigermaßen befriedigende Wiedergabegüte zu erhalten. Natürlich kann man an einen kleinen Kofferempfänger in dieser Hinsicht niemals die Anforderungen stellen, wie an ein großes Heim-Gerät. Die Batterien sind so bemessen, daß man mit ihnen etwa 100 Stunden hören kann.

Ein zweites tragbares Einkreis-Dreiröhrengerät ist der Wega-Kofferempfänger, der ebenfalls mit permanentdynamischem Lautsprecher ausgestattet, aber größer und entsprechend teurer ist (Abmessungen: 33×25×12 cm; Gewicht etwa 5 kg; Preis einschließlich Röhren und Batterien 166,45 RM). Der Empfänger ist mit den

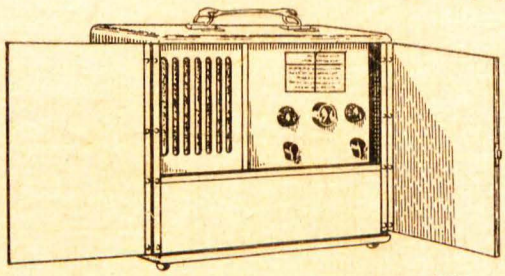


Abb. 2. Wega-Kofferempfänger

gleichen Röhren bestückt, wie das eben besprochene Gerät, und es wendet auch eine ähnliche Schaltung an und erfordert deshalb den Gebrauch einer Außenantenne. Seine Ausstattung ist luxuriöser: die Vorderfläche des Gerätes, das im übrigen Schrankform besitzt, ist durch zwei Türen verschließbar, die die Lautsprecheröffnung, die Skala und die Bedienungsgriffe beim Transport schützen (Abb. 2). Während der „Piggi" als Einstellskala nur ein kleines, schmales Feld aufweist, in dem ein Zeiger über wenige Zahlen hin wandert, besitzt der Wega-Empfänger eine Großsichtskala mit aufgedruckten Sendernamen. Besonderheiten sind schließlich ein eingebauter Sperrkreis und die Anwendung einer selbsttätigen Spannungsregelung für die Heizung. Den Röhren wird auf diese Weise ständig die notwendige Spannung von knapp 2 Volt zugeführt, ohne daß ein Heizregler zu betätigen wäre.

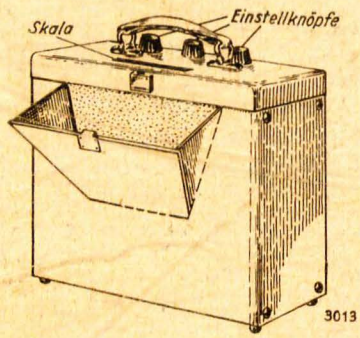


Abb. 3. Braun-Superhet-Kofferempfänger

Der gleiche Empfänger wird übrigens auch im Zusammenbau mit einem Schallplatten-Laufwerk, mit angebautem elektrischem Tonabnehmer, geliefert; der Koffer hat dann die bekannte Form der Koffer-Sprechmaschine; der Deckel ist wie bei dieser zur Aufnahme von Schallplatten eingerichtet. Abmessungen: 40×33×14 cm; Gewicht: etwa 8 kg; Preis mit Röhren und Batterien 218,45 RM.

Die übrigen auf der Messe erschienenen Kofferempfänger gehören zur Gattung der empfindlichen Fernempfänger mit eingebauter Rahmenantenne. Der kleinste unter ihnen ist ein Fünfröhren-Superhet mit Achtpol-Mischröhre, einer Zwischenfrequenzstufe und einer Gegentakt-Endstufe in B-Schaltung mit davorgeschalteter Treiberröhre, mit Schwundausgleich, der von der indirekt beheizten Doppel-Zweipolröhre gesteuert wird, mit fünf Kreisen (davon drei im Zwischenfrequenzteil), und mit einem eingebauten permanentdynamischen Lautsprecher. Während die beiden kleinen Batterieempfänger den Heizstrom einer Trockenbatterie entnehmen, kommt hier ein 2-Volt-Akkumulator in Sonderbauart zur Anwendung, der in ein Hartgummigefäß eingesetzt ist. Die Röhrenbestückung dieses Koffer-Supers BKS 36 der Braun-Radio G. m. b. H. ist folgende: KK 2, KF 3, KB 2, KC 1, KC 3 und KDD 1. Das Gewicht beträgt etwa 8 kg. Der Empfänger zeichnet sich vor allem durch seine eigenartige Form aus: Skala und Bedienungsknöpfe liegen an der oberen Schmalseite, neben dem Handgriff, und sind ständig zugänglich. Die Lautsprecheröffnung befindet sich seitlich und ist auf dem Transport durch eine Klappe verschlossen. Beim Empfang wird diese Klappe geöffnet; sie bildet dann, wie es Abb. 3 zeigt, eine Art Trichter. Der Empfänger erfordert einen Heizstrom von 0,7 Amp. und einen Anoden-Ruhestrom von 11 mA. Neben dem Mittel- und Langwellenbereich weist er auch einen Kurzwellenbereich auf; für den Kurzwellenempfang ist der Anschluß eines Drahtes von mindestens 3 m Länge erforderlich, während der Mittel- und Langwellenempfang mit dem eingebauten Rahmen vorgenommen werden. Bei der Formgebung des Gerätes wurde

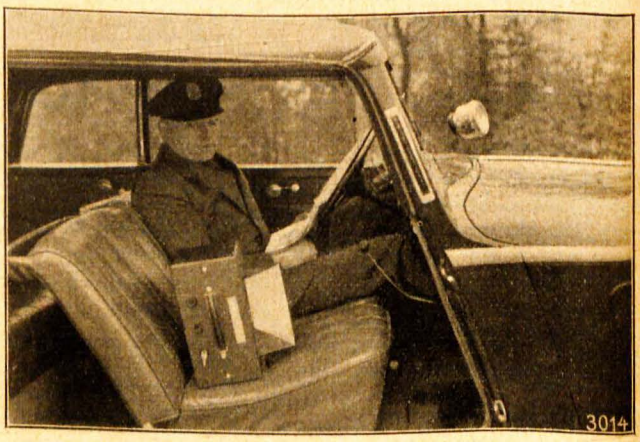


Abb. 4. Das Koffergerät der Abb. 3 kann man auch bequem im Kraftwagen verwenden

vor allem auf die Anwendungsmöglichkeit im Kraftwagen Rücksicht genommen; man stellt es neben sich auf den Sitz und kann nun während der Fahrt empfangen. Genau wie das zuerst beschriebene Gerät besitzt auch dieser Empfänger den großen Vorteil, daß man während des Empfangs nicht auf einen sperrigen Deckel Rücksicht nehmen muß, den man offenhalten oder beiseite legen muß; das Gerät ist vielmehr nach Öffnung der kleinen Lautsprecherklappe empfangsbereit (Abb. 4).

Einen neuen Kofferempfänger in Geradeaus-Schaltung, mit zwei Kreisen und vier Röhren, zeigte Nora in dem Empfänger K 424. Er entspricht in seiner Form dem bereits seit mehreren Jahren auf dem Markt befindlichen Gerät der gleichen Firma, d. h. er besteht aus einem großen Kofferteil, in dem sich der Empfänger mit den Batterien befindet, und aus einem aufklappbaren tiefen Deckel, in dem der Lautsprecher und die Rahmenantenne untergebracht sind. Der Lautsprecher ist ein Freischwinger, um mit kleiner Ausgangsleistung eine große Lautstärke erzeugen zu können. Das Gerät zeichnet sich schaltungsmäßig durch den Fortfall der Rückkopplung, durch absolute Einknopf-

bedienung und durch eine Lautstärkeregelung im Hochfrequenzteil aus, die durch eine Änderung der Heizspannung bewirkt wird. Röhrenbestückung: KF 4, KF 4, KC 1, KL 2; Abmessungen: 32 × 32 × 21 cm; Gewicht 11,6 kg; Preis mit Röhren und Batterien: 248 RM. Der Anodenstrom, der einer Normal-Anodenbatterie entnommen wird, die man auf der Reise bei jedem Funkhändler erhält, beträgt rund 10 mA, der Heizstrom rund 0,43 Amp. Für die Heizung ist ein Akkumulator im Hartgummigefäß vorhanden, der eine Betriebszeit von etwa 70 Stunden zuläßt. Der Empfänger ist durch die eingebaute Rahmenantenne jederzeit hörfertig und außerordentlich empfindlich (Abb. 5).

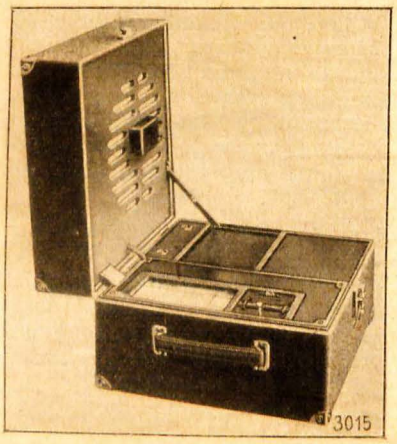


Abb. 5. Nora-Kofferempfänger in Empfangsstellung

Ein Kofferempfänger fortschrittlicher Formgebung ist schließlich das Gerät K 36 der Firma Owin; er zeichnet sich dadurch aus, daß der Empfangsteil mit dem permanentdynamischen Lautsprecher und den Batterien in ein geschmackvolles, architektonisch als Heimempfänger durchgebildetes Holzgehäuse eingebaut ist, das in einen sehr leichten Tragkoffer eingeschoben wird (Abb. 6). Der Koffer ist innen tuchgefüttert, um ein Zerkratzen des Holzgehäuses zu vermeiden. Diese ungewöhnliche Doppelgehäuse-Ausführung ermöglicht es, das gleiche Gerät auf der Reise und im Heim zu verwenden; unterwegs beläßt man den Empfänger im Koffer, und zu Hause nimmt man ihn heraus — er kann jetzt in seinem Aussehen ohne weiteres mit dem üblichen Heimempfänger in Wettbewerb treten. Diese neue Form dürfte dem Kofferempfänger viele Freunde gewinnen, und zwar diejenigen, die aus wirtschaftlichen Gründen nur ein Gerät kaufen können, das ihnen nun den Rundfunkempfang sowohl auf der Reise als auch im Heim bescheren soll. Als Antenne dient unterwegs eine in den Koffer eingebaute Rahmenantenne, im Heim jede beliebige Innen- oder Außenantenne. Der Empfänger wird von einer Anodenbatterie und einer Trocken-Heizbatterie mit selbsttätiger Spannungsregelung gespeist; es wäre erwünscht, wenn in der Größe der Batterien außerdem ein kleines Netzgerät geliefert würde, das beim Betrieb in der Wohnung die Entnahme des Betriebsstromes aus dem Wechselstromnetz gestattet.

Schaltungsmäßig ist der Owin-Kofferempfänger ein Dreikreis-Vierröhrenempfänger, aus zwei Hochfrequenzstufen, einem Rückkopplungsaudion und einer durch eine Drossel angekoppelten Endstufe in B-Schaltung bestehend, die mit zwei Einzelröhren (Fünfpolröhren) bestückt ist. Der erste Kreis ist durch einen eigenen Drehknopf abzustimmen; seine Abstimmung ist ziemlich flach, sie stellt also keineswegs eine Erschwerung der Bedienung dar. Der Kondensator des zweiten Kreises bildet mit dem des dritten Kreises einen Zweigang-Drehkondensator. Die runde Skala ist mit eingedruckten Sendernamen für den Rundfunk- und Langwellenbereich versehen. Beleuchtet ist sie nicht; um aber sofort zu erkennen, ob der Empfänger eingeschaltet ist, besitzt der Schaltknopf eine Zunge, die im eingeschalteten Zustand einen großen weißen, weithin sichtbaren Punkt freigibt, der genau so auf den eingeschalteten Zustand des Gerätes aufmerksam macht wie eine Skalenbeleuchtung. Die Abmessungen des Gerätes betragen 57 × 38 × 18 cm, sein Gewicht rund 15 kg. Preis: 248,50 RM.

Neben den Kofferempfängern zeigten die Empfängerfabriken auf der Leipziger Messe das bekannte Programm an Netz- und Batterieempfängern, an Auto- und Übersee-Empfängern, Geräte, die unseren Lesern von der Funkausstellung und von der Automobilausstellung her bekannt sind. Unter den Übersee-Empfängern sind zwei Neukonstruktionen vorhanden: der Körting-Cyclo-Royal, ein Kurzwellen-Superhet, wird jetzt auch für Allstrom geliefert, und der Saba 533 wurde überhaupt neu herausgebracht. Er gleicht weitgehend dem bekannten Superhet Saba 531, unterscheidet sich von diesem aber durch die viel größere Empfindlichkeit auf dem Kurzwellenbereich und durch einen zusätzlichen Kreis im Zwischenfrequenzteil.

Die Einzelteile-Industrie hat zur Leipziger Messe ebenfalls eine Reihe von Neuerungen herausgebracht. Sie sind nicht zahlreich, aber teilweise doch von großem Wert. Wir wollen hier nur die wichtigsten besprechen, und die zahlreichen kleinen Verbesserungen an Einzel- und Zubehörteilen, die nicht grundsätzlicher Natur sind, unberücksichtigt lassen.

Unter den Werkstoffen ist ein neuartiger Magnetstahl zu nennen, der Tromalit der Fa. Venditor in Troisdorf bei Köln. Dieser neue Magnet besteht aus pulverisiertem hochwertigen Stahl (z. B. der bekannten Aluminium-Nickel-Legierung), der mit einem Zusatz von etwa 5 % eines bestimmten Kunstharzes in Formen gepreßt wird. Dieser neue Stahl wird praktisch angewendet zunächst zwar nur in einer Werkstatt-Leuchte gezeigt, die mit ihrem Magnetfuß an jeder Stelle einer Werkzeugmaschine oder dergl. haftet; er dürfte aber auch für den Lautsprecherbau große Bedeutung besitzen. Sein Vorteil besteht in der bequemen Formgebung durch Pressen und in dem billigen Ausgangsmaterial, da zu seiner Herstellung auch Abfallstücke (z. B. Angüsse) von hochwertigem Magnetstahl verwendet werden können.

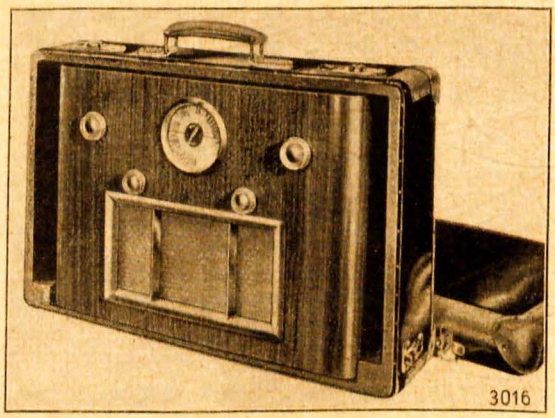


Abb. 6. Owin-Kofferempfänger K 36, Deckel abgenommen

Ein anderer Werkstoff, der auf der Messe ziemliches Aufsehen erregte — an sich nicht neu, wohl aber in der Anwendung —, ist der Nirosta-Antennendraht, der neuerdings von Telefunken geliefert wird. Es ist bekannt, daß Kupfer und Bronze für den Bau von Antennen nicht mehr zur Verfügung stehen und daß man deshalb bisher auf Aluminium- und Stahlaluminiumlitzen angewiesen war, bis vor einiger Zeit von Eduard Rhein der

Vorschlag gemacht wurde, Nirosta-Draht für den Antennenbau zu verwenden. Nirosta hat hier den großen Vorteil der vollständigen Korrosionsfestigkeit und Witterungsbeständigkeit; er ist nach Jahren noch genau so unversehrt, wie nach dem Ausspannen. Infolgedessen und auch wegen der großen mechanischen Festigkeit dieses Werkstoffes kann man Freiantennen aus ihm mit viel dünnerem Draht herstellen — ein solcher von 0,5 mm Stärke ist völlig ausreichend — und auf diese Weise praktisch unsichtbare Antennen bauen. Neben diesen allgemeinen Vorteilen hat der Nirosta-Antennendraht aber auch bedeutende elektrische Vorzüge; da der Draht infolge seines geringen Gewichtes kaum durchhängt, ist die wirksame Höhe von langen Antennen, die man aus ihm baut, größer als diejenige von Antennen aus Bronze- oder Kupferdraht, so daß an die Eingangsklemmen des Empfängers tatsächlich eine größere Hochfrequenzspannung gelangt, als wenn man eine gleich lange Freiantenne aus den bisherigen Litzen baut. Diese zunächst ungewöhnliche Eigenschaft hat sich beim Bau von Empfangsantennen für kommerzielle Zwecke ergeben; hier wird deshalb in Zukunft ebenfalls ausschließlich der Nirosta-Antennendraht angewendet.

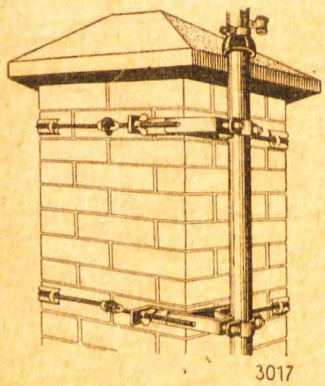


Abb. 7. Neuartige Schornsteinbefestigung für Antennen

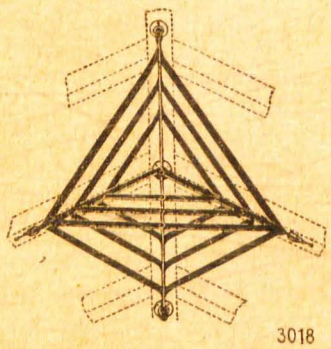
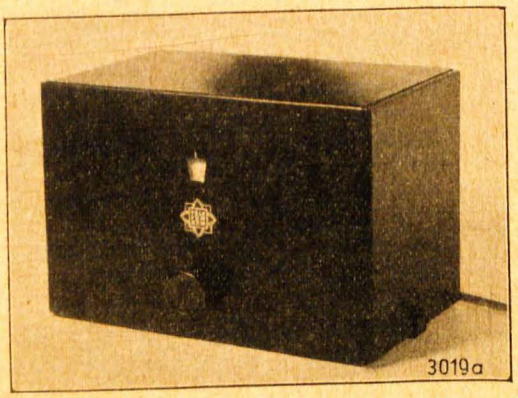


Abb. 8. Dachboden-Antenne

Die Bauteile für Antennen haben auch sonst wieder eine Bereicherung erfahren, sei es durch die sogenannte Globus-Antenne oder die Dreistab-Antenne, sei es durch andere Antennenformen, die in die Reihe der kapazitiv wirkenden Kurzantennen gehören. Die Formenauswahl ist hier in den letzten Jahren so mannigfaltig geworden, daß es für ein funkwissenschaftliches Institut einmal eine lohnende Aufgabe wäre, die Aufnahmefähigkeit all dieser Antennenformen meßtechnisch zu vergleichen. Heute wütet ein unerfreulicher Konkurrenzkampf, der in den Verbrauchern manche Verwirrung erzeugt, zumal alle Fabrikanten in ihren Prospekten durch Zahlen und Kurven und mehr oder weniger geschickte Darstellung zu beweisen suchen, daß gerade ihre Antennenform die größte Hochfrequenzspannung liefert. Das Neueste ist jetzt, daß man an der Spitze eines Antennenstabes aus Metall eine langgestreckte Spule anbringt, die aus blankem Aluminiumband besteht und der sogar eine Verbesserung der Trennschärfe nachgerühmt wird . . .

Unter den Antennen-Bauteilen sah man bei A. Kathrein eine Einrichtung für die Mastbefestigung am Kamin, die für Stabantennen bestimmt und sehr solide und dauerhaft ausgeführt ist; um die vier Ecken des Kamins werden Schutzwinkel herumgelegt, von denen zwei mit den Schellen für den Mast versehen sind; die Befestigung geschieht durch ein Seil, das durch Spannschrauben gespannt wird (Abb. 7). Die gleiche Firma zeigte einen neuen Blitzschutzautomaten, der so eingerichtet ist, daß er für Aluminium-, Kupfer-, Bronze- und schließlich auch für die dünnen Antennen aus Nirosta-Draht gebraucht werden kann. Ein- und derselbe Blitzschutzautomat wird bei den Wickmann-Werken sowohl für Aluminium- als auch für Kupferantennen verwendbar, weil auf die Kupfer-Anschlußklemme eine solche aus Aluminium aufgeschraubt wird; man nimmt sie ab, wenn das Gerät für eine Kupfer- oder Bronzeantenne, und man läßt sie darauf, wenn es für eine Aluminiumantenne gebraucht werden soll. Wilh. Sihn zeigte einen neuen, stark verbilligten (1,40 RM) und dabei doch technisch hochwertigen Blitzschutzautomaten, der so billig erzeugt werden kann, weil die Tragstütze, entsprechend verlängert, gleich die Erdelektrode des Grobschutzes bildet. Der Feinschutz besteht aus einem in Bakelite eingepreßten Metallteil, in dem ein feiner Schnitt angebracht wird, so daß zwei Elektroden entstehen. Dieser Feinschutz zeichnet sich dadurch aus, daß seine Elektroden bei einer starken Entladung miteinander verschmelzen und so die Antenne auch nach dem Einschlag schützen; eine Edelgas-Patrone dagegen wird leichter zerstört und unbrauchbar. Eine interessante Neuerung ist ferner die Dachbodenantenne von Heliogen, die erste ihrer Art: auch das ist eine Großflächen-Antenne aus Aluminiumband, die höchst praktisch so geformt ist, daß sie leicht an den Dachbalken befestigt werden kann (Abb. 8).

Um dem immer größer werdenden Interesse an Gemeinschafts-Antennenanlagen, für die Antennenleitungsverstärker erforderlich sind, zu genügen, wurde von Telefunken ein neuer Leitungsverstärker entwickelt, der sich durch einfachen Aufbau und mäßigen Preis auszeichnet (Abb. 9); er ist zweistufig und mit den Röhren



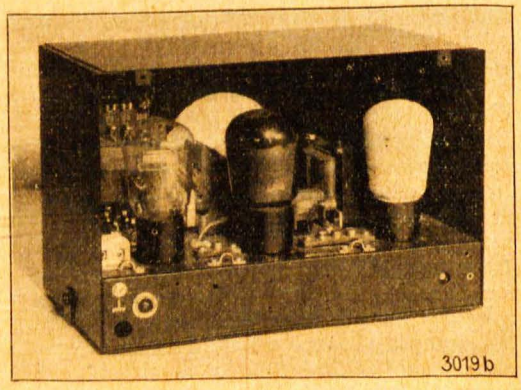


Abb. 9. Antennen-Leitungsverstärker in der Außen- und Innenansicht

REN 904, RES 164 und RGN 354 ausgestattet. Es ist ein Wechselstromverstärker, der 17 Watt aus dem Netz entnimmt und der den Frequenzbereich von 150 bis 1500 kHz gleichmäßig verstärkt. Ein eingebauter Sperrkreis ermöglicht es, den Ortssender zu schwächen, falls sich dieser zu stark in den Vordergrund drängt. An seinem Ausgang gibt der Verstärker etwa den zwölffachen Wert der Eingangsspannung ab. Als Leitung zu den Teilnehmern wendet man abgeschirmte Antennenleitung oder auch ent-

sprechendes Bleimantelkabel an; die Gesamtlänge des Kabels kann 300 m betragen, und es können bis zu 35 Teilnehmer angeschlossen werden, wobei die Länge der Stichleitungen zu den einzelnen Teilnehmern bis zu 10 m betragen kann. Besitzt die Antennen-Verteilungsanlage eine noch größere Ausdehnung, so kann man am Ende der 300-m-Kabelleitung einen weiteren gleichartigen Verstärker einschalten und damit den Spannungspegel erneut auf den zwölffachen Betrag bringen. Für die Antennen-Verteilungsanlagen wurden außerdem Anschlußdosen mit eingebautem Spannungsteiler-Widerstand und Verteilungsdosen zum Anschluß der Stichleitungen herausgebracht. Neukonstruktionen an Zubehörteilen für Gemeinschafts-Antennenanlagen wurden von Schniewindt gezeigt, und zwar für solche — kleineren — Anlagen, die ohne Verstärker arbeiten, und für ausgedehntere Anlagen, die einen Verstärker benötigen. Darunter werden Spezial-Kabelleitungen, Anschluß- und Verteilerdosen und Abzweigdosen geliefert.

Auf dem Kondensatoren-Gebiet sind neue Papier-Wickelkondensatoren der Fa. Bosch zu erwähnen, bei denen dadurch besonders kleine Abmessungen erzielt wurden, daß als Belegung nicht Metallfolien verwendet werden, sondern die Belegung als dünne Metallhaut unmittelbar auf dem Papier, das das Dielektrikum bildet, angebracht wird, außerdem neue rohrförmige Kondensatoren der Fa. Baugatz, bei denen der Wickel statt in ein Hartpapierrohr in eine Kapsel aus Trolitul eingesetzt wird, die mit einem eingeklebten Deckel verschlossen wird. In die geschlossene Kapsel wird dann eine elektrisch besonders hochwertige Vergußmasse unter Druck eingespritzt, die den Wickel einbettet und zusammen mit der Trolitul-Hülle einen feuchtigkeitssicheren Abschluß besorgt. Die Steatit-Magnesia-A.-G. zeigte neue Kondensatoren in Plättchenform mit einem keramischen Dielektrikum (Kerafar oder Diakond), die einen verbesserten Lötanschluß erhalten haben; die Anschlußdrähte werden durch eine Bohrung im Plättchen hindurchgeführt und in besonderen Lötgrübchen verlötet, so daß eine zuverlässige und dauerhafte Verbindung entsteht. Die keramischen Werkstoffe selbst wurden ebenfalls verbessert, und zwar wurde eine neue Variation des Kerafar herausgebracht, die auch bei Niederfrequenz nur einen dielektrischen Verlustfaktor von $\operatorname{tg}\delta = 5 \cdot \ldots 10 \cdot 10^{-4}$ besitzen.

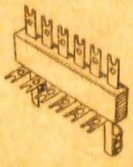


Abb. 10. Neuartige Lötösenleiste

Unter den für den Bastler bestimmten Einzelteilen zeigte Görler einen neuartigen Nockenschalter, bei dem die Kontaktfedern in Amenit eingebettet sind und auch die auf eine Vierkantachse aufgereihten Nocken aus Amenit bestehen. Der Schalter dient zum Umschalten der Spulen usw.; er wird in mehreren Ausführungen, für die Spulen und Baupläne der Firma passend, herausgebracht, ist aber auch in Baukastenform erhältlich, so daß man sich ihn beliebig zusammensetzen kann. Ferner sah man hier eine Schaltbuchse aus Amenit, also eine zweckmäßig geformte Steckbuchse für den Einbau in Empfänger, in der sich ein Schaltkontakt befindet, so daß man sie benutzen kann, um durch das Einstöpseln z. B. des Antennensteckers die Lichtnetzantenne ab- oder einen Lautsprecher umzuschalten oder dgl. — ein zweckmäßiges Einzelteil, das jeder Bastler begrüßen dürfte. Dralowid hat — ebenfalls aus Amenit — eine kleine, zierliche Lötösenleiste herausgebracht, die eigentlich zur Anwendung bei den Würfelspulen bestimmt ist, aber auch für viele andere Zwecke benutzt werden kann (Abb. 10). Auch das Programm an Regelwiderständen wurde erneut erweitert, und zwar durch neue Formen des bekannten Quecksilberreglers, bei denen bekanntlich ein Quecksilberkontakt auf der Widerstandsbahn läuft und so eine vollkommen rauschfreie Stromabnahme erfolgt. Der Regler wird mit einem neuartigen Schalter ausgestattet, der eine Belastung bis zu 2 Amp. erträgt.

Zwei interessante Neuerungen wurden von Osram gezeigt, und zwar ein Urdox-Widerstand zum Schutz von Elektrolyt-Kondensatoren und eine Abstimm-Glimmlampe mit vier Elektroden, mit denen man auch eine Krachbeseitigung vornehmen kann. Der Urdox-Widerstand wird im Netzgerät in der Leitung zum ersten Elektrolyt-Kondensator angeordnet; er verhindert durch seinen großen Kaltwiderstand, daß sich die Elektrolyt-Kondensatoren während des Anheizens der Röhren auf unzulässige Spannungswerte aufladen und durchschlagen. Ist die Endröhre voll geheizt, geht also ihr Widerstand auf einen kleinen Wert zurück, so steigt der Strom durch den Urdox-Widerstand, und nun fällt sein Ohmwert auf den Betriebswert. Der Widerstand ermöglicht es vor allem, den Gleichstromwiderstand und damit den Spannungsabfall und die Leistungsaufnahme der als Drossel wirkenden Lautsprecher-Feldspule zu vergrößern und so durch das stärkere Lautsprecherfeld auch einen besseren Wirkungsgrad zu erhalten. Die neue Glimmlampe enthält neben den drei bekannten Elektroden eine vierte, die als Sonde ausgebildet und so geschaltet ist, daß sie den Niederfrequenzverstärker sperrt, solange das Glimmlicht nicht bis an sie heranreicht. Das ist aber solange der Fall, wie nur schwache Sender aufgenommen werden, dgl. beim Übergang von einem Sender zum anderen. Stimmt man auf einen stärkeren Sender ab, so wächst die Länge der Glimmsäule, sie erreicht die Sonde und öffnet so den Niederfrequenzverstärker.

Zum Schluß soll noch eine Neuerung auf dem Gebiet der Tonaufnahme besprochen werden, die auf der Messe immerhin einiges Aufsehen erregte; die Apparatur konnte allerdings nur in einem Laboratoriumsmodell gezeigt werden, das in letzter Minute nach Leipzig geschafft worden war. Eine Vorführung war — wenigstens an den ersten Messetagen — leider nicht möglich. Bei diesem von der Fa. Tefi-Apparatebau gezeigten Filmophon-Gerät handelt es sich um eine Schallaufnahme auf einen Filmstreifen von z. B. 100 m Länge, der auf entsprechenden Spulen untergebracht ist; es kommt perforierter Normal-Kinofilm zur Anwendung, der jedoch nicht aus Zelluloid, sondern aus einem für die Tonschrift geeigneteren, ähnlichen Stoff besteht. In den Filmstreifen werden nun mit Hilfe eines Tonabnehmers, wie er bei der Schallplatten-Selbstaufnahme gebräuchlich ist, in der bekannten Berliner Schrift Tonspuren eingeschnitten, und zwar 85 Tonspuren nebeneinander auf einen Filmstreifen. Das Komplizierte an dem Gerät ist der Transportmechanismus, der den Filmstreifen unter dem Schneid- bzw. Abnahmekopf hinwegtransportiert und der jedesmal, wenn der Filmstreifen einmal ganz durchgelaufen ist, um den Bruchteil eines Millimeters weitergeschaltet wird, so daß die nächste Tonspur geschnitten bzw. abgetastet werden kann. Auf einem Filmstreifen von 100 m Länge läßt sich eine Aufnahmedauer von etwa 30 Stunden unterbringen. Zur Aufnahme und Wiedergabe wird zwischen dem Mikrophon und dem Aufnahmekopf bzw. dem Wiedergabekopf und dem Lautsprecher ein zweistufiger Allstrom-Verstärker eingesetzt; die elektrischen Umschaltungen von Aufnahme auf Wiedergabe usw. werden ähnlich wie bei den bekannten magnetischen Geräten durchgeführt. Wenn die Wiedergabegüte brauchbar ist, kann es sich beim Filmophon um ein bedeutungsvolles Gerät handeln, da seine Wirtschaftlichkeit offensichtlich die der bestehenden Verfahren übertrifft. Immerhin scheint die Entwicklung noch nicht abgeschlossen zu sein.

Werkbilder, Abb. 4: Pressestelle RBG Druck (Blazejewski)

Die Fernseh-Sprech-Verbindung Berlin — Leipzig

Die erste Verbindung für gleichzeitiges Fernsehen und Fernsprechen in der Welt

Fernsehsprechstellen in Berlin und in Leipzig

Wie der „Funk" bereits in seiner letzten Ausgabe berichtete, wurde der Fernseh-Sprechdienst am ersten Messetag, also am Sonntag, dem 1. März, vom Reichspostminister zwischen Berlin und Leipzig eröffnet. In beiden Städten sind je zwei Fernseh-Sprechstellen errichtet, in Berlin im Columbus-Haus am Potsdamer Platz und in dem Haus Kant-Ecke Hardenbergstraße in Berlin-Charlottenburg.

Betritt man eine der Fernseh-Sprechzellen, so wird man freundlich aufgefordert, auf einem Sessel Platz zu nehmen; so erreicht man, daß der Kopf in eine bequeme Höhe kommt. Vor sich sieht man eine rechteckige, dunkle Öffnung, auf der auch schon das Brustbild des lieben Kollegen erscheint, mit dem man sich unterhalten will. Er hat das Messeabzeichen angesteckt, und er hält das Meßadreßbuch hoch, während er uns erzählt, wie tüchtig er auf der Leipziger Messe gearbeitet hat. Wir glauben ihm das gern, denn er sieht wirklich sehr müde aus; der Messebetrieb scheint dort tief in die Nacht hineinzugehen . . .



Abb. 1. Die Fernseh-Sprechstelle der Deutschen Reichspost in Berlin-Charlottenburg

Das Bild erscheint — selbstverständlich — mit großer Helligkeit; es ist deutlich und klar, wie wir es vom Berliner Fernsehen her gewohnt sind. Die Bildkonstanten sind die gleichen; man überträgt 180 Zeilen in einer Sekunde 25 mal. Dei Anordnung ist etwa die gleiche, wie in der Fernsehzelle des Witzlebener Senders; eine im Vakuum laufende Nipkow-Scheibe lenkt den Lichtstrahl über das Gesicht der fernzusehenden Person, und die Helligkeitswerte, die bei den einzelnen Bildpunkten vorhanden sind, werden von großen, vergitterten Photozellen aufgenommen und dem Eingang des Verstärkers zugeleitet. Hinter diesem geht man auf das Kabel, das bei der rund 170 km entfernten Gegenstelle erneut an einen Verstärker angeschlossen ist, der dann die Bildspannungen wie auch die Gleichlaufimpulse an die Braunsche Röhre des Empfangsteiles legt. Der Sender arbeitet also nach dem Verfahren des Lichtstrahl-Abtasters, der Empfänger nach dem der Braunschen Röhre. Es ist alles wie beim drahtlosen Fernsehen; nur die ultrakurze Welle zwischen Sender und Empfänger fehlt. Die Bildfrequenzen, die bis etwa 500 kHz heraufreichen, werden unmittelbar durch das Kabel übertragen.

Der Fernseh-Sprecheinrichtung wurde von Seiten des Publikums, vor allem auch von Seiten der Ausländer, die die Messe besuchten, denkbar großes Interesse entgegengebracht; jeder wollte diese neue Verkehrsverbindung benutzen, doch viele wußten nicht, wen sie in Berlin bzw. Leipzig an den Fernseher rufen lassen sollten. So mußte manches geplante Gespräch mangels eines geeigneten Partners unterbleiben. Wie lange aber wird es dauern, dann ist Deutschland von einem dichten Fernseh-Kabelnetz durchzogen, alle wichtigen Orte sind angeschlossen, und es wird eine Selbstverständlichkeit sein, daß man kein gewöhnliches Telephongespräch führt, sondern die Fernseh-Sprechverbindung benutzt: daß man ein Gespräch ohne Maske führt.

Der erste Tag des Fernseh-Sprechdienstes gehörte den offiziellen Stellen, den Männern von Partei und Staat. Das erste Gespräch führte Reichspostminister Freiherr von Eltz-Rübenach in Berlin mit Oberbürgermeister Dr. Goerdeler in Leipzig; nach der Gesprächsliste begann es um 11.20 Uhr. Um 11.25 Uhr folgte das zweite Gespräch des Reichspostministers mit Oberpostrat Dr. Banneitz. Das dritte Gespräch führten Reichsleiter Alfred Rosenberg mit Dr. Banneiz; anschließend sprachen Staatskommissar Dr. Lippert mit Oberbürgermeister Dr. Goerdeler, und nun folgten Gespräch auf Gespräch in präzise vierminutlichem Abstand. Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens wechselten mit Pressevertretern und Fachleuten. Es ist so, wie es der Reichspostminister bei seiner Eröffnungsansprache sagte:

„Die Stunde, die wir jetzt erleben, ist von einschneidender Bedeutung für die Geschichte des Nachrichtenwesens. Eisenbahn, Kraftwagen und Flugzeug brachten uns die schnelle Beförderung über Land und Meer, Telegraph und Fernsprecher die zeitlose Übermittlung des geschriebenen

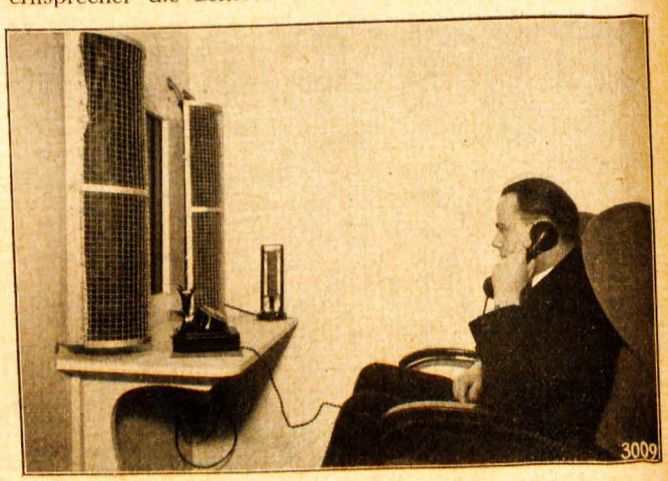


Abb. 2. Das Innere einer Fernseh-Sprechzelle

und gesprochenen Wortes über beliebige Entfernungen. Die Fernsehunterhaltung über beliebige Entfernungen, die nun sich anschließt, erfüllt einen weiteren Traum der Menschheit: wir können mit einer Person an weitentferntem Ort sprechen und sie dabei sehen, als stände sie vor uns.

Es ist mir eine besondere Freude, heute eine Fernseh-Sprechverbindung dem Betriebe übergeben zu können, die gerade Leipzig mit der Reichshauptstadt verbindet. Wir hoffen, die Anziehung, die die alte und angesehene Handels- und Messestadt Leipzig auf die Gäste aus der ganzen Welt ausübt, damit noch erhöhen zu können. Gleichzeitig aber glauben wir, unserem Vaterlande zu nützen, wenn wir den zahlreichen Messebesuchern des Auslandes ein neues Werk deutscher Technik vor Augen führen, das einen Teil der großen deutschen Aufbauarbeit darstellt."

Aufnahmen: Bildstelle des Reichspostministeriums

Konstruktion und Selbstbau dynamischer Lautsprecher

Von

Günter Nüßlein

Vielleicht kann es heute fraglich erscheinen, ob Anleitungen zum Selbstbau von Lautsprechern noch zeitgemäß sind. Zahlreiche Anfragen beweisen indessen, daß immer noch ein beachtliches Interesse daran besteht. Abgesehen davon mag aber auch die besondere Art der nachfolgenden Bauanleitung ihre Wiedergabe rechtfertigen. Denn das nachstehend beschriebene Modell stellt nicht nur einen Lautsprecher für besonders hohe Wiedergabegüte dar, sondern er besitzt auch alle Eigenschaften, die man heute verlangen muß (z. B. hoher Wirkungsgrad und Nawi-Membran). Der Umfang der vorliegenden Arbeit rechtfertigt sich damit, daß auch auf Einzelheiten eingegangen wird, die einem Leser mit zwar gutem, handwerklichem Können, aber geringerem physikalischen Wissen den Nachbau erst ermöglichen. Über eine Bauanleitung für eine bestimmte Ausführung hinaus gibt der Aufsatz auch Hinweise allgemeiner Art, die für den Selbstbau von Lautsprechern wertvoll sind.

Der Selbstbau dynamischer Lautsprecher ist in der letzten Zeit sehr vernachlässigt worden. Das lag wohl zum Teil daran, daß die Industrie ganz erhebliche Fortschritte hinsichtlich Leistung und Qualität machte, zum anderen Teil daran, daß jetzt vielfach sehr billige Chassis angeboten werden. Wer jedoch auf eine erstklassige Wiedergabe Wert legt, sollte solchen billigen Angeboten recht mißtrauisch gegenüberstehen. Wir müssen uns nämlich vor Augen halten, daß in der Technik stets das Prinzip des kleinsten Querschnitts gilt, d. h. daß die Wirkung einer Anlage in der Hauptsache durch ihren schwächsten Teil bestimmt ist. Man kann z. B. einen noch so guten Empfänger und Verstärker benutzen — wenn der Lautsprecher nichts taugt, dann ist der ganze Aufwand zwecklos. In anderen Fällen sind billige Lautsprecherchassis so klein, daß tiefe Töne nicht mehr einwandfrei wiedergegeben werden; die Membran führt bei nur einigermaßen starker Belastung so weite Schwingungen aus, daß häßliche Schnarrtöne entstehen und die Zentrierspinne einfach zerreißen kann. Sehen wir uns aber nach guten Lautsprechern um, dann müssen wir feststellen, daß die Preise hierfür nach wie vor so hoch sind, daß ein Selbstbau lohnt.

Allgemeine Gesichtspunkte für die Konstruktion eines Lautsprechers

Gewöhnliche Konusmembranen haben den Nachteil, daß sie bei größerer Lautstärke Unteroktavschwingungen erzeugen. Wie dies zustande kommt, wollen wir uns an Hand der Abb. 1 klarmachen. Ein Stab S stütze sich mit einem Ende gegen eine feste Fläche. Auf sein anderes Ende A wirke in Richtung des Pfeiles eine periodische Kraft. Unter der Wirkung dieser Kraft wird sich der Stab im allgemeinen etwas verbiegen. Nehmen wir an, er biege sich nach links und erhalte die gestrichelt gezeichnete Form; kehrt die erregende Kraft ihr Vorzeichen um, dann schnellt der Stab zurück, um sich bei erneutem Druck nach rechts zu biegen. So kommt auf zwei volle Hin- und Hergänge der antreibenden Kraft ein Hin-Hergang des Stabes, d. h. dieser führt in horizontaler Richtung Schwingungen mit halber Frequenz der in vertikaler Richtung wirkenden Antriebskraft aus. Wir können uns nun eine Konusmembran aus lauter solchen Stäben bestehend denken, wobei die antreibende Kraft von der Schwingspule geliefert wird. Daß der Rand der Membran nicht wie das Stabende gegen eine feste Fläche gestützt ist, macht keinen großen Unterschied, da die Trägheit des Membranrandes im gleichen Sinne wirkt.

Damit haben wir eine Erklärung dafür, daß Lautsprecher mit geraden Konusmembranen unter geeigneten Bedingungen Töne von halber Frequenz der hineingegebenen hörbar werden lassen. Diese Unteroktavschwingungen treten besonders bei großer Lautstärke auf und erstrecken sich über ein Frequenzgebiet von $500 \div 4000$ Hz [1]).

Abhilfe ist verhältnismäßig leicht dadurch möglich, daß die Membran von vornherein eine Form erhält, die sie sonst im durchgebogenen Zustande annehmen würde; so entsteht die in Abb. 2 dargestellte Form einer sogenannten Nawi-Membran (nicht abwickelbar). Wegen der doppelten Krümmung ihrer Fläche kann man sie nicht aus einem Stück Papier zusammenkleben, das aus einem ebenen Bogen herausgeschnitten wurde.

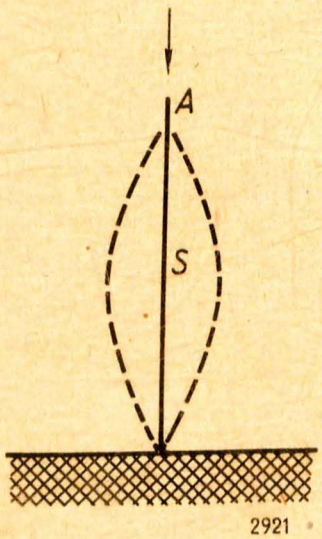


Abb. 1. Das Zustandekommen von Unteroktav-Schwingungen

Der richtigen Bemessung der Schwingspule müssen wir ganz besondere Beachtung schenken. Soll nämlich die Frequenzkurve des Lautsprechers möglichst gleichmäßig verlaufen, dann muß die Masse der Schwingspule in einem ganz bestimmten Verhältnis zur Membranmasse stehen. Nach einer von Benecke [2]) angegebenen Formel, die wir hier in vereinfachter, jedoch gleichbedeutender Form bringen, soll die Masse S der Schwingspule die Größe haben:

$$S = \frac{3M}{1 + 3\sqrt[3]{2\,(a\omega M)^2}} \text{ Gramm}$$

M = Membranmasse ohne die Wicklung (in Gramm), ω = Kreisfrequenz, a = Konstante, die durch den Luftspalt bestimmt ist; sie besitzt für Schwingspulen aus gleichem Material, von gleicher Breite und gleichem Durchmesser, im übrigen aber beliebiger Ausführung, immer denselben Wert.

[1]) F. von Schmoller, Telefunken-Zeitung, 1934, Nr. 67, S. 47.
[2]) ENT 1932, Heft 10, S. 382.

Es ist

$$a = \frac{L}{R \cdot S} \quad (L \text{ in Henry, } R \text{ in Ohm, } S \text{ in Gramm})$$

Da im Bereich kleiner Wirkungsgrade der Wirkungsgrad eines Lautsprechers mit dem Quadrat der Feldstärke im Luftspalt wächst, werden wir, was ohne weiteres möglich ist, das Magnetsystem so konstruieren, daß die Feldstärke etwa 18 000 Gauß beträgt; dann hat unser Lautsprecher gegenüber einem solchen mit 6000 Gauß (was früher für ausreichend angesehen wurde) neunfachen Wirkungsgrad. Durch diese einfache, konstruktive Maßnahme haben wir dasselbe erreicht, als wenn wir bei dem schwächer erregten Lautsprecher einen neunmal so großen Verstärker angewendet hätten — und das nur mit etwas mehr Aufwand an Erregerleistung und Material. Die Erhöhung des Wirkungsgrades ist für Anlagen mit Gleichstromanschluß

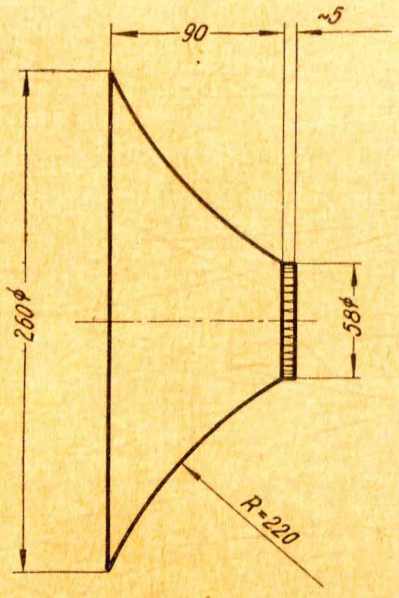


Abb. 2. Abmessungen der Membran

von geradezu unschätzbarem Wert, denn hier ist bekanntlich die von der Endröhre abgegebene Leistung gering, während andererseits ein paar Watt mehr an Erregerleistung gar keine Rolle spielen, besonders da ein Gleichrichter ja nicht benötigt wird.

Konstruktion und Herstellung der einzelnen Teile

Die Herstellung der Membran soll unsere erste Arbeit sein. Ihre Abmessungen richten sich nach dem verwendeten Membrankorb, den wir am besten fertig kaufen. Wir nehmen ein möglichst großes und stabiles Modell, damit die Membran auch noch bei tiefen Tönen einen genügenden Strahlungswiderstand hat. Die Abmessungen des vom Verfasser benutzten Korbes sind aus Abb. 16 ersichtlich. Hierzu passende Maße für die Membran sind in Abb. 2 angegeben. In der Praxis werden wir die Mantellinie der Membran nicht, wie es eigentlich theoretisch richtig wäre, sinus-, sondern kreisbogenförmig gestalten, da bei der geringen Erhebung der Sinuslinie in unserem Falle ein Ersatz durch einen flachen Kreisbogen erlaubt ist; der größte Fehler, der hierdurch gemacht wird, liegt innerhalb der Bearbeitungstoleranzen.

Wie schon oben erwähnt, lassen sich doppelt gekrümmte Membranen nicht nach Art eines gewöhnlichen Konus kleben, sondern es müssen andere Verfahren angewendet werden. Während die Nawi-Membranen der Industrie nach einem Pappegußverfahren hergestellt werden, beschreiten wir einen anderen Weg und kleben sie uns über einer passenden Form aus einzelnen Papierstreifen zusammen. Die Klebeform soll etwas größer sein als die Membran, damit die Ränder nach dem Trocknen sauber beschnitten werden können und außerdem noch Material zum Ausschneiden der Zähne, die an die Schwingspule angeklebt werden sollen, übrigbleibt. Beim Musterlautsprecher hatte die Form Abmessungen nach Abb. 3. Wir drehen sie zweckmäßig aus einem größeren Stück Holz, wobei uns zur Kontrolle des Profils eine Pappschablone gute Dienste tut.

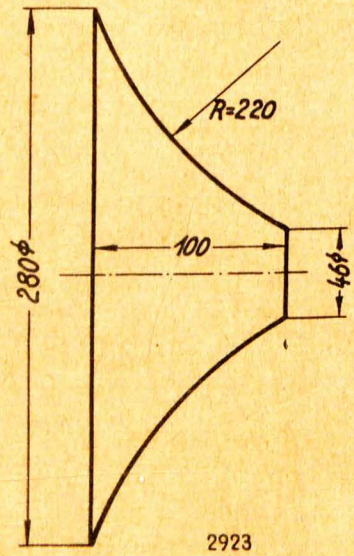


Abb. 3. Klebeform für die Membran

Wer diesen Weg scheut, mag versuchen, sich die Form aus einem halb erstarrten Gipsblock herzustellen, indem er diesen mit einer Schablone umfährt, die drehbar an einer in der Mitte des Blocks stehenden Stange befestigt ist.

Die Form wird dann mit einem fettbeständigen Lack gestrichen. Wer Nitrozelluloselack hat, nimmt diesen mit Vorteil, da er außerordentlich schnell trocknet und völlig fettbeständig ist. Nach dessen Trocknen ziehen wir mit anderer Farbe auf der Form 20 Linien, die die Begrenzung der einzelnen Papierbahnen angeben (vgl. hierzu Abb. 4). Sind auch die Linien trocken, dann wird die Form ganz gleichmäßig und dünn mit Vaseline eingefettet.

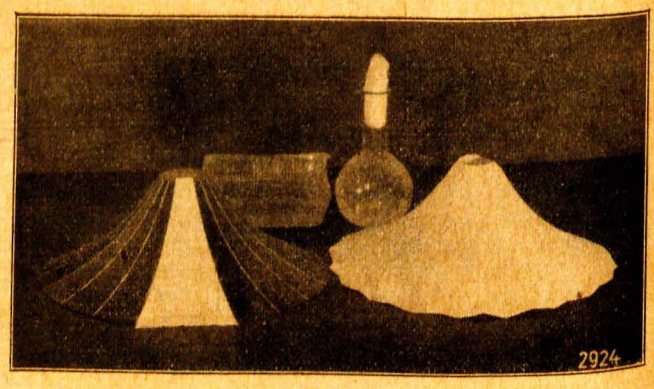


Abb. 4. Klebeform; eine Papierbahn ist aufgebracht. Daneben eine fertig geklebte Membran

Jetzt stellen wir uns eine Lösung von 1,8 g (das ist ein Blatt) Gelatine in 150 ccm Wasser von ungefähr 60 ° C her; dieser Leim hält sich im offenen Gefäß nur einige Tage. Wenn wir ihn länger aufheben wollen, dann müssen wir ihn nach jedesmaligem Gebrauch in eine Flasche schütten, darin auf 65 ° C erwärmen und sogleich mit einem

Wattebausch die Flasche verschließen. Eine solcherart entkeimte Lösung hält sich unbegrenzt. Kurzes Anwärmen genügt, um sie wieder herauszubekommen.

Aus festem Schreibpapier in einer Stärke von 0,07 mm, von dem 1 qm etwa 74 g wiegt, werden die einzelnen Papierbahnen geschnitten; die hieraus gefertigte Membran hat ein Gewicht von 11 g, was man in Anbetracht ihrer Größe als sehr leicht bezeichnen muß. Wir brauchen 20 Streifen mit den ungefähren Abmessungen nach Abb. 5. Zweckmäßig machen wir mit einem Streifen einen Vorversuch, indem wir ihn zunächst etwas größer schneiden, in den Leim tauchen und auf die Form drücken. Dann sehen wir, wie stark er sich dehnt, und schneiden hiernach eine Schablone aus Karton. Diese dient zum Anzeichnen der Umrisse für die 20 Papierbahnen.

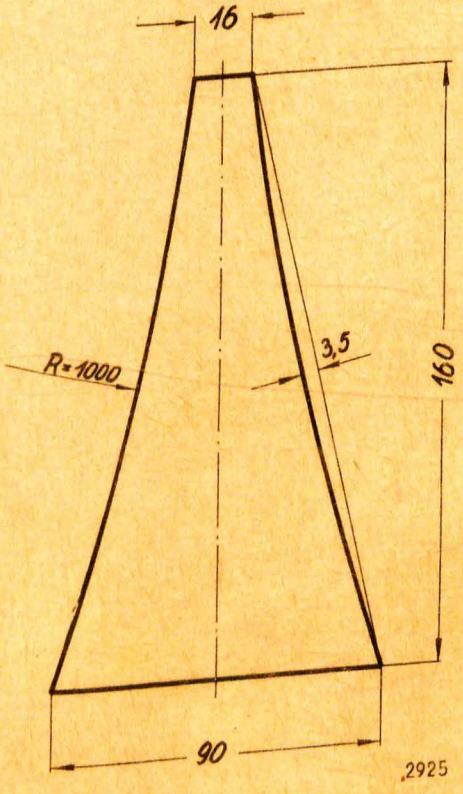


Abb. 5. Form einer einzelnen Papierbahn

Maschinell hergestelltes Papier besitzt fast immer eine Vorzugsrichtung, in der es sich beim Befeuchten stärker dehnt als senkrecht dazu. Bei weißem, unbedrucktem Papier läßt sich diese Richtung meist an einer schwachen Streifenbildung erkennen, wenn man es im durchscheinenden Licht betrachtet. Die Papierbahnen für unsere Membran müssen sämtlich so geschnitten sein, daß die Richtung stärkster Dehnung quer zur Längsrichtung der Bahnen liegt; andernfalls treten Schwierigkeiten auf, besonders Faltenbildung beim Trocknen.

Das eigentliche Kleben geht folgendermaßen vor sich: Der lauwarme Leim befindet sich in einer flachen Schale, z. B. einer solchen für photographische Zwecke, und die Papierstreifen werden nacheinander eingetaucht und an den vorgezeichneten Stellen auf die Form gedrückt. Ein Streifen überlappt den vorhergehenden immer zur Hälfte, so daß das Papier überall doppelt liegt und an den Stoßstellen auf etwa 2 mm dreifach. Falten, die sich bei dem Aufdrücken des Papiers auf die Form bilden, streichen wir sofort restlos nach oben und unten weg, denn die fertig geklebte Membran muß ganz glatt an der Form anliegen.

Hiernach wird das Ganze an einem nicht zu kühlen Ort zum Trocknen aufgestellt. Nach zwei bis drei Tagen läßt sich die Membran ablösen. Wenn sie sehr fest sitzt, dann benutzen wir hierzu einen schmalen, dünnen Zellonstreifen, der an seinem vorderen Ende zugeschrägt ist; diesen schieben wir von unten her zwischen Membran und Form, soweit dies ohne Schwierigkeiten möglich ist. Das wiederholen wir in Abständen von 1 bis 2 cm längs des ganzen Umfanges. Allmählich läßt sich der Zellonstreifen immer weiter nach oben schieben, bis die Membran schließlich abspringt. Wenn das Einfetten der Form richtig vorgenommen wurde, dann geht diese Arbeit leicht und rasch vor sich, und die fertige Membran enthält weder Fettflecke, noch klebt sie an der Form fest.

Für diejenigen Leser, denen die Herstellung der beschriebenen Membran zu mühevoll erscheint, sei gesagt, daß sich auch ohne weiteres ein gewöhnlicher Konus verwenden läßt. Allerdings ist dann bei einiger Lautstärke mit Verzerrungen zu rechnen; der Wirkungsgrad wird von der Gestalt der Membran nicht merklich beeinflußt.

Unsere nächste Arbeit ist die Herstellung der Schwingspule. Wir wählen für sie aus weiter unten zu erörternden Gründen einen Durchmesser von rund 57 mm und eine Breite von 12 mm. Jede Spule aus Kupferdraht mit diesen Abmessungen ergibt in der obenstehenden Formel eine Konstante $\alpha = 2{,}5 \cdot 10^{-5}$ sec/g. Legen wir unsere Membranmasse von $M = 11$ g zugrunde, dann berechnet sich für die Schwingspule eine Masse von $S = 6{,}0$ g. Dies gilt für eine mittlere Frequenz von 800 Hz, und infolgedessen fällt die Frequenzkurve des Lautsprechers nach oben und unten gleichmäßig langsam ab. Würden wir der Schwingspule eine größere Masse geben, dann kämen zwar die tiefen Frequenzen etwas stärker heraus, aber die hohen wären nur schwach hörbar, und entsprechend würde der Lautsprecher bei zu kleiner Masse der Schwingspule im wesentlichen hohe Töne wiedergeben und tiefe unterdrücken. Lassen wir umgekehrt die Masse der Schwingspule konstant und verwenden eine leichtere Membran, dann werden die tiefen Töne bevorzugt, während bei einer schwereren Membran die hohen Töne verhältnismäßig besser kommen — ein Ergebnis, das nicht ohne weiteres zu erwarten war.

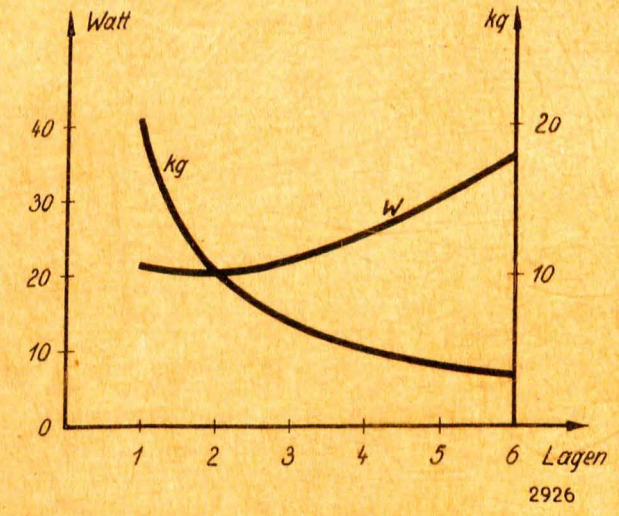


Abb. 6. Erregerleistung und Eisengewicht, abhängig von der Anzahl der Lagen der Schwingspulenwicklung. (Erregerspulengewicht konstant)

Wird für den Widerstand der Schwingspule ein bestimmter Wert gewünscht, dann ist sorgfältige Wahl des Drahtdurchmessers nötig, da sich bei gegebener Masse der Widerstand mit der vierten Potenz des Durchmessers ändert; so liefern z. B. zwei verschiedene Drähte, deren Durchmesser sich wie 1 : 2 verhalten, Widerstände wie 16 : 1.

In dem beschriebenen Lautsprecher sind 15,2 m Lackdraht von 0,23 mm ⌀ auf die Schwingspule gewickelt, die einen Gleichstromwiderstand von 6,5 Ω und eine Masse von 6 g haben. Damit ist es möglich, den Lautsprecher an die 10-Ω-Klemmen des Ausgangstransformators anzuschließen.

Es erhebt sich nun die Frage, in wieviel Lagen die Schwingspule zu wickeln ist. Die Verhältnisse sind offenbar so, daß einlagige Wicklung einen engen Luftspalt zuläßt und damit kleine Erregerleistung, da letztere fast nur durch die Länge der Kraftlinien in der Luft gegeben ist; andererseits benötigen wir aber bei dieser Ausführung gewaltige Eisenmengen für den Magneten. Wicklung in zwei oder mehr Lagen verringert das Eisengewicht entsprechend der Lagenzahl. In Abb. 6 sind die Verhältnisse so dargestellt, wie sie sich in der Praxis bieten. Hierin interessiert besonders die Kurve für die Erregerleistung. Bei der genauen Durchrechnung des praktischen Falles, die der Kurve zugrunde liegt, zeigt sich ein Minimum für W bei 2-Lagenwicklung der Schwingspule. Dies erklärt sich daraus, daß erstens die Länge des Kraftlinienweges in Luft nicht proportional mit der Lagenzahl steigt oder fällt, da zur eigentlichen Dicke der Schwingspule noch ihr Abstand beiderseits vom Magnetsystem hinzukommt. Zweitens muß mit fallender Lagenzahl der Kerndurchmesser wachsen, so daß dann auch der Durch-

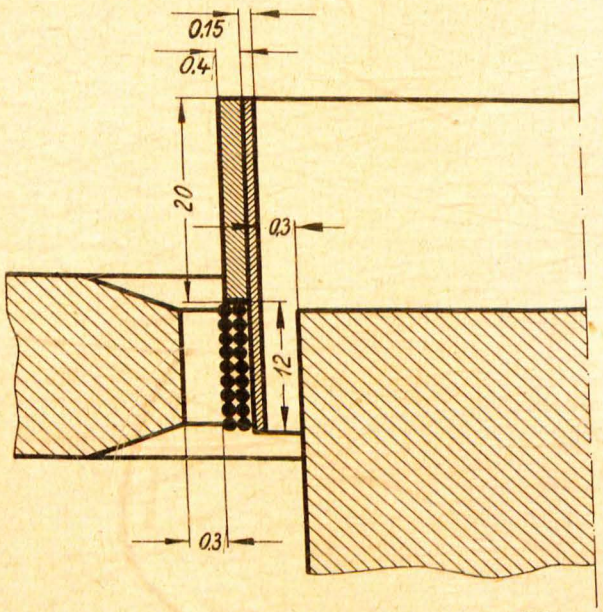


Abb. 7. Abmessungen der Schwingspule (schematisch)

messer der Erregerspule zunimmt, was einer Verringerung der mit einer gegebenen Kupfermenge erzielbaren Amperewindungen gleichkommt. Diese beiden Umstände bewirken also, daß in unserem Fall eine zweilagige Schwingspule am günstigsten ist. Wir müssen dazu noch bedenken, daß nur bei einer geraden Anzahl von Lagen Anfang und Ende der Wicklung auf einer Seite liegen, was im Interesse eines bequemen Anschlusses erwünscht ist.

Genaue Maße der Schwingspule bringt Abb. 7. Es wird nicht empfohlen, sie nach früher erschienenen Anleitungen herzustellen, sondern sich vielmehr an das vom Verfasser angegebene Verfahren zu halten, da es sehr einfach ist und so hergestellte Spulen große mechanische Festigkeit und Wärmebeständigkeit, damit also auch hohe Belastbarkeit, besitzen.

Die Schwingspule wird über dem fertigen Kern gewickelt (vgl. unten). Zu diesem Zweck wird er in irgendeiner einfachen Hilfsvorrichtung so gelagert, daß er sich mit einer kleinen Kurbel leicht drehen läßt. Dann schneiden wir uns aus Karton von 0,25 mm Dicke ein Stück mit Maßen nach Abb. 8. Die schrägen Linien in der Mitte des Streifens deuten Einschnitte an, die mit einer Rasierklinge auf glatter Holzunterlage gemacht werden; an den Schnittstellen muß der Karton ganz sauber durchgetrennt sein. Den so vorbereiteten Streifen legen wir fest um den Kern und halten ihn am Rande mit etwas Isolierband fest. Darüber wickeln wir fest einen Streifen 0,07-mm-Papier, etwa 40 mm breit und so lang, daß er genau zweimal herumreicht. Dieses Papier wird in sich mit Bakelitlack verklebt (aber nicht mit dem Karton!).

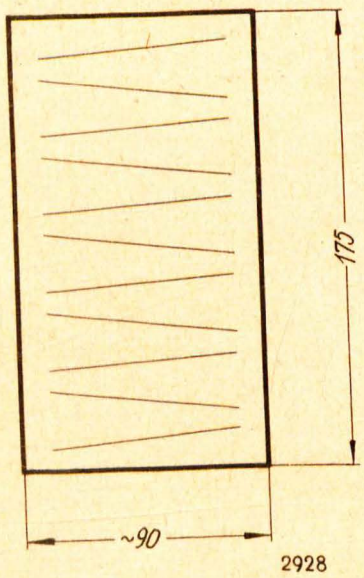


Abb. 8. Kartonzwischenlage zum Wickeln der Schwingspule

Der zur Herstellung der Schwingspule verwendete Bakelitlack muß so dünnflüssig sein, daß er sich gut streichen läßt. Dicker Lack wird mit Spiritus verdünnt: man gibt eine geringe Menge Spiritus hinein und rührt so lange, bis sich das ausgefällte Harz wieder gelöst hat. Ist der Lack noch nicht dünn genug, dann wird noch einmal etwas Spiritus zugegeben usf.

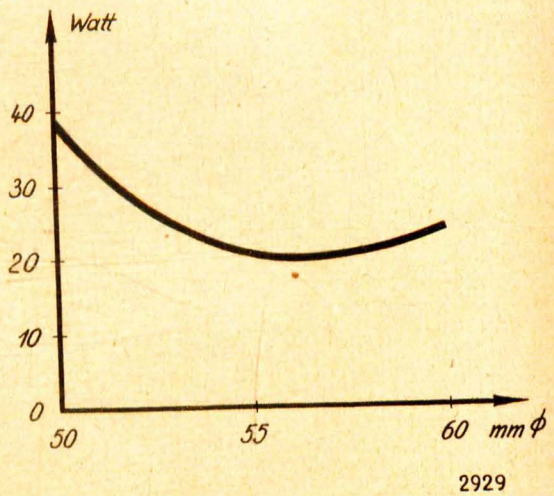


Abb. 9. Erregerleistung, abhängig vom Kerndurchmesser

Über den Papierring, der mit Lack etwa 0,15 mm stark ist, wickeln wir zwei Lagen aus starkem Zeichenpapier von 0,2 mm in einer Breite von 20 mm, die ebenfalls mit Bakelitlack angeklebt werden. Das obenauf liegende Ende wird mit einer scharfen Feile gut abgeschrägt. Für die Herausführung des Schwingspulenanschlusses wird aus der oberen Lage ein Stückchen von 7 × 7 mm herausgeschnitten. In

diesem Ausschnitt befestigen wir den Anfang der Wicklung mit einer dickflüssigen Lösung von Zelluloid in Zaponverdünnungsmittel oder in Zaponlack (reines Azeton ist weniger geeignet, da es zu schnell trocknet). Nachdem die erste Lage Draht aufgebracht ist, tränken wir sie mit Bakelitlack und lassen sie fünf Minuten antrocknen. Darauf läßt sich die zweite Lage ohne Schwierigkeiten wickeln. Das Ende der Wicklung kleben wir in dem gleichen Ausschnitt ebenfalls mit Zelluloidlack fest. Nach dessen Trocknen tränken wir auch die zweite Lage mit Bakelitlack.

Um der Spule genügende Festigkeit zu geben, wird sie jetzt g e b a c k e n : Wir stellen den Kern mitsamt der Spule unter Zwischenlage von Asbestpappe oder Glimmer auf den Herd und steigern die Temperatur innerhalb 1 bis 2 Stunden so weit, bis der Lack auf der Wicklung anfängt, kleine Bläschen zu treiben. Dann nehmen wir den Kern sofort vom Feuer und stellen ihn zum Abkühlen auf eine Metallplatte. Nach dem Erkalten wird von der untenliegenden, geschlitzten Kartonzwischenlage beiderseits der Rand abgeschnitten, und die hierdurch gebildeten schmalen Streifen werden herausgezogen. Die Spule läßt sich vom Kern abnehmen; seitlich überstehendes Papier der 0,15-mm-Lage wird weggeschnitten. Die fertige Schwingspule muß ganz hart, aber dabei doch elastisch sein.

Wir gehen zum M a g n e t s y s t e m über und betrachten als erstes den K e r n. Sein Durchmesser richtet sich nach dem Querschnitt des Luftspalts, wobei letzterer bekanntlich gleich Umfang mal Breite der Schwingspule zu setzen ist. Es soll der Kernquerschnitt gleich dem 1,5fachen des Luftspaltquerschnitts sein, wenn wir im Spalt 18 000 Gauß und im Kern 12 000 Gauß verlangen; diese Dimensionierung ist ein Optimum, da bei Verkleinerung des Kernquerschnitts die Erregerleistung infolge Sättigung des Eisens schnell ansteigt, bei Vergrößerung aber auch wegen größerer Drahtlänge der Erregerspule. Daß dieses Minimum verhältnismäßig ausgeprägt ist, sehen wir an Abb. 9.

Ferner sei der Kern nicht zu kurz, da sonst die Drahtlänge der Erregerspule und somit auch die Erregerleistung zu groß wird, andererseits nicht zu lang, da sonst Verluste durch Streuung eintreten. Kritisch ist dies jedoch nicht, und eine Form des ganzen Magneten, die einem Würfel ähnlich sieht (vgl. Abb. 17), ist als richtig zu betrachten.

Der günstigste Kern für unseren Lautsprecher ist glatt z y l i n d r i s c h. Absätze im Durchmesser, wie sie in früheren Bauanleitungen beschrieben wurden, kommen nicht in Frage. Wenn wir z. B. den Kern zum Luftspalt hin verjüngen würden, dann träte in diesem Teil mehr oder weniger starke Sättigung ein, so daß hierdurch und durch Streuung die Feldstärke im Luftspalt abnähme. Andererseits ist eine Vergrößerung des Kerndurchmessers in der Nähe des Luftspalts auch nachteilig, da die Schwingspule ohnehin schon einen recht großen Durchmesser besitzt.

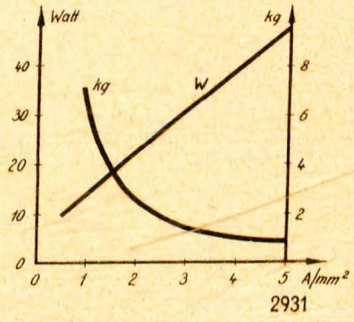


Abb. 11. Erregerleistung und Kupfergewicht für 2500 AW, abhängig von der Strombelastung

Die J o c h t e i l e sind ohne Schwierigkeit so zu bemessen, daß ihre Induktion bei 10 000 Gauß oder niedriger liegt. Dadurch wird die Erregerleistung klein gehalten und die Streuung vermindert. Abb. 10 zeigt die Abmessungen von Kern und Jochteilen, und zwar Abb. 10 a Seitenteile und Kern, Abb. 10 b die obere Platte mit dem kreisförmigen Ausschnitt, Abb. 10 c die Grundplatte. Wir sehen, daß die obere Jochplatte zum Luftspalt hin abgeschrägt ist; damit wird erreicht, daß sich das magnetische Feld in dieser Platte erst ganz in der Nähe des Spalts verdichtet, so daß Verluste vermieden werden.

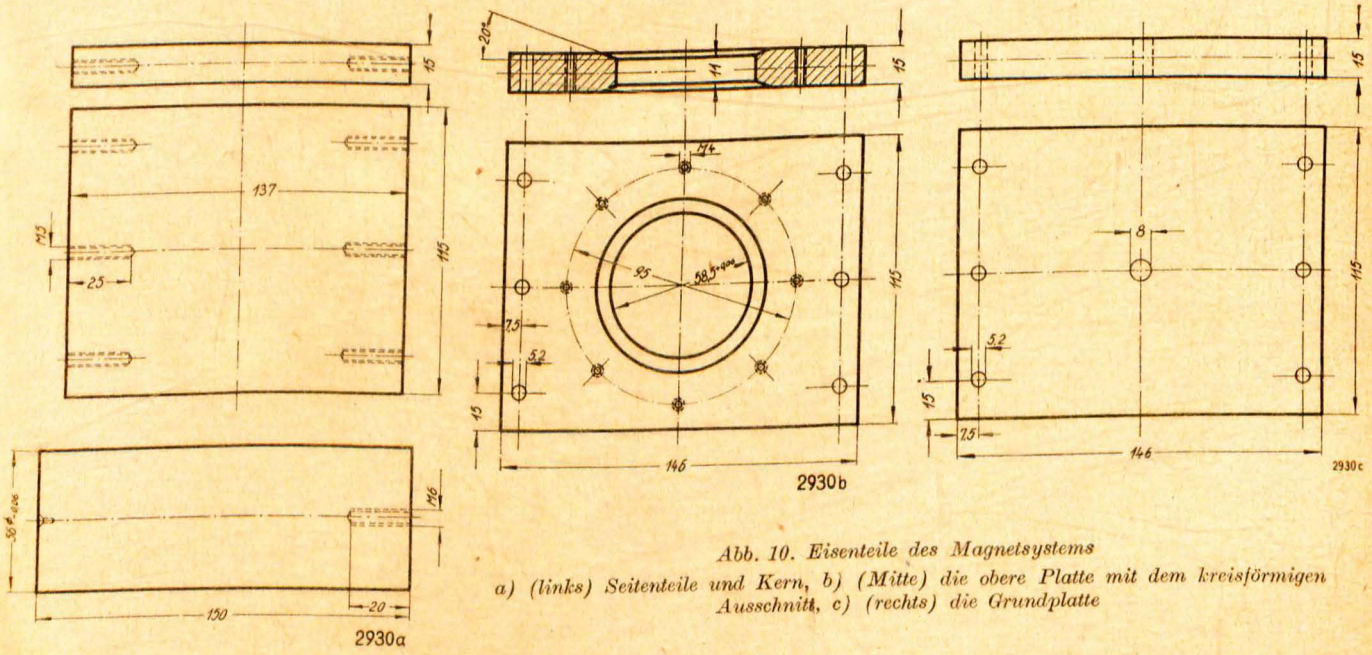


Abb. 10. Eisenteile des Magnetsystems
a) (links) Seitenteile und Kern, b) (Mitte) die obere Platte mit dem kreisförmigen Ausschnitt, c) (rechts) die Grundplatte

Alle Teile werden aus gewöhnlichem Walzeisen angefertigt, das wir bei besonders hohen Ansprüchen noch vor der Bearbeitung ausglühen können. Die Jochteile werden zweckmäßig auf Maß gehobelt oder gefräst, da man Walzeisen mit den angegebenen Abmessungen kaum erhalten dürfte. Es ist ohne weiteres möglich, Breite und Stärke der Jochteile zu ändern, wenn Eisen von anderen Abmessungen verwendet werden soll, doch ist streng darauf zu achten, daß der Querschnitt nicht verringert wird. Es wird

empfohlen, Einhaltung genügend enger Bearbeitungstoleranzen zu verlangen, wenn die Teile in eine Werkstatt zur Anfertigung gegeben werden. Das gilt besonders für den Kerndurchmesser und den des Loches in der oberen Jochplatte.

Der Kraftlinienweg im Luftspalt ist 1,25 mm lang; dem entsprechen für 18 000 Gauß Feldstärke 1800 Amperewindungen der Erregerspule. Für die Magnetisierung des Eisens brauchen wir 400 Amperewindungen. Rechnen wir noch Streuverluste dazu, dann kommen wir auf eine Summe von rund 2500 Amperewindungen. Hierfür also wird die Erregerspule zu bemessen sein. Bei der Wahl ihrer Strombelastung (das ist die Stärke des Erregerstromes, bezogen auf 1 mm² Querschnitt) müssen wir ein Kompromiß schließen. Betrachten wir dazu Abb. 11. Wir sehen, wie die Erregerleistung mit kleiner werdender Strombelastung abnimmt, das Kupfergewicht aber stark ansteigt. Wenn wir berücksichtigen, daß der Kupferdraht nur einmal angeschafft wird, Erregerleistung aber dauernd im Betrieb verbraucht wird, dann werden wir uns zu einem verhältnismäßig großen Kupferaufwand entschließen. In dem beschriebenen Lautsprecher beträgt die Strombelastung der Erregerspule 1,6 A/mm²; es sind 21 500 Wdg. 0,3 mm Kupferlackdraht aufgewickelt, die ein Gewicht von 3 kg und einen Widerstand von 1400 Ω haben. Die erforderliche Erregerleistung beträgt etwa 20 W. Der Erregergleichrichter muß rund 160 V und 115 mA liefern (kleine Abweichungen sind ohne Bedeutung). Erregung mit anderen Spannungen ist möglich; wir richten uns allgemein nach folgender Zahlentafel, die für Wicklungen aus Lackdraht gilt. Z bedeutet hierin die Zahl der isolierenden Zwischenlagen.

Volt	Ampere	Draht ⌀	Ohm	Windg.	Z
300	0,067	0,22	4200	37000	23
250	0,08	0,24	3000	31000	17
220	0,09	0,26	2300	27500	14
160	0,115	0,3	1400	21500	9
127	0,16	0,34	800	15600	6
110	0,18	0,37	580	14000	5
12	1,67	1,1	6,9	1500	—
10	2,0	1,2	4,8	1250	—
6	3,3	1,6	1,7	750	—

Sämtliche nach dieser Tafel gewickelten Spulen sind der im Musterlautsprecher verwendeten genau gleichwertig im Hinblick auf Leistungsaufnahme, Amperewindungszahl,

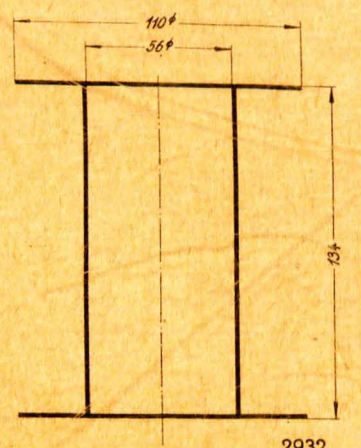


Abb. 12. Spulenkörper für die Erregerspule

Kupfergewicht und äußere Abmessungen. Daß für die Drahtdurchmesser verhältnismäßig wenig gebräuchliche Werte angegeben worden sind, ist nicht von Nachteil, da wir die große, benötigte Drahtmenge doch nicht vorrätig haben, sondern sie erst für diesen Zweck anschaffen müssen.

Im Betrieb erwärmt sich die Erregerspule nur wenig. Wird der Lautsprecher durch einen Gleichrichter aus dem Wechselstromnetz erregt, dann sind keine Ausschaltüberspannungen zu befürchten, die der Erregerspule schaden können (es sei denn, daß die Verbindung zwischen

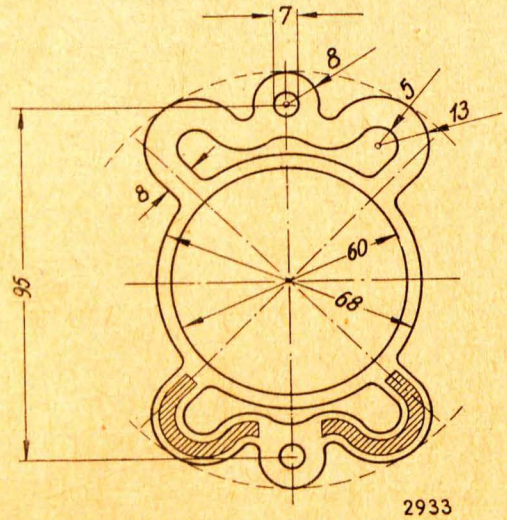
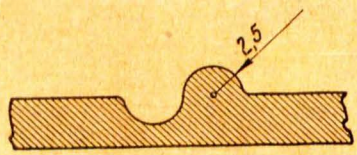


Abb. 13. Zentrierspinne. Die schraffierten Stellen werden mit Kupferfolie beklebt

Gleichrichter und Lautsprecher im Betrieb unterbrochen wird). Anders dagegen bei Anschluß ans Gleichstromnetz, da hier beim Ausschalten immer kräftige Extraspannungen entstehen (8000 V gemessen). Um die Wicklung vor Durchschlägen zu schützen, legen wir in



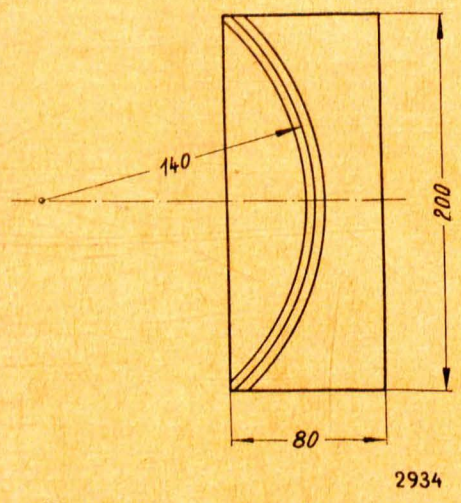


Abb. 14. Form zur Herstellung des gewellten Membranrandes

gleichmäßigen Abständen die in der Zahlentafel vorgeschriebenen Zwischenlagen aus Ölpapier ein. Außerdem ist bei Gleichstrombetrieb zur Verhütung von Unfällen und Störungen die Parallelschaltung eines Kondensators von 1 µF in Reihe mit einem Dämpfungswiderstand von 10 Ω zur Erregerspule zu empfehlen.

Die Maße des Spulenkörpers bringt Abb. 12. Wir kleben ihn aus Preßspan oder kräftiger Pappe, die Flansche werden mit dickflüssigem Zelluloidlack befestigt.

Wir verwenden die moderne Außenzentrierung, da sie der Membran mehr Bewegungsfreiheit gestattet und außerdem die unten beschriebene einfache Art der Justierung zuläßt. Die Form der Zentrierspinne zeigt Abb. 13. Als Material dient Preßspan von 0,8 mm Stärke. Zusammen mit Membran und Schwingspule ergibt die Zentrierspinne eine Resonanz am unteren Ende des Hörbereiches, so daß hierdurch die Wiedergabe der tiefen Töne verbessert wird. Nach dem Gesagten ist es verständlich, daß von Form und Werkstoff nicht unnötig abgewichen werden soll. Die Umrisse der Spinne werden auf dem Preßspan sauber mit Bleistift aufgezeichnet, wobei uns Unterlegscheiben geeigneten Durchmessers als Schablonen für die Rundungen dienen können. Soweit möglich, wird zum Ausschneiden eine Schere benutzt, und die übrigen Stellen werden auf glatter Holzunterlage mit einer kleinen, scharfen Taschenmesserklinge durchschnitten.

Die Lagerung des Membranrandes soll so nachgiebig sein, daß auch weite Schwingungen nicht merklich behindert werden. Früher gebräuchliche Lagerungen in Leder und auch die heute noch für magnetische Lautsprecher verwendeten Gummibatist-Lagerungen erfüllen diesen Zweck nur in unzureichendem Maße. Eine heute fast ausschließlich angewandte Lösung ist der gewellte Membranrand, der bei den Industrielautsprechern gleich in einem Stück mit der Membran hergestellt wird. Wenn uns letzteres auch nicht möglich ist, so können wir doch nach dem gleichen Prinzip bauen, indem wir einen besonderen Rand herstellen und ihn dann an die Membran ankleben. Als Werkstoff wählen wir langfaseriges Löschpapier, das sich am besten zur Verformung eignet.

Aus Paraffin oder zusammengeschmolzenen Kerzenresten gießen wir eine Tafel von 80 × 200 mm, 8 bis 10 mm hoch. Während sie erstarrt, feilen wir aus einem Blechstreifen das in Abb. 14 oben dargestellte Profil aus und befestigen den Streifen an einem Brettchen. Dieses wird in der Nähe der Paraffintafel um eine Schraube drehbar befestigt, so daß beim Überfahren die in der Abbildung dargestellte Form entsteht.

Auf die Form drücken wir nacheinander sechs Streifen nasses Löschpapier von 80 × 200 mm. Um das Papier in die vertiefte Rille zu bekommen, benutzen wir das abgerundete Ende eines Stäbchens. Dabei muß das Papier von rechts und links her etwas zusammengeschoben werden, damit es nicht einreißt. Jeder Streifen wird auf der Form getrocknet (mit einem Fön geht es sehr schnell). Die trockenen Streifen werden mit einer Schere kreisringförmig beschnitten und nacheinander mit Syndetikon oder einem ähnlichen Leim an die Membran so angeklebt, daß zwischen ihnen ein Abstand von ½ bis 1 mm bleibt. Danach wird der Rand an den Pappring angeklebt, der mit dem Membrankorb zusammen gekauft wurde und der auf seiner anderen Seite mit Filz beklebt ist. Um den Zusammenhalt der Papierfasern untereinander zu festigen, streichen wir den Rand einmal dünn mit Zaponlack. Der Pappring wird mit kleinen, versenkten Schrauben und Muttern im Membrankorb befestigt. Für die Schraubenköpfe wird der Platz mit einem glühenden Stab von etwa 8 mm ⌀ aus dem Filz ausgebrannt.

Zusammenbau des Lautsprechers

Wir beginnen mit der Befestigung der Zentrierspinne an der Membran. Mit dem Pappring nach unten stellen wir die Membran auf den Tisch und legen die Zentrierspinne so auf die Membran, daß sie parallel zur Tischplatte liegt. Dann wird sie ringsherum an der Klebestelle dick mit Zelluloidlack bestrichen, nochmals ausgerichtet und zum Trocknen hingestellt. Es empfiehlt sich, das Bestreichen mehrmals zu wiederholen, um eine gute Befestigung zu erreichen, denn der Lack schrumpft beim Trocknen zusammen.

Inzwischen wird das System — zunächst noch ohne Erregerspule — zusammengesetzt. Wir zentrieren den Kern in der oberen Jochplatte, indem wir aus einer Anzahl von 1 bis 2 cm breiten Papierstreifen drei Bündel von je 1,25 mm Stärke machen und diese zwischen Kern und obere Jochplatte stecken. Dann wird der Kern unter leichtem Hin- und Herdrehen allmählich festgezogen. Nach dem Festziehen müssen sich die Papierstreifen alle mit gleicher Kraft im Luftspalt bewegen lassen. Sie werden entfernt und der Membrankorb auf die obere Jochplatte aufgeschraubt, wenn nötig, unter Zwichenlage eines Ringes aus 5 mm starkem Messingblech, um dem Korb mehr Halt zu geben (vgl. Abb. 16). Dieser Ring wird mit versenkten Schrauben befestigt. Zwei gegenüberliegende Löcher bleiben frei, da hier mit Sechskantschrauben auch noch die Zentrierspinne befestigt werden soll.

Wir befestigen die Membran im Korb und schrauben die Zentrierspinne unter Verwendung mehrerer Unterlegscheiben in einer solchen Lage fest, daß der gewellte Membranrand eine Mittelstellung einnimmt. Jetzt wird an der Membran angezeichnet, wieviel abgeschnitten werden muß, damit die Zähne zur Befestigung am Schwingspulenkörper die richtige

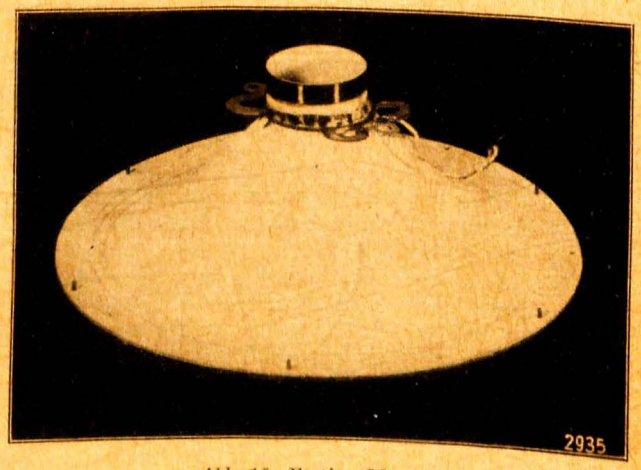


Abb. 15. Fertige Membran

Länge erhalten, d. h. daß sie bei den betriebsmäßigen Bewegungen der Membran nicht an die obere Jochplatte stoßen können. Außerdem wird angezeichnet, wie weit die Einschnitte für die Zähne zu machen sind, damit die Schwingspule gerade hineinpaßt. Wir nehmen die Membran wieder ab und schneiden die Zähne aus. Nun stecken wir die Schwingspule in dem Luftspalt mit 0,3 mm starken Kartonstreifen ringsum fest, und zwar so, daß die Wicklung beiderseits gleich weit herausragt. Die Membran wird wieder vorsichtig aufgesetzt und die Zentrierspinne unter Zwischenlage der nötigen Unterlegscheiben etwas festgeschraubt. Zu weit abstehende Zähne der Membran werden angebogen, und dann wird die Schwingspule mit der Membran mittels viel Zelluloidlack verbunden.

Nach dem Trocknen wird das Ganze wieder auseinandergenommen. Um Rostbildung zu verhindern und dem System ein schöneres Aussehen zu geben, lackieren wir die Eisenteile an den von außen sichtbaren Stellen, jedoch ist darauf zu achten, daß dort, wo die magnetischen Kraftlinien von einem Teil in den anderen übertreten, keine Farbe hingelangt. Kern und obere Jochplatte werden im Luftspalt nur mit Zaponlack gestrichen (wer Gelegenheit hat, diese beiden Teile verkupfern zu lassen, soll es tun, wenngleich es auch ohne das geht). Als Stromzuführung zur Schwingspule können wir, wie es bei Industrielautsprechern geschieht, dünne, möglichst feindrähtige Litze benutzen, die sauber mit

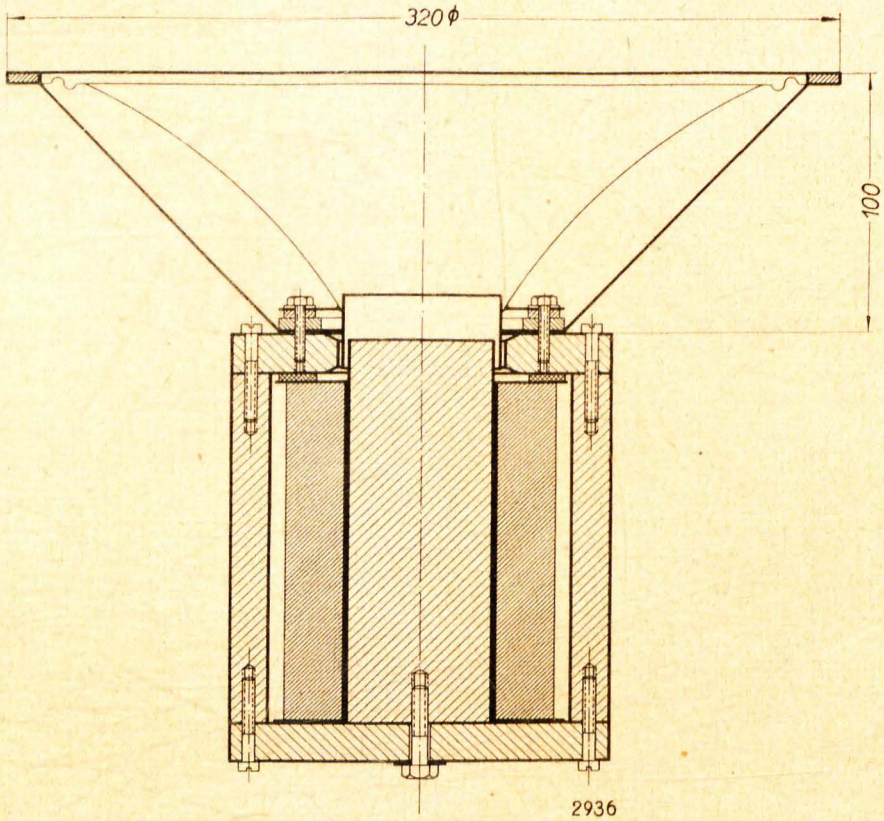


Abb. 16. Schnitt durch das System

den aus der Wicklung herausführenden Drahtenden verlötet wird und die wir mit Zelluloidlack am Rande der Zentrierspinne gut festkleben.

Der Verfasser verwendet jedoch eine andere Art der Stromzuführung, die sich im Betrieb als ganz störungsfrei erwiesen hat: Auf der Zentrierspinne werden zwei Streifen Kupferfolie mit dickem Bakelitlack sehr sorgfältig festgeklebt, wie in Abb. 13 angedeutet. An sie werden mit wenig Lot einerseits die Enden der Schwingspule, andererseits zwei Litzen festgelötet, die zu einem Klemmenbrett an der Seite des Chassis führen. Diese Stromzuführung erzeugt von sich aus keine zusätzlichen Nebengeräusche, wenn die Folie richtig angeklebt ist, und hält auch die stärksten Belastungen aus. Abb. 15 zeigt die fertige Membran mit dem gewellten Rand, Zentrierspinne und Schwingspule.

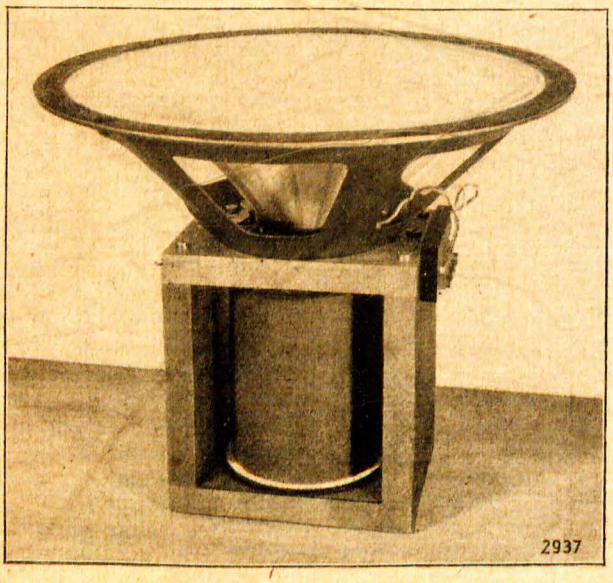


Abb. 17. Der fertige Lautsprecher

Nunmehr können wir den Lautsprecher endgültig zusammenbauen. Zunächst wird die untere Jochplatte mit den beiden Schenkeln verschraubt; dann wird der Kern in die Erregerspule gesteckt und leicht an der unteren Jochplatte angeschraubt. Hierauf legen wir einen Stoffring von ca. 3 mm Stärke und 80 × 110 mm ⌀ auf die Erregerspule und verschrauben die obere Jochplatte mit den Schenkeln. Der Stoffring dient dazu, die Erregerspule festzuklemmen, jedoch soll sie noch soviel Bewegungsfreiheit haben, daß ein Zentrieren des Kernes möglich ist. Es geht nicht an, die Erregerspule so lang zu bauen, daß der Stoffring erspart wird, da sonst zu befürchten wäre, daß die Schwingspule bei großen Ausschlägen an die Erregerspule stößt. Der Kern wird nun, wie oben beschrieben, mit Hilfe von Papierstreifen sorgfältig zentriert. Hierauf wird der Membrankorb aufgesetzt und die Membran vorsichtig eingehängt. Wir stecken die Schwingspule mit Papierstreifen konzentrisch fest und ziehen danach die beiden Schrauben, die die Zentrierspinne halten, an. Nach Entfernung der Papierstreifen muß sich die Schwingspule frei bewegen können, so daß sie bei Amplituden von mehreren Millimetern nicht scheuert. Wir stellen dies fest, indem wir den Schwingspulenkörper vorsichtig mit zwei Fingern anfassen und hin- und herbewegen. Sollte doch ein Scheuern auftreten, dann werden die beiden Schrauben der Zentrierspinne wieder gelockert und die Schwingspule noch einmal mit Papierstreifen festgesteckt, die aber diesmal etwas voneinander verschiedene Stärke haben und sinngemäß eingesetzt werden. Dieser Weg wird auch in schwierigeren Fällen zum Ziele führen, z. B. wenn die Schwingspule aus irgendeinem Grunde unrund ist. Abb. 16 gibt einen Schnitt durch das System, der wohl alles Wissenswerte zeigt, und Abb. 17 bringt ein Lichtbild des ausgeführten Chassis. Seine Größe und sein Gewicht von 13 kg übertreffen die handelsüblichen Lautsprecher, doch braucht uns das keineswegs zu stören, da wir es ja nicht transportieren müssen. Vielmehr können wir als Vorteil buchen, daß es gerade beim Selbstbau möglich ist, durch Mehraufwand von Eisen an Kupfer und Erregerleistung zu sparen.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Die Baubeschreibung für den Feldstrom-Gleichrichter folgt im Heft 7

Batteriesuperhet mit B-Endstufe

Von
Dr. E. C. Saic

Das nachstehend beschriebene Gerät ist als vollwertiger Ersatz für einen netzgespeisten Empfänger gedacht; es eignet sich natürlich außerdem zufolge seiner Abmessungen und seines geringen Gewichtes vorzüglich als großer Reiseempfänger. Die Benutzung eines leistungsfähigen Batterieempfängers kann aber auch da von Vorteil sein, wo das vorhandene Lichtnetz derart störverseucht ist, daß man ohne Aufwendung erheblicher Geldmittel einen sauberen Fernempfang nicht erhalten kann.

Wie Versuche zeigen, ist der Batterieempfänger bei halbwegs zweckmäßig angelegter Antenne und — bedingungslos zu fordernder — guter Erdleitung auch im Gebiete hoher Störspannungen ganz wesentlich weniger gestört und gewöhnlich bei sonst gleichen Verhältnissen merkbar trennschärfer als das ihm entsprechende Netzgerät. Für die Mehrzahl der Bastler ist nun aber einmal der Fernempfang der nicht wegzudenkende Anreiz zum Bau eines Empfängers. Solange die Züchtung auf Fernempfang nicht in Widerspruch mit der erreichbaren Wiedergabegüte steht, ist gegen diese Einstellung nichts zu sagen.

Zwei Fragen sind bei unserem Thema zuerst zu beantworten:

1. Ist es möglich, einen Batterieempfänger zu bauen, dessen Leistungen dem eines mittleren Netzgerätes, etwa eines 3-Röhren-Superhets, entsprechen, wenn man Anschluß an eine Heizbatterie mittlerer Kapazität und eine Anodenbatterie mittlerer Spannung, etwa 120 Volt, zugrunde legt?

2. Wie steht steht es mit dem Energieverbrauch bzw. wie lange kann man bei normaler täglicher Betriebsdauer mit der Trockenbatterie auskommen, ohne daß sich Verzerrungen bemerkbar machen?

Zu Frage 1 ist zu sagen, daß mit Hilfe der kürzlich am Markt erschienenen neuen Batterieröhren, die auch in dem hier beschriebenen Gerät verwendet werden, die Leistung des zum Vergleich herangezogenen netzbetriebenen Dreiröhren-Superhets dann zu erreichen ist, wenn man dem Batteriegerät eine Röhre mehr gibt, man also einen Vierröhren-Superhet baut, und wenn man die in Frage 1 erwähnten Energiequellen zur Verfügung hat.

Zu Frage 2 ist folgendes zu bemerken: Bei Verwendung der B-Verstärkung, die ja sehr stromsparend arbeitet, ist die Lebensdauer der Anoden-Trockenbatterie für einen solchen Vierröhren-Batteriesuperhet bei täglich vierstündigem Betrieb mit etwa vier bis sechs Monaten anzunehmen, wenn man mit fabrikfrischen Batterien mit einer Leistung von 0,7 Amperestunden rechnet. Überschlagsmäßig gerechnet stellt sich — unter Zugrundelegung dieser Zahlen und der derzeit geltenden Preise für die Batterien — der Betrieb des Batterie-Superhets auf ungefähr 3 bis 3,50 Mark je Monat, zuzüglich der geringen Kosten für das Aufladen des Heizakkumulators.

Im Vergleich zum Netzgerät, das etwa 45 Wattstunden je Betriebsstunde erfordert, im Monat also $30 \times 4 \times 45$ Wattstunden, stellt sich der Batteriebetrieb mindestens um die Hälfte teurer (angenommen ist dabei Wechselstrombetrieb; bei Allstromempfängern oder gar den alten Gleichstromgeräten ist die Differenz wesentlich kleiner).

Die Schaltung des Empfängers

Wie aus Abb. 1 ersichtlich, wird nur ein Vorkreis benutzt, weil sich bei den Empfangsversuchen wenigstens bei den hier verwendeten Einzelteilen die Anwendung von Sperren als überflüssig herausstellte. Der Empfänger verwendet eine Zwischenfrequenz von 465 kHz. Die Oszillatorspule besitzt die zwei üblichen Reihen-Kondensatoren, denen aber verstellbare Trimmer parallelgeschaltet sind (C_4, C_5), die gesondert aufgebaut werden müssen. Dabei wirkt, wie aus Abb. 1 leicht zu sehen ist, C_5 nur im Rundfunkbereich, dagegen C_4—C_5 auch im Langwellenbereich. Mit Hilfe dieser Parallelkondensatoren und des Trimmers von C_2 ist jene sehr genaue Abstimmung des Oszillators möglich, die die Grundbedingung für das einwandfreie Arbeiten des Gerätes bildet.

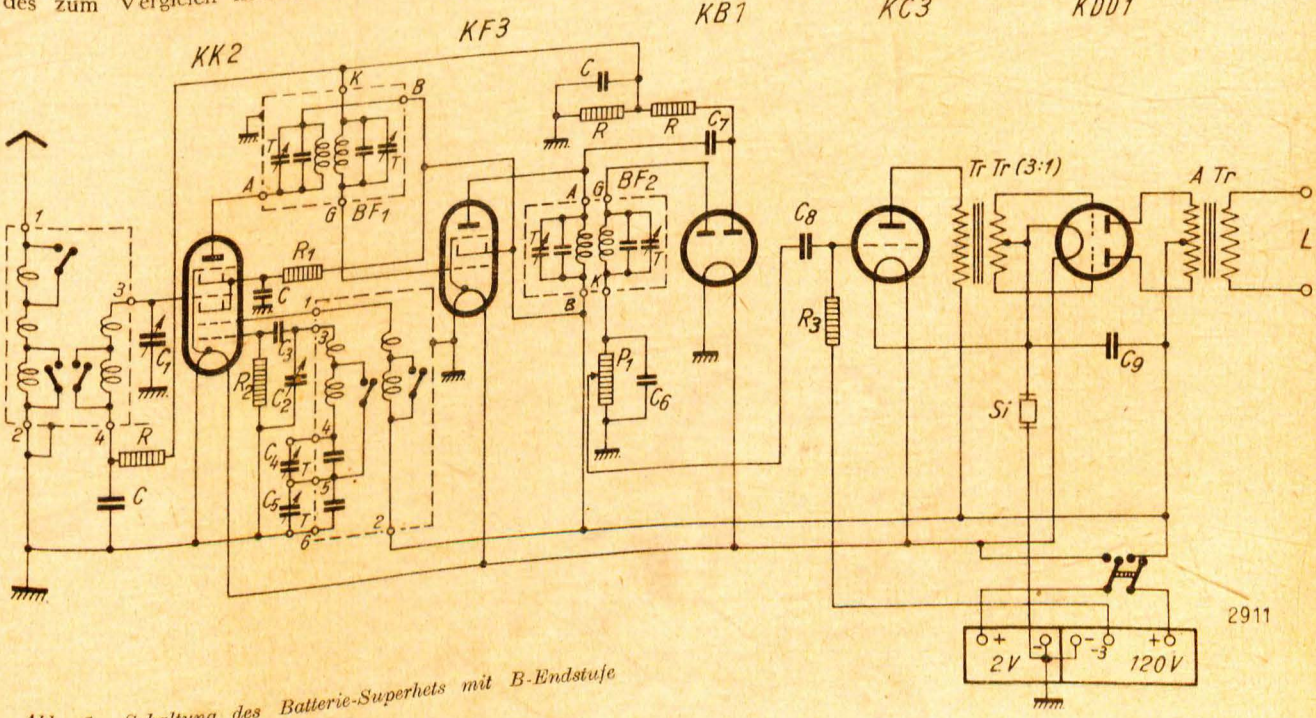


Abb. 1. Schaltung des Batterie-Superhets mit B-Endstufe

Die Überlagerung erfolgt nach bekannter Art in der Achtpolröhre. Als Zwischenfrequenzröhre arbeitet die folgende Röhre, eine KF 3. Die Achtpolröhre und die Zwischenfrequenzröhre werden schwundgeregelt. Die Wirkung der Schwundregelung bei der Zwischenfrequenzstufe KF 3 ist, wegen der sofort folgenden Empfangsgleichrichtung, nur gering. Man kann deshalb an Stelle der Regelröhre KF 3 die steilere KF 4 verwenden — die aber keine Regelkennlinie besitzt — und nach Abb. 2 schalten. Die Verringerung des Regelbereiches macht sich

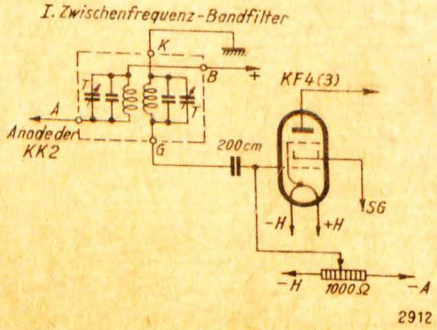


Abb. 2. Schaltung der Fünfpol-Schirmröhre KF 4, Erteilung der Gittervorspannung über einen — nicht mitgezeichneten — Widerstand von 1 MΩ

nur wenig bemerkbar, die größere Steilheit aber äußert sich u. U. in einer etwas größeren Empfindlichkeit. In unserer Schaltung wurde die KF 3 deshalb verwendet, weil die Gittervorspannungsfrage leichter und eleganter gelöst werden konnte. Kondensatoren und Ableitwiderstände, die an oben herausgeführte Röhrengitter geführt werden müssen, sind immer unschön und unvorteilhaft.

Als Empfangsgleichrichter wird eine Doppelzweipolröhre mit direkter Heizung verwendet. Will man der Gleichrichterröhre eine Vorspannung (Krachtötterschaltung) geben, so steht die indirekt geheizte Doppel-

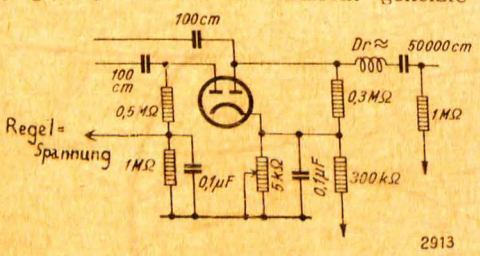


Abb. 3. Schaltung der indirekt beheizten Doppel-Zweipolröhre KB 2

zweipolröhre KB 2 zur Verfügung; sie wird nach Abb. 3 geschaltet. Man kann bei Verwendung dieser Röhre auch noch eine Rückkopplung einführen; die gezeichnete Drossel im Gitterkreis der nachfolgenden Verstärkerröhre wird fortgelassen und auf das Zwischenfrequenzbandfilter (Punkt *B*) rückgekoppelt. Die Empfindlichkeit des Gerätes steigt durch diese Maßnahme erheblich; die Wiedergabegüte fällt aber, und der Empfänger arbeitet unruhiger. — Der Niederfrequenzteil des Gerätes soll am Schluß der Arbeit behandelt werden.

Wie aus dieser kurzen Darstellung der Schaltung hervorgeht, weist das Gerät gar keine Besonderheiten oder Schaltungskniffe auf; die Endstufe in B-Schaltung kann gewiß nicht als etwas Besonderes gewertet werden, denn sie ist ja lange genug bekannt.

Der Abgleichvorgang

Der Zweck der vorliegenden Arbeit ist aber vor allem der, den Abgleichvorgang einmal genau zu beschreiben und zu zeigen, wie man den Abgleich auf einfachste Weise unter Zuhilfenahme von Hilfsmitteln, wie sie jeder Bastler besitzt, exakt durchführen kann. Der Batterie-Superhet mit den neuen Röhren und der B-Verstärkung bildet hierfür gewissermaßen nur den Rahmen.

Grundsätzlich sind vier Arbeiten durchzuführen:

1. Der Abgleich der Zwischenfrequenzbandfilter,
2. die Einstellung des Vorkreises,
3. die Einstellung des Überlagerers,
4. der Gesamtabgleich.

Die eingehaltene Reihenfolge gibt auch die zeitliche Aufeinanderfolge der einzelnen Arbeiten an. Vorausgesetzt ist, daß wir von der Fabrik vorabgestimmte Einzelteile bezogen haben.

An Hilfsgeräten brauchen wir: 1. einen modulierten Hilfssender, dessen einfacher Aufbau aus Abb. 4 hervorgeht. Die Wickeldaten für die Spulen sind folgende: Mittelwellenbereich: 100 Windungen Litzendraht, 20 × 0.08 mm, Abgriff in der Mitte. Langwellenbereich: 470 Windungen, Lackdraht 0,15 mm. Beide Spulen sind auf 40-mm-Hartpapierkörper zu wickeln. Drehkondensator: 500 cm. Blockkondensator zum Gitter (vom Schirmgitter): 300 cm, Ableitwiderstand 2,5 MΩ; benötigte Anodenspannung mindestens 12 Volt (aus einer Gitterbatterie).

2. Ein Röhrenvoltmeter einfachster Bauart, eigentlich nur aus einer Batterieröhre bestehend (etwa Typ RE 084).

3. Ein Milliamperemeter, Vollausschlag zumindest bei 6 mA, besser bei 2 mA. Damit ist unser Instrumentarium komplett.

1. Abgleich der Zwischenfrequenzbandfilter

Die Filter sind zwar von der Herstellerfirma abgeglichen geliefert worden; nach dem Einbau aber zeigt es sich, daß die Abstimmung durch die zusätzlichen Kapazitäten, die sich aus der Schaltung selbst ergeben, zerstört ist.

Wir schalten zuerst über die Spulenenden „AB" und „GK" der Zwischenfrequenz-Filter Hochohmwiderstände von etwa 0,1 MΩ, um eine Beeinflussung der Kreise untereinander zu verhindern. Dann wird die Schwundregelung abgeschaltet, die Röhre KF 3 erhält nun eine selbständige Vorspannung. (Wird eine KF 4 verwendet, so liegt diese Schaltung schon vor; siehe Abb. 2.) Man erhält dann mit Bezug auf die Zwischenfrequenz-Röhre das Schaltbild der Abb. 5. Die Anschaltung des Röhrenvoltmeters ist ebenso aus dem Bild zu entnehmen. Schließlich wird noch die Rückkopplungsspule des Überlagererkreises kurz geschlossen. (1,2 in Abb. 1.)

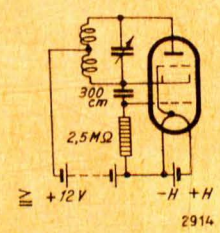


Abb. 4. Modulierter Hilfssender einfacher Art

Der Hilfssender wird folgendermaßen angeschlossen: Die Schwingspule des Hilfssenders wird mit einer Ankopplungswicklung versehen. Das geschieht in der Weise, daß auf einem Hartpapierrohr, das sich knapp über den Körper der Hilfssender-Schwingspule schieben läßt, etwa 20 bis 30 Windungen 0,5 mm starken Doppelseide-Kupferdrahtes aufgewickelt werden. Die etwa 30 cm langen Enden dieser Ankopplungswicklung werden mit Krokodilklammern versehen. Je nachdem nun die Ankopplungsspule mehr oder

weniger weit von der Schwingspule entfernt ist bzw. ganz nahe an diese geschoben wird, läßt sich eine lose, festere oder feste Ankopplung erzielen. Der Hartpapierkörper (auf dem die 100 Windungen der Schwingspule sitzen) muß daher genügend Raum für die Bewegungen der Ankopplungsspule zulassen, d. h. man bemißt das Hartpapierrohr so lang, daß oben noch etwa 50 mm frei von Windungen bleiben.

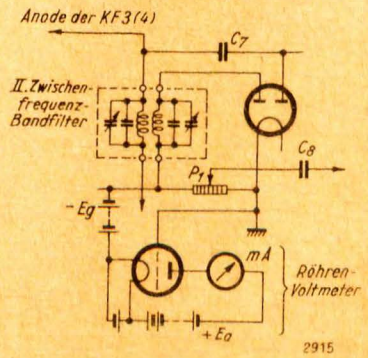


Abb. 5. Abgleichschaltung mit angeschlossenem Röhrenvoltmeter

Die Eichung des Hilfssenders geschieht mit Hilfe eines Rundfunkgerätes im bekannten Überlagerungsverfahren. Der „Durchpfiff" ist bei unserer Modulation (hervorgerufen durch die periodische Entladung des 300-cm-Blockkondensators über den Ableitungswiderstand von 2,5 Megohm) ein dem Senderrauschen ähnliches Geräusch, das nicht zu verkennen und auf dessen tiefsten Ton einzustellen ist. Es melden sich bei jeder Abstimmung auch die Harmonischen. Sie sind jedoch unschwer auszuscheiden, da sie sich weitaus schwächer bemerkbar machen und vor allem aus der Eichkurve fallen. Zwei solche Eichkurven zeigt Abb. 6.

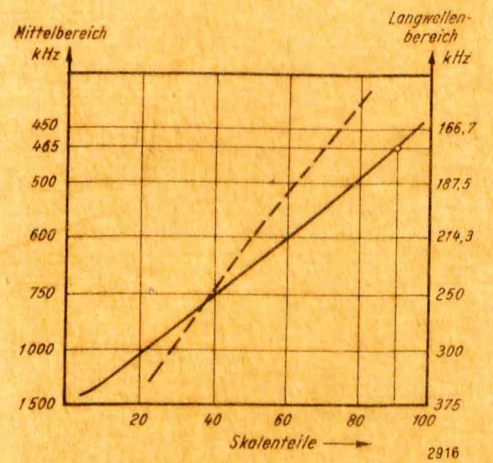


Abb. 6. Eichkurven eines Hilfssenders

Eine der oben erwähnten Krokodilklammern wird nun an das Metallgestell des Empfängers geklemmt, die andere an das Steuergitter der Achtpolröhre.

Das Röhrenvoltmeter erhält vorerst eine Anodenspannung von etwa 60 Volt. Die Gitterspannung des Röhrenvoltmeters ist dann so lange zu vergrößern, bis der Ausschlag des Milliamperemeters 0 oder nahezu 0 ist. Die Höhe der Anodenspannung richtet sich nach der Empfindlichkeit des Instruments. Nach diesen Vorbereitungen wird nun der Hilfssender eingeschaltet und an Hand der Eichkurve auf die Zwischenfrequenz, in unserem Falle 465 kHz, mit Hilfe einer Feinstellskala eingestellt. Am Instrument wird nun ein Ausschlag auftreten, der durch vorsichtiges Nachstellen der Stellschrauben (schwarz) am Deckel der Zwischenfrequenz-Bandfilter so lange vergrößert wird, bis er nahezu zum Vollausschlag wird. Dann koppelt man die Ankopplungsspule am Hilfssender loser und wiederholt dieselbe Arbeit. Im allgemeinen wird eine zweimalige Veränderung der Ankopplung genügen, um eine so kritische Einstellung der Zwischenfrequenz-Bandfilter zu bekommen, daß jede kleinste Drehung an den Stellschrauben den Ausschlag am Instrument merklich verändert. Damit sind die Zwischenfrequenz-Bandfilter abgestimmt, und wir gehen zur nächsten Arbeit über:

2. Einstellung des Vorkreises

Zuerst entfernt man den Kurzschluß zwischen 1—2 (Rückkopplungswindung des Überlagererkreises) in Abb. 1. Der Hilfssender wird nun lose an den Empfänger selbst angekoppelt. Das geschieht so, daß man die Kopplungswicklung entfernt und den Hilfssender frei in einer Entfernung von etwa einem Meter vom Empfänger aufstellt. Sollte wider Erwarten bei Einschalten des Hilfssenders am Instrument kein Ausschlag auftreten, so verbindet man mit der Antennenbuchse einen etwa einen Meter langen Draht, den man in kurzer Entfernung von der Schwingspule isoliert befestigt. Der Schwundausgleich bleibt abgeschaltet, die Spulen liegen also an Erde. Nun löst man die Verbindung des Überlagererkreises mit seinem Abstimmkondensator (Anschluß 3 von C_a) und ersetzt den abgelöteten Kondensator durch einen gleichartigen, der gesondert aufgestellt wird (die Verbindung nach 3 soll natürlich möglichst kurz sein). Der Hilfssender wird auf eine Wellenlänge von etwa 250 m eingestellt. Nach möglichst genauer Einstellung des Kondensators C_1 und des Ersatzkondensators auf die gesendete Wellenlänge mit Hilfe der Ausschläge an unserem Milliamperemeter, das in der gleichen Schaltung verblieben ist, verändert man unter ständigem Nachstellen den Trimmer auf dem Ersatzkondensator so lange, bis unser Instrument einen deutlichen Maximalausschlag zeigt. Ist dieser Ausschlag nahezu Vollausschlag, so muß man wieder loser koppeln, d. h. den Hilfssender vom Empfänger weiter wegstellen. Wird eine geeichte Skala verwendet, so kann man jetzt die Abstimmung so hintrimmen, daß der Skalenzeiger tatsächlich auf jeweils gewünschte Stationen zeigt. Man geht nun am besten sofort auf eine lange Welle des Rundfunkbereiches (etwa Budapest) und kontrolliert die Richtigkeit der Abstimmung. Ist der Abstimmfehler unter 10 m, so kann er unberücksichtigt bleiben, andernfalls ist der Kondensator schlecht abgeglichen. Vorausgesetzt ist natürlich, daß die Eichkurve des Hilfssenders genau stimmt, was mit einiger Sorgfalt ohne weiteres zu erreichen ist.

3. Die Einstellung des Überlagerers

Der Hilfskondensator wird nun wieder abgelötet und C_a wieder an Anschluß 3 der Überlagererspule angeschlossen. In Abb. 7 ist der Verlauf der sogenannten Deltakurven (Δf, ΔC) gezeigt. Das sind die Abweichungen der Kapazitäts- und Überlagerer-Frequenzwerte von ihren Sollwerten,

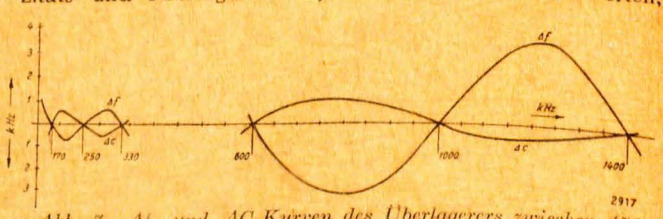


Abb. 7. Δf- und ΔC-Kurven des Überlagerers zwischen 170 und 1500 kHz

die über den gesamten Frequenzbereich die Zwischenfrequenz 465 kHz ergeben würden. Wir erkennen drei Punkte, bei denen diese Abweichungen 0 sind: Im Rundfunkbereich sind das die Frequenzen 600, 950 und 1400 kHz, im Langwellenbereich dagegen die Frequenzen 170, 250 und 330 kHz. Unseren Hilfssender stellen wir

also nacheinander auf die genannten Frequenzen ein, im Langwellenbereich nach Einsetzen der Langwellenspule in den Hilfssender, und gleichen nun im Rundfunkbereich mit dem Trimmer C_5 und dem Trimmer auf C_2 so lange ab, bis wir den Maximalausschlag am Milliamperemeter erreicht haben. Der Hilfssender bleibt in der Stellung wie bei Arbeit 2. Beim Übergang auf den Langwellenbereich bleibt der Trimmer von C_2 unbedingt unverändert, desgleichen C_5. Nachgestellt wird nunmehr nur noch C_4. Vorteilhafterweise wird man den Hilfssender so weit als möglich von dem Empfänger entfernt halten, um eine möglichst scharfe Abstimmung zu erhalten. Damit ist der Abgleich des Empfängers bis zum Niederfrequenzteil einwandfrei durchgeführt.

Der Niederfrequenzteil

Der Niederfrequenzteil des Empfängers ist als „Nullpunkt-B-Verstärker" geschaltet. Es ist vorausgesetzt, daß das Arbeiten des B-Verstärkers bekannt ist [1]). Die Gegentaktendröhre KDD 1 arbeitet in unserer Schaltung mit der Gittervorspannung 0; beim Auftreffen modulierter Signale wird die Kennlinie der Röhre in das positive Gitterspannungsgebiet gesteuert. Es fließt also ein Gitterstrom, und die von ihm geforderte Leistung im Gitterkreis muß vom Leistungstransformator (Treiber) abgegeben werden. Nachstehend sollen nun rein überschlagsmäßig Vor- und Nachteile dieser Verstärkungsart unter Bezugnahme auf unsere Schaltung kurz zusammengefaßt werden.

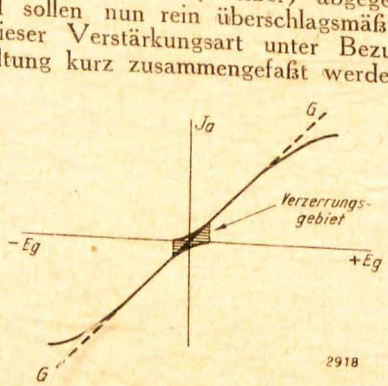


Abb. 8. E_g-J_a-Kennlinie einer Gegentakt-Endröhre vom Typ der KDD 1 in Nullpunkt-Schaltung

Die Nullpunktschaltung ist für den Batteriebetrieb vorteilhaft, weil sie keine zusätzliche Spannungsquelle für die konstante Gittervorspannung der Gegentaktendröhre erforderlich macht, wie sie bei der zweiten Art der B-Verstärkerschaltung, der Quieszent- oder AB-Schaltung, verlangt wird. Es sind deshalb auch für den Batteriebetrieb

[1]) Vergl. z. B. „Funk" 1934, Heft 36, 1935, Heft 20.

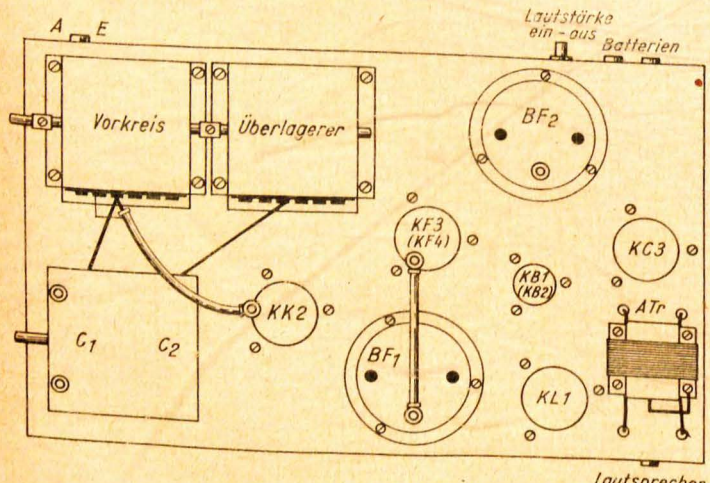


Abb. 9. Empfänger in der Ansicht von oben

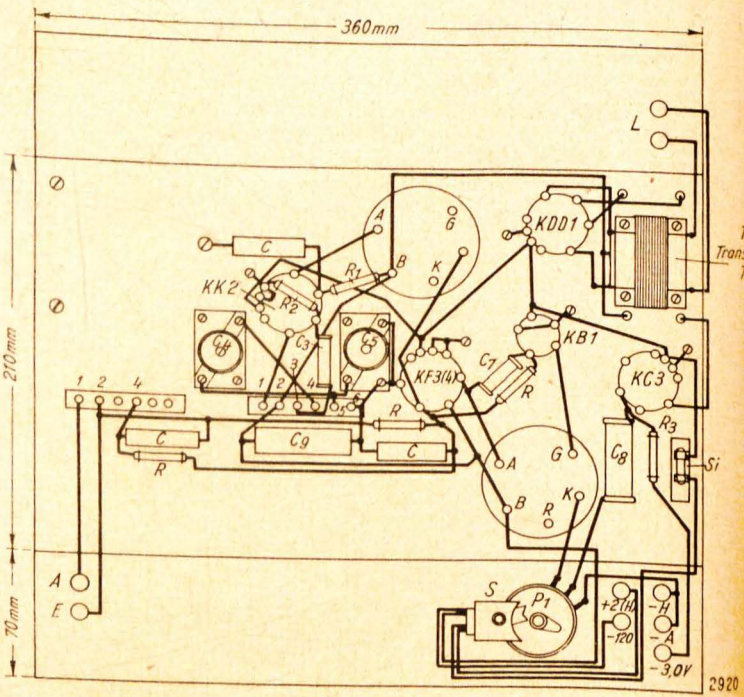


Abb. 10. Verdrahtungsplan

die Röhren KC 3 und KDD 1 nur für die Nullpunktschaltung verfügbar. Diese hat bei genügender Steilheit der Endröhre wesentliche Vorteile:

1. Der Einsatzpunkt des Anodenstromes liegt für beide Äste der Kennlinie eindeutig fest. Vorausgesetzt dabei ist natürlich, daß die beiden Systeme der Gegentaktendröhre vollkommen gleichartig aufgebaut sind. Ein Gegeneinanderverschieben der Einsatzpunkte, das zu sehr schlimmen Verzerrungen führen kann, ist also unmöglich.

2. Durch geeignete Wahl der Steilheit der Endröhre kann der Knick der Kennlinie im Anlaufgebiet sehr scharf gestaltet werden. Hierzu ist zu sagen, daß es natürlich

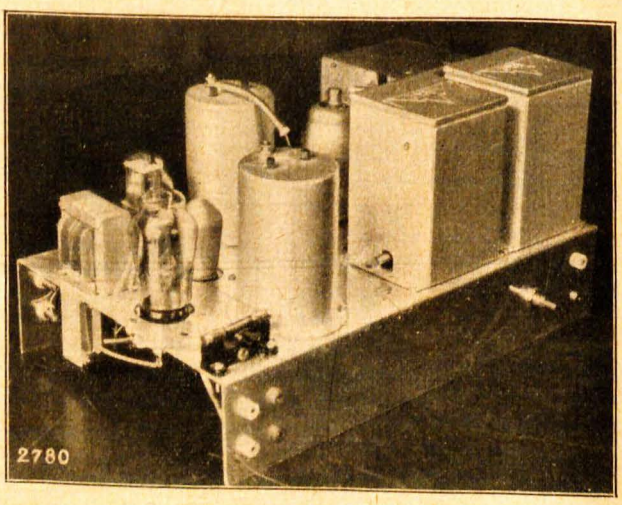


Abb. 11. Rückansicht des Batterie-Superhets. Links die beiden Röhren des Niederfrequenzverstärkers, zwischen ihnen der Ausgangs-Übertrager. Ganz vorn ein Sicherheitswiderstand von 100 Ω (regelbar), der in der positiven Heizleitung liegt

unmöglich ist, Röhren mit dem Ruhestrom Null herzustellen. Der Anlaufpunkt des jeweiligen Anodenstroms wird also nie in der Geraden G (vgl. Abb. 8) liegen können. Die Folge davon ist, daß sich im Anlaufgebiet des Anoden-

stromes — mit anderen Worten im Gebiete kleinster Aussteuerung, d. h. kleinster Lautstärke — Verzerrungen ausbilden werden, die einen konstanten Größenwert haben. Für die volle Aussteuerung, die auf dem geradlinigen Teil der Charakteristik bis in die Nähe der Sättigungsgebiete getrieben werden kann, wirkt sich dieser konstante Verzerrungswert wenig aus, weil er einen kleinen vH.-Satz der Vollaussteuerung ausmacht, dagegen wird dieser vH.-Satz bei kleiner Aussteuerung oder, was dasselbe ist, bei geringer Lautstärke beachtlich groß sein. Ein weiterer Nachteil der B-Schaltungen allgemein ist der, daß sich bei hohen Belastungsschwankungen die Anodenspannung der Endröhre ändert, insbesondere dann, wenn einer sehr geringen Belastung plötzlich eine sehr hohe Belastung folgt. Die damit zusammenhängende Veränderung der Kennlinie führt ebenso zu Verzerrungen.

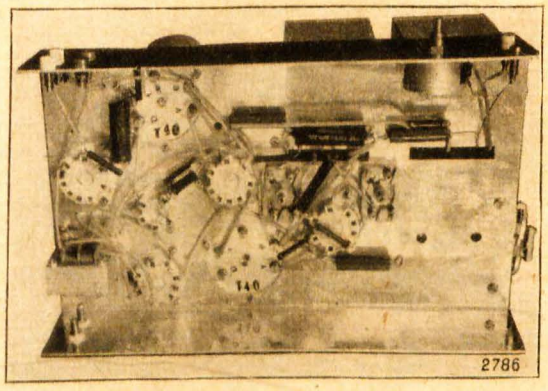


Abb. 12. Das fertige Gerät von unten gesehen

Demgegenüber stehen sehr beachtliche Vorteile:

1. Die geradzahligen Harmonischen werden ausgeschaltet (Eigenschaft jeder Gegentaktschaltung).

2. Der Wirkungsgrad der B-Verstärkung im Vergleiche zur A-Verstärkung verhält sich etwa wie 5 : 1. Diese hohe Wirtschaftlichkeit ist beim Batteriebetrieb ganz besonders vorteilhaft. Unsere Endröhre hat eine Sprechleistung von

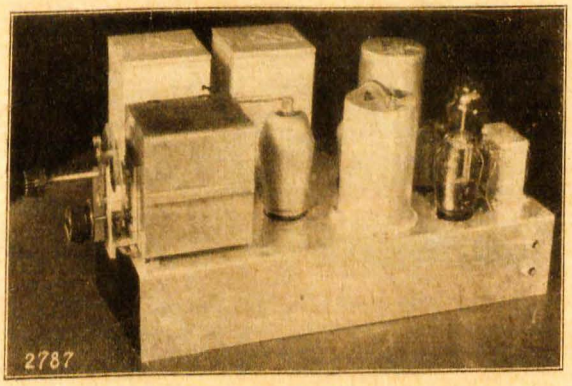


Abb. 13. Diese Seitenansicht (Abstimmskala abgenommen) zeigt, daß Drehkondensator und Wellenschalter von der Schmalseite her bedient werden. Die ungewöhnliche Anordnung wurde mit Rücksicht auf den besonderen Zweck des Gerätes gewählt

1,5 Watt. Unter Berücksichtigung tatsächlicher Verhältnisse wäre bei A-Verstärkern ein Aufwand von etwa 5 Watt notwendig, um diese unverzerrte Nutzleistung zu erhalten; dagegen liegt die aufgewendete Leistung bei unserer B-Verstärkung unter 1 Watt.

Vergleicht man also Vor- und Nachteile der A- und B-Verstärkerschaltung, so ergibt sich ein sehr kontrastreiches Bild. Man kann vielleicht sagen, daß überall dort, wo hohe Wiedergabegüte als erste Bedingung gefordert wird, die A-Verstärkung am Platze ist. Wenn aber die zugeführte Leistung möglichst gering sein soll und der Hauptwert auf Wirtschaftlichkeit gelegt wird oder — wie beim Batterieempfänger — gelegt werden m u ß, so wird man vorteilhaft die B-Verstärkerschaltung verwenden.

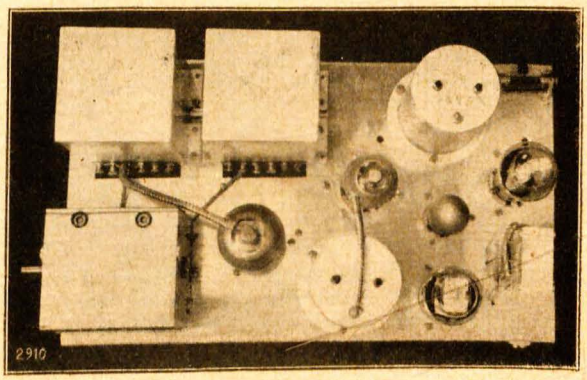


Abb. 14. Aufbau des Batterie-Superhets, Ansicht von oben

Die Schaltung des Niederfrequenzteiles ist so einfach, daß sich eine weitere Erklärung erübrigt. Es sei nur darauf hingewiesen, daß die KC 3 eine Gittervorspannung von — 3 Volt braucht, weil an ihr 2 Volt eff. Gitterspannung wirksam sein müssen, um die Endröhre voll auszusteuern. Spielt man zur Kontrolle des Niederfrequenzteiles Frequenzschallplatten ab, so muß man für eine entsprechende Vorverstärkung sorgen, um nicht zu falschen Ergebnissen (vergl. das vorher besprochene Verzerrungsgebiet) zu gelangen.

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt.

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 1	Größe
1	1	Vorkreisspulensatz		
2	1	Überlagererspulensatz		
3	1	Zweigangdrehkondensator	C_1, C_2	je 500 cm
4	2	Zwischenfrequenzfilter	$BF_{1,2}$	
5	1	Treibertransformator	$TrTr$	3 : 1
6	1	Ausgangstransformator	ATr	1 : 1
7	1	Heizbatterie		2 Volt
8	1	Anodenbatterie		120 Volt
9	1	Heizsicherung	Si	
10	1	Dreh - Spannungsteiler mit Ausschalter	P_1	200 kΩ
11	2	Trimmer	C_4, C_5	100 cm
12	3	Wickelkondensatoren	C	0,1 µF
13	1	Calankondensator	C_3	75 cm
14	1	Wickelkondensator	C_6	100 cm
15	1	Wickelkondensator	C_7	100 cm
16	3	Hochohmwiderstände 0,5 Watt	R	1 MΩ
17	1	Hochohmwiderstand 0,5 Watt	R_1	25 kΩ
18	1	Hochohmwiderstand 0,5 Watt	R_2	30 kΩ
19	1	Hochohmwiderstand 0,5 Watt	R_3	0,8 MΩ
20	1	Calit-Glimmerkondensator	C_8	20 000 cm
21	1	Elektrolytblock 200 Volt Arbeitsspannung	C_9	2 µF
22	1	Metallgestell		
23	4	achtpolige Röhrenfassungen		
24	1	fünfpolige Röhrenfassung		
		Röhren		
25	1	KK 2		
26	1	KF 3 oder KF 4		
27	1	KB 1 oder KB 2		
28	1	KC 3		
29	1	KDD 1		

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Ultra-Schallwellen im Dienste der Meereskunde

Von
Dr.-Ing. A. Mainka

Wie wir bereits in Heft 2 des „Funk" berichteten, jährte sich am 14. Januar 1936 zum 25. Male der Gründungstag der Deutschen Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. (Debeg). Wir nehmen heute Gelegenheit, über ein Arbeitsgebiet der Debeg zu berichten, das für die Küsten- und Hochsee-Schiffahrt von Tag zu Tag an Bedeutung gewinnt.

Schon seit einer Reihe von Jahren beschäftigen sich Forschung und Industrie mit der Entwicklung eines für die Schiffahrt geeigneten Echolotes. Von welcher Bedeutung die Lösung der Frage für die Reedereien ist, das wird derjenige ermessen können, der einmal den Ursachen der Schiffsunfälle nachgegangen ist. Obwohl der Schiffahrt neuzeitliche Hilfsmittel verschiedenster Art zur Verfügung stehen, sind mehr als 50 % aller Schiffsverluste der letzten Jahre auf Strandung und ähnliche Unfälle zurückzuführen. Es liegt also zweifellos der Bedarf nach einem Gerät vor, mit dem man ohne viel Aufwand und Zeitverlust die Wassertiefe unter dem Kiel eines Schiffes feststellen kann. Anregungen zur Entwicklung solcher Geräte zur Meerestiefen-Bestimmung wurden auch auf der Internationalen Konferenz zum Schutze des menschlichen Lebens auf See (London 1929) von den beteiligten Ländern gegeben.

Das von der Debeg auf Grund zahlreicher, in vielen Jahren gesammelter Erfahrungen entwickelte Echolot arbeitet, ähnlich wie andere Systeme, nach dem Schallmeßverfahren. Ein Schallgeber wird durch hochfrequente elektrische Spannungen zu mechanischen Schwingungen angeregt. Der Schallgeber wird in den Kiel der Schiffe eingebaut. Die ultrakurzen Schallwellen werden scharf gebündelt nach dem Meeresboden ausgesendet und die Laufzeiten für den Hin- und Rückweg mit Hilfe eines Anzeigeinstrumentes, das die Laufzeiten gleich in Meter umrechnet, gemessen.

Für die Verwendung von Ultra-Schallwellen waren zwei Gründe ausschlaggebend. Wenn ein Echolot der Schiffsführung wichtige Dienste leisten soll, so muß ein solches Gerät in erster Linie die Lotungen mit großer Genauigkeit durchführen. Auf der Kommandobrücke muß man beim Befahren seichter Gewässer jederzeit Bescheid wissen, wie weit der Kiel des Schiffes noch vom Meeresboden entfernt ist. Mit ultrakurzen Schallwellen läßt sich diese Bedingung erfüllen, weil solche Schallwellen sich ohne allzu großen technischen Aufwand scharf gebündelt aussenden lassen. Sie treffen auch nur eine kleine Fläche des Meeresbodens. Die Meßwerte werden also denjenigen entsprechen, die man bei einer Lotung mit Leine und Senkblei erhält. Bei langen Schallwellen, die sich mit so verhältnismäßig einfachen Mitteln nicht scharf bündeln lassen, würde man unter gewissen Umständen so genaue Meßwerte nicht erhalten.

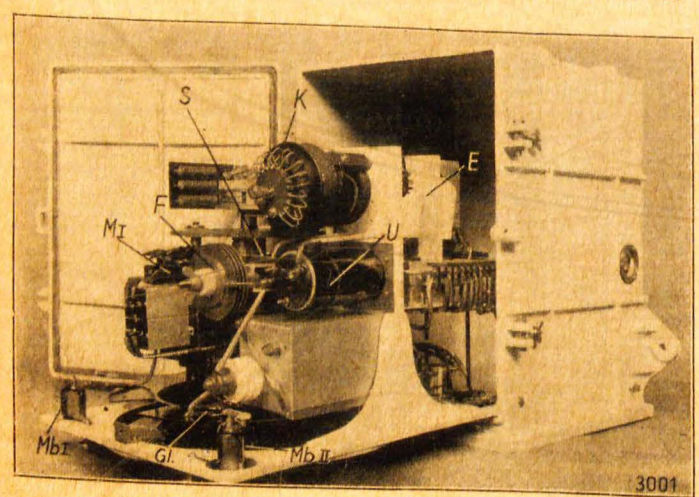


Abb. 1. Silumingehäuse des Radiolotes enthält einen Löschfunkensender und einen Empfänger. S = Sender, E = Empfänger, M_I = Antriebsmotor für die Glimmlampe beim großen Meßbereich, F = Funkenstrecke, K = Kopplungsspule, U = Unterbrecker, Gl = Glimmlampe, Mb_I = Anzeigelampe für den großen Meßbereich, Mb_{II} = Anzeigelampe für den kleinen Meßbereich

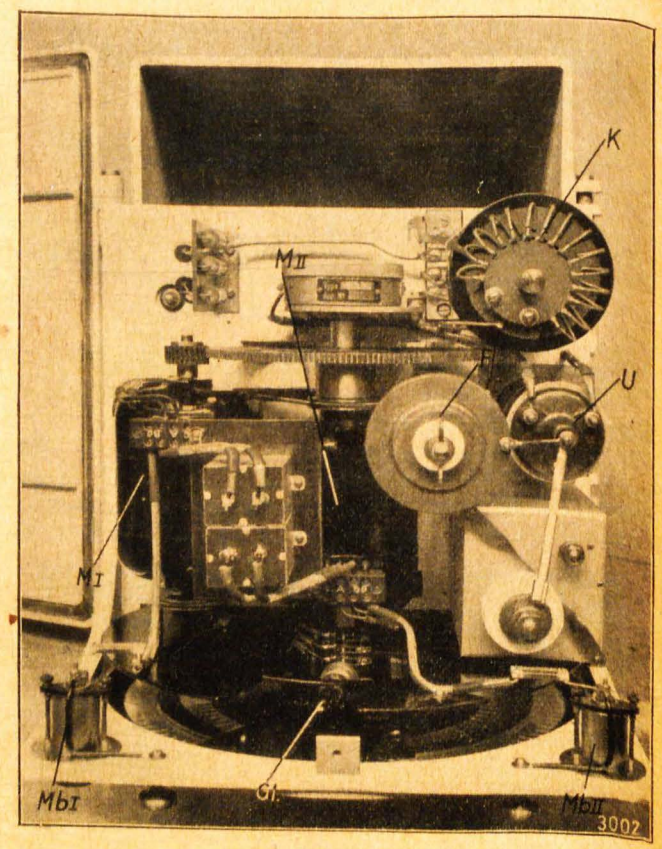


Abb. 2. Der Blick von vorn läßt Einzelheiten des Löschfunkensenders und des Tiefen-Anzeigeinstrumentes erkennen. M_I = Antriebsmotor der Glimmlampe für den großen Meßbereich, M_{II} = Antriebsmotor der Glimmlampe für den kleinen Meßbereich, F = Funkenstrecke, K = Kopplungsspule, U = Unterbrecher, Gl = Glimmlampe, Mb_I = Anzeigelampe für den großen Meßbereich, Mb_{II} = Anzeigelampe für den kleinen Meßbereich

Ein Beispiel mag das erläutern:

Ein Schiff befinde sich über einem recht steil verlaufenden Meeresboden. Bei der Lotung mit gerichteten Ultraschallwellen wird man Echos von den Stellen des Meeresbodens erhalten, nach denen die Schallwellen gerichtet worden sind. Breiten sich dagegen, wie das mit zunehmender Wellenlänge der Fall ist, die Schallwellen kugelförmig aus, so wird man Echos von verschiedenen Stellen des steil verlaufenden Meeresbodens erhalten. Der vom Instrument verzeichnete Meßwert wird einen Mittelwert verschiedener Laufzeiten darstellen.

Bei der Verwendung von Ultraschallwellen kann man ferner vermeiden, daß andere Geräusche, z. B. das Singen der Turbinen, das Stampfen der Dieselmotoren und Wasserpumpen, die Meßwerte beeinträchtigen. Auch die Passagiere und die Mannschaften werden von Geräuschen, die auf die Dauer recht lästig sein würden, verschont, da die zur Messung benutzten Schallwellen ja außerhalb des Hörbereiches des menschlichen Ohres liegen.



Abb. 3. Der Schallgeber des Radiolotes wird mit dem Flansch an die Schiffswand geschraubt. Der Quarzkristall ist im Innern zwischen zwei Stahlplatten gebettet. Zuleitung zu der einen Stahlelektrode erfolgt durch das oben sichtbare Kabel. Die zweite Stahlelektrode erhält die Spannung über den Schiffskörper und das Seewasser

Das Debeg-Radiolot besteht aus einem Löschfunken-Schallgeber und einem Empfänger. Sender und Empfänger sind in einem Silumingehäuse, das nicht größer als ein Rundfunkgerät ist, gemeinsam untergebracht. Der in den Schiffsboden eingebaute Schallgeber ist mit dem Sender und dem Empfänger über ein abgeschirmtes Kabel verbunden. Der Löschfunkensender, dessen Einzelheiten aus Abb. 1 und 2 zu ersehen sind, arbeitet mit einer Frequenz von 37 500 Hz. Der Sender wird auf diese Frequenz schon beim Zusammenbau abgestimmt, und die Frequenz wird später während des Betriebes nicht mehr verändert. Die hochfrequenten Spannungsstöße des Senders werden über das Kabel und über den Schiffskörper dem in Abb. 3 dargestellten Schallgeber zugeführt.

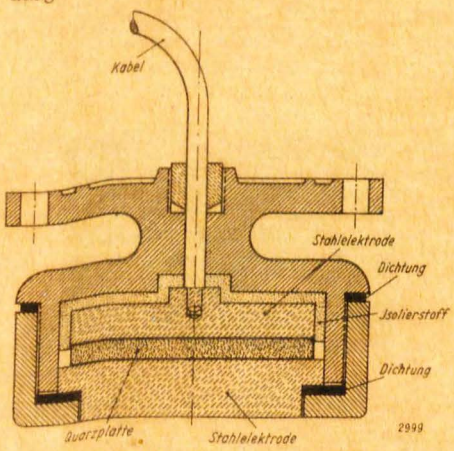


Abb. 4. Querschnitt durch den Ultraschallgeber

Der Schallgeber, in Abb. 4 noch einmal in einer schematischen Schnittzeichnung wiedergegeben, besteht aus einer Quarzplatte von etwa 25 cm Durchmesser, die mosaikartig aus 50 bis 100 Quarzstückchen zusammengesetzt ist. Die Quarzplatte ist zwischen zwei Stahlelektroden eingespannt und das Ganze in ein Stahlgehäuse, das mit einem Flansch zur Befestigung am Schiffsboden versehen ist, eingebaut. Der Quarz führt unter dem Einfluß der hochfrequenten Spannungsstöße mechanische Schwingungen gleicher Frequenz aus. Die Schwingungen werden über die Stahlelektrode, die mit dem Seewasser in Berührung steht, ins Wasser übertragen. Die Erzeugung der Ultraschallwellen beruht also auf dem piezo-elektrischen Effekt, worüber schon früher eingehend berichtet wurde.[1]) Die Schallwellen pflanzen sich im Wasser in Richtung der Normalen der Stahlelektrode in einem Kegel fort, dessen Öffnungswinkel etwa 10 bis 13° beträgt. Bei einer Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Ultraschallwellen im Seewasser von 1500 m/sec. haben die Schallwellen eine Länge von rund 4 cm.

Die ausgesendeten Schallwellenzüge treffen, nachdem sie vom Meeresboden zurückgeworfen worden sind, wieder auf den Schallgeber. Der geringe mechanische Druck der Wellen auf die äußere Stahlelektrode erzeugt an den Flächen des Quarzes eine Spannung, die über das vorhin erwähnte Kabel und über die Eisenmassen des Schiffes einem fünfstufigen Empfänger zugeführt wird. In der zweifachen Verwendbarkeit des Quarzes sowohl als Schallgeber als auch als Schallempfänger liegt ein nicht zu unterschätzender Vorteil des Radiolotes.

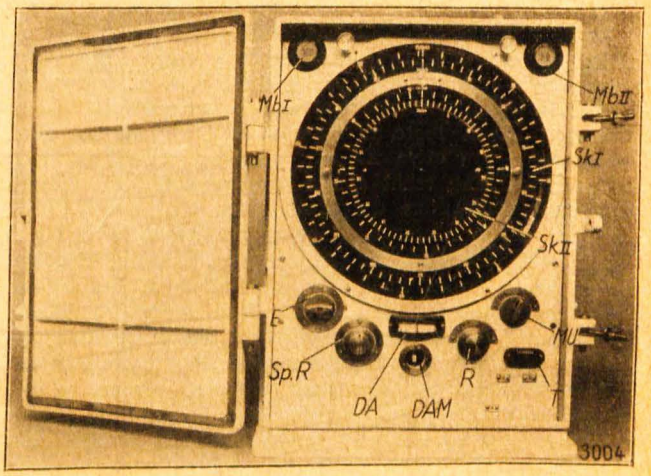


Abb. 5. Ansicht des Radiolotes von vorn. SkI = Skala für den großen Meßbereich, SkII = Skala für den kleinen Meßbereich, MbI = Anzeigelampe für den großen Meßbereich, MbII = Anzeigelampe für den kleinen Meßbereich, E = Ein- und Ausschalter, SpR = Empfindlichkeitsregler für den Empfänger (Spannungsteiler), DA = Drehzahl-Anzeigeinstrument (elektrisch), DAM = Drehzahl-Anzeigeinstrument (mechanisch), R = Drehzahl-Regler, MU = Meßbereich-Umschalter, T = Telephon

Die Frontseite des Gerätes (Abb. 5) trägt die in zwei Meßbereiche unterteilte Skala des Anzeigegerätes, das die Laufzeiten der Schallwellen vom Schiff zum Meeresboden und zurück, gleich umgerechnet in die entsprechende Entfernung in Metern, angibt. Die Arbeitsweise des Anzeigegerätes ist überraschend einfach. Hinter der Skala sitzt eine stabförmige Glimmlampe auf einer Achse, die wahlweise — je nachdem, welcher Meßbereich verwendet wird — von einem der beiden vorhandenen Motoren angetrieben wird. Die Glimmlampe dreht sich in einer Ebene parallel zur Skala. Sie ist ferner so abgeblendet, daß man auf der Skala eine leuchtende Marke von 25 mm Länge und etwa 2 mm Breite erhält. Aus einer Gleichspannungsquelle erhält die Glimmlampe eine Vorspannung, die knapp unterhalb der Zündspannung liegt. Der Löschfunkensender ist mit dem Anzeigegerät so gekoppelt, daß immer dann ein Spannungsstoß an den Schallgeber gelangt, wenn die Glimmlampe mit der Nullmarke der Skala genau übereinstimmt. Während die Schallwellen den Weg durchs Wasser bis zum Meeres-

[1]) „Funk" 1934, Heft 11, S. 210; Heft 25, S. 434; „Funk" 1935, Heft 19, S. 620; Heft 20, S. 665 ff.

boden und wieder zurück zum Schallgeber zurücklegen, hat sich auch die Glimmlampe hinter der Skala im Uhrzeigersinne weiter fortbewegt. Werden jetzt die vom Quarz kommenden und vom Empfänger verstärkten Spannungen der Glimmlampe zugeführt, so leuchtet sie auf. Je nach der Länge der Laufzeiten der Schallwellen wird die Glimmlampe um einige Grade von der Nullstellung entfernt aufleuchten. Die Genauigkeit des Anzeigegerätes hängt also von einer exakten Kopplung zwischen dem Sender und dem Antrieb der Glimmlampe und von einer genau einzuhaltenden Umdrehungszahl der Motoren ab. Für die Einstellung der richtigen Drehzahl sind deshalb an der Frontplatte ein Drehzahlregler und ein elektrischer und ein mechanischer Tachometer angebracht.

Die Eichung des Anzeigegerätes könnte man praktisch so vornehmen, daß man eine bekannte Wassertiefe lotet und die Drehzahl der Glimmlampe so regelt, daß sie an der Stelle der Skala aufleuchtet, die der Wassertiefe entspricht. Das wäre aber recht umständlich. Man nimmt deshalb die Eichung in der Werkstatt vor. Ein Wassertrog von etwa 20 m Länge wird hier als Eichmaß benutzt. Die Eichung kann mit diesem Hilfsmittel genau so gut und exakt durchgeführt werden.

Das Echolot hat zwei Meßbereiche, einen kleinen bis 65 m Tiefe und einen großen mit einem Bereich von 50 bis 450 m. Einwandfreie Lotungen kann man gewöhnlich schon von 1,5 m Tiefe an vornehmen. Die Skala hat einen Durchmesser von etwa 27 cm; dementsprechend ist auch die Gradeinteilung recht genau durchgeführt. Im kleinen Meßbereich entspricht die Entfernung von Teilstrich zu Teilstrich einem Meter und im großen Meßbereich 10 m Wassertiefe. Da man auf ¼ Teilstrich hinreichend genau ablesen kann, so ist auch die Wassertiefe in den beiden Bereichen auf 25 cm bzw. 2 bis 3 m feststellbar. Diese Genauigkeit dürfte den Ansprüchen der Navigation gewachsen sein. Auf Wunsch kann der Anzeigebereich des Gerätes für kleine Wassertiefen verfeinert werden, so daß man schon von 60 cm Wassertiefe an hinreichend genaue Meßwerte erhält. Für alle praktisch vorkommenden Fälle genügen aber die vorhin genannten Meßbereiche.

Bei Verwendung des kleinen Meßbereiches werden zehn Lotungen in jeder Sekunde durchgeführt. Die Glimmlampe hinter der Skala macht also auch 10 Umläufe je Sekunde und leuchtet auch zehnmal in der Sekunde auf. Das Auge empfindet aber das zehnmalige Aufleuchten nicht mehr als Flackern. Eine leuchtend rote Marke steht auf der Skalenscheibe. Mit ändernden Wassertiefen gleitet das Leuchtzeichen über die Gradeinteilung, so daß man die Form des Meeresbodens mit Hilfe des Lichtzeigers indirekt erkennen kann.

Im großen Meßbereich wird in jeder Sekunde nur eine Lotung vorgenommen und dementsprechend dreht sich die Glimmlampe auch nur einmal in der Sekunde herum. Um beim Übergang von einem Meßbereich zum andern mit dem Einstellen der richtigen Geschwindigkeit nicht zuviel Zeit zu verlieren, ist für jeden Meßbereich ein Antriebsmotor vorhanden. Der Motor, der für den kleinen Meßbereich eingeschaltet wird, ist mit der Achse, der die Skalenlampe trägt, direkt gekoppelt, während der Motor für den großen Meßbereich über ein Zahnradgetriebe gekoppelt ist. Die Umschaltung von einem Meßbereich zum andern erfolgt durch Umlegen eines Bedienungsgriffes, der auf der Frontplatte angebracht ist. Gleichzeitig meldet eine der beiden Signallampen, die oberhalb der Skala sitzen, welcher Meßbereich eingeschaltet ist.

Löschfunkensender und Empfänger sind über das gemeinsame Kabel an den Schallgeber geschaltet. Jeder Spannungsstoß, der vom Sender zum Quarz geleitet wird, würde auch vom Empfänger aufgenommen werden. Dabei wäre aber der Empfänger sehr gefährdet, denn die Spannungsstöße des Senders haben oft Scheitelwerte von etwa 6000 Volt. Deshalb liegt parallel zum Eingang des Empfängers eine Glimmlampe, die sofort zündet, wenn Spannungen vorhanden sind, die größer sind als die vom Quarz kommenden. Alle vom Sender kommenden Spannungen brechen also zusammen, bevor sie den Empfänger beschädigen könnten.

Bei Verwendung des kleinen Meßbereiches werden, wie vorhin bereits erwähnt, 10 Lotungen je Sekunde durchgeführt. Das bedeutet, daß innerhalb $^1/_{10}$ Sekunde der Sender einen Spannungsstoß an den Kristall abgeben muß, der aber nur so kurzzeitig sein darf, daß auch bei sehr geringen Wassertiefen die zurückkehrenden Schallwellen den Kristall erregen können. Bei einer geringsten Wassertiefe von 1,5 m unter dem Kiel eines Schiffes würde der Schall für den Hin- und Rückweg $^1/_{500}$ Sekunde benötigen. In der Zeit muß also der vom Sender kommende Spanungsstoß abgeklungen sein. Die Dauer der Impulse beträgt auch nicht mehr als $^1/_{1000}$ bis $^1/_{1500}$ Sekunde, so daß also auch bei Wassertiefen von nur 60 cm unter dem Kiel eines Schiffes die Echos empfangen werden können.

Selbstverständlich wird auch einmal der Fall eintreten, daß die vom Meeresboden zurückgeworfenen Schallwellen aus irgendwelchem Anlaß den Schallgeber nicht treffen. Solche Ausfälle machen sich bei 10 Lotungen in der Sekunde kaum als Mangel bemerkbar. Auch bei 3 bis 4 Lotungen je Sekunde erhält man noch bequem deutbare Meßwerte.

Das Echolot arbeitet unabhängig vom elektrischen Leitungsnetz des Schiffes. Sein Energiebedarf ist sehr klein, so daß er aus zwei Anodenbatterien und einem Kraftwagensammler bestritten werden kann. Selbstverständlich kann das Lot auch aus dem elektrischen Leitungsnetz des Schiffes gespeist werden, oder man kann eine Einrichtung treffen, die ein Aufladen der Batterien aus dem Schiffsnetz gestattet.

Bei der Entwicklung des Lotes wurde immer wieder darauf Rücksicht genommen, daß das Gerät auch auf kleinen Fischdampfern, Loggern und Segelschiffen Verwendung finden soll und deshalb auch von technisch nicht geschultem Personal zu bedienen sein muß.

Meßergebnisse und Erfahrungen

Das Radiolot wurde in den letzten Jahren auf vielen Hunderten von Dampfern und vor allem auf Fischereifahrzeugen eingebaut, die das Gerät, wie wir später noch sehen werden, zum Aufsuchen der Fischgründe benutzen. Die Erfahrung hat gelehrt, daß man mit dem Lot den Meeresboden sehr genau abtasten kann. Alle Unebenheiten,

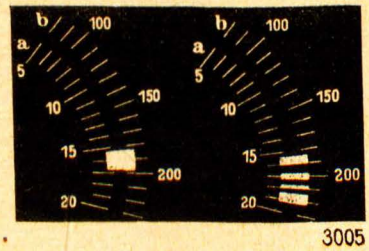


Abb. 6. Einfachechos (links) und Mehrfachechos (rechts)

größere Steine oder Spalten, werden vom Radiolot angezeigt. Auch gesunkene Schiffe hat man auf diese Weise feststellen können. Im Zusammenhang damit mag es interessieren, daß die während des Krieges gesunkene „Lusitiana" mit Hilfe des Echolotes aufgefunden worden ist. Mit nahezu 7 Millionen Lotungen hat man die genaue Lage des Schiffes erkundet, so daß man in den kommenden Monaten den Versuch unternehmen kann, die wichtige und z. T. kostbare Fracht zu bergen.

Bei den Lotungen erhält man nicht immer, wie in Abb. 6 links dargestellt, ein eindeutiges Zeichen, sondern oft Mehr-

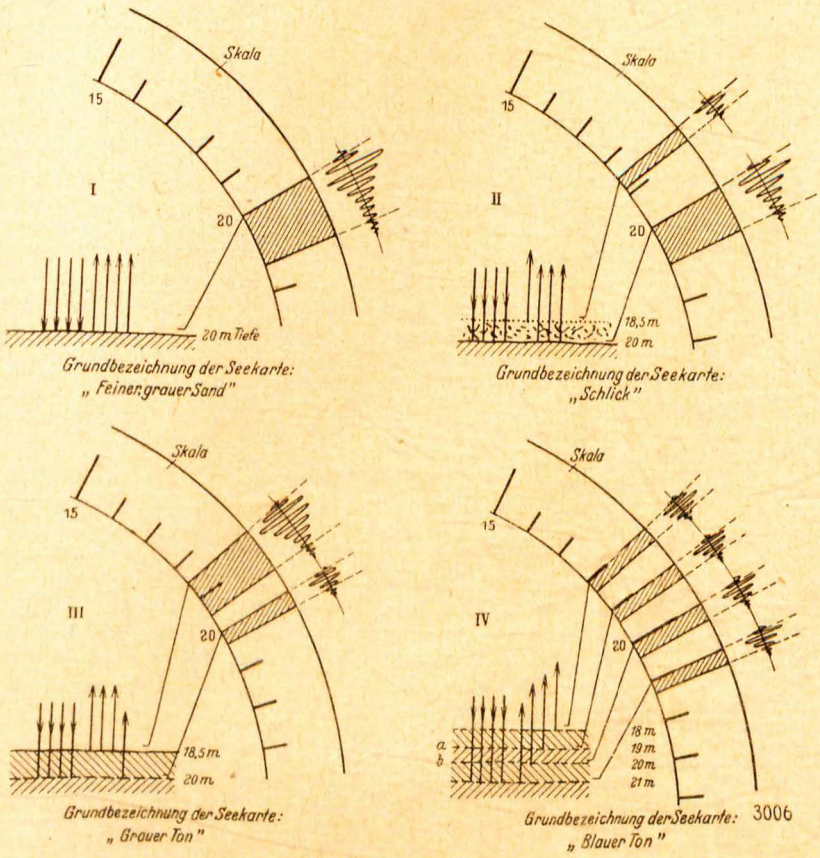


Abb. 7. Beispiele von Echo-Anzeigen des Radiolotes bei Gegenwart von Meeresböden verschiedener Beschaffenheit

fachanzeigen, wie sie in Abb. 6 rechts verzeichnet sind. Die Leuchtzeichen folgen einander in verschiedenen Abständen, und auch ihre Ausdehnung ist nicht immer die gleiche. Darüber angestellte Untersuchungen ergaben, daß je nach der Beschaffenheit des Meeresbodens ein oder mehrere Echos auftreten können, die alle von der Glimmlampe angezeigt werden. Bei festem Grund aus Sand oder Fels erhält man im allgemeinen nur ein einziges Zeichen. Besteht der Meeresboden aus verschiedenen Ablagerungen, die in Schichten übereinander liegen, so werden die Ultraschallwellen an der zu oberst liegenden Schicht nur z. T. zurückgeworfen. Die Schallwellen dringen bis zu den unterstliegenden Schichten vor und werden von dort aus reflektiert. Die Laufzeitunterschiede machen sich in der Form bemerkbar, daß man an der Skala des Radiolotes verschiedene Leuchtzeichen, die in kleinen Abständen voneinander angeordnet sind, feststellen kann. Man hat die Echozeichen mit den Angaben von Seekarten verglichen und konnte auf diese Weise verschiedene häufig beobachtete Zeichenkombinationen genau deuten. Darüber berichtet Hans Rust in einem Aufsatz in der Zeitschrift „Die Naturwissenschaften"[2]). In Abb. 7 wird der Zusammenhang zwischen den Laufzeitenunterschieden der Schallwellen und dem vom Radiolot verzeichneten Angaben erklärt.

Abb. 7, I zeigt, wie die Ultraschallwellen von einem festen Untergrund zurückgeworfen werden. Auf der Skala des Echolotes bemerkt man in solchen Fällen ein scharf begrenztes Leuchtzeichen. Der außerhalb der Skala gezeichnete Schwingungszug soll das Abklingen der zurückkehrenden Schallwellen darstellen. In Abb. 7, II werden die Schallwellen nur zum kleinen Teil von einer vorhandenen Schlickschicht, zum größten Teil aber von dem darunter vorhandenen festen Boden reflektiert. Das Anzeigegerät verzeichnet deshalb zwei Echos, ein schwaches und ein starkes. Die Stärke eines Echos ist an der Ausdehnung der Lichtmarke zu erkennen. An Abb. 7, III scheint der Fall gerade umgekehrt gelagert. Hier ruht offenbar eine feste Schicht mit geringem Durchlaßvermögen für die Schallwellen auf einer weichen. Im Abb. 7, IV lassen die Echozeichen auf die Anwesenheit verschiedener, übereinander gelagerter Schichten schließen, von denen jede einzelne einen Teil der Schallwellen zurückwirft. Zur näheren Erklärung sind in allen Teilbildern die Grundbezeichnungen der Seekarte angegeben.

Zu diesen Feststellungen muß ergänzend bemerkt werden, daß man nicht in jedem Falle in der Lage ist, die Echozeichen mit Bestimmtheit zu erklären, oder genaue Angaben über die Beschaffenheit der verschiedenen Schichten und ihre Mächtigkeit zu machen. Dazu wird man nur dort imstande sein, wo man die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Schallwellen im Boden kennt und wo man bereits vergleichende Messungen angestellt hat. Vom Schlick z. B., dessen Dichte je nach seinem Sand- oder Tongehalt sehr verschieden sein kann, weiß man es noch nicht. Hier müßten erst einmal umfassende Messungen angestellt werden.

Theodor Stocks berichtet[3]) von einer Vermessungsfahrt der Reichsmarine mit dem Vermessungsschiff „Meteor" in der Kieler Bucht vor etwa 1¼ Jahren. Dabei wurden Lotungen mit dem Debeg-Radiolot auf einer sehr gut bekannten Strecke gemacht und die Ergebnisse mit den Angaben der deutschen Admiralitätskarte verglichen. Die Vermessungsfahrt führte von der Kieler Förde bis zum Kiel-Feuerschiff, dann östlich am Stoller Grund vorbei nach Richtung Schleimünde. Der Meeresgrund ist auf dieser Strecke mit Schlick, Ton, Sand und Steinen bedeckt, so daß man auf der Fahrt das Verhalten des Radiolotes bei Vorhandensein verschiedener Meeresgründe beobachten und die Meßergebnisse mit den Angaben der Admiralitätskarte vergleichen konnte. Da man in jeder Sekunde nicht zehn Lotungen aufzeichnen konnte, begnügte man sich damit, nur die ausgeprägtesten Echos zu vermerken. Von 1000 angezeigten Werten wurden durchschnittlich nur 4 aufgenommen. Die so erhaltenen Meßergebnisse sind in Abb. 8 eingezeichnet und miteinander verbunden worden (dünn ausgezogene Linie). Ein treppenförmiger Meeresboden ist natürlich nicht vorhanden. In der Abbildung wurden die eingezeichneten Meßwerte der Einfachheit halber mit geraden Linien verbunden. Ein Vergleich mit den Angaben der Admiralitätskarte (gestrichelte Linie) gibt in vielen Fällen eine gute Übereinstimmung. Man muß auch noch berücksichtigen, daß das Ablesen der Meerestiefen beim Radiolot nur mit einer Genauigkeit von ± 50 cm erfolgte. Die untere Linie mit den scharf ausgeprägten Spitzen gibt die zuletzt festgestellten Echos wieder. Sie stammen offenbar von irgendwelchen Schichten her, die unter dem Meeresgrund vorhanden sind.

Die Profildarstellung des Meeresbodens der vermessenen Strecke gibt bemerkenswerte Aufschlüsse über die Zusammensetzung des Meeresbodens. Am Stoller Grund verzeichnete das Radiolot keinerlei Mehrfachechos. Hier stimmen die Meßwerte mit den Angaben der Seekarte gut

[2]) Mehrfachreflektionen beim Echoloten auf weichem Grund. Die Naturwissenschaften, 1935, Jahrg. 23, Heft 24, S. 387.

[3]) Erkundungen über Art und Schichtung des Meeresbodens mit Hilfe von Hochfrequenz-Echoloten. Die Naturwissenschaften, 1935, Jahrg. 23, Heft 24, S. 383.

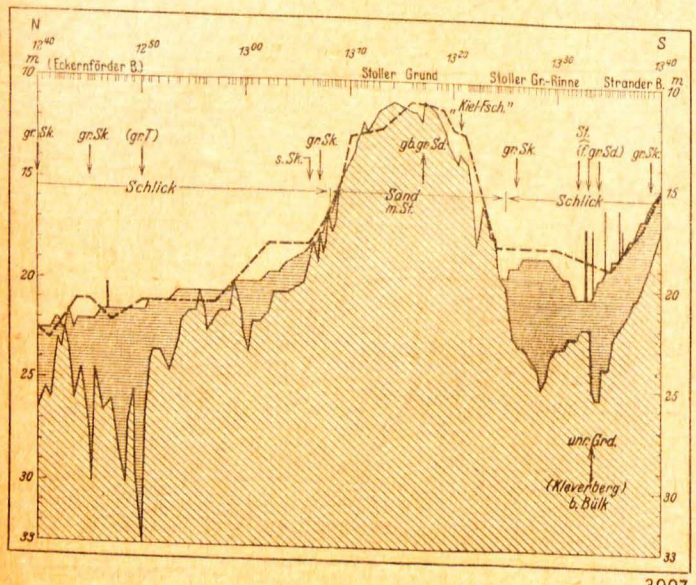


Abb. 8. Profil durch den Ostseeboden. = Schlickboden, ≋ Sandboden, Sd = Sand, Sk = Schlick, St = Steine, T = Ton, gr = grau, f. = fein, gb = grob

überein. An den Hängen beginnend und nach Norden und Süden hin wurden Mehrfachechos verzeichnet, die darauf schließen lassen, daß der feste Meeresgrund mit verschiedenen Ablagerungen bedeckt ist. Die unteren Echos stehen also offenbar in einem Zusammenhang mit den vorhandenen Bodenarten, denn dort, wo die Seekarte Sand verzeichnet, sind Mehrfachechos nicht bemerkt worden, während sie an den Stellen auftraten, wo nach der Karte Schlick vorhanden sein sollte. Diese Feststellungen stimmen mit einer großen Zahl von Beobachtungen überein, die man inzwischen machte. Das Radiolot hat sich demnach als ein gutes Hilfsmittel zur ersten Erkundung des Meeresbodens bewährt.

Von zwei Fällen, in denen bei der Seeschiffahrt das Radiolot eingesetzt wird, soll noch kurz berichtet werden. Das Radiolot hat sich in vielen Fällen als sehr gut zu gebrauchendes Hilfsmittel zum Einhalten der Fahrtrichtung erwiesen. Bei unsichtigem Wetter haben manche Schiffe ihre Position mit Hilfe des Telefunkenpeilers bestimmt und dann das Radiolot in Betrieb genommen. Ein Vergleich der Meßwerte mit den Angaben der Seekarte gestattete der Schiffsleitung, blind zu fahren.

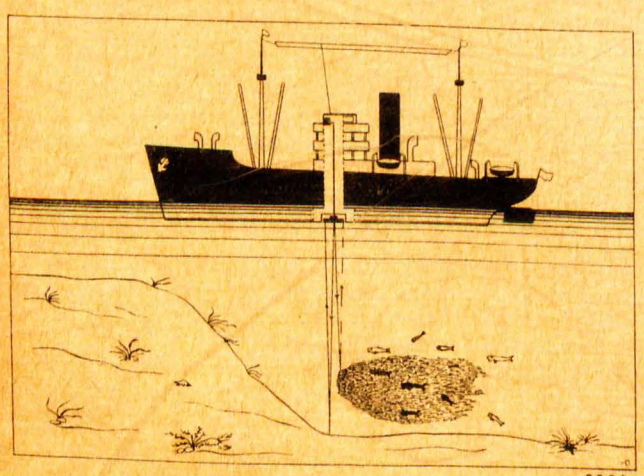


Abb. 9. Mit dem Radiolot läßt sich vom Fischdampfer auch ein Heringsschwarm erkennen

Wenig bekannt dürfte sein, daß sich die Fischereiflotten des Radiolotes beim Fischfang bedienen. So erstaunlich und geheimnisvoll es zunächst klingen mag, es läßt sich aber physikalisch begründen. Die reichsten Fischgründe sind in den Weltmeeren an Bänken und Hängen zu suchen. Hier finden die den Fischen zur Nahrung dienenden Kleintiere die besten Lebensbedingungen. Die Fische kommen deshalb in großen Schwärmen an solche Stellen und „stehen" dort, wie es in der Seemannssprache lautet. Der Ertrag eines Fischzuges ist natürlich davon abhängig, wie schnell es einer Fischereiflotte vor den anderen gelingt, solch reiche Fischgründe zu finden. In vielen Fällen wich man diesen Zufälligkeiten aus und bestimmte systematisch mit Hilfe des Radiolotes solche Stellen, wo man die Netze mit Aussicht auf Ertrag schleppen konnte. Stehen nämlich die Fische in dichten Schwärmen, so bilden sie für die Ultraschallwellen ebenso ein Hindernis wie etwa eine Schlickschicht. Die vom Echolot ausgesendeten Ultraschallwellen werden also nicht nur vom Meeresboden, sondern auch von den Fischleibern zurückgeworfen werden. Man erhält also wiederum Echozeichen verschiedenster Art, deren Deutung jedoch nur dem erfahrenen Seemann möglich ist. Hier muß das Fingerspitzengefühl entscheiden, wie die Angaben des Echolotes zu deuten sind, denn feststehende Regeln konnte man bis dahin noch nicht aufstellen. Das liegt ja auch in der Natur der Sache begründet, denn die Fischschwärme bewegen sich und ändern dauernd ihre Dichte. Man hat sogar feststellen können, daß die Echozeichen von der Art und Gattung der Fische irgendwie abhängig sind. Und das ist vielleicht auch gut so, denn auf diese Weise bleibt der Hochseefischfang trotz der großen Mühe, die die Seeleute dabei haben, immer noch ein Sport.

Diese beiden Beispiele mögen nur als Hinweis auf die Möglichkeiten dienen, die das Radiolot der Meereskunde, der Schiffahrt und dem Handel bieten. Die starke Verbreitung des Radiolotes bei allen Flotten der seefahrenden Völker in einer verhältnismäßig kurzen Zeitspanne spricht für die Brauchbarkeit des Gerätes.

Werkaufnahmen, Zeichnungen vom Verfasser, Abb. 6 bis 8 nach „Die Naturwissenschaften"

Kofferempfänger-Preisausschreiben entschieden

Das vom Radio-Großhändler-Verband e. V. erlassene Preisausschreiben zur Schaffung eines volkstümlichen Kofferempfängers hatte eine außerordentlich starke Beteiligung zur Folge, ein Zeichen dafür, ein wie großes Bedürfnis für einen preiswerten Kofferempfänger tatsächlich besteht. Nach der meßtechnischen Prüfung und Begutachtung der Empfänger konnte das Preisgericht am 25. Februar 1936 unter dem Ehrenvorsitz von Reichssenderleiter Hadamovsky und unter dem Vorsitz von Präsident J. C. Günthner die Entscheidung fällen. Den 1. Preis in Höhe von 1000 RM erhält Ingenieur Hans Stanienda, Berlin, den 2. Preis in Höhe von 500 RM und den 3. Preis in Höhe von 300 RM erhielten Karl-Heinz Scheelje und Hermann Fuchs, Berlin-Charlottenburg, und den 4. Preis in Höhe von 200 RM Alfred Ehrismann, den unsere Leser aus mehreren Veröffentlichungen im „Funk" kennen. Mit Trostpreisen wurden Reinhard Böge, Berlin-Charlottenburg, Franz Mellwig, Köln-Ehrenfeld, und Hellmut Mücke, Berlin-Neukölln, bedacht. Auf die preisgekrönten Geräte kommen wir noch zurück.

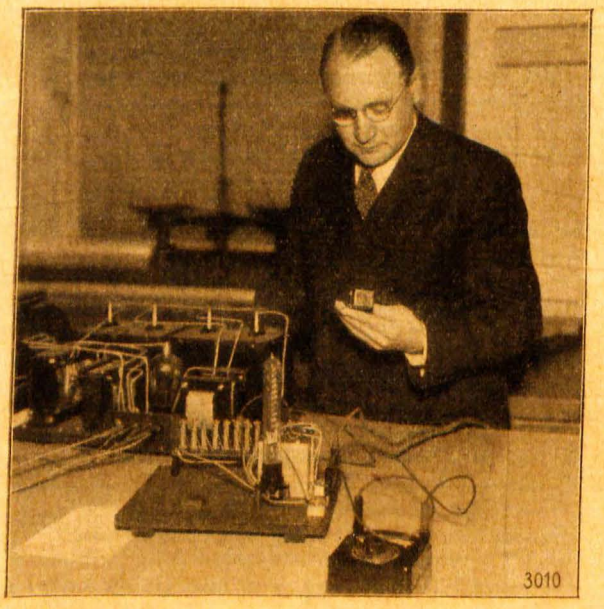
Einstufiges Netzanschluß-Röhrenvoltmeter

Bei dem in Heft 4 des „Funk", 1936, veröffentlichten Aufsatz über ein neues einstufiges Röhrenvoltmeter mit vier Meßbereichen ist insofern ein Irrtum unterlaufen, als die Fa. Nadir als Hersteller dieser Neuerung genannt wurde. In Wirklichkeit wird das Gerät von der Fa. Leybold und v. Ardenne Oszillographengesellschaft m. b. H. erzeugt.

Neuartige elektronenoptische Systeme

Vortrag von Dr. Zworykin in der Deutschen Gesellschaft für technische Physik

Die Berliner Fachwelt hatte kürzlich Gelegenheit, ein Gerät kennenzulernen, über das in den Fachzeitschriften des Auslandes und auch in den Berichten deutscher Blätter aufsehenerregende Mitteilungen gemacht wurden, den „Multiplier" oder Sekundäremissions-Vervielfacher; Dr. V. K. Zworykin, der dieses Gerät entwickelt hat, war nach Deutschland gekommen, um einen Gedankenaustausch mit den deutschen Fernseherfindern zu pflegen und den hohen technischen Stand der deutschen Fernsehtechnik kennenzulernen, und als Gastgeschenk brachte er den Sekundäremissions-Vervielfacher mit. Er ließ es sich nicht nehmen, ihn auf einer Sitzung der Deutschen Gesellschaft für technische Physik, die am 26. Februar im Großen Hörsaal des Physikalischen Instituts an der Technischen Hochschule in Berlin-Charlottenburg stattfand, praktisch vorzuführen [1]).



Prof. Dr. V. K. Zworykin bei seinem Vortrag über elektronenoptische Systeme in der technischen Hochschule in Berlin. Die Glasröhre auf dem Versuchsbrett im Vordergrund ist der magnetische Sekundäremissions-Vervielfacher

Man muß sagen, daß der praktische Versuch nicht einmal das Eindrucksvollste an dieser Veranstaltung war. Mit einem elektrischen Tonabnehmer wurde eine Schallplatte abgespielt, die vom Tonabnehmer gelieferten Spannungen wurden einem normalen mehrstufigen Verstärker zugeführt, und an den Ausgang des Verstärkers war eine Glimmlampe geschaltet, deren Licht nun im Takt der Musik moduliert wurde. Die Lichtstrahlen der Glimmlampe wurden zu einem Bündel zusammengefaßt und durch den Hörsaal geworfen, um am andern Ende durch eine Sammellinse erneut eingefangen und dann der Photokathode eines Vervielfachers zugeführt zu werden. An den Ausgang des Vervielfachers hatte man einen Lautsprecher angeschaltet. Natürlich kam es nicht darauf an, zu zeigen, daß man Lichtstrahlen zur Übertragung von Sprache und Musik benutzen kann; diese Möglichkeit kennen und verwenden wir seit langem [2]), sondern Dr. Zworykin wollte so die große Verstärkungsmöglichkeit des kleinen Sekundäremissions-Vervielfachers demonstrieren. In einer einzigen Röhre sitzen die einzelnen Teile des Vervielfachers, die die winzigen Lichtschwankungen, die auf die Photokathode treffen, in Wechselströme umwandeln, mit denen man einen Lautsprecher betreiben kann.

Der wesentliche Vorteil des Vervielfachers trat hierbei nicht in Erscheinung, da dieser Versuch ja nicht über die wirklichen Leistungen des neuen Gerätes unterrichten, sondern nur beweisen sollte, daß es wirklich bis zur betrieblichen Brauchbarkeit durchgebildet ist. Der grundsätzliche Vorteil liegt nämlich darin, daß — im Gegensatz zur Verstärkerröhre — die Eingangsspannung wirklich hundertprozentig durchmoduliert ist, so daß Störerscheinungen, die aus der Umgebung der ersten Stufe oder auch aus dem Elektronenmechanismus herrühren, so klein bleiben, daß man sie vernachlässigen kann. Mit dem Sekundäremissions-Vervielfacher hat man infolgedessen ein Mittel in der Hand, um so kleine Spannungen beliebig zu verstärken, wie sie mit unseren heutigen Verstärkerröhren gar nicht erfaßt werden können.

Sekundäremissions-Vervielfacher bestehen im Prinzip aus einer Reihe von Kathoden, die in einem gemeinsamen Glaskolben angeordnet und die so präpariert sind, daß sich aus ihnen durch auffallende Elektronen leicht Sekundärelektronen auslösen lassen. Die Zahl der von einer Elektrode abgegebenen Sekundärelektronen ist — wie wir seit Jahren wissen — proportional der Zahl der auftreffenden Elektronen und in ihrer absoluten Zahl von der Beschaffenheit der Kathode und der Geschwindigkeit der auftreffenden Elektronen abhängig; man kann einen Bruchteil der auftreffenden Elektronen als Sekundäremission auslösen, aber man kann heute auch mit jedem primären Elektron zehn Sekundärelektronen erzeugen. Von der Sekundäremission hat man bisher nicht viel gehalten; sie war im Gegenteil ein großes Übel, das sich häufig dem Bau komplizierter Mehrgitterröhren entgegenstellte. Die Röhrentechniker waren deshalb mehr darauf eingestellt, die Sekundäremission zu verhindern, als sie zu erzeugen. Eine Anwendung fand sie bisher eigentlich nur im Dynatron, einer Röhre, die zur Schwingungserzeugung gebraucht wird [3]). Diese sich bisher nur schädlich äußernde Erscheinung wird vielleicht einmal in der ganzen Röhrentechnik zu einer der nützlichsten werden, denn sie ermöglicht im Sekundäremissions-Vervielfacher, beliebig hohe Verstärkerziffern zu erzeugen. Angenommen, jedes Elektron erzeugt nur ein Sekundärelektron; dann erhält man, wenn man von einem Elektron ausgeht, das auf die erste Sekundäremissionsplatte fällt, hinter der zweiten Platte 2, hinter der dritten 4, hinter der vierten 8, hinter der fünften 16, hinter der sechsten 32, der siebenten 64, hinter der zehnten 512 Elektronen usw. Ein zehnfacher Vervielfacher liefert also bereits eine fünfhundertfache Verstärkung. Ist R die Anzahl der Sekundärelektronen, die je Primärelektron je Stufe ausgelöst werden, und n die Zahl der Platten bzw. Stufen, so erhält man aus dem Eingangsstrom I_e den Ausgangsstrom I_a nach folgender Formel: $I_a = I_e \cdot R^n$. Man erkennt hieraus, daß die Verstärkung mit größerer Stufenzahl außerordentlich stark anwächst.

Sieht man in der Patentliteratur nach, so wird man feststellen können, daß der Vervielfacher, wie wir ihn eben beschrieben, durchaus nicht neu ist; die ersten Anmeldungen dürften vielmehr etwa 15 Jahre zurückliegen, und auf die Idee, einen solchen Vervielfacher zu bauen, sind eigentlich alle Physiker einmal gekommen, die sich irgendwie mit Emissionsmechanismen befaßten. Es bedurfte der tiefschürfenden Arbeit deutscher Physiker, um für den Bau wirtschaftlicher, überhaupt einwandfrei arbeitender Vervielfacher

[1]) Siehe auch die Mitteilung im „Funk" 1936, Heft 2, Seite 38.
[2]) Vgl. auch „Funk" 1936, Heft 5, Seite 147.
[3]) Siehe „Funk" 1933, Heft 25, Seite 385.

facher die Grundlagen zu schaffen. Und diese Grundlagen sind: die Elektronenoptik, die bekanntlich durch die Arbeiten von Dr. Brüche und seinen Mitarbeitern im Forschungsinstitut der AEG zu hoher Reife gebracht wurde [6]). Hierauf aufbauend war es dann verhältnismäßig leicht, den Sekundäremissions-Vervielfacher zu bauen; immerhin gehörte eine energische Arbeit dazu, die sich über Jahre erstrecken mußte, vor allem aber der Einsatz sehr umfangreicher laboratoriumsmäßiger Hilfsmittel, um den heutigen technischen Stand zu erreichen. Die Probleme, die bei dem Vervielfacher auftraten, waren denen sehr ähnlich, die das Elektronenmikroskop bot; so wirkte die Arbeit am Elektronenmikroskop befruchtend auf die Weiterentwicklung des Vervielfachers ein. Von Elektronenoptiken macht man bei den sogen. elektrostatischen Vervielfachern Gebrauch, bei denen die elektrischen Linsen dazu gebraucht werden, um die Elektronen gebündelt auf die Auffangplatte zu lenken, also die seitliche Ablenkung von Elektronen zu verhindern. Außer den elektrostatischen Vervielfachern kennt man elektromagnetische Vervielfacher, bei denen das Feld eines kleinen Stahlmagnaten dazu gebraucht wird, um den Emissionsvorgang in den gewünschten Bahnen verlaufen zu lassen. In den magnetischen Vervielfachern stehen sich zwei Reihen von Platten gegenüber: die eigentlichen Sekundäremissionsplatten und die Beschleunigungselektroden, die ein entsprechendes Feld in der Röhre erzeugen, das den Elektronen ihren Weg vorschreibt. Den einzelnen Elektroden müssen elektrische Spannungen zugeführt werden, und zwar ist die Spannung jeder folgenden Elektrode höher als die der vorhergehenden. Die Spannungen werden durch einen Spannungsteiler erzeugt, der zum Teil sogar in den Vervielfacher eingebaut wird, um an Durchführungsdrähten zu sparen.

Eine besondere Entwicklungsarbeit war auf die Elektroden zu verwenden, um hierfür Stoffe zu finden, die je Elektron eine möglichst große Zahl von Sekundärelektronen liefern. Es zeigte sich, daß die zusammengesetzten Schichten sich am vorteilhaftesten verhalten; die Verhältnisse sind also ähnlich wie in den Photozellen. Mit Oberflächenschichten von oxydiertem Silber, von Zirkonium und Beryllium lassen sich Ausbeuten von 8 bis 10 Sekundärelektronen je Primärelektron erreichen, wenn man zwischen den einzelnen Platten Spannungen von einigen 100 Volt anwendet. Dr. Zworykin zeigte in seinem Vortrag eine Kurve, aus der hervorging, welche Vervielfachungszahlen man in Abhängigkeit von Stufenzahl und Gesamtspannung erhielt: danach liefern 10 Stufen bei 1000 Volt Gesamtspannung eine Vervielfachung von rund 10^7, 15 Stufen bei gleicher Spannung eine solche von 10^8, bei 1400 Volt von $10^{9,5}$. 20 Stufen bei 1000 Volt eine Vervielfachung von 10^9, bei 1400 Volt von über 10^{11}.

Über die Anwendung des Sekundäremissions-Vervielfachers läßt sich heute sehr wenig und sehr viel sagen, sehr wenig, wenn man von den bisher erprobten Anwendungsmöglichkeiten berichtet, sehr viel, wenn man optimistisch an die Ausnutzungsmöglichkeiten dieses neuen Mittels für die Verstärkung denkt. Nüchtern betrachtet kommt der Vervielfacher in erster Linie für die Verstärkung von Lichtschwankungen in Frage, da er hierfür den großen Vorteil besitzt, daß die photoelektrische Oberfläche mit derjenigen, die die Sekundärelektronen erzeugt, übereinstimmt. Röhren dieser Art sind gebaut worden; sie sind kaum größer als eine Empfängerröhre, erfordern Betriebsspannungen bis zu 1500 Volt, bieten eine Vervielfachung von einigen Millionen und liefern am Ausgang je Lumen auf den Eingang treffende Lichtmenge 10 und mehr Amp. Strom (das natürlich nur als Verhältniszahl; in Wirklichkeit liefern die Ausgänge der Röhren nur Milliamperes).

Die Anwendungsmöglichkeiten eines solchen Vervielfachers, der also gewissermaßen Photozelle und zugehörigen Verstärker in einem einzigen kleinen Glaskolben enthält, liegen auf den Gebieten der Tonfilmaufnahme und -wiedergabe, der Bildübertragung und des Fernsehens, der automatischen Türkontrolle, lichtelektrischer Zähl-, Sortier-, Alarmeinrichtungen u. dgl., also überall dort, wo man heute für die verschiedensten Zwecke Photozellen zusammen mit Verstärkern verwendet. Als ein spannungsgesteuerter Verstärker, d. h. als Ersatz für die heutigen Verstärker, an deren Eingang man elektrische Spannungen legt, läßt sich der Vervielfacher dagegen nicht ohne weiteres verwenden, ja, hier bestehen sogar sehr ernste Schwierigkeiten, und es ist heute noch gar nicht vorauszusagen, ob man wirklich bessere Ergebnisse erzielen wird als mit normalen Röhren. Natürlich wird hieran sehr eifrig gearbeitet, aber diese Versuche befinden sich, wie Dr. Zworykin ausdrücklich betonte, noch im Anfangsstadium, und es ist noch gar nicht abzusehen, was dabei herauskommen wird.

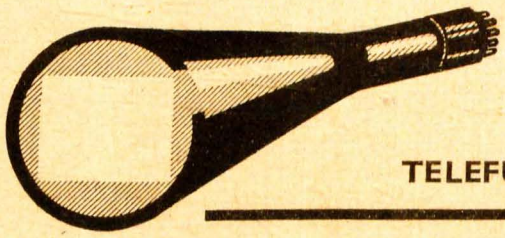
Auf der gleichen Sitzung machte Dr. Zworykin die Deutsche Gesellschaft für technische Physik mit einem anderen Ergebnis der elektronenoptischen Entwicklungsarbeiten bekannt, nämlich mit dem Elektronen-Fernrohr. Auch dieses Gerät verdankt der deutschen Forschung seine Grundlagen, es ist gewissermaßen ein Elektronenmikroskop in Kombination mit einer Photozelle. Wir können Aufbau und Arbeitsweise sofort verstehen, wenn wir uns ein Elektronenmikroskop vorstellen [4]), dessen Kathode jedoch keine Glühkathode, sondern die großflächige Kathode einer Photozelle ist. Auf diese — im übrigen durchsichtige — Kathode wird nun mit einem normalen Objektiv ein Bild, z. B. eine Landschaft, entworfen. Das hat zur Folge, daß die Kathodenoberfläche nur dort Elektronen abgibt, wo Licht auf sie fällt, und daß im übrigen die Emission der einzelnen Stellen der Kathodenfläche proportional der auffallenden Lichtmenge ist. Die Kathode liefert also in ihrer ganzen Fläche einen Elektronenstrom, der — im Querschnitt gesehen — an allen Stellen in seiner Intensität der Helligkeit des aufprojizierten Bildes entspricht. Dieser Elektronenstrom wird nun in dem optischen System der Anordnung entsprechend gebrochen und fällt dann auf den Fluoreszenzschirm. Man erhält dank der Optik auf dem Schirm ein Elektronenbild der Kathodenoberfläche, und da diese dem durch die Optik aufprojizierten wirklichen Bild entspricht, sieht man auf dem Schirm des Elektronen-Fernrohrs die betreffende Landschaft. Dieser „Umweg" erscheint zunächst sinnlos; er bekommt aber eine sehr große Bedeutung, wenn man daran denkt, daß man die Photokathode mit Leichtigkeit ultrarotempfindlich machen kann. Infolgedessen werden auch dann Elektronen ausgelöst, wenn man das Fernrohr in einen dunklen Raum richtet, der mit Ultrarotlicht bestrahlt wird, oder wenn man es in eine dunst- und nebeleingehüllte Gegend richtet. Elektronen-Fernrohre können den Ausblick von einem hohen Berg auch dann genußreich machen, wenn er vollkommen im Nebel liegt; vielleicht ist die Zeit nicht mehr fern, wo auf allen Aussichtspunkten neben dem großen Zeiß-Fernrohr ein zweites Elektronen-Fernrohr steht, auf dessen Schirm man nach Einwurf von 10 Pfennig Fernsichten auch durch den Nebel hindurch wahrnimmt.

Beim Bau des Elektronen-Fernrohrs waren erhebliche Schwierigkeiten zu überwinden, die beim Elektronenmikroskop ganz ähnlich vorhanden waren; sie lagen vor allem in der Erzielung eines vollkommen verzeichnungsfreien Bildes, das die bisherigen kissenförmigen Verzerrungen nicht mehr aufweist. Diese Schwierigkeiten konnten, wie die Wiedergabe von mit dem Elektronen-Fernrohr gewonnenen Bildern zeigte, einwandfrei beseitigt werden. Die Bilder, die man mit den neuen Geräten erhält, sind ohne weiteres denen vergleichbar, die eine gute photographische Kamera liefert. Eine zweite Anwendungsmöglichkeit ist das Infrarot-Mikroskop, mit dem man Untersuchungen im infraroten Licht vornehmen kann. *Schw.*

Werkbild (Telefunken)

[4]) Vgl. „Funk" 1934, Heft 22, Seite 381.

Monographien der Fernsehempfänger



TELEFUNKEN FE IV



Abb. 1.
Fernsehempfänger FE IV

Die technische Aufgabe

Der Telefunken-Fernseher FE IV ist der Öffentlichkeit zum erstenmal auf der Funkausstellung 1935 vorgeführt worden, zu einer Zeit also, als Fernsehempfänger schon von verschiedenen Seiten auf den Markt gebracht worden waren. Für den Bau des Gerätes wurden deshalb ganz bestimmte Aufgaben gestellt: Der Empfänger sollte publikumsreif sein, d. h. er sollte nur ganz wenig Bedienungsgriffe aufweisen, deren Einstellung keinerlei besondere technische Kenntnisse bedingt. Trotzdem sollten durch innenliegende Regelgriffe — nur dem Ingenieur zugänglich — alle elektrischen Größen weitgehend verstellt werden können, damit das Gerät auch für Versuche mit ständig sich ändernden Bedingungen benutzt werden kann. Alle Teile der elektrischen Einrichtung sollten so leicht wie möglich und ohne umständliches Auseinandernehmen des Gerätes zugänglich sein; andererseits sollte der Empfänger eine Form erhalten, die den Wünschen desjenigen, der den Empfänger benützt, weitgehend entgegenkommt. So sollte das Gerät Schrankform erhalten, damit für die Aufstellung kein besonderer Tisch erforderlich ist; Bildschirmgröße und -stellung sollten unter Berücksichtigung der Verhältnisse sowohl im Heim, als auch in den Fernsehstuben mit größerer Teilnehmerzahl festgelegt werden. Und schließlich sollte der Fernsehempfänger noch eine architektonisch fortschrittliche Gestalt aufweisen.

Die technischen Daten

Der Fernsehempfänger FE IV ist ein kombiniertes Bild- und Tonempfangsgerät, das für die Bildwiedergabe eine Braunsche Röhre mit einem größten Kolbendurchmesser von etwa 35 cm und mit einer Gesamtlänge von etwa 70 cm benützt. Das Empfangsbild hat eine Größe von etwa 19 × 22 cm. Die äußere Ansicht des Gerätes zeigt Abb. 1; die Braunsche Röhre ist in einem architektonisch selbständig behandelten waagerechten Gehäuse untergebracht, das gewissermaßen in einem hockerartigen Lager ruht. Die Vorderwand des Bildgehäuseteils ist gegen die Senkrechte um etwa 12 Grad geneigt; so erreicht man, daß das Bild im Stehen und Sitzen etwa gleich gut betrachtet werden kann. Der Empfänger nimmt eine Grundfläche von 66 × 66 cm ein und besitzt eine Höhe von rund 110 cm. Der dynamische Lautsprecher ist unterhalb des Bildgehäuseteils, hinter den waagerechten Leisten untergebracht. Unter dem Bildfenster befinden sich die Bedienungsknöpfe: der mittlere Knopf regelt die Einstellung auf die Empfangswelle — mit ihm ist ein Zeiger gekoppelt, der über die aus Abb. 2 ersichtliche Skala hinstreicht. Mit dem linken Doppelgriff regelt man Lautstärke und Klangfarbe der Tonwiedergabe, mit dem rechten Doppelgriff entsprechend Helligkeit und Kontrast der Bildwiedergabe. Der Einschalter befindet sich unsichtbar rechts unter dem vorspringenden Bildgehäuseteil.



Abb. 2. Skala des Empfängers

Der Empfänger ist für den Empfang der Fernsehsendungen der Deutschen Reichspost eingerichtet, vor allem also des Witzlebener Senders. Seine Skala weist in roter Markierung sieben Sendewellen auf: 40, 42,5 (Berlin), 45, 47,5 50, 52,5 und 55 mHz (d. h. etwa 7,5 bis 5,5 m). Er ist so eingerichtet, daß die um 1,8 MHz auseinanderliegenden Bild- und Tonsendungen der Fernsehsender aufgenommen werden. Gemäß der heutigen Arbeitsweise des Witzlebener Senders ist der Empfänger für 180 zeilige Bilder und für 25 Bildwechsel je Sekunde gebaut.

Beachtenswert ist, daß der Fernsehempfänger FE IV mit Ausnahme der Gleichrichterröhre für die Erzeugung der Hochspannung für die Braunsche Röhre und einer Röhre im Bild-ZF-Verstärker durchweg normale Rundfunkröhren enthält. Er besitzt insgesamt 13 Verstärkerröhren (gesteuerte Röhren mit Gittern) und 5 Gleichrichterröhren (ungesteuerte Röhren ohne Gitter). So werden z. B. folgende Typen verwendet: für die Verstärkung der ultrakurzen Schwingung RENS 1264, für die Mischung ACH 1, im Bild-ZF-Verstärker AF 3 und AF 7, im Tonteil AF 3, AF 7, AB 2 und AL 1, im Kippgerät AF 7, AB 2, AL 2, CY 1, AC 2 und 2 × AL 2, im Netzgleichrichter RGN 2504. Die Leistungsentnahme des Gerätes aus dem Netz — es wird nur für den Anschluß an Wechselstrom geliefert — beträgt etwa 180 Watt.

Schaltungstechnik

Es würde hier zu weit führen, die Schaltung des Fernsehempfängers mit allen Einzelheiten wiederzugeben, vielmehr genügt es, wenn wir uns ein Bild über die Wirkungsweise des Gerätes an Hand des vereinfachten Schaltbildes der Abb. 3 machen[1]). In der Mitte links sehen wir Antenne und Erde; sie werden an den Eingang der Hochfrequenzstufe *HF* geführt, die die unmittelbare Verstärkung der Ultrakurzwelle vornimmt. Die Resonanzkurve der entsprechenden Siebmittel ist genügend breit, um das Bild- und das Sprachband nebeneinander durchzubringen. Die nächste Stufe ist die Mischstufe *Misch*, die neben dem Oszillatorkreis zwei weitere Kreise aufweist, den Antennenkreis und den Zwischenkreis. Diese beiden Kreise sind, da ja ein sehr breites Frequenzband hindurchlaufen muß, ziemlich stark gedämpft. In der Mischröhre werden nun die beiden aufgenommenen Trägerfrequenzen mit ihren Seitenbändern, d. h. die Bildwelle und die Tonwelle, mit der einen Oszillatorfrequenz überlagert, so daß zwei Zwischenfrequenz-Bänder entstehen, die genau wie die beiden Träger um 1800 kHz auseinanderliegen. Auf diese

[1]) Aus „Fernsehen und Tonfilm", 1935, Heft 9, Seite 77.

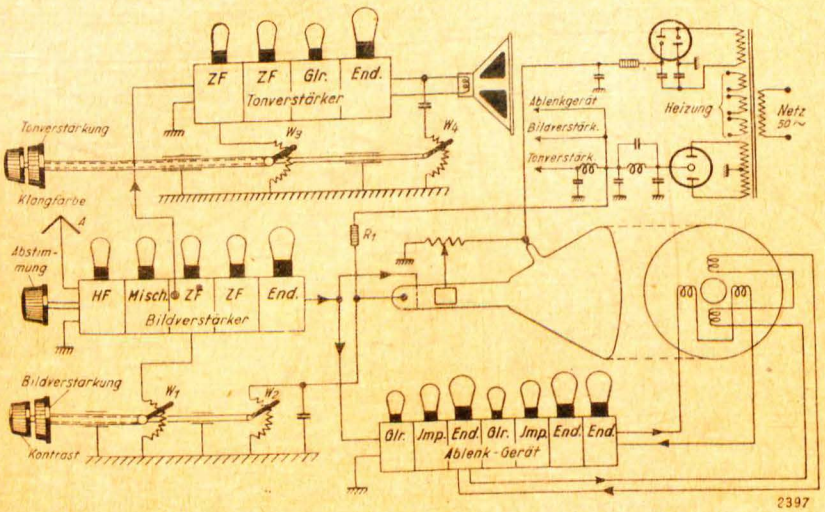


Abb. 3. Prinzipschaltung des Fernsehers FE IV

Zwischenfrequenzen sind nun der Bild- und der Ton-Zwischenfrequenzteil abgestimmt. Die Bild-Zwischenfrequenz läuft durch die insgesamt drei Stufen des Bildverstärkers, während die Ton-Zwischenfrequenz ihren Weg zum Tonverstärker nimmt, hier zweistufig verstärkt, dann gleichgerichtet und nun als Niederfrequenz in der Endröhre nochmals verstärkt wird, ehe sie an den Lautsprecher gegeben wird.

Die Endstufe des Bildverstärkers ist mit dem Wehnelt-Zylinder der Braunschen Röhre verbunden, der so die Steuerspannungen für die Helligkeit der Bildpunkte zugeführt werden. Die Ablenkung des Elektronenstrahls erfolgt durch zwei außerhalb der Röhre angeordnete Spulenpaare, denen der Strom von dem mit sieben Röhren bestückten Hochvakuum-Ablenkgerät zugeführt wird. Auch das Ablenkgerät ist an die Endstufe des Bildverstärkers angeschlossen, ihm wird also ebenfalls der Bild-Wechselstrom zugeführt, der zunächst gleichgerichtet wird. Dann werden die Gleichlaufimpulse von den eigentlichen Bildimpulsen getrennt. Die nächste Röhre nimmt die Verstärkung der Zeilenimpulse vor, die nun auf die Ablenkspulen für die Bildzeilen gegeben werden. Außer den Zeilen-Ablenkimpulsen enthält die von dieser ersten Endröhre gelieferte Wechselspannung auch noch die Impulse für den Bildwechsel, die jetzt durch eine elektrische Weiche ausgesiebt und schließlich auf eine im Gegentakt geschaltete Endröhre gegeben werden; man will so erreichen, daß der aus dem Netzanschlußgerät entnommene Strom möglichst gleichmäßig ist, d. h. keine starken Schwankungen im Sinne der 25 Hertz der Bildwechsel-Impulse aufweist, und so Rückwirkungen auf andere Stufen vermieden werden. Der Netzteil arbeitet zwar mit sehr großen Kapazitäten (allein sieben Elektrolyt-Kondensatoren zu je 8 μF), er kommt aber ohne Glimmstrecken zur Stabilisierung aus. Von der Gegentakt-Endstufe werden die Bildimpulse auf das zweite Spulenpaar gegeben, das den Strahl nach jeder 25. Sekunde von der unteren Zeile in die obere zurückbringt.

Der Netzteil enthält nur einen Transformator und zwei Gleichrichterröhren; mit dieser Anordnung werden sämtliche von dem Gerät benötigten Betriebsspannungen erzeugt. Die Gleichrichterröhre für die hohe Anodenspannung der Braunschen Röhre (in Abb. 3 rechts die obere Röhre) benutzt die Greinacher-Schaltung, da man auf diese Weise mit einer Transformator-Wechselspannung von nur 1800 Volt effektiv eine Anodenspannung von etwa 5000 Volt erzeugen kann, der Transformator also noch mit ziemlich einfacher Isolation auskommt und daher im Aufbau billig ist. Außerdem aber benötigt der Gleichrichterteil einfachere Siebmittel, weil die Greinacher-Schaltung nicht eine Brummspannung von 50, sondern von 100 Hz erzeugt. Für die Herstellung der niedrigeren Anodenspannungen für die Empfangs- und Verstärkerteile sowie für das Kippgerät wird eine Röhre RGN 2504 benutzt.

Interesse verdient schließlich noch die Anordnung für die Regelung der Bildhelligkeit und des Bildkontrastes. Die Helligkeit ist von den Amplituden der dem Wehneltzylinder zugeführten Bildwechselspannung, der Kontrast von der absoluten Spannung am Wehneltzylinder abhängig. So kann man durch Regelung von W_2 in Abb. 3 die Vorspannung und damit den Kontrast ändern, während man durch Regelung von W_1 die Verstärkung des Bildteiles, damit die Amplituden der Bildströme und so die Helligkeit des Bildes ändert. Die Kontrastregelung zieht naturgemäß eine Änderung auch der Helligkeit nach sich, die dann durch ein Nachregeln mit W_1 ausgeglichen werden muß. Klangfarbe und Lautstärke des Tones werden in bekannter Weise geregelt; hierfür sind die Widerstände W_3 und W_4 vorhanden.

Einzelheiten des Aufbaues

Die einzelnen Teile bzw. Geräte des Fernsehempfängers sind in einem kräftigen Rahmengestell aus Winkeleisen angeordnet, das zweigeschossig durchgebildet ist. In dem „Untergeschoß" befinden sich der vollständig gekapselte Netztransformator und der Niederspannungs-Netzteil mit der RGN 2504, der Ton-Zwischenfrequenz- und Niederfrequenzteil, das Kippgerät und der Lautsprecher. In dem „Obergeschoß" sind die Braunsche Röhre, der vollkommen gekapselte Hochspannungs-Gleichrichter und der Bild-Superhet angeordnet (d. h. die Vor- und Mischstufe und der Bild-ZF-Teil). Die räumliche Aufteilung des Gerätes ist aus dem Übersichtsbild Abb. 4 ersichtlich, während Abb. 5 eine Innenansicht des Empfängers, von vorn gesehen, bringt.

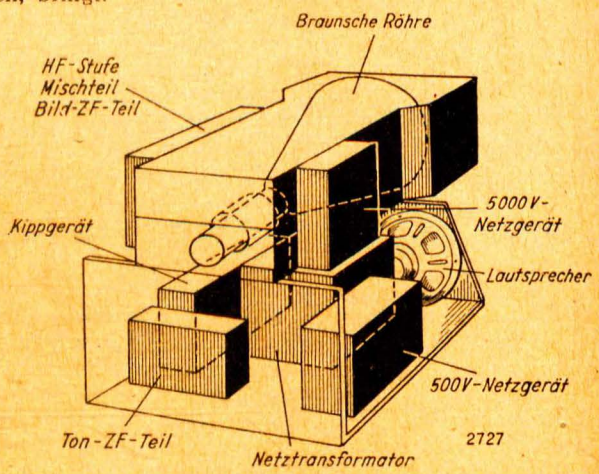


Abb. 4. Die Einzelgeräte des Fernsehempfängers FE IV und ihre räumliche Anordnung

Der Empfänger ist so eingerichtet, daß man das Rahmengestell mit der gesamten Inneneinrichtung nach Abnahme der Bedienungsgriffe und dem Lösen weniger Schrauben nach hinten herausziehen kann (siehe Abb. 6). Alle Röhren und Einzelteile sind dann leicht zugänglich. Es ist aber gar nicht notwendig, den Einsatz stets nach hinten herauszunehmen, wenn man an irgendwelche Regelgriffe heran will; dazu genügt es, wenn man die rückseitige Klappe öffnet, oder wenn man den oberen Deckel abnimmt, oder wenn man das Lautsprechergitter an der Vorderseite des Gerätes löst. Alle diese Teile sind nach dem Lösen weniger Schrauben abzunehmen. So kann man nach Abnahme des Lautsprechergitters an diejenigen Griffe des Kippgerätes heran, mit denen Größe und Lage des Bildfeldes eingeregelt

werden. Durch ihre richtige Einstellung kann man z. B. die Einwirkung des Erdfeldes, das je nach seiner Richtung eine geringe Verschiebung des Bildes auf dem Schirm der Braunschen Röhre zur Folge hat, aufheben.

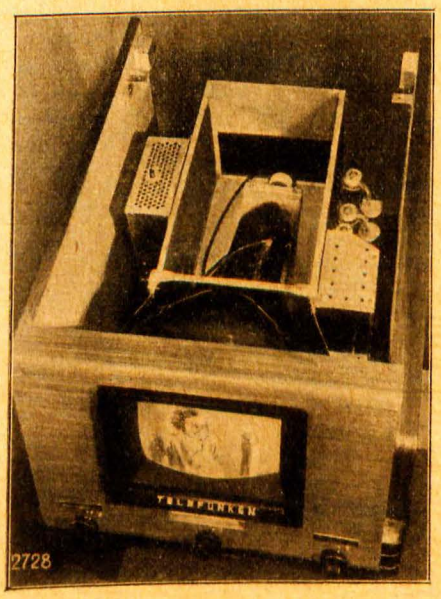


Abb. 5. Innenansicht des Empfängers, von vorn gesehen

Einige Bauteile des Fernsehempfängers sind aus den folgenden Abbildungen ersichtlich: So zeigt Abb. 7 den Mischteil und Zwischenfrequenzverstärker für das Bild, Abb. 8 den für den Ton und Abb. 9 das Ablenk- oder Kippgerät. Allerdings ist an diesen Bildern kaum mehr zu sehen als die Anordnung der Röhren. Das Geheimnis der guten Arbeitsweise aller dieser Einzelgeräte ist im übrigen in der Bemessung der Schwingkreise und in der verlustarmen und kopplungsfreien Anordnung der Einzelteile zu suchen. Interessant ist z. B., daß die Vorkreise nicht kapazitiv, sondern induktiv abgestimmt werden; diese stark gedämpften Kreise enthalten je eine auf einen keramischen Körper gewickelte Spule von etwa 15 mm Durchmesser, die durch einen Edelmetallschleifer abgegriffen werden, der sich längs der Spule bewegt und wie von einem Gewindegang mitgenommen wird, wenn sich die Spule dreht; das letztere geschieht, wenn man den Abstimmknopf verstellt (siehe Abb. 7, zwischen den beiden Röhren links). Hochfrequenz-Vorstufe und Mischstufe sind übrigens in einem allseits geschlossenen Abschirmgehäuse untergebracht — also einschließlich der Röhren —, während innerhalb der übrigen Teile des Empfängers nur die Schwingkreise, aber nicht die Röhren durch Metallgehäuse abgeschirmt sind. In den Bandfiltern der Zwischenfrequenzverstärker werden Kreuzwickelspulen sehr kleinen Durchmessers in Verbindung mit keramischen Festkondensatoren verwendet.

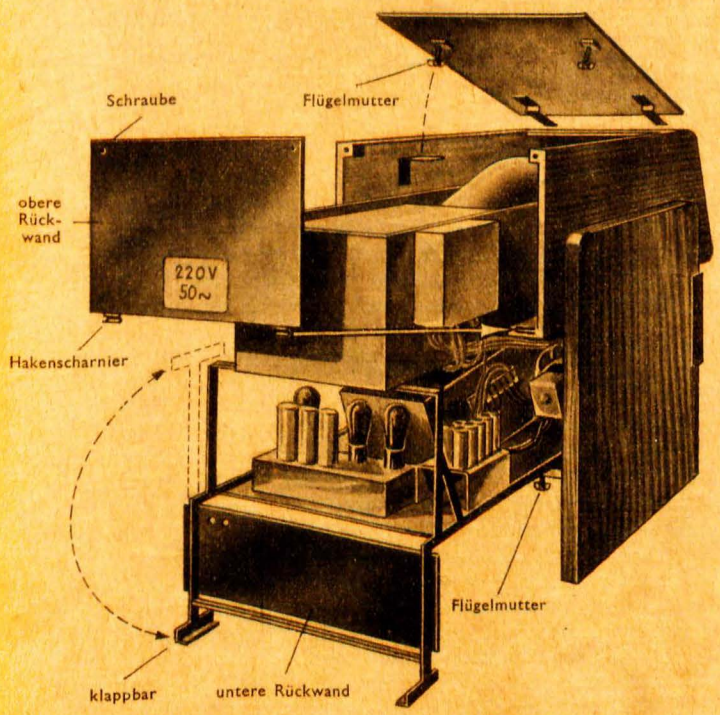


Abb. 6. Der geöffnete Fernsehempfänger, Rahmengestell mit Bauteilen nach hinten herausgezogen

Die Braunsche Röhre ist in einem allseits geschlossenen Eisenblechkasten untergebracht, der nur nach oben offen ist, um sie evtl. leicht auswechseln zu können (siehe Abb. 5).

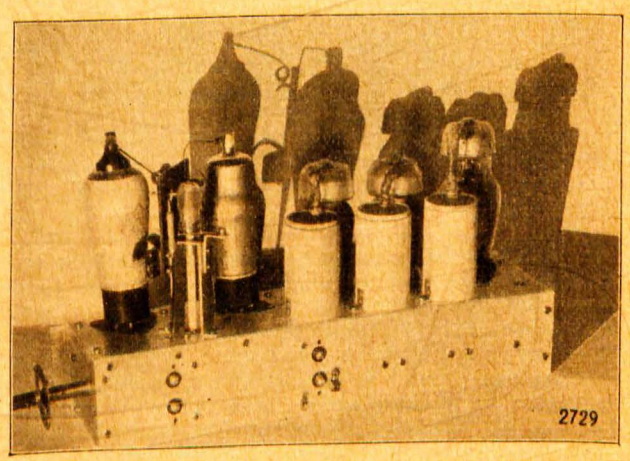


Abb. 7. Mischteil (links) und Zwischenfrequenzverstärker für das Bild (rechts)

Sie wird in ihrer richtigen Lage durch einen hölzernen Lagerbock fixiert. Die Ablenkspulen sind unmittelbar auf ihrem zylindrischen Teil angebracht; die Röhre kann also zusammen mit den Spulen herausgenommen werden. Die Betriebsspannungen werden der Röhre durch eine aufsteckbare Fassung zugeführt.

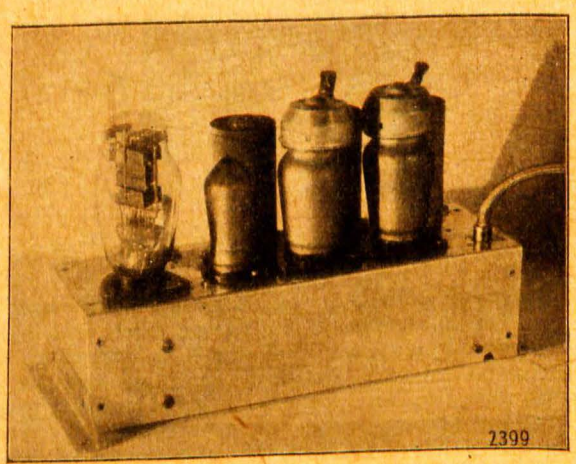


Abb. 8. Zwischenfrequenzteil mit Gleichrichter und Endstufe für den Ton

Als Antenne kann in nicht zu großer Entfernung vom Sender eine dem Empfänger mitgegebene Spezial-Antenne benutzt werden, die aus einem Gummikabel von 2,2 m Länge besteht, das mit Hilfe eines ebenfalls beigegebenen Gummi-Saugstückes an der Zimmerwand aufgehängt wird

(Abb. 10); allerdings ist hierbei mit Rücksicht auf die Polarisation der Ultrakurzwelle eine praktische Erprobung der günstigsten Richtung und Lage im Raum erforderlich. Es ist durchaus nicht so, daß die senkrechte Lage der Antenne die günstigsten Empfangsergebnisse liefert; meist ist sogar innerhalb der Häuser eine ganz bestimmt gerichtete Schräglage besser. Bei ungünstigen Empfangsverhältnissen,

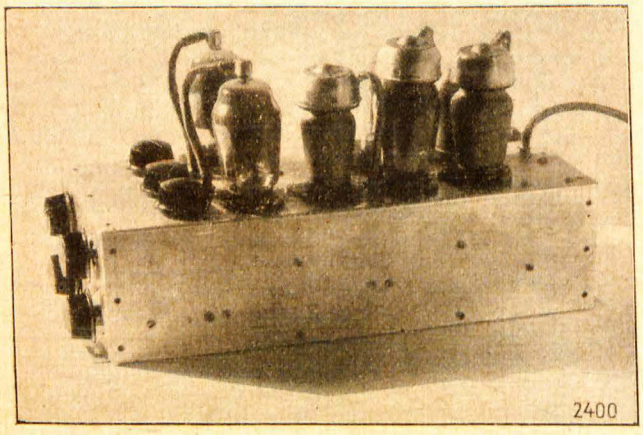


Abb. 9. Ablenkgerät

bei denen die Spezialantenne nicht mehr ausreicht, kann man eine Dachantenne benutzen, die aus einem an einem Bambusmast ausgespannten senkrechten Draht von etwa 2,5 m Länge besteht. Am unteren Ende dieses Antennendrahtes, also am Fußpunkt des Mastes, kann man einen Metallring von etwa 3 m Durchmesser anordnen, der mit isolierenden Speichen ähnlich denen eines Wagenrades befestigt wird. Dieser Ring wirkt als Gegengewicht, er hält vor allem aber die stets von unten kommenden elektrischen Störungen von der Einwirkung auf die Antenne zurück.

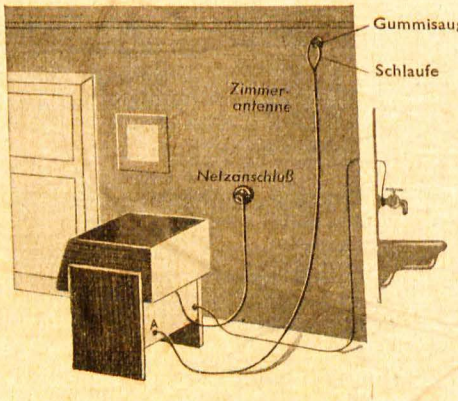


Abb. 10. Die Spezialantenne des Fernsehempfängers

Man kann sich vorstellen, daß auch die Störschwingungen, die die Ultrakurzwellen-Antenne beeinflussen, sich geradlinig ausbreiten, und man muß den Ring deshalb so groß machen, daß man die Antenne, wenn man unten auf der Straße steht (die von den UKW-Störungen erzeugenden Kraftwagen befahren wird), nicht über den Ring hinausragen sieht. Die Antenne muß also gewissermaßen im Schattenkegel des Ringes liegen. Ist das der Fall, so werden die Störungen nicht aufgenommen. Die Verbindung der Antenne mit dem Empfänger erfolgt über ein Abschirmkabel, dessen Leiter mit der Antenne und dessen Abschirmhülle mit dem Gegengewichtsring verbunden werden.

Ein Erdanschluß ist nur mit Rücksicht auf die VDE-Vorschriften notwendig, die eine Erdung der Metallteile verlangen; eine Verbesserung des Empfangs bringt er kaum.

Bedienung und Leistung

Mit dem Netzschalter wird der Netztransformator an Spannung gelegt, es werden also Ton- und Bildempfänger gleichzeitig eingeschaltet. Nach der üblichen Anheizzeit der Röhren hört man bei aufgedrehtem Lautstärkeregler die Tonsendung des Ultrakurzwellensenders, auf den das Gerät mit seinem mittleren Knopf abgestimmt ist. Die Abstimmung ist gar nicht scharf und kritisch; man kann den Zeiger auf der Skala mehrere Millimeter hin- und herdrehen, bis der Sender verschwindet. Selbstverständlich ändert sich wie bei jedem Empfänger durch die Einstellung auf ein Seitenband die Güte der Wiedergabe; beim Fernsehempfänger erfährt nicht nur der Ton, sondern auch das Bild eine Verzerrung. Hat man das Gerät richtig auf die Welle abgestimmt und stehen die Knöpfe für Bildverstärkung und Bildkontrast auf Null, so dreht man, um das Bild zu erhalten, am besten zunächst den Knopf „Kontrast" soweit nach rechts, bis ein heller Punkt auf dem Schirm der Braunschen Röhre entsteht; nun dreht man den Knopf „Verstärkung" langsam auf, bis sich das Raster bildet (natürlich ist das nur der Fall, wenn der Bildsender läuft). Wie schon bei der Erklärung der Schaltung gesagt, ist die Einstellung dieser beiden Griffe voneinander abhängig; je weiter man den Griff „Kontrast" nach rechts dreht, um so weicher wird das Bild — gleichzeitig muß man aber, um die günstigste Helligkeit zu erhalten, den Knopf „Verstärkung" nach links drehen. Wünscht man ein härteres Bild, so dreht man „Kontrast" nach links; damit wird das Bild härter, aber auch gleichzeitig dunkler, und man muß nun, um die erforderliche Helligkeit zu behalten, „Verstärkung" etwas nach rechts drehen. Durch die Einstellung dieser beiden Knöpfe kann man die Helligkeit zwischen vollkommen dunklem Schirm und einer strahlend hellen Fläche, mit der man einen Raum beleuchten könnte, regeln, den Bildkontrast aber zwischen ausgesprochenem Flau und der Härte einer Schwarz-Weiß-Zeichnung. So kann man sich dem Charakter der Sendung weitgehend anpassen. In der Praxis des täglichen Empfangs hat es sich als am günstigsten erwiesen, den Knopf „Verstärkung" so weit zurückzudrehen, daß die Bildzeilen gerade noch einwandfrei vorhanden bleiben, und den Knopf „Kontrast" soweit aufzudrehen, bis man die richtige Helligkeit bekommt; dann hat man ein wundervoll weiches, harmonisches Bild, das alle Einzelheiten hervorragend und unverzerrt wiedergibt.

Es ist also nicht vorteilhaft, mit größter Bildhelligkeit zu arbeiten, wenngleich das an sich möglich wäre. Man wird vielmehr den Raum, in dem man empfängt, soweit wie möglich verdunkeln und die Bildhelligkeit nun so einstellen, wie es die Allgemeinbeleuchtung des Raumes erfordert, um ein kontrastreiches Bild zu erhalten. Natürlich ist die Wirkung im völlig verdunkelten Raum bei weitem am besten, weil man hier mit geringster Bildhelligkeit empfangen kann; das wirkt sich nicht nur für den Charakter des Bildes günstig aus, sondern hierbei empfindet man auch das Flimmern nur noch ganz gering, praktisch überhaupt nicht mehr. Je heller man das Bild einstellt, um so stärker muß sich ein Flimmern bemerkbar machen, da Bildhelligkeit und Flimmern voneinander unmittelbar abhängig sind. Natürlich kann man mit dem Gerät auch bei Tageslicht empfangen; man muß es dann nur so aufstellen, daß der Schirm dem Fenster abgewandt ist, daß auf diesen also kein helles Licht fällt. Eine gewisse Verdunkelung des Raumes durch Zuziehen der Fenstervorhänge oder dgl. ist unbedingt zu empfehlen. Andererseits kann man abends eine schwache Beleuchtung in dem Zimmer zulassen, die aber ebenfalls den Schirm nicht direkt treffen darf.

Mit der Einstellung des Gleichlaufs hat man beim FE IV nichts zu tun; er ist im Prüffeld auf den günstigsten Wert eingestellt und ändert sich während der Betriebszeit nicht. Ein Wandern des Bildes über die Bildfläche oder aber mangelnder Gleichlauf der Zeilenfrequenz, überhaupt Störungen, die eine Beeinträchtigung der Bildwirkung zur Folge haben, kommen bei diesem Empfangsgerät überhaupt

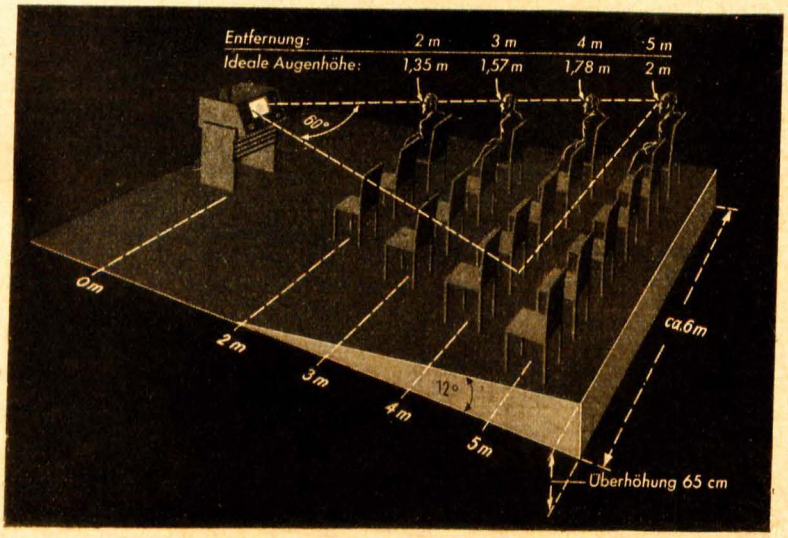


Abb. 11. Anordnung der Sitzplätze vor dem Fernsehempfänger

nicht vor. Das Hochvakuum-Ablenkgerät, das in dem Empfänger verwendet wird, arbeitet im Gegensatz zu den früheren Thyratron-Kippgeräten mit so großer zeitlicher Konstanz, daß z. B. während des mehrwöchigen Versuchsbetriebes des Berichterstatters nicht ein einziges Mal eine Nachstellung erforderlich war. Das Gerät besitzt also vollselbsttätigen Gleichlauf; sobald die Sendewelle mit genügender Stärke aufgenommen werden kann und der Sender Zeilen- und Bildimpuls aussendet, ist einwandfreier Gleichlauf vorhanden. Das Ablenkgerät wird ja von den Impulsen des Senders gesteuert, und da sich seine eigenen elektrischen Werte, soweit sie für den Vorgang des Bildentstehens kritisch sind, nicht ändern können, muß der Gleichlauf stets einwandfrei vorhanden sein. Darin liegt gegenüber den früheren Geräten, die immer wieder den Eingriff eines Sachkundigen erforderten, um den gestörten Gleichlauf wieder herzustellen, ein sehr großer Fortschritt, denn erst hierdurch ist der Empfänger wirklich publikumsreif geworden.

Abb. 11 bringt schließlich noch eine Anleitung für die Anordnung der Sitzplätze in einem größeren Raum, in dem Fernsehempfang mit dem beschriebenen Empfänger getrieben werden soll. Man ersieht hieraus, daß — infolge der geneigten Bildfläche — die Plätze der Zuschauer nach hinten leicht ansteigen müssen; so erreicht man, daß die hinteren Reihen durch die vorderen nicht beeinträchtigt werden. Die Plätze müssen innerhalb eines Winkels von 60 Grad angeordnet werden, damit ein guter Bildeindruck erhalten bleibt.

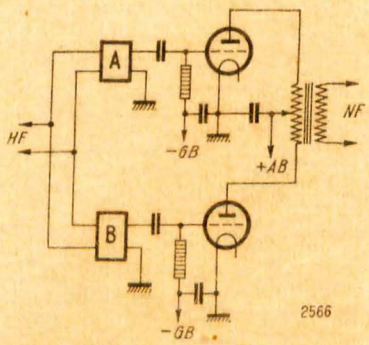
Werkbilder und -zeichnungen; je eine Aufnahme und Zeichnung der Schriftleitung

PATENTSCHAU

Schaltung zur Gleichrichtung phasenmodulierter Schwingungen

Nach der britischen Patentschrift 412 904 — Marconi's Wireleß Telegraph Comp.

Es hat sich herausgestellt, daß, wenn man aus einem phasenmodulierten Wellenzug die Trägerschwingung und ein Seitenband herausschneidet, der aus diesen Schwingungen resultierende Wellenzug eine der Phasenmodulation entsprechende Amplitudenmodulation aufweist. Man kann also durch Gleichrichtung dieser Schwingungen in einem gewöhnlichen Audion die Modulationsschwingungen erhalten.

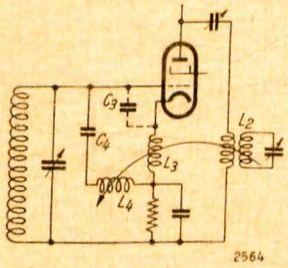


In der gleichen Weise wie das eine Wellenband kann auch das andere Seitenband behandelt werden, nur sind die sich daraus ergebenden Modulationsschwingungen den aus dem ersten Seitenband erhaltenen in der Phase entgegengesetzt. Man kann also eine verstärkte Wiedergabe erzielen, indem man die beiden Seitenbänder je zusammen mit einem Teil der Trägerschwingungen gleichrichtet und die Ausgangskreise im Gegentakt zusammenschließt. Die Abbildung zeigt eine solche Schaltung. A und B sind die Filter, die je ein Seitenband und einen Teil der Trägerschwingungen aussieben. *Schr.*

Mischröhrenschaltung

Nach der britischen Patentschrift 413 724 — General Electric Comp.

Die Abbildung zeigt eine einfache Brückenschaltung zur Verhinderung der Ausstrahlung der in der Mischröhre selbst erzeugten Überlagerungsschwingungen über den Eingangskreis der Röhre. Wenn der Kondensator C_4 und die Spule L_4 bei der in der Abbildung dargestellten Schaltung

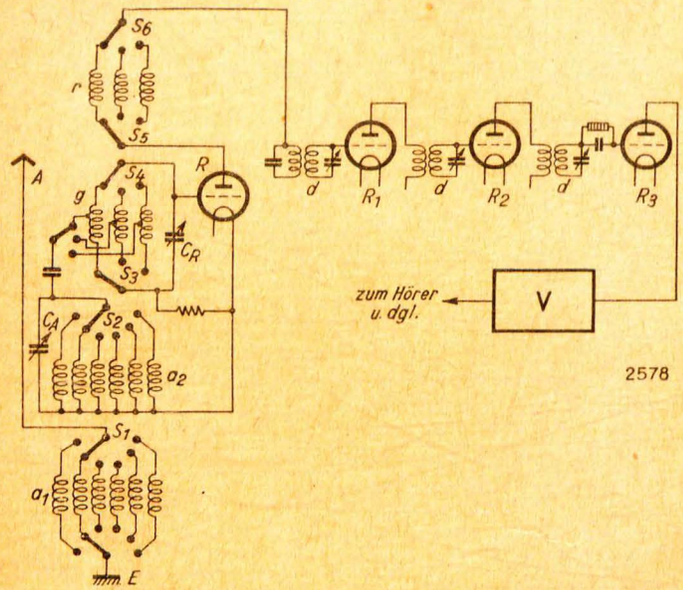


fehlten, so würde der über die Spule L_3 und die Gitter-Kathoden-Kapazität C_3 fließende Strom in der Überlagerungsfrequenz eine Spannung in dem Eingangskreis erzeugen, die zu einer störenden Ausstrahlung der Hilfsschwingung Veranlassung geben würde. Kommt ferner die Frequenz der örtlich erzeugten Schwingung der Empfangsschwingung sehr nahe, so wird von der an L_3 auftretenden Spannung ein großer Teil am Eingangskreis und nur ein kleiner Teil an der Strecke Gitter—Kathode zur Wirkung kommen, ohne daß die Anordnung dadurch unwirksam zu werden brauchte. Durch Einführung des Zweiges L_4, C_4 wird eine im wesentlichen für die Überlagerungsfrequenz abgeglichene Brücke geschaffen. Die Spulen L_3 und L_4 sind mit L_2 gekoppelt und bilden zusammen die eine Brückendiagonale. In der anderen Diagonale der Brücke liegt der Eingangskreis. An ihm kann somit keine Spannung in der Überlagerungsfrequenz mehr auftreten. *Schr.*

Überlagerungs-empfänger für mehrere Wellenbereiche

Nach der deutschen Patentschrift 594 977, Kl. 21 a 4, Gr. 24/01 — Telefunken.

Die gewöhnlichen Empfänger haben einen Wellenbereich von etwa 200 bis 3000 m. Die Anordnung der Apparatteile und die Leitungsführung im Gerät machten hierbei keine Schwierigkeiten. Solche treten jedoch auf, wenn der Wellenbereich in das Gebiet der kurzen Wellen erweitert wird, da sich hier die Leitungskapazitäten störend bemerkbar machen. Um diese Schwierigkeiten zu vermeiden, ist



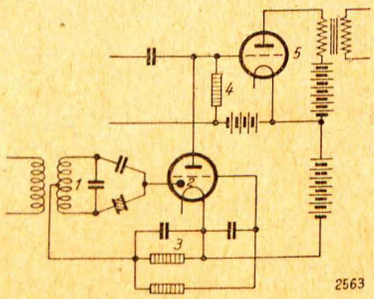
die in der Abbildung dargestellte Anordnung so getroffen, daß im Antennenabstimmungskreis neben Abstimmspulen, die den Grundwellenbereichen des Langwellenempfängers entsprechen, mehrere Spulen, die je einem Kurzwellenbereich entsprechen, vorgesehen sind, dagegen im Oszillatorkreis lediglich Spulen, die den Langwellenbereichen entsprechen. Und zwar werden beim Kurzwellenempfang zur Überlagerung die Oberschwingungen der Oszillatorschwingungen benutzt. Die Anzahl der benötigten Leitungen ist dadurch verringert. In der Abbildung sind a_1 die Antennenspulen, a_2 die Gitterkreisspulen, g die Generatorspulen und r die Rückkopplungsspulen; die Umschaltungen können mit dem gleichen Schalter erfolgen. *Schr.*

Schaltung zur Geräuschunterdrückung

Nach der britischen Patentschrift 410 549 — General Electric Comp.

Die Wirkungsweise der in der Abbildung dargestellten Schaltung zur Geräuschunterdrückung ist folgende: Die modulierten Trägerschwingungen werden über den Kreis 1 der Anode 2 der Zweipolstrecke zugeführt und gleichgerichtet. Entsprechend der Amplitude wird am Widerstand 3 ein Spannungsabfall erzeugt, der die Gittervorspannung des Dreipolsystems in das Negative verschiebt und den Anodenstrom dieses Systems bis auf Null verringert. Damit wird auch der Spannungsabfall am Widerstand 4, der die Röhre 5 vorher gesperrt hatte, zu null, und die Röhre 5 vermag zu arbeiten. Die Röhre 5 bleibt somit gesperrt, bis die der Anode 2 zugeführtenSchwingungen einen bestimmten vorgegebenen Wert überschreiten.

Es ist nun erwünscht, daß die Entsperrung der Röhre 5 erst stattfindet, wenn der Empfänger genau auf einen Sender abgestimmt ist. Um dies zu erreichen, kann man dem Eingangskreis 1, z. B. durch Anwendung eines Piezo-Kristalles, eine hohe Auswahlfähigkeit geben. Ein solches Vorgehen würde jedoch die Anwendung einer großen Anzahl von Kristallen, nämlich für jeden Sender einen, erforderlich machen. Um dies zu vermeiden, kann man die Anordnung

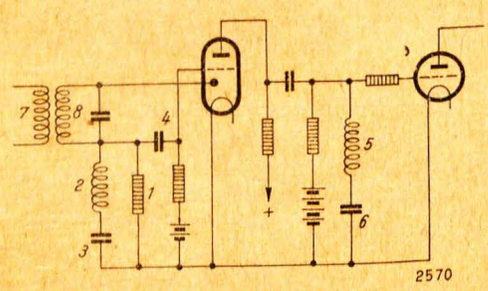


im Zwischenfrequenzteil eines Überlagerungsempfängers zur Anwendung bringen und ihrem Eingangskreis die zwischenfrequenten Schwingungen zuführen. Bei Anwendung der Anordnung in einem Geradeausempfänger kann man auch der Regelröhre eine nicht im Zuge des gewöhnlichen Empfängers liegende Überlagerungsstufe vorschalten. *Schr.*

Überlagerungs-empfänger mit niedriger Zwischenfrequenz

Nach der amerikanischen Patentschrift 1968 259 — K. Posthumus u. T. J. Weyers (Radio Corp. of America).

In Überlagerungsempfängern, die mit einer niedrigen Zwischenfrequenz arbeiten, stößt die Verwendung von widerstands-kapazitäts-gekoppelten Verstärkern aus dem Grunde auf Schwierigkeiten, weil der Kopplungskondensator einen sehr großen Kapazitätswert haben muß. Man verwendet deshalb im allgemeinen die Transformatorkopp-



lung (7, 8). Die gleichen Schwierigkeiten ergeben sich in der zweiten Gleichrichterstufe für den den Gitterwiderstand überbrückenden Kondensator, der bekanntlich einen möglichst geringen Widerstand für die gleichzurichtenden Schwingungen haben muß. Hier kann, wie die Abbildung zeigt, der Widerstand 1 des Eingangskreises durch einen auf die Zwischenfrequenz abgestimmten Serienresonanzkreis 2, 3 überbrückt werden. Diese Ausbildung der Schaltung hat noch den Vorteil, daß die zwischenfrequenten Schwingungen über den Kreis 2, 3, der ja den Widerstand Null hat, abgeleitet werden, ohne einen Spannungsabfall an dem Gitterwiderstand zu erzeugen. Sie können in der dargestellten Schaltung also auch nicht über den Kopplungskondensator 4 in den Niederfrequenzverstärker gelangen. Es hat sich aber herausgestellt, daß trotz dieser Schaltung noch hochfrequente Schwingungen in den Niederfrequenzverstärker gelangen, nämlich die zweite Harmonische der Zwischenfrequenz. Um Störungen durch diese Schwingungen zu vermeiden, ist es deshalb angebracht, im Niederfrequenzverstärker, insbesondere bei Anwendung von Widerstands-Kapazitäts-Kopplung, einen auf diese Frequenz abgestimmten Serienresonanzkreis 5, 6 einzuschalten. *Schr.*

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. — DA IV. Vj. 1935 = 8417. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G. Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 88378, Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung. — Nachdruck sämtlicher Artikel verboten

FUNK

DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

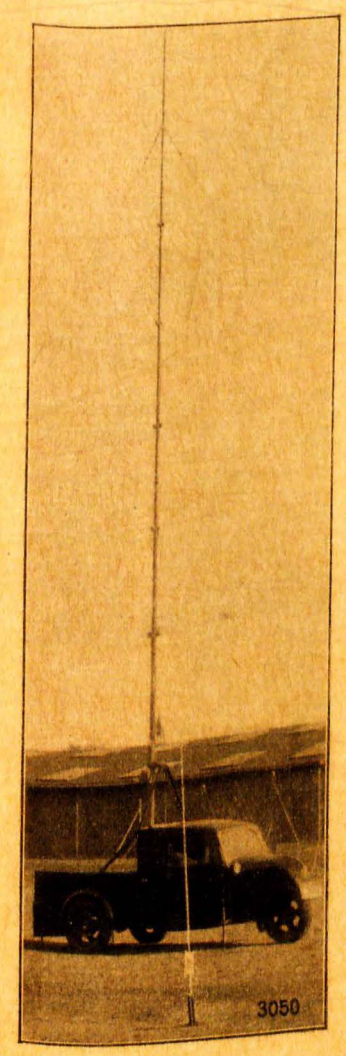
1. April 1936 — Heft 7

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 — Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungskosten von 1 Pfg. enthalten. Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Auf Funkwellen über den Ozean

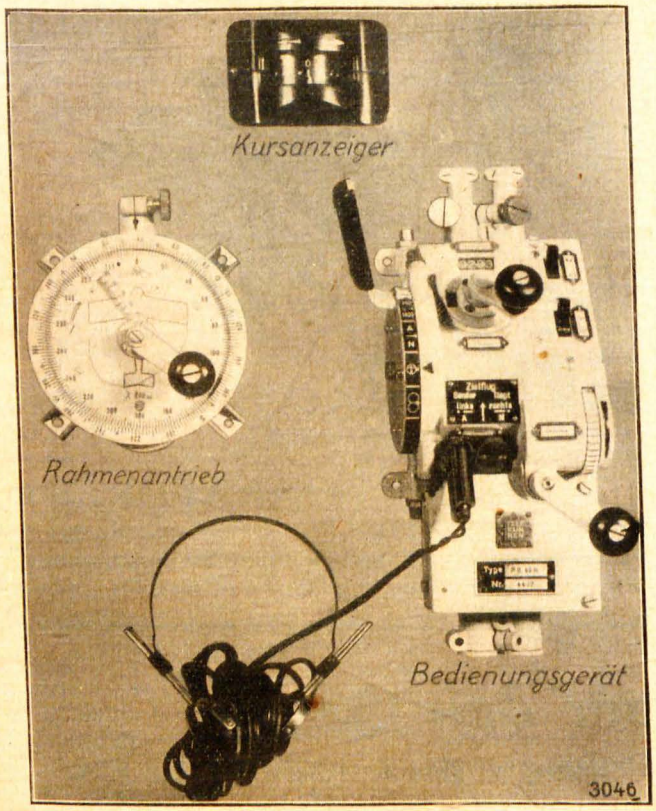
Die drahtlosen Einrichtungen des Luftschiffes LZ 129



Ein Sender der Bodenorganisation

Alle Fachleute sind voll des Lobes über die hervorragende Leistungsfähigkeit und Manövriersicherheit des neuen deutschen Zeppelin-Luftschiffes, das in den letzten Wochen seine Probefahrten und Abnahmeprüfung bestand und das heute, während diese Zeilen im Druck erscheinen, bereits zu seinen ersten Fahrgastreisen unterwegs ist. Man kann es kaum erwarten, bis dieses größere, schönere und sichere Luftschiff nun im Überseeverkehr eingesetzt wird, in dem es genau wie sein Vorgänger, der auch heute noch im fahrplanmäßigen Verkehr verwendete „Graf Zeppelin", Erfolge zu Erfolgen häufen wird. Eine Weltfahrt mit dem „LZ 129" dürfte zu den unvergeßlichsten Erlebnissen gehören, die die heutige Menschheit überhaupt haben kann. Schon die Ausmaße grenzen ans Märchenhafte: 245 m ist das Luftschiff lang, über 41 m sein größter Durchmesser, 190 000 m³ sein Neongasinhalt. Allein die Elektrozentrale des Schiffes hat mit ihren zwei 50 PS-Dieselmotoren gut die dreifache Leistung der Antriebsmotoren des ersten Zeppelin-Luftschiffes „LZ 1", das am 2. Juli 1900 zum erstenmal aufstieg und dem seine beiden Motoren von je 15 PS — sie hatten also gerade die Leistung eines heutigen Kleinwagenmotors! — eine größte Geschwindigkeit von rund 27 km in der Stunde verliehen. Das Luftschiff „LZ 129" aber besitzt für den Antrieb eine Maschinenanlage, die aus vier Dieselmotoren von je etwa 1000 PS besteht und die damit rund 133 mal so stark ist, wie die des ersten Zeppelin-Luftschiffes.

Motoren aber — sie mögen noch so stark sein — können ein Luftschiff nur vorwärts treiben; führen, über den Ozean lenken, kann es nur das menschliche Hirn. Unsere Luftschiffkapitäne übernehmen diese große Aufgabe immer von neuem mit wunderbarer Entschlossenheit und Tatkraft. Sie können das, weil ihnen jahrzehntelange Erfahrungen zur Seite stehen, die in diesem Umfang und in dieser Reife nur einmal in der Welt vorhanden sind. Sie können das vor allem, weil sie sich nicht nur im Hinblick auf ihr Schiff und seine Motoren, sondern vor allem im Hinblick auf die zahlreichen der Navigation dienenden Einrichtungen und die Funkanlage voll auf die deutsche Technik verlassen können. Ursprünglich aus einigen wenigen Sendern und Empfängern sowie einem drahtlosen Peiler bestehend, Geräten, wie sie auch auf Seeschiffen und in Flugzeugen verwendet werden, ist die drahtlose Einrichtung beim LZ 129 diesem Sonderzweck entsprechend zu hoher Vollkommenheit entwickelt worden. Das Luftschiff verfügt über einen Langwellen- und einen Kurzwellensender, über Allwellen-Empfänger, mit denen alle Wellenlängen von 15 m bis zu 20 km Länge aufgenommen werden können, vor allem aber über eine umfangreiche Funk-Navigationseinrichtung, die sowohl den Zielflug über große Entfernungen, als auch Schlechtwetter-Landungen in Form ausgesprochener Blindlandungen ermöglicht. Für diese Landenavigation wurde in Friedrichshafen eine eigene Bodenorganisation geschaffen, die aus drei fahrbaren Sendern besteht und die damit den jeweiligen Windverhältnissen angepaßt werden kann. So ist es möglich, unter Ausnutzung der Funk-Navigationseinrichtung das Luftschiff — wenn es sein muß, mit verhängten Kabinenfenstern — auf Funkwellen über den Ozean zu leiten.

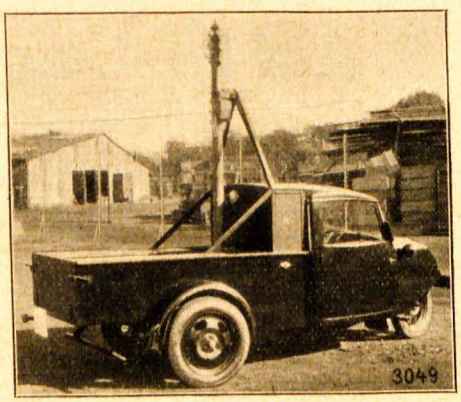


Die wichtigsten Bestandteile der Zielflug-Teilanlage (der Empfänger ist aus diesem Bild nicht ersichtlich)

Über die Leistungsfähigkeit der drahtlosen Einrichtungen des LZ 129, die von der Telefunken-Gesellschaft gebaut wurden, hörte man schon von seiner zweiten Probefahrt viel Rühmliches. Als man über dem bayerischen Hochland die Manövrierfähigkeit des Luftschiffes erprobte, wollten auch die Funker feststellen, was ihre „Kisten" hergeben, und sie suchten mit ihrem Kurzwellensender Verbindung mit verschiedenen Stationen des Kontinents. Zu ihrer Freude konnten sie schon nach kurzer Zeit feststellen, daß einwandfreie Verbindungen, telegraphisch und telephonisch, mit einer ganzen Zahl amerikanischer Küstenfunkstellen möglich sind, die den Kurzwellensender des Luftschiffes ausgezeichnet empfingen und ihm ihre Grüße übermittelten. Auf Welle 24 m hatte man Gegensprechverkehr mit der amerikanischen Funkstelle Shattam, während das Luftschiff über Bad Tölz kreuzte; eine Entfernung von rund 7000 km war damit von dem Luftschiffsender betriebssicher überbrückt.

Für den laufenden Funkverkehr mit den Landstationen und Überseeschiffen besitzt das Luftschiff zwei Sender und zwei Empfänger, nämlich einen Langwellensender für den Bereich 575 bis 2700 m (525 bis 111 kHz) mit einer Telegraphie-Oberstrichleistung von 200 Watt, und einen Kurzwellensender für den Wellenbereich 17 bis 70 m (17,7 bis 4,28 MHz) von gleicher Leistung. Der Langwellenbereich ist in vier, der Kurzwellenbereich in zwei Stufen unterteilt. Während der Kurzwellensender einen einfachen Draht benutzt, der mit einer Haspel soweit ausgefahren wird, daß seine Länge einer Viertelwelle entspricht, verwendet man für den Langwellensender eine zweidrähtige Antenne von 120 m Länge, die mit einer Motorwinde ein- und ausgefahren wird. Über die gleiche Antenne kann ein Gegensprechverkehr durchgeführt werden; bespricht man das Mikrophon, so schaltet sich der Sender selbsttätig ein, und er wird ebenso selbsttätig abgeschaltet, wenn man mit dem Sprechen länger als eine halbe Sekunde aussetzt. In den Sprechpausen ist der Empfänger an die Antenne geschaltet, so daß man die Gegenstation empfangen kann.

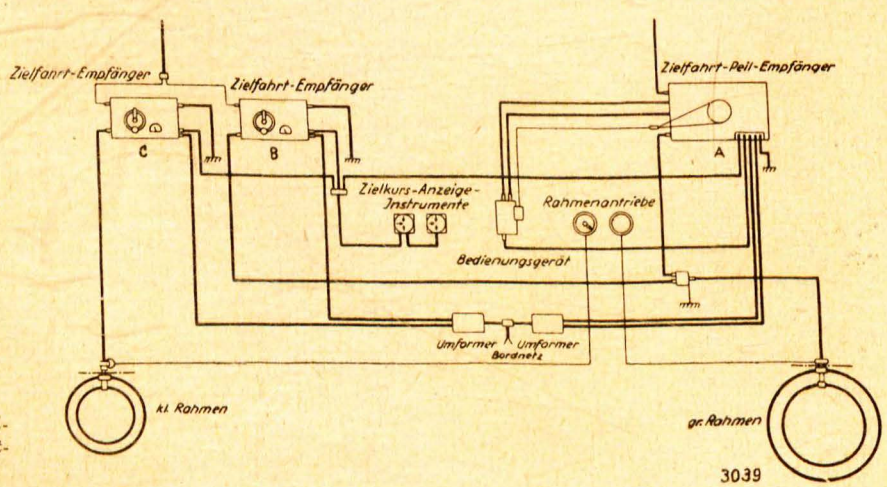
Für den Empfang werden zwei Allwellenempfänger benutzt, deren Gesamt-Wellenbereich 15 m bis 20 000 m in 10 Stufen unterteilt ist; die Spulen sitzen auf keramischen Körpern, und diese wieder sind auf einer revolverartigen Drehscheibe angeordnet, mit deren Hilfe eine sehr schnelle Umschaltung möglich ist. Im übrigen handelt es sich hier um denselben Zweikreis-Vierröhren-Geradeausempfänger,



Einer der drei fahrbaren Sender des Luftschiffhafens, die dem Luftschiff die Schlechtwetter-Landung ermöglichen

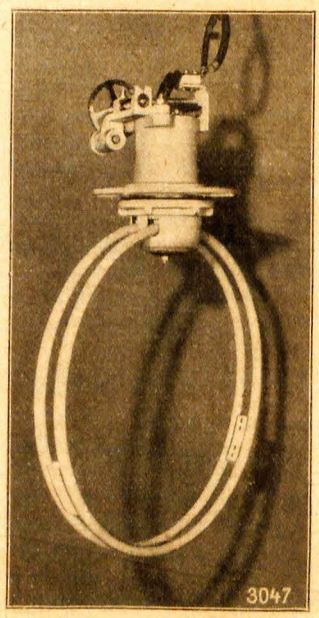
der sich in den letzten Jahren in den Debeg-Stationen auf allen Schiffen und auch in ortsfesten kommerziellen Empfangsstationen ausgezeichnet bewährt hat.

Während es sich bei den Sendern und Empfängern um mehr oder weniger normale Geräte handelt, wurden für die Funknavigation Einrichtungen geschaffen, die den besonderen Bedürfnissen des Luftschiffes angepaßt sind. Wie der Schaltplan zeigt, weist die Anlage einen Zielfahrt-Peilempfänger normaler Bauart, außerdem aber zwei Zielfahrtempfänger in Sonderausführung auf; der Zielfahrt-Peil-



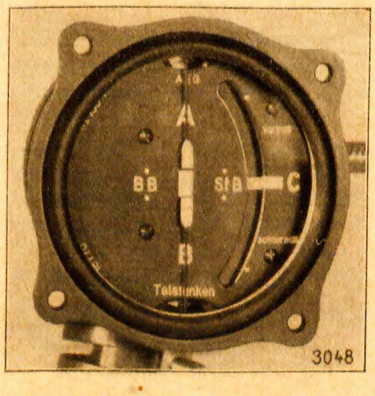
Schaltplan der Funk-Navigationseinrichtung des Luftschiffes LZ 129

empfänger wird für Zielfahrten über größere Entfernungen benutzt, während die drei Geräte zusammen nur bei Schlechtwetterlandungen eingesetzt werden. Die zu den Empfängern gehörenden Peilrahmen — ein großer und ein kleiner — sind am Bug des Schiffes angebracht; außerdem sind zwei Hilfsantennen erforderlich. Die normale Zielflug-Peilanlage arbeitet auf einem Wellenbereich von 300 bis 1800 Meter; der Rahmen hat einen Durchmesser von nur



Der große Zielflug-Peilrahmen

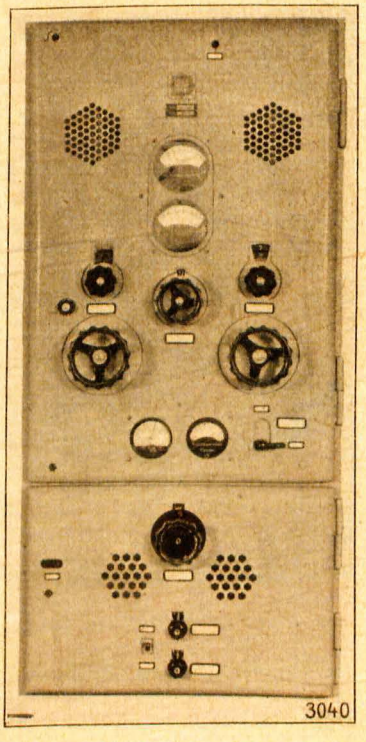
0,4 m und ist um 360 Grad drehbar. Er ist an einen Siebenröhren-Empfänger mit Fremdüberlagerung angeschlossen, der von einem besonderen Bedienungsgerät aus fernbedient wird. Er ist als Dreikreis-Empfänger geschaltet; der Empfang ungedämpfter Stationen ist nach Zuschalten des eingebauten Überlagerers möglich. Beim Zielflug kann man das Abweichen von dem auf den Sender zu gerichteten Kurs sowohl akustisch als auch optisch



Zielflug-Kursanzeiger für die Schlechtwetter-Landeeinrichtung

an einem entsprechenden Zielkursanzeiger wahrnehmen. Die Arbeitsweise dieser Einrichtung ist im übrigen die der bekannten Peilempfänger; man verwendet sie also außer für den Zielflug für Standorts-Bestimmungen des Luftschiffes durch Anpeilen von in ihrer Lage bekannten Sendern.

Um mit der Schlechtwetter-Landeeinrichtung, die durch die drei Peilempfänger in zweckmäßiger Zusammenschaltung gebildet wird, arbeiten zu können, ist das Vorhandensein einer entsprechenden Boden-Organisation Bedingung; in Friedrichshafen wurde eine solche Organisation von Telefunken eingerichtet. Sie besteht aus drei Klein-Kraftwagen, in die kleine Sender eingebaut sind, die ihrerseits auf teleskopartig ausfahrbare, 12 m hohe Masten arbeiten. Die drei Sender werden in Berücksichtigung der jeweiligen Windrichtung in einem Dreieck aufgestellt und strahlen nun entsprechende Wellenlängen und Signalgruppen aus, die von den drei Peilempfängern aufgenommen werden. Der große Peilrahmen steht mit dem Zielfahrt-Peilempfänger A und mit dem Zielfahrtempfänger B in Verbindung; der kleine Peilrahmen dagegen ist an den anderen Zielfahrtempfänger C angeschaltet. Zu beiden Seiten der Peilrahmen befinden sich Ringe aus Metall, die die Rückstrahlwirkung des Luftschiffrumpfes auf die Peilrahmen aufheben. An den Ausgängen der drei Empfänger liegen nun die Zielkurs-Instrumente, die je drei Zeiger aufweisen; jeder der drei Zeiger wird von einem der vorhandenen Peiler gesteuert. Aus der Stellung der Zeiger kann man genau erkennen, an welcher Stelle über dem Hafen sich das Luftschiff befindet, und man kann ihm von den Sendern aus geeignete Signale übermitteln, die ihm die Landung ermöglichen. Wie diese Einrichtung im einzelnen arbeitet, soll in einem späteren Aufsatz gezeigt werden.



Schalttafel des Langwellensenders

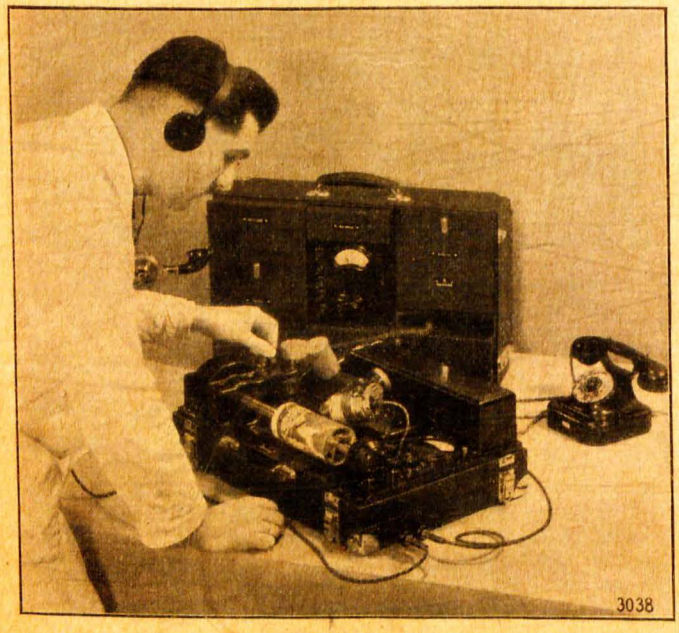
So bleibt zum Schluß noch etwas über die Stromversorgung der Funkzentrale des Luftschiffes zu sagen. Die Peilempfänger werden selbstverständlich aus Batterien gespeist, damit sie auch dann betriebsfähig sind, wenn die elektrische Zentrale — was aber kaum im Bereich der Möglichkeit liegt — versagen sollte. Auch die beiden Allwellen-Empfänger entnehmen den Betriebsstrom Batterien. Die Sender dagegen werden aus Umformern gespeist, die primärseitig an das Bordnetz angeschlossen sind, das aus zwei großen Diesel-Generatoren versorgt wird. Die Maschinen können in der üblichen Art wahlweise auf den einen oder anderen Sender geschaltet werden.

So verfügt das neue Zeppelin-Luftschiff LZ 129 auch hinsichtlich seiner Funkanlage über mustergültige Einrichtungen, die einen Höchststand der deutschen Funktechnik verkörpern. Das Schiff kann sich ruhig den Funkwellen anvertrauen, sie werden es sicher über den Ozean und um die Welt leiten. *Werkbilder* *Schw.*

Ein neuer tragbarer Bildtelegraph

In den Tageszeitungen, vor allem in den großstädtischen Blättern, ist das Bild stark in den Vordergrund getreten, und die schnelle und zuverlässige Übermittlung zeitwichtiger photographischer Aufnahmen spielt für die führenden Zeitungen eine wichtige Rolle. Neben Eilpost und Flugzeug ist seit einigen Jahren der Bildtelegraph getreten, der in der Geschwindigkeit der Übermittlung die Bildnachricht nun endlich der Wortnachricht gleichwertig werden ließ. Europa verfügt über ein Netz von Bildtelegraphieverbindungen, das alle wichtigen Hauptstädte einschließt und das in erster Linie von den Zeitungen in Anspruch genommen wird, um sich wichtige Bilder zutelegraphieren zu lassen. Das englische Netz, das wie das deutsche nach dem System Siemens-Karolus-Telefunken arbeitet, gehört sogar den großen Zeitungsgesellschaften.

Bisher war man in der Benutzung der Bildtelegraphie insofern einer Beschränkung unterworfen, als ein Verkehr nur zwischen den großen Städten möglich war. Wenn



Tragbarer Bildtelegraph während der Sendung

diese auch als Empfänger fast ausschließlich in Frage kommen, denn in ihnen haben die Zeitungsdruckereien ihren Sitz, so besteht doch oft der Wunsch, Bilder von kleinen, unbekannten, aber gerade im Mittelpunkt eines wichtigen Ereignisses stehenden Orten aus zu senden. Deshalb wurde von Siemens gemeinsam mit dem Reichspostzentralamt ein tragbarer Bildtelegraphiesender entwickelt, der von der Deutschen Reichspost bei der Winter-Olympiade in Garmisch-Partenkirchen zum ersten Male eingesetzt wurde: drei solcher Sender haben rund 400 Bilder während der Olympiade ins Inland und ins Ausland gesandt.

Das Gerät besteht aus zwei Koffern von etwa 20 und 30 kg Gewicht; es benötigt keinerlei fremde Stromquellen, vor allen Dingen keinen Netzanschluß, sondern entnimmt sämtliche Betriebsenergien eigenen Batterien. Eine Heizbatterie liefert den Heizstrom für die Verstärkerröhren und für die Abtastlampe, außerdem den Betriebsstrom für den Motor, der die Bildwalze antreibt; Photozellen- und Anodenspannung werden einer normalen Anoden-Trockenbatterie entnommen. Der tragbare Bildempfänger, der in Deutschland bei wichtigen Anlässen von der Deutschen Reichspost eingesetzt wird, kann an jede Fernsprechleitung angeschlossen werden, und er liefert, was besonders wichtig ist, die gleiche Bildgüte wie die großen ortsfesten Anlagen, mit denen er ja auch zusammenarbeitet. In Berlin z. B. dienten die im Besitz der Reichspost befindlichen großen Bildtelegraphieeinrichtungen zum Empfang der Bilder.

Mit diesem neuen Gerät kann sich nunmehr die schnelle Bildberichterstattung die ganze Welt erobern. Überall dort, wo ein Fernsprechanschluß vorhanden ist, kann das Gerät eingestzt werden, um den mit Bildempfängern ausgestatteten Hauptstädten Bilder zuzusenden. Es ist denkbar, daß sich Expeditionen Geräte dieser Art beschaffen, um interessante Aufnahmen sofort an ihre Auftraggeber abzusetzen, wenn sie irgendwo die Zivilisation, d. h. in diesem Falle also einen Fernsprechanschluß, erreicht haben. Grundsätzliche Schwierigkeiten gibt es hier nicht; ausführungstechnische Aufgaben wären hierzu wie auch für einen Einsatz der Geräte im Funkdienst natürlich noch in Fülle zu lösen. *Werkbild* —*dt.*

Neue Antennen-Vorschriften des VDE

Der Unterausschuß „Antennen" des Ausschusses für Hochfrequenztechnik beim Verband Deutscher Elektrotechniker E. V. hat die seit 1925 gültige Fassung der „Vorschriften für Außenantennen" (VDE 0855) einer Neubearbeitung unterzogen. Nach umfangreichen Vorarbeiten ist ein erster Entwurf dieser Arbeit, als deren Geltungsbeginn der 1. Januar 1937 in Aussicht genommen ist, jetzt fertiggestellt worden.

Dieser Entwurf trägt den seit 1925 veränderten Verhältnissen in vollem Maße Rechnung. Das drückt sich schon in dem Titel aus, der künftig umfassender „Vorschriften für Antennenanlagen" lauten soll. Vorschriften für Antennen mit einem Stützpunkt (Stabantennen) sind ebenso aufgenommen worden wie solche für abgeschirmte Zuführungen. Erheblich erweiterte Begriffserklärungen legen die in den letzten Jahren entstandenen Bauarten und Einrichtungen eindeutig fest, und die Vorschriften geben umfassende Bauanweisungen, die den notwendigen Grad von mechanischer sowohl wie elektrischer Sicherheit gewährleisten.

Wenn die Neufassung am 1. Januar 1937 in Kraft tritt, dürfte damit ein weiterer großer Schritt zur Vervollkommnung des Rundfunkempfangs in Deutschland getan sein.

Rundfunkanschluß in jeder Wohnung

Einen für den Ausbau der Stromversorgung der Stadt sowie für die Förderung des Rundfunks wichtigen Schritt haben dieser Tage die Vereinigten Elektrizitätswerke der Stadt Birmingham unternommen. Abgesehen davon, daß demnächst alle bisher noch nicht mit Strom versorgten Häuser an das Lichtnetz angeschlossen werden, hat das Unternehmen beschlossen, in jeder Wohnung einen besonderen Anschluß für Rundfunkempfänger vorzusehen. Für den aus diesem Anschluß entnommenen Strom wird eine Pauschalgebühr von nur 5 s. vierteljährlich erhoben werden.

Neuer Großsender in Italien

Die norditalienische Sendegruppe wird in den nächsten Wochen durch den neuen 50 kW starken Sender Bologna, der den Namen Radio-Marconi tragen wird, erweitert. Voraussichtlich soll die feierliche Inbetriebnahme des Senders am 21. April dieses Jahres erfolgen. Die Zahl der italienischen Sender wächst damit auf 15 und die Gesamtsendestärke von z. Z. etwa 180 auf 230 kW.

Ein moderner Überlagerungssummer

Von
Manfred von Ardenne

Nachdem wir bereits in Heft 16 des „Funk", 1935, die Bauanleitung für einen für exakte Messungen geeigneten Schwebungssummer gegeben haben, soll nachfolgend ein ähnliches Gerät mit größerer Leistung und für besonders hohe Ansprüche und vielseitige Anwendbarkeit beschrieben werden, das aber entsprechend größeren Aufwand erfordert.

In der elektrischen und akustischen Meßtechnik ist der Überlagerungssummer überall dort, wo Wechselströme leicht und in einem großen Bereich veränderlicher Frequenz benötigt werden, zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel geworden. Die Anforderungen, die an Instrumente dieser Art hinsichtlich Unabhängigkeit der Ausgangsamplitude von der Frequenz, Kurvenform, Frequenzkonstanz, Störspannungsverhältnis, Frequenzumfang und Ausgangsleistung gestellt werden, sind im Laufe der Jahre gewaltig gestiegen. Dafür hat die Technik eine Reihe neuer Hilfsmittel (Spezialröhren für Mischung, Glimmstrecken-Stabilisatoren usw.) und Schaltungserfahrungen zur Verfügung gestellt, so daß die Erfüllung der gesteigerten Anforderungen gelingt.

Der Verfasser hatte sich die Aufgabe vorgenommen, für die Zwecke seines eigenen Laboratoriums und für evtl. spätere Herstellung einen modernen Schwebungssummer durchzubilden. Über das Ergebnis der auf dieses Ziel gerichteten Arbeiten sei im folgenden berichtet.

Die Schaltung und ihre Besonderheiten

Die Schaltung des Generators ist in Abb. 1 wiedergegeben. Die Mischung der in zwei getrennten, gleichartig aufgebauten Sendern hergestellten Hochfrequenzschwingungen erfolgt durch eine Sechspolröhre [1]). Um die Neigung zur Schwingungsmitnahme im Bereich tiefer Schwebungsfrequenzen möglichst abzuschwächen, sind beide Sender völlig gegeneinander abgeschirmt und die Spannungs- und Stromzuführungen durch Widerstandskondensator oder Drosselkondensator-Kombinationen weitgehend voneinander entkoppelt. Insbesondere wurde darauf geachtet, daß nicht über die Heizleitungen der beiden Senderöhren Verkopplungen eintreten. Wird Wert darauf gelegt, gut sinusförmige Schwingungen von Frequenzen zu erhalten, die unterhalb des Hörbereiches liegen, so wird es notwendig, die Schwingkreisspulen in den Abschirmkästen noch einmal für sich abzuschirmen. Gegebenenfalls können hier auch entsprechend abgeglichene Ferrocart-Spulen zur Anwendung kommen. Weiterhin empfiehlt es sich in diesem Falle, durch entsprechende Anordnung der Röhren und Schwingungskreise dafür zu sorgen, daß auch bei längerem Betrieb keine wesentlichen Temperaturerhöhungen von Bestandteilen der Schwingungskreise eintreten können. Grundsätzlich ist auf sorgfältigste Abschirmung der Zuleitungen zu den beiden Steuergittern der Sechspolröhre zu achten. Bei Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte gelingt es, die Mitnahme so klein zu halten, daß Frequenzen von fast 1 Hertz bei Anwendung von Senderfrequenzen der Größenordnung 200 000 Hertz einstellbar werden. Das bedeutet, daß von etwa 10 Hertz ab aufwärts eine gute, durch Mitnahme nicht mehr verzerrte Generatorspannung besteht. Wird verlangt, daß Frequenzen unter 10 Hertz gut sinusförmig und mit großer Frequenzkonstanz erzeugt werden, so wird es notwendig, zur weiteren Entkopplung zwischen Mischröhre und Überlagerern nach dem Vorgehen von R. von Radinger [2]) Entkopplungs-

[1]) Vgl. U. Bab und Th. Schultes, Die Hexode als Mischrohr i. Schwebungssummer, ENT., Bd. 11, H. 3, 1934.

[2]) R. von Radinger, Ein verbesserter Überlagerungssummer, Zeitschrift f. techn. Physik, Bd. 14, H. 5, 1933.

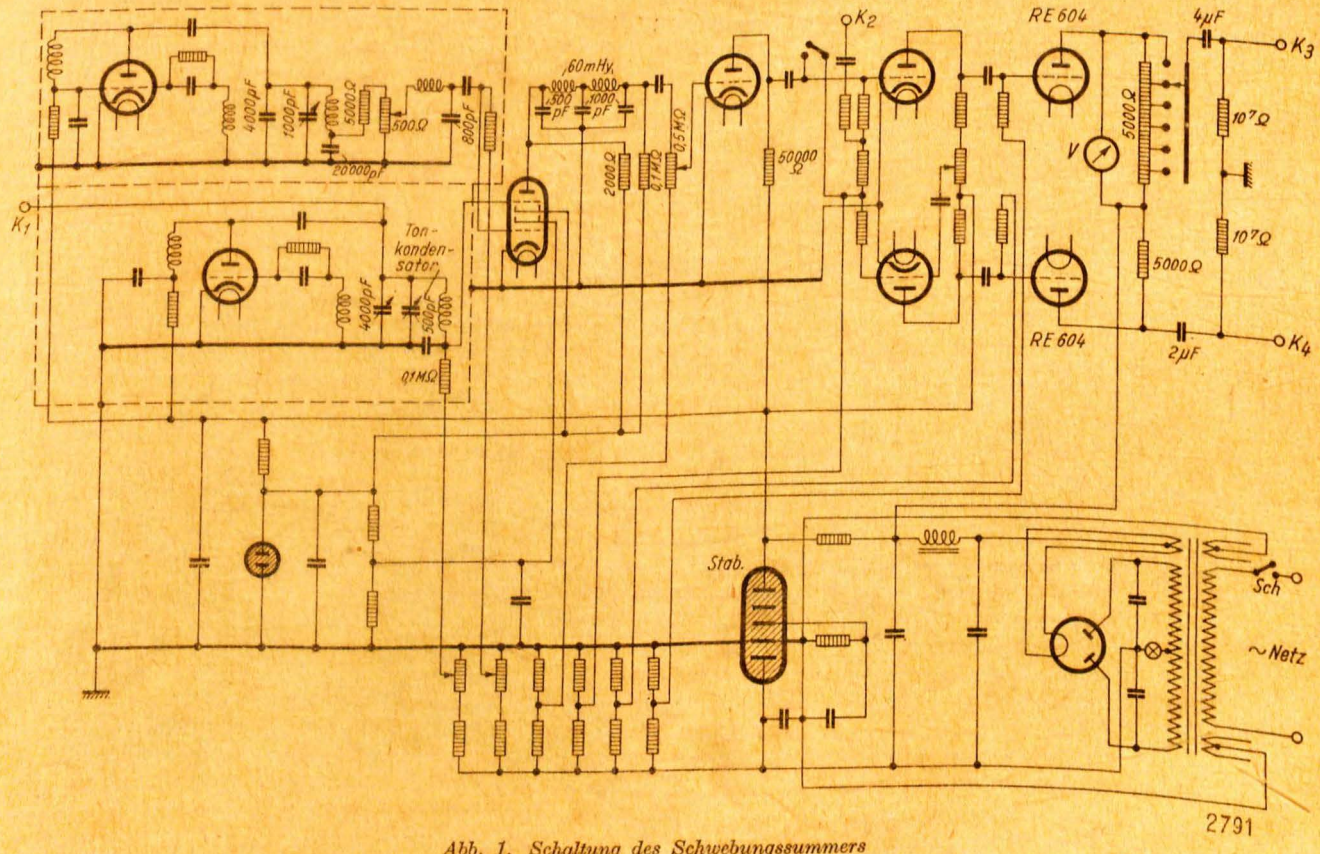


Abb. 1. Schaltung des Schwebungssummers

röhren zu schalten und mit wesentlich tieferen Senderfrequenzen, z. B. 20 000 Hertz, zu arbeiten. Im allgemeinen wird man jedoch auf diese Maßnahmen, die eine wesentliche Verteuerung des Instrumentes und eine Aufteilung des Tonfrequenzbereiches erzwingen, verzichten können.

Damit ein gut sinusförmiger Schwebungston entsteht, kommt es bekanntlich sehr darauf an, daß wenigstens einer der beiden Sender weitgehend frei von Oberschwingungen ist. Um von vornherein einen geringen Oberwellengehalt zu erreichen, sind nicht die Gitterkreise, sondern die Anodenkreise abgestimmt. In Übereinstimmung mit dem Vorgehen von v. Radinger (l. c.) werden die der Mischstufe zugeführten Teilspannungen der Hochfrequenz an Kapazitäten abgegriffen, die mit der Selbstinduktion in Reihe geschaltet sind. Hierdurch wird eine weitere Schwächung der Oberwellen bewirkt. Um den Oberwellengehalt auf einen nicht mehr schädlichen Wert herabzudrücken, ist bei dem oben gezeichneten, auf fester Welle arbeitenden Überlagerer noch ein weiterer, auf die Grundschwingung abgestimmter Schwingungskreis vorgesehen, der im Interesse der Amplitudenkonstanz durch den gezeichneten Ohmschen Spannungsteiler zusätzlich gedämpft wird. Die Bemessung der Spannungsteiler beider Sender ist in Abb. 1 näher angegeben. Sender und Spannungsteiler sind etwa dann richtig abgeglichen, wenn von der festen Welle am ersten Steuergitter der Sechspolröhre eine Spannung von etwa 0,5 Volt effektiv und am zweiten Steuergitter eine Hochfrequenzspannung von etwa 2 Volt effektiv besteht.

Wird eine Überlagererfrequenz von etwa 200 000 Hertz vorausgesetzt, so überstreicht ein Tonkondensator von 500 cm den Frequenzbereich von etwa 0 bis 10 500 Hertz, wenn die übrigen Kapazitäten der Überlagerer-Schwingungskreise auf die in Abb. 1 angegebenen Werte gebracht sind. Da die Kapazitätsänderung bei dem Überlagerer mit veränderlicher Welle im Maximum den Wert von etwa 10 % nur wenig überschreitet, ändern sich die übrigen Schwingungskreisdaten (Resonanz-Widerstand, Dämpfung) wenig, so daß die Amplitude der Sendeschwingung ebenfalls nur kleine Schwankungen aufweist. Die leichte Abnahme der Amplitude am Schwingungskreis bei Eindrehen des Tonkondensators wird praktisch etwa dadurch ausgeglichen, daß die Spannung an der besprochenen, der Selbstinduktion in Reihe geschalteten Kapazität abgegriffen wird. Durch die gewählte Schaltung und Bemessung wird erreicht, daß die Hochfrequenzamplitude am zweiten Steuergitter der Sechspolröhre praktisch unabhängig von der Stellung des Tonkondensators ist, so daß auch die Amplitude der in der Sechspolröhre entstehenden Schwebungsfrequenz unabhängig von der Tonkondensator-Einstellung wird.

Zur Hochfrequenzaussiebung ist eine zweigliedrige Siebkette vorgesehen, deren Eigenfrequenz etwas über 100 000 Hertz liegt. Die angegebenen Werte für den Anodenwiderstand der Sechspolröhre sowie für den Widerstand am Ende der Kette sichern weitgehende Konstanz der Schwebungsamplitude bei innerhalb des Hörbereichs veränderter Frequenz.

Die extrem geringe Frequenzabhängigkeit der Ausgangsspannung, die eine weiter unten wiedergegebene Messung beweist, ist nur erreichbar, wenn die folgenden Niederfrequenz- und Endverstärkerstufen eine besonders geringe Frequenzabhängigkeit aufweisen; um Verzerrungen als Folge der Anodenrückwirkung in den Eingitterröhrenstufen klein zu halten, sind die Anodenwiderstände niedrig gewählt und gleichzeitig auch der zur Lautstärkenregelung benutzte Spannungsteilerwiderstand. Von besonders starkem Einfluß auf die Frequenzkurve ist die Wahl des Anodenwiderstandes der auf den Lautstärkenregler folgenden Eingitterröhrenstufe.

Der Niederfrequenzverstärker ist so dimensioniert und geschaltet, daß er seinen vollen Verstärkungsgrad bis zu Frequenzen bis etwa 1 Hertz herab besitzt.

Durch Anwendung der Glimmstreckenteiler und durch die Schaltung der verschiedenen Stufen wird erzwungen, daß der Verstärker trotzdem stabil bleibt, d. h. frei von Relaxationsschwingungen. Die Symmetrieschaltung der Vorstufe ist vorgesehen, um die zur Durchsteuerung der Endstufe notwendigen großen Steuerspannungen verzerrungsfrei herstellen zu können.

Durch die Reihenschaltung von zwei Glimmteilerstufen und durch die übrige Dimensionierung der Drosselkette des Netzgerätes ist der Einfluß von Netzspannungsschwankungen praktisch ausgeschaltet und die Brummspannung auf den Betrag von weniger als 1 % der maximalen Ausgangsspannung herabgesetzt.

Die Endstufe ist so dimensioniert, daß der Generator für möglichst viele verschiedenartige Meßaufgaben verwendbar ist. Für sehr viele Meßaufgaben wird eine Spannung gegen Erde von genau definierter Amplitude verlangt. Eine solche Spannung kann zwischen der Ausgangsklemme K_3 der Hauptstufe und der Erdklemme abgenommen werden. Die Höhe dieser Spannung wird durch ein Trockengleichrichter-Voltmeter V bestimmt. Spannungen von 100 Volt Scheitel werden von der Hauptstufe unverzerrt abgegeben. Geradzahlige Teilbeträge der vom Instrument gemessenen Gesamtspannung können an entsprechend angeordneten Abgriffen des im Anodenkreis der Hauptstufe vorgesehenen Spannungsteilers abgenommen werden. Mit Rücksicht auf die Frequenzabhängigkeit der zur Zeit handelsüblichen Trockengleichrichter-Instrumente muß die Spannungsmessung bei einer mittleren Frequenz erfolgen. Diese Messung gilt jedoch, wie die weiter unten gebrachte Frequenzabhängigkeitskurve zeigt, auch für beliebige andere Frequenzen des Hörbereiches.

Für Eichung von Kondensatormikrophonen, Röhrenvoltmetern, Aufnahme von Frequenzkurven von Verstärkern usw. usw. kann das Instrument in der eben besprochenen Weise benutzt werden. Für Messungen mit Kathodenstrahlröhren, wo gegen Erde symmetrische Spannungen zweckmäßig sind, wird die ohnehin notwendige Symmetriestufe mit ausgenutzt und eine Spannung doppelter Amplitude zwischen den Klemmen K_3 und K_4 abgenommen.

Für Lautsprechermessungen wird man im allgemeinen nur mit der Hauptstufe arbeiten. Durch entsprechende Wahl des Abgriffes an dem Anodenwiderstand der Hauptstufe oder durch Reihenschaltung von Ohmschen Widerständen geeigneter Größe ist dafür zu sorgen, daß der innere Widerstand derjenigen Endstufe, mit der der Lautsprecher normalerweise zusammenarbeitet, nachgeahmt wird.

Die Ausführung des Generators

Die Innenansicht eines mit der Schaltung Abb. 1 ausgerüsteten Tongenerators ist in Abb. 2 gezeigt. Links befinden sich die beiden Endröhren und die Gleichrichterröhre, die Vorstufe und die Sechspolröhre. Rechts daneben sind die beiden abgeschirmten Überlagerer aufgebaut, während ganz rechts der Tonkondensator angeordnet ist. Dieser Kondensator, dessen Plattenkurve so berechnet ist, daß etwa ein logarithmischer Frequenzmaßstab bei der Tonkondensatorskala entsteht, ist bereits in einer früheren

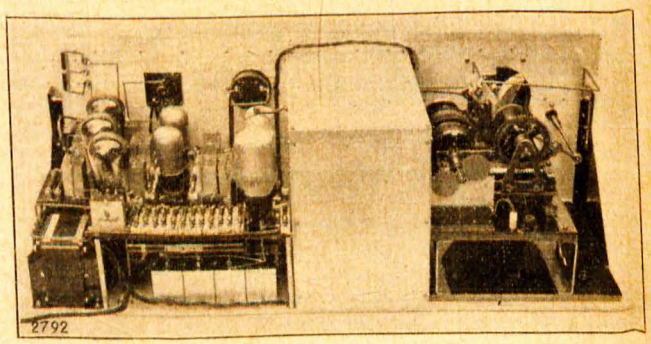


Abb. 2. Rückansicht des Tongenerators

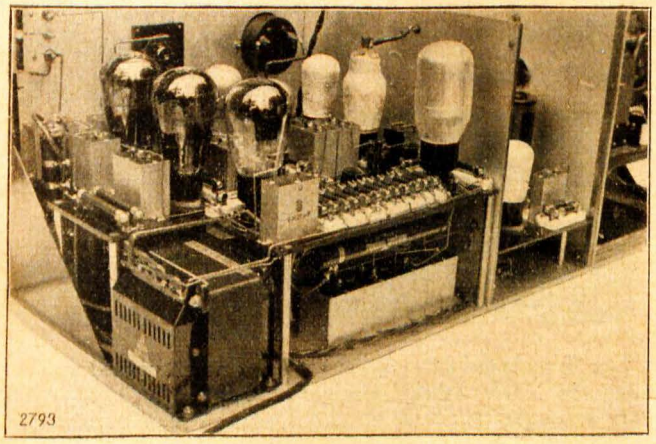


Abb. 3. Der Verstärker- und Netzteil des Generators

Veröffentlichung des Verfassers ausführlich besprochen worden [3]). Analog der damals beschriebenen Anordnung kann der Tonkondensator nach Betätigung einer einfachen Kupplungseinrichtung durch einen Motor angetrieben werden, so daß, je nach der eingestellten Motordrehzahl, in

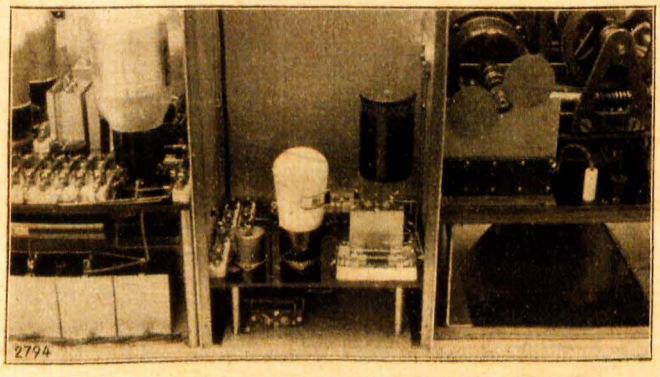


Abb. 4. Blick auf einen der Überlagerer und den Heulton-Kondensator

einer Zeit von etwa 30 Sekunden bis 4 Minuten der gesamte Tonfrequenzbereich automatisch durchlaufen wird. Für Lautsprechermessungen in einem Nachhallraum kann

[3]) M. v. Ardenne: Über eine Schallmeßeinrichtung. Teil II. Funkbastler, 1930, Heft 29.

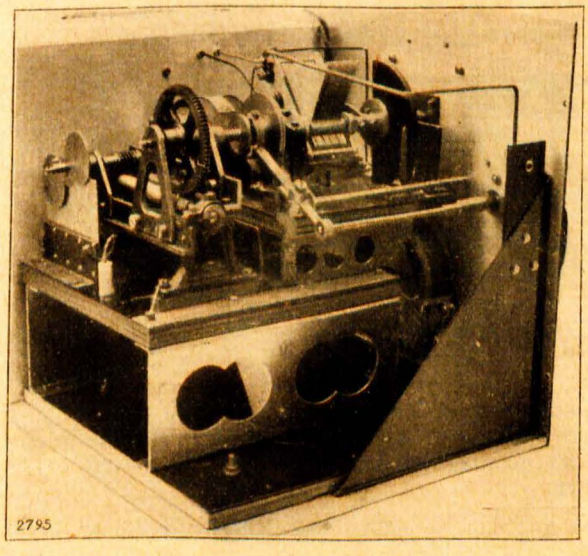


Abb. 5. Der elektrisch angetriebene Ton-Kondensator mit der Kupplungseinrichtung und dem Übersetzungsgetriebe

wahlweise auch ein Heulkondensator, der durch den gleichen Motor angetrieben wird, eingeschaltet werden. Eine genauere Ansicht des Netzteiles und des Verstärkerteiles ist in Abb. 3 wiedergegeben.

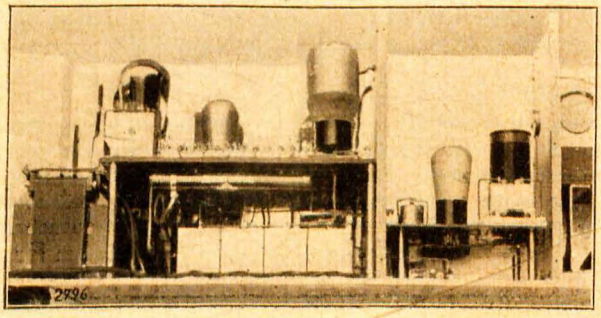


Abb. 6. Ein weiterer Blick auf das Instrument

Abb. 4 zeigt die Anordnung des Überlagerers mit fester Wellenlänge, ganz rechts im Bilde ist die charakteristische Platte des Heul-Kondensators sichtbar. Abb. 5 vermittelt eine Ansicht des Tonkondensatorteiles mit der Kupplungsvorrichtung, dem Antrieb und dem Übersetzungsgetriebe. Unten rechts ist der Widerstand zur Drehzahlregelung angeordnet. Abb. 6 gibt eine weitere Übersicht über den Auf-

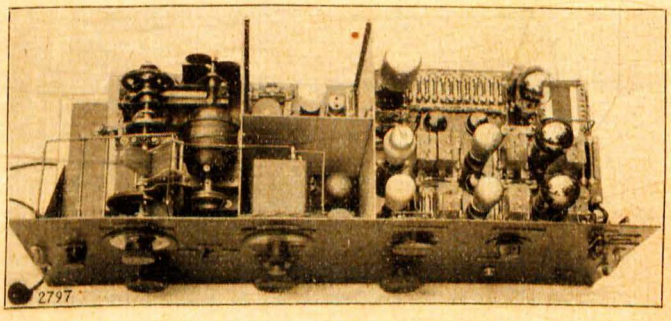


Abb. 7. Ansicht des Generators von oben

bau des Instrumentes aus einer anderen Blickrichtung. In Abb. 7 ist die Gesamtansicht des beschriebenen Überlagerungssummers von oben aufgenommen. Das Äußere des Instrumentes zeigt das Lichtbild Abb. 8. Ganz links ist der Kupplungshebel und in der oberen Reihe links der Tonkondensator mit geeichter Frequenzskala angeordnet. Daneben rechts befindet sich eine größere Kapazität zur Grobabgleichung, die auch dann zur Frequenzeinstellung benutzt wird, wenn Frequenzen verlangt werden, die oberhalb des Hörbereiches liegen. Unterhalb dieser Kapazität ist ein

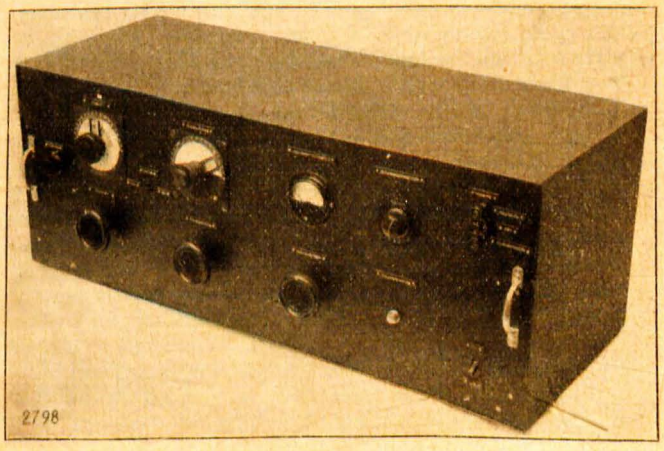


Abb. 8. Außenansicht des Schwebungssummers

Kondensator zur Feinabgleichung der Null-Lage angeordnet und rechts neben dem Kondensator das Trockengleichrichterinstrument. Unter dem Instrument liegt der Amplitudenregler. Rechts neben dem Instrument ist der Schalter für die verschiedenen Abgriffe des Anodenwiderstandes der Hauptstufe angebracht und unter diesem eine Drucktaste zu kurzzeitiger Unterbrechung der Schwebungsfrequenz.

Ergebnisse

Von dem beschriebenen und abgebildeten Überlagerungssummer wurde die Frequenzabhängigkeit der Ausgangsspannung gemessen. Die Spannungsmessung erfolgte ebenso wie die weiter unten besprochene Oszillogrammaufnahme der Kurvenform mit Hilfe einer Hochvakuum-Elektronenstrahlröhre. Das Ergebnis der Messung zeigt Abb. 9. Im Frequenzbereich von 10 bis 10^4 Hertz bleibt die Amplitudenschwankung kleiner als ± 1 %, so daß eine für praktische Zwecke ideale Frequenzunabhängigkeit der Ausgangsspannung besteht.

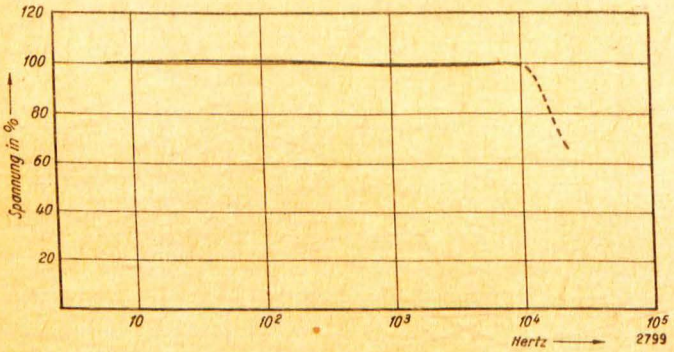


Abb. 9. Messung der Ausgangsspannung bei den verschiedenen Frequenzen

Die Kurvenform der Ausgangsspannung wurde oszillographisch ermittelt. Das Oszillogramm Abb. 10 wurde bei einer Tonfrequenz von etwa 50 Hertz gewonnen und bei einer Spannungsamplitude von 100 Volt Scheitel am Ausgang der Hauptstufe. Die gemessene Kurve beweist die ausgezeichnete Kurvenform. Die gleiche gute Kurvenform besteht, wie nicht anders zu erwarten und wie durch Messungen mit Hilfe von Kippgeräten kontrolliert wurde, bis zu den höchsten Tonfrequenzen. Erst bei extrem tiefen Frequenzen tritt als Folge der noch vorhandenen geringen Mitnahme Neigung zur Veränderung der Kurvenform ein. Das charakteristische Aussehen einer durch die Mitnahme leicht verzerrten Spannung ist aus Abb. 11 erkennbar. Es handelt sich hier um eine Frequenz von etwa 18 Hertz. Noch deutlicher ist die Kurvenverzerrung durch Mitnahme bei einer noch tieferen Frequenz in Abb. 12 sichtbar. Hier ist, um die Verzerrung quantitativ beurteilen zu können, der Schwebungsfrequenz noch eine hohe Schwingung kleiner Amplitude überlagert. Durch Auszählung der Schwingungen kleiner Amplitude bei Anstieg und Abstieg kann hier der Unterschied beider Geschwindigkeiten genau bestimmt werden.

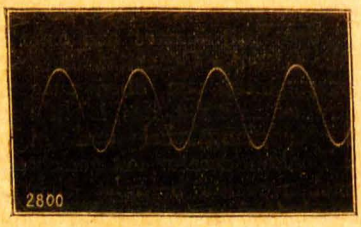


Abb. 10. Oszillogramm der Ausgangsspannung bei einer Frequenz von 50 Hertz und einer Amplitude von 100 V Scheitel

Die unverzerrt, d. h. mit der in Abb. 10 gemessenen Kurvenform allein von der Hauptstufe des Generators abgebbare Wechselstromleistung beträgt etwa 0,5 Watt und ist für Lautsprecheruntersuchungen vollkommen ausreichend.

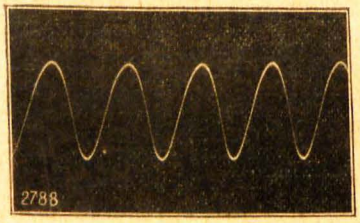


Abb. 11. Oszillogramm der Ausgangsspannung bei einer Frequenz von etwa 18 Hertz

Der Brummfaktor beträgt bei einer Ausgangsspannung von 100 V Scheitel weniger als 0,8 %.

Bei Mitausnutzung der Symmetriestufe ist die verzerrungsfrei durchlaufene Spannungsänderung 400 V, so daß auch in Verbindung mit unempfindlicheren Elektronenstrahlanordnungen eine ausreichende Breite der erhaltenen Fluoreszenzschirmfigur oder des Oszillogrammes gesichert ist.

Die Klemme K_1 in der Schaltung Abb. 1 ist vorgesehen, um in Verbindung mit einer außen eingeschalteten genau geeichten Kapazität (z. B. Wulfschen Zylinder-Kondensator) genaue Kapazitätsmessungen, insbesondere bei kleinen Kapazitäten (z. B. Röhrenkapazitäten) vornehmen zu können. Nach einer Einbrennzeit von etwa ¼ Stunde lassen sich solche Messungen mit hoher Genauigkeit durchführen, wenn mit Hilfe einer Braunschen Röhre ein Frequenzvergleich beispielsweise mit der Frequenz des Lichtnetzes jeweils durchgeführt wird.

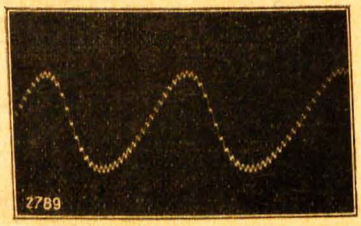


Abb. 12. Oszillogramm bei extrem tiefer Generatorfrequenz zur Veranschaulichung der durch Mitnahme verursachten Kurvenverzerrung

Die Klemme K_2 in Abb. 1 dient zum Anschluß eines kleinen Tongenerators, der irgendeine konstante Frequenz innerhalb des Bereiches von 500 bis 2000 Hertz liefern möge. Die vorgesehene Spannungsverteilung ist so einzustellen, daß die Amplitude der hinzugefügten Frequenz nur etwa 5—10 % der Schwebungsamplitude ausmacht. Wird die Schwebungsfrequenz so eingeregelt, daß sie klein ist gegenüber der hinzugefügten Schwingung, so entsteht ein Oszillogrammbild, wie dies in Abb. 13 dargestellt ist. Eine Spannung dieser Art kann dazu dienen, um auf einfachem oszillographischem Wege Modulationsfaktor-Messungen[4]) durchzuführen. Gerade diese Verwendungsmöglichkeit des Generators erschien wichtig, da an sehr vielen Stellen der Wunsch besteht, an die Stelle der Klirrfaktor-Messung die Modulationsfaktorbestimmung treten zu lassen.

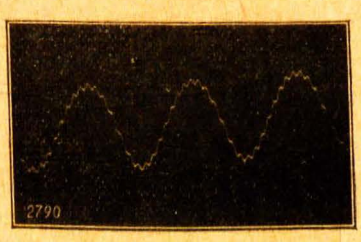


Abb. 13. Oszillogramm einer vibrierenden Sinuskurve für Modulationsfaktor-Messungen

[4]) Vgl. den Abschnitt: Der Klirrfaktor und Modulationsfaktor in H. Barkhausen, Lehrbuch der Elektronenröhren, II Bd., Verlag Hirzel, 1933.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Die Ausführung von Vorsatz-Superhet-Geräten in der Praxis

Von **Rudolf Schadow**

In Heft 2 des „Funk" berichteten wir an Hand von Schaltungsbeispielen über die Möglichkeit, Vorsatzgeräte nach dem Superhet-Prinzip zu bauen, durch die die Reichweite und Trennschärfe einfacher Empfänger gesteigert werden kann. Der nachfolgende Aufsatz bespricht nunmehr die praktische Ausführung solcher Geräte.

Nach den einleitenden prinzipiellen Ausführungen, die dem selbständig arbeitenden Funkfreund bereits genügend Hinweise für die Gestaltung des für ihn geeigneten Vorsatz-Gerätes geben, soll nunmehr etwas eingehender über den praktischen Aufbau berichtet werden, weil sich der Vorsatz-Superhet wegen seiner Übersichtlichkeit gerade an den Anfänger wendet. Dabei ist es von großem Vorteil, wenn nähere Anhaltspunkte vorhanden sind, obwohl es bei diesem Gerät nicht kritisch ist, wenn gewisse Änderungen vorgenommen werden. Immerhin gibt es einige Dinge, die bei der Planung rechtzeitig zu überlegen sind, und es ist oft gut, wenn auch der geübte Funkfreund einmal den Bauplan zur Hand nimmt.

Ein Vorsatz-Gerät soll meist recht gedrängt aufgebaut werden, damit seine Ausmaße klein bleiben. Bei der Anordnung der Einzelteile wird man daher gezwungen sein, sich vorher einen Lageplan aufzustellen, worin auch die Ausladung des Drehkondensators berücksichtigt ist. Auch auf eine leicht zugängliche Abgleichung ist zu achten, besonders für den Fall, daß das Vorsatz-Gerät ein Gehäuse erhält. Die gegebenen Bauanweisungen können selbstverständlich nur bei Verwendung der in der Stückliste aufgeführten Einzelteile Gültigkeit besitzen und sind für andere Teile entsprechend abzuändern.

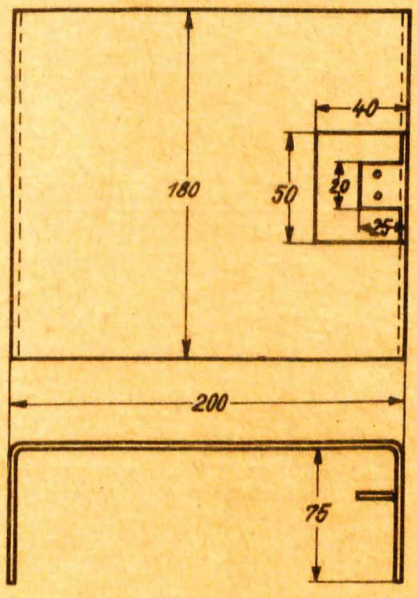


Abb. 1. Aufbau des Aluminium-Gestells

Die Herstellung des Gestells erfolgt aus einem Stück Aluminiumblech von 1,5 mm Stärke durch Umbiegen einer Vorder- und Rückfront in einer Höhe von 75 mm. Die Montagefläche erhält eine Tiefe von 200 mm und ist 180 mm breit. Für die Senderskala ist eine Aussparung in der im Verdrahtungsplan gezeichneten Größe vorgesehen, wobei aus der Aussparung der Vorderfront gleichzeitig ein Befestigungswinkel nach innen umgebogen wird (Abb. 1). Der an der Vorderseite befindliche Wellenschalter muß in gleicher Höhe mit der Achse des unterhalb des Metallgestells angeordneten Überlagerer-Spulensatzes liegen und sinngemäß gekuppelt werden, damit eine gemeinsame Umschaltung möglich ist. Die Röhrenfassung für die Achtpolröhre ist in genügend großer Entfernung vom Zweigang-Kondensator anzubringen, da der Rotor sonst an die Röhre stößt, ein Übelstand, den man meist erst dann feststellt, wenn die Röhre eingesetzt wird. Die Abgleichtrimmer für den Vorkreis und die Zwischenfrequenzdrossel werden an der Rückseite so angebracht, daß die Einstellschrauben von außen zugänglich sind. Auch der in Abb. 4 gestrichelt gezeichnete Saugkreis-Trimmer findet im Fall seiner Notwendigkeit seinen Platz an der Rückseite.

Bei der Leitungsführung sind nur wenige Punkte zu berücksichtigen, da unerwünschte Kopplungen durch ungünstige Leitungsführung kaum auftreten können, zumal die wenigen kritischen Leitungen in Abschirmkabel verlegt werden. Die Eingangsspule benötigt keinerlei Abschirmung; es zeigte sich, daß die Abschirmung einen großen Dämpfungsverlust verursachte. Die Abbildungen 2 und 3 geben weitere Hinweise für den Aufbau und die Größenverhältnisse des Vorsetzers. In den beiden Geräten der Abb. 2 und 3 ist die Zwischenfrequenz-Drossel noch

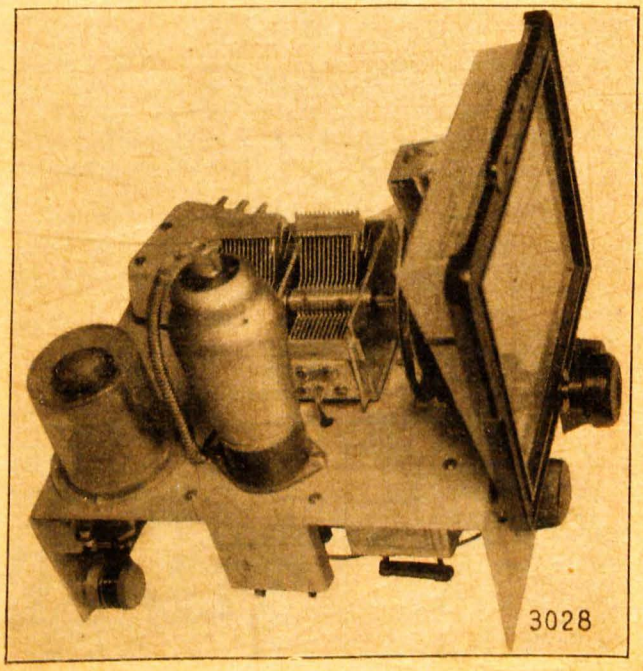


Abb. 2. Modell des beschriebenen Superhet-Vorsatzgerätes.

steckbar angeordnet (in Abb. 2 lose auf das Gestell gelegt), damit bei den Vorversuchen ein schneller Wechsel der Zwischenfrequenz durchgeführt werden konnte. An die Stelle der steckbaren Drossel tritt jetzt ein fest aufmontierter Transformator, der als Zwischenfrequenz-Drossel geschaltet ist. Der Trimmer-Rotor liegt jedoch nicht, wie im Schaltbild[1]) gezeichnet, an der Anodenspannung, sondern er besitzt Erdpotential, damit bei der Abgleichung kein Kurzschluß eintreten kann. Die freien Kontakte „*H*" der Röhrenfassung sind durch eine bewegliche Litze mit den Heizpolen des Zwischensockels zu verbinden.

Die Inbetriebnahme des fertig geschalteten Vorsetzers erfolgt durch Einsetzen des Zwischensockels zwischen eine Empfängerröhre und die Röhrenfassung im Hauptempfänger. Die Entnahme der Anodenspannung

[1]) Vgl. „Funk" 1936, Heft 2, Seite 53, Abb. 1: C_6.

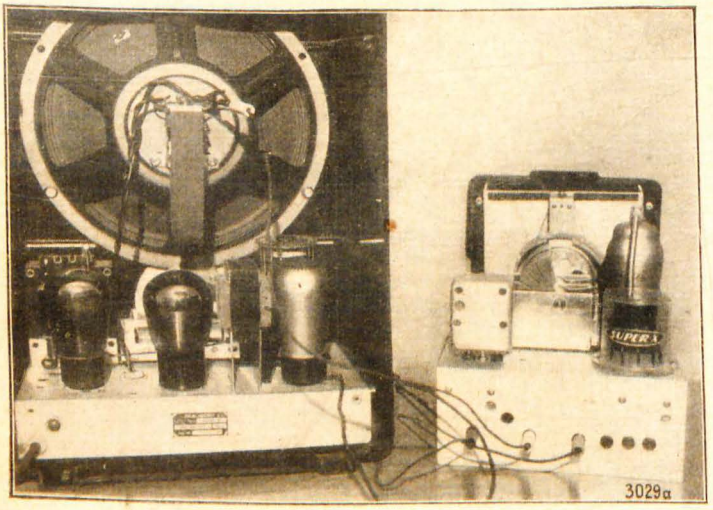


Abb. 3a. Die Verbindungsleitungen zum vorhandenen Empfänger sollen auf kürzestem Wege durchgeführt werden; besondere Vorsichtsmaßregeln sind jedoch nicht erforderlich

und alle übrigen Verbindungen wurden schon im ersten Teil der Arbeit [2]) ausführlich behandelt. Zum Anschlußschema der dortigen Abb. 4 ist noch zu bemerken, daß die schematische Darstellung keine Rücksicht auf die tatsächlichen Verhältnisse nimmt; beim Volksempfänger VE 301 z. B. würde nämlich in dieser Darstellung links die Gleichrichterröhre sitzen. Es ist selbstverständlich, daß der Heizstromabgriff aber an einer Empfängerröhre erfolgt. Abb. 3 a zeigt den rückwärtigen Anschluß an den Volksempfänger noch einmal bildlich.

Die Abgleichung erfolgt, nachdem der Hauptempfänger auf den Langwellenbereich geschaltet und die Abstimmung vorläufig auf ungefähr 900 m bzw. 330 kHz, beim VE 301 auf eine Stellung zwischen 25 und 30 Grad gebracht wurde. Die Rückkopplung des vorhandenen Empfängers drehen wir bis kurz vor den Einsatzpunkt; sie kann an dieser empfindlichsten Stelle späterhin stehen bleiben, soweit nicht akustische Heulerscheinungen usw. auftreten. Die Abgleichung des Vorsatz-Gerätes beginnt in der Stellung „Mittelwellen" an einem starken Bezirkssender, und zwar am Tage, damit keine Irrtümer durch benachbarte Sender entstehen können. C_6[1]) drehen wir zunächst bis zur Hälfte ein und versuchen bei wenig aufgedrehtem Regler *P* den Empfang des Orts- oder Bezirkssenders evtl. ganz ohne Antenne. Wir werden dabei den Sender an zwei Stellen nebeneinander hören, verursacht durch die Differenz der am Hauptempfänger eingestellten und im Vorsatz-Gerät provisorisch festgelegten Zwischenfrequenz-Resonanz. Da der am Hauptempfänger eingestellte Kreis entdämpft ist (durch Rückkopplung), wird sich diese Resonanzstelle auf der Abstimmskala des Vorsatz-Gerätes lautstärker bemerkbar machen. In dieser Stellung kann nunmehr der Abgleich von C_6 auf Lautstärken-Maximum leicht durchgeführt werden. Gleichzeitig

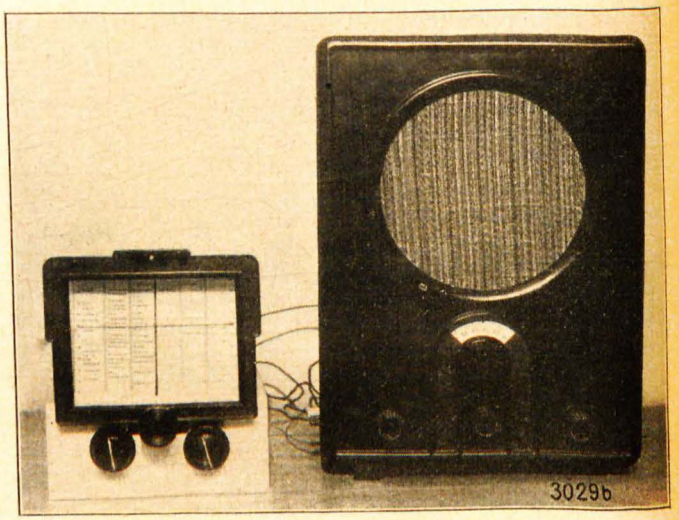


Abb. 3b. Vorderansicht von Hauptempfänger und Vorsatzgerät

[2]) Siehe „Funk" 1936, Heft 2, Seite 53 ff.

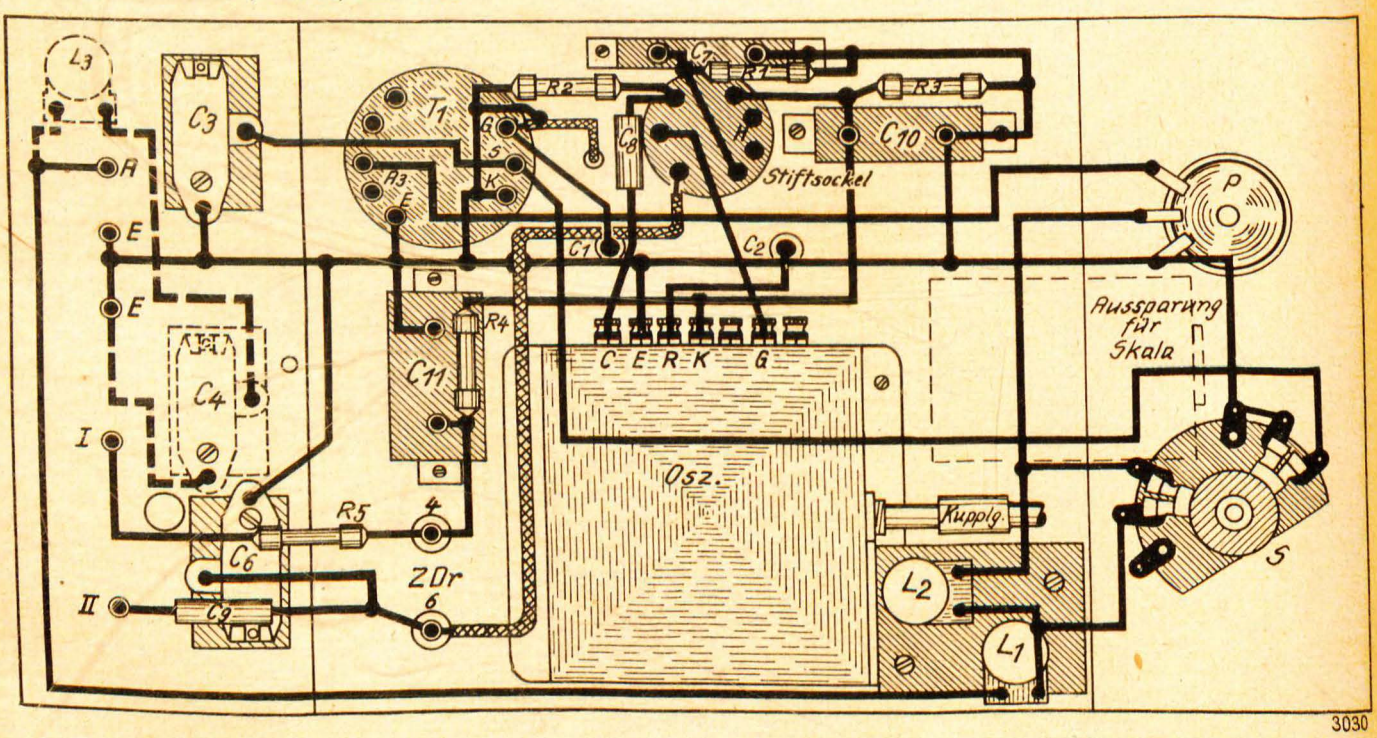


Abb. 4. Aufbau- und Verdrahtungsplan unterhalb des Gestells

muß die Antennenleistung weiter verringert werden, damit die Leistungszunahme in der Zwischenfrequenzverstärkung auch einwandfrei feststellbar ist.

Es folgt dann der Abgleich von C_1 am Anfang des Wellenbereichs in der Gegend von 250 m bzw. 1200 kHz an einem zuverlässigen Fernsender oder auf größte Lautstärke des Störpegels. Da der Überlagerer auf dem Mittelwellenbereich fest abgeglichen geliefert wird, entfällt eine weitere Abgleichung, und die Einknopfabstimmung wäre für den ersten Bereich hergestellt. Nach der Umschaltung des Vorsetzers auf „Langwellen" erfolgt die Korrektur von C_2 an der Rückseite des Vorsatz-Gerätes auf einen Sender am Anfang des Wellenbereichs, z. B. Kalundborg oder Oslo. Die Abgleichung für den Langwellenbereich „oben" erfolgt durch den an der Rückseite des Überlagerers befindlichen Trimmer C_5 durch eine Bohrung von der Rückseite des Vorsatz-Gerätes aus. Für die Abgleichung von C_5 ist ein sogenannter Hartgummi-Schraubenzieher zu verwenden, der an Stelle eines Stahleinsatzes einen Fiber- oder Horneinsatz besitzt.

Über die Abgleichung und Anordnung der Störschutzmittel wurde bereits im ersten Teil [2]) eingehend berichtet; falls sich nach der endgültigen Abgleichung des Vorsatz-Gerätes Störungen bemerkbar machen, ist nach den dort gegebenen Richtlinien zu verfahren.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten nebenstehenden Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Achtung für Gleichstrom: Der Vorwiderstand des Vorsatzgerätes R_s richtet sich nach der Umschaltung im Hauptempfänger! Bei einer Netzspannung von 220 Volt und Umschaltung auf 150 Volt im Hauptempfänger ist R_s = 275 Ohm, auf 125 Volt geschaltet = 415 Ohm und bei 110 Volt = 495 Ohm groß zu wählen; Belastung ca. 10 Watt.

Achtung für Batterie: Die mit * versehenen Widerstände ändern sich wie folgt: Nr. 14 = 100 Ohm, Nr. 16 fällt fort, Nr. 17 = 10 Ohm, Nr. 18 = 1000 Ohm.

Nr.	Stück	Einzelteile	Symbol in Abb. 1 [1])	Größe
1	1	Eingangs-Hochfrequenztransformator	T_1	J 34
2	1	Überlagerer (Sonder-Bauart für Vorsatzgeräte)	*Oszill.*	
3	1	Zweigang-Drehkondensator mit Ausgleich	C_1, C_2	2×500 cm
4	1	Spuleneinheit zur Antennenverlängerung	L_1, L_2	405 R
5	1	Spuleneinheit für Saugkreis	L_3	405 L
6	1	Zweifach - Wellenschalter mit Kupplung		
7	1	Zwischenfrequenzdrossel 330 kHz	ZD_7	F 37
8	3	Trimmerkondensatoren	C_3, C_4, C_6	80 cm
9	1	Becher- oder Wickelkondensator 750 Volt	C_7	0,1 µF
10	1	Becherkondensator 750 Volt	C_{10}	0,5 µF
11	1	desgl.	C_{11}	2 µF
12	1	Glimmerkondensator	C_8	50 cm
13	1	desgl.	C_9	20 cm
14*	1	Drahtwiderstand 0,5 Watt	R_1	250 Ω
15	1	Hochohmwiderstand 0,5 Watt	R_2	50 kΩ
16*	1	desgl. 0,5 Watt	R_3	50 kΩ
17*	1	desgl. 1 Watt	R_4	35 kΩ
18*	1	desgl. 1 Watt	R_5	10 kΩ
19	1	vorsetzbarer Sperrkreis	*Sp*	
20	1	Großsichtskala ohne Sendernamen		
21	1	Röhrenfassung für Achtpolröhre		
22	1	Zwischensockel zur Heizstromentnahme		
23	1	Aluminiumgestell, 2 mm stark, 180×200 mm, 75 mm hoch		
		Röhrenbestückung:		
		Wechselstrom: AK 1 oder AK 2		
		Gleichstrom: BK 1 oder CK 2		
		Batterie: KK 2		

Einfaches Prüfgerät für Kurzschlüsse in Rundfunkröhren

Von

Ing. O. Limann

Zur schnellen Feststellung von Kurzschlüssen zwischen den einzelnen Elektroden von Empfängerröhren sind verschiedene Schaltungen im Gebrauch. Sie zeigen solche Kurzschlüsse entweder durch Anzeige eines Instruments oder einer Glimmstrecke oder durch Aufleuchten oder Erlöschen von kleinen Lämpchen an. Allen diesen Anordnungen ist aber gemeinsam, daß bei der Vielfältigkeit der vorhandenen Sockelschaltungen der Röhren die Lage eines Kurzschlusses nicht auf den ersten Blick kenntlich ist, sondern erst aus der betr. Prüfschalterstellung der Lampenkombination überlegt werden muß.

Eine Schaltung, die diese Unbequemlichkeit vermeidet, zeigt Abb. 1. In jeder Elektrodenzuführung liegt ein kleines Skalenlämpchen; die Lämpchen sind der Reihe nach an die Anzapfungen der Sekundärwicklung eines Übertragers angeschlossen, dessen Primärseite über einen Vorwiderstand am Wechselstromlichtnetz liegt. Würde ein Kurzschluß zwischen zwei Elektroden vorhanden sein, so wird der Stromkreis für die beiden in den Zuführungen liegenden Lämpchen geschlossen, und die Lämpchen leuchten auf. Eine Gefahr besteht aber scheinbar darin, daß die nicht unmittelbar benachbarten Lampen an einer bedeutend höheren Transformatorspannung liegen und somit der Gefahr des Durchbrennens ausgesetzt sind.

Zur Verhinderung dieser Möglichkeit dient der primärseitig liegende Widerstand R. Wird nämlich ein Kurzschluß zwischen zwei Sekundäranzapfungen hergestellt, so erhöht sich der Primärstrom des normalerweise leerlaufenden Transformators durch diese Belastung. Der erhöhte Strom erzeugt einen Spannungsabfall am Widerstand R und setzt damit die an der Primärwicklung liegende Spannung um so stärker herunter, je größer die Sekundärbelastung, d. h. je größer die sekundärseitig kurzgeschlossene Windungszahl ist. Durch geeignete Wahl von R gelingt es auf diese Weise, bei jedem auftretenden Elektrodenkurzschluß die zugehörigen Lampen einwandfrei zum Aufleuchten zu bringen, ohne daß sich in einem Fall eine zu hohe Spannung ausbildet.

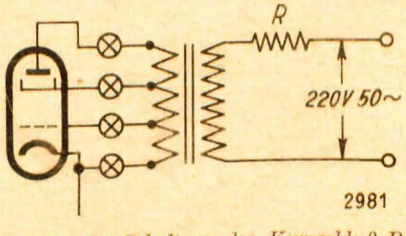


Abb. 1. Grundsätzliche Schaltung des Kurzschluß-Prüfgerätes

Die Berechnung von R geschieht nach folgendem Verfahren: Es seien für die Prüfung n Lampen zu je B Volt Brennspannung bei einem Strom von I Ampere notwendig (Abb. 2). Zwischen zwei benachbarten Transformatoranzapfungen soll also mindestens immer die Spannung $2\,B$

liegen. Die Gesamtsekundärspannung des Transformators im Leerlauf beträgt somit

$$U_{sek} = 2\,B\ (n-1)\ \text{Volt} \qquad (1)$$

Diese Spannung soll bei Belastung an den Lampen auf $2\,B$ Volt zusammenbrechen. Wir können das zunächst so erreichen, daß wir sekundärseitig im Stromkreis einen Widerstand einschalten, der den Spannungsüberschuß aufnimmt (Abb. 3).

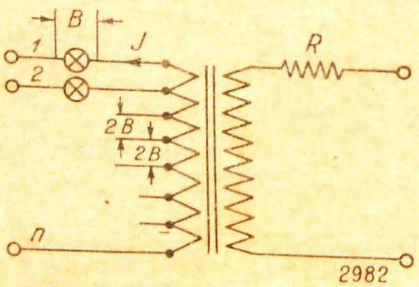


Abb. 2. Gesamtsekundärspannung im Leerlauf 2 B (n — 1) Volt

Die Spannung am Widerstand R' wäre also:

$$2\,B\ (n-1) - 2\,B = (n-2) \quad \text{oder}$$

$$R' = \frac{2B\,(n-2)}{I} \qquad (2)$$

Hat der Transformator ein Übersetzungsverhältnis $1 : \ddot{u}$, dann können wir den Widerstand R' ersetzen durch den primärseitigen Widerstand

$$R = \ddot{u}^2 \cdot R' \qquad (3)$$

Somit wird

$$R = \ddot{u}^2\ \frac{2B\,(n-2)}{I} \qquad (4)$$

Im folgenden werde ein praktischer Fall durchgerechnet.

Es sei eine Prüfeinrichtung zu schaffen, auf der sämtliche Röhren mit dem großen Außenkontaktsockel auf Elektrodenschlüsse untersucht werden sollen. Das ergibt 7 Prüfanschlüsse an die Sockelkontakte und einen Anschluß an die Glaskolbendurchführung, also $n = 8$ Prüflämpchen.

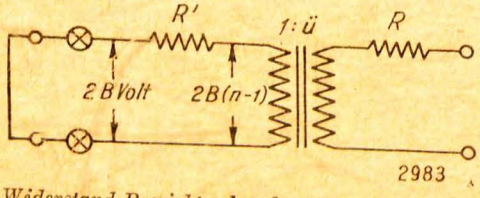


Abb. 3. Widerstand R wirkt sekundärseitig wie ein Widerstand $R' = R/\ddot{u}^2$

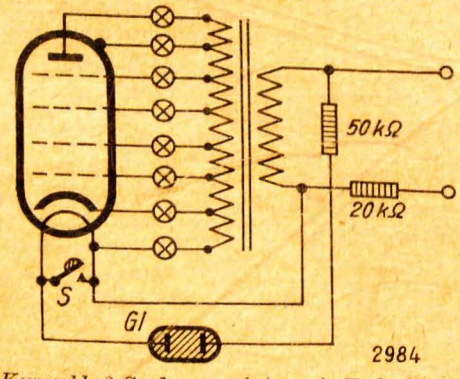


Abb. 4. Kurzschluß-Sucher, vereinigt mit Fadenbruchprüfung

Es seien Lampen verwendet von 4 Volt Brennspannung und 0,04 A Betriebsstrom (es empfiehlt sich, möglichst schwache Lampen zu wählen, da sonst bei Prüfung von Batterieröhren bei einem Kurzschluß zwischen Faden und Gitter bei einem hohen Betriebsstrom der Heizfaden zerstört wird und dann die Röhrenfirma Ersatzansprüche ablehnt). Zur Verfügung stehe ein Wechselstromlichtnetz von 220 V.

Dann ist: $n = 8$, $B = 4$ V, $I = 0{,}04$ A

$$U_{sek} = 2\,B\ (n\text{-}1) = 56\ \text{Volt} \qquad (1)$$

Transformatorübersetzung $\ddot{u} = 4$

$$R = \frac{\ddot{u}^2\,2B\,(n-2)}{I} = 20\,000\ \Omega \qquad (4)$$

Als Transformator genügt der kleinste verfügbare Typ, da der Leistungsverbrauch sehr gering ist. Bei Berechnung des Vorwiderstandes wurden die Verluste im Transformator nicht berücksichtigt. Man kann diese Verluste bekanntlich ebenfalls ersetzt denken durch einen primärseitig liegenden Widerstand, der sich also zu dem vorhandenen in Reihe schaltet. Eventuell muß sogar der Wert des Vorschaltwiderstandes um einen durch Versuch zu bestimmenden Betrag verkleinert werden, wenn die Transformatorverluste zu groß sind.

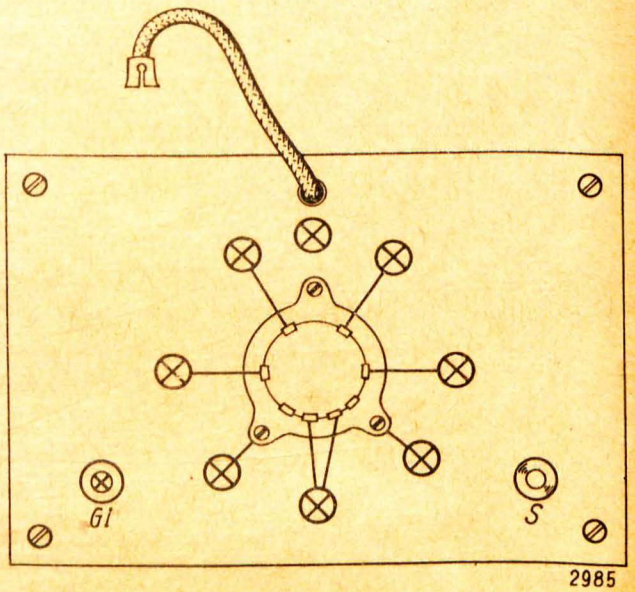


Abb. 5. Frontplatte des Kurzschluß-Suchers mit Markierungsstrichen von den Röhren-Fassungskontakten zu den Kontroll-Lampen

Eine nach dem beschriebenen Prinzip aufgebaute Schaltung zeigt Abb. 4. Wir erkennen hier zusätzlich eine Glimmlampe *Gl*, deren Aufleuchten die Unversehrtheit des Heizfadens anzeigt, und einen Schalter *S*, der den Heizfaden kurzzuschließen gestattet. Dieser Schalter wurde aus folgendem Grund zugefügt: Falls das der Prüflampe abgewandte Ende des Heizfadens Schluß mit einer anderen Elektrode hat, würde der Widerstand des Heizfadens, der z. B. bei Allstrom-Volks-Empfängerröhren (*U*-Serie) ziemlich hoch ist, mit im Prüfkreis liegen und damit ein Aufleuchten der Lampen verhindern. Darum wird nach der Fadenbruchkontrolle (Aufleuchten der Glimmlampe *Gl*) der Schalter *S* gedrückt und der Heizfaden kurzgeschlossen, so daß die vorbeschriebene Möglichkeit vermieden wird.

Der verwendete Transformator hat den Eisenkern eines Niederfrequenzübertragers mit dem Querschnitt 1,4 cm². Die Primärwicklung hat 2800 Windungen 0,2 mm Kupfer-Lackdraht, die Sekundärwicklung 700 Windungen des gleichen Drahtes mit Abzweigungen bei 100, 200, 300, 400 usw. Windungen.

Die Anordnung der Lämpchen um die Fassung zeigt Abb. 5. Es ist leicht ersichtlich, daß beim Aufleuchten zweier Lämpchen durch die angebrachten Markierungsstriche die zugeordneten Elektroden sofort erkennbar sind.

Mehrere solcher Einrichtungen haben sich bei längerer Benutzung ausgezeichnet bewährt.

Zeichnungen vom Verfasser

Ein Ortsempfänger für beste Klanggüte

Einige meßtechnische Betrachtungen

Von **Dipl.-Ing. Heinz Hertel**

An dem in Heft 22, 1935 dieser Zeitschrift erschienenen „Ortsempfänger für beste Klanggüte" wurden einige Messungen, hauptsächlich niederfrequenter Art, ausgeführt, über die im folgenden berichtet werden soll. Die nachfolgenden Angaben beziehen sich auf Abb. 1 und 3 (Seite 711 ff.)

Messungen im Hochfrequenzteil

Es kommen hier nur Messungen (Aufnahme der Resonanzkurve) zur günstigsten Einstellung der einzelnen Trimmerkondensatoren $C_{1\text{-}6}$ für die beiden Wellenbereiche sowie Ermittlung der Größe der beiden Kopplungskondensatoren $C_{11, 12}$ in Frage. Letztere bestimmen ja die Bandbreite der Bandfilterstufe, und zwar ist die Kopplung um so fester, je größer der den beiden Schwingungskreisen gemeinsame Widerstand ist, je kleiner also die Kondensatoren werden bzw. je kleiner die Frequenz ist (Langwellen). Als günstige Werte ergaben sich für C_{11} 5000 pF, für C_{12} 2000 pF. Letzterer Wert gilt für den Mittelwellenbereich. Die Messungen wurden mit einem Empfängerprüfgenerator vorgenommen, der mit 400 Hz zu 30 % fest moduliert ist. Als mittlere Bandbreite ergaben sich für obige Werte 12 kHz. Durch entsprechendes Verstimmen der einzelnen Kreise gegeneinander läßt sich diese und damit auch die ganze Resonanzkurve in verschiedenster Weise verändern. Auf die Wiedergabe derartiger Kurven ist hier verzichtet, da ihr Wert gering ist, denn die Einstellung wird infolge Fehlens geeigneter Meßgeräte meistens immer nach dem Gehör erfolgen. Ein gewisse Gefahr besteht allerdings bei nicht genauer Einstellung der Kreise auf Lochmitte darin, daß die Seitenbänder nicht im gleichen Phasenwinkel gedreht werden, daß also eine Phasenmodulation auftritt, die naturgemäß größere Verzerrungen zur Folge hat. Namentlich bei selektiven Geräten können hier bei nur kleinen Verstimmungen von einigen hundert Hertz schon beträchtliche Klirrfaktoren erzeugt werden[1]). Es ist daher auch noch nicht erwiesen, ob für derartige Zwecke Filter mit senkrechtem Durchlaßbereich oder solche, die in ihrer Kurvenform weicher verlaufen, günstiger sind. In dem ersten Aufsatz wurden ja im theoretischen Teil vom Verfasser die bestehenden Möglichkeiten aufgezeigt und hier dem in Überkopplung arbeitenden Bandfilter der Vorrang gegeben. Man kann natürlich auch zwei einfache Kreise verwenden, wie das bei einem Industriegerät ähnlicher Art der Fall ist, und die Kreise für Ortsempfang entsprechend gegeneinander verstimmen, für Fernempfang dagegen in Resonanz bringen, um eine größere Selektivität zu haben. In diesem Falle braucht man dann einen Zweifach-Drehkondensator, der mit Trimmern in geeigneter Weise zu kombinieren ist. Man sieht, die bestehenden Möglichkeiten sind hier sehr groß.

[1]) Näheres siehe Veröffentlichungen aus dem Gebiete der Nachrichtentechnik (Siemens), Jahrgang 1935, 2. Folge „Entwicklungsrichtung und Technik der neuzeitlichen Rundfunkempfänger".

Messungen im Niederfrequenzteil

Diese Art von Messungen sei im folgenden ausführlicher behandelt und mit Kurven belegt.

Abb. 1 zeigt zunächst die gesamte niederfrequente Frequenzkurve des Empfängers, gemessen mit 1000 Ohm am Schallplatteneingang. Die Verstärkung beträgt bei 800 Hertz 4,9 Neper (1,4 Neper plus 3,5 Np Grunddämpfung), das ist also 135fach. Bei Kurve I waren im Empfänger keinerlei Entzerrungsmaßnahmen wirksam, der Abfall zwischen 800 und 50 Hertz beträgt hier 0,4 Neper bzw. 49%. Kurve II zeigt dagegen den Frequenzgang mit Tiefen-

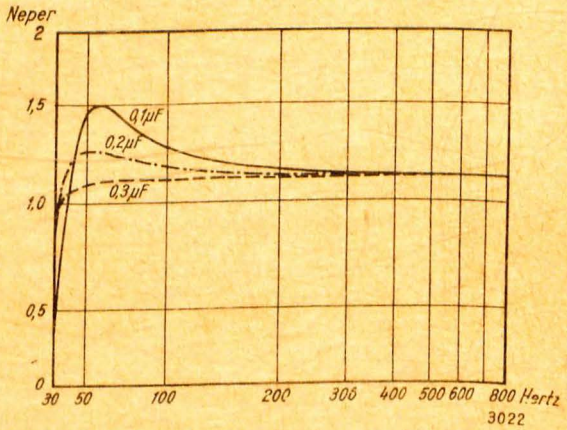


Abb. 2. Einfluß des Kopplungskondensators bei Reihenresonanz

entzerrung durch Reihenresonanz der Primärwicklung des Zwischenübertragers. Kondensator C_{33} war dabei 0,1 µF. Die Resonanz liegt bei 57 Hertz, der Anstieg beträgt ca. 0,4 Np, ist also bis zur Resonanzstelle ungefähr spiegelbildlich dem vorherigen Abfall von der gleichen Größe. Man könnte nun leicht geneigt sein, die Resonanz durch Wahl eines größeren Wertes für den Kopplungsblock C_{33} nach

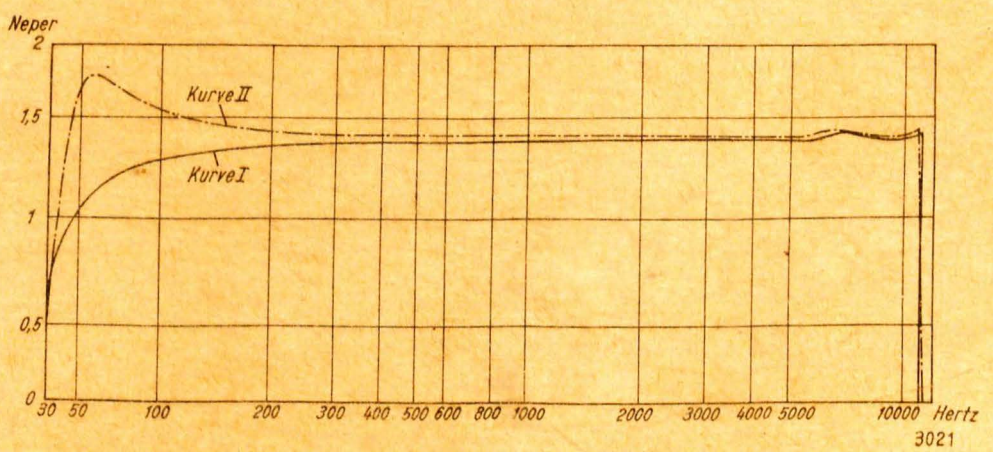


Abb. 1. Frequenzkurve des Empfängers (Niederfrequenzteil)

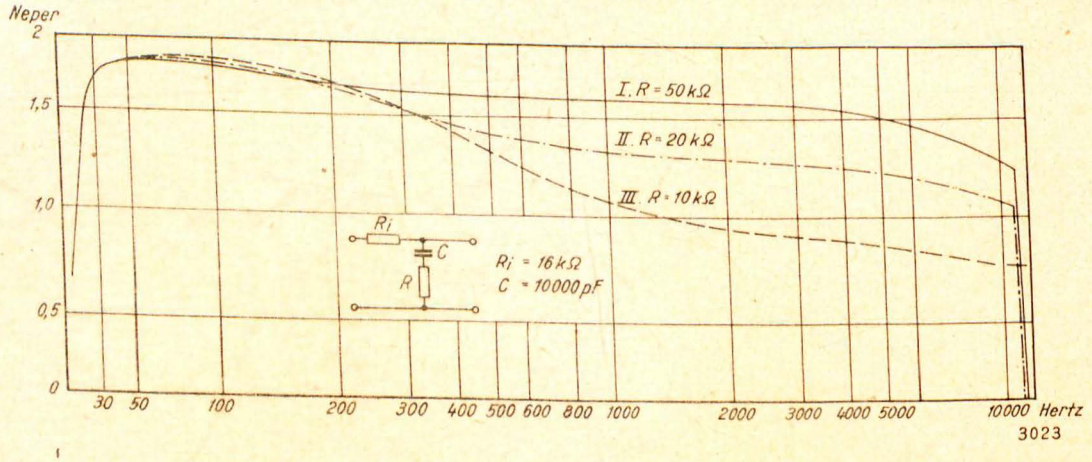


Abb. 3. Entzerrung „Tief"

den Tiefen hin zu verschieben, ohne aber dabei den Anstieg zu verringern. Wie jedoch die Abb. 2 zeigt, ist dies bei dem vorliegenden Übertrager, der immerhin schon als hochwertig anzusprechen ist, nicht möglich. Bereits bei 0,3 µF verläuft die Frequenzkurve zwar ausgeglichen, der Anstieg ist aber verschwunden. Nur durch Erhöhung der Induktivität und gleichzeitiger Verringerung der Dämpfung könnte hier Abhilfe geschaffen werden. Übertrager dieser Art würden aber das Gerät sehr verteuern, wir begnügen uns daher mit der Kurve II in Abb. 1, die in ihrer Gesamtheit als sehr gut angesprochen werden kann und die eingangs gestellten Forderungen voll erfüllt [2]).

Zwischen 1. und 2. Verstärkerstufe des Empfängers wurde eine Entzerreranordnung vorgesehen, die — heute viel verwendet — die tiefen bzw. hohen Frequenzen mehr oder weniger schwächen kann. Es wurde bereits im ersten Aufsatz ausdrücklich bemerkt, daß diese Entzerrungsmaßnahme nicht zum Grundausgleich der Frequenzkurve dienen kann, sondern nur zur Anpassung an jeweilige akustische Verhältnisse. In den Abb. 3 und 4 sind für die beiden Entzerrungsmöglichkeiten „Tief" und „Hoch" die Kurven wiedergegeben, wie sie bei verschiedenen Einstellungen des Regelwiderstandes R gemessen wurden. Der Kondensator C hatte eine Kapazität von 10 000 pF, die Drossel eine Induktivität von 5 Hy. Man erkennt aus den Kurven einmal, daß erst bei einem R unter 50 kOhm eine merkliche Veränderung des Frequenzganges auftritt, andererseits aber eine Veringerung von R kleiner als 10 kOhm nicht mehr tragbar ist, will man nicht die gesamte Wiedergabe zu einseitig beeinflussen.

[2]) „Funk", Heft 22, 1935.

Will man Schallplatten wiedergeben, so muß eine zusätzliche Entzerrungskombination vorgeschaltet werden, da ja die Schallplatten unter 250 Hertz mit gleicher Amplitude, aber kleiner werdender Geschwindigkeitsamplitude aufgezeichnet werden. In der Abb. 5 ist die Frequenzkurve des Empfängers unter Vorschaltung des ebenfalls eingezeichneten Vierpols (Vorschaltung vor Schallplatteneingang) wiedergegeben. Widerstand R hat eine Größe von 50 kOhm, Kondensator C eine Kapazität von 50 000 pF.

Es wurden zwei Kurven aufgenommen, und zwar I für $R = 20$ kOhm, Kurve II für $R = 10$ kOhm. Das Anheben der Tiefen, die Resonanz, liegt etwas über 50 Hertz, beträgt im ersten Fall 0,9 Neper, also 2,4fach, im zweiten Fall 1,4 Neper bzw. 4 fach, gemessen gegenüber dem Wert bis 800 Hz. Welchen Widerstandswert man nun in der Praxis benutzt, hängt jeweils von der Qualität des verwendeten Tonabnehmers ab. Im allgemeinen haben aber gerade die elektromagnetischen Dosen, und solche werden ja in erster Linie nur verwendet, über 100 Hertz nach den Tiefen hin einen starken Abfall, der durch das schon erwähnte Absinken der Schallplatten noch erheblich vergrößert wird. Man wird daher mindestens um 1 Neper, gleich 2,7fach anheben müssen und hierfür Widerstandswerte unter 20 kOhm einsetzen müssen. Bei sonst einwandfreiem Verstärker und entsprechendem Lautsprecher ist die klangliche Wirkung einer solchen Entzerrung sehr günstig. Verwendet man einen elektrodynamischen Tonabnehmer (niederohmig, 200 Ω), der zwar in der Anschaffung erheblich teurer ist, aber sonst bedeutende Vorteile aufweist, so benutzt man zweckmäßig einen Spezialentzerrer. Man kann hier eine Resonanzentzerrung anwenden, was aber bei hochohmigen Dosen nicht ohne weiteres möglich

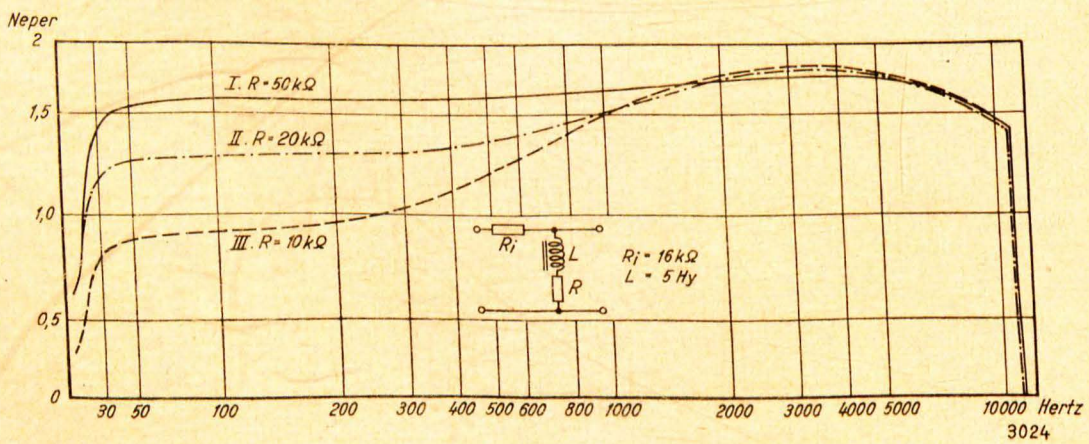


Abb. 4. Entzerrung „Hoch"

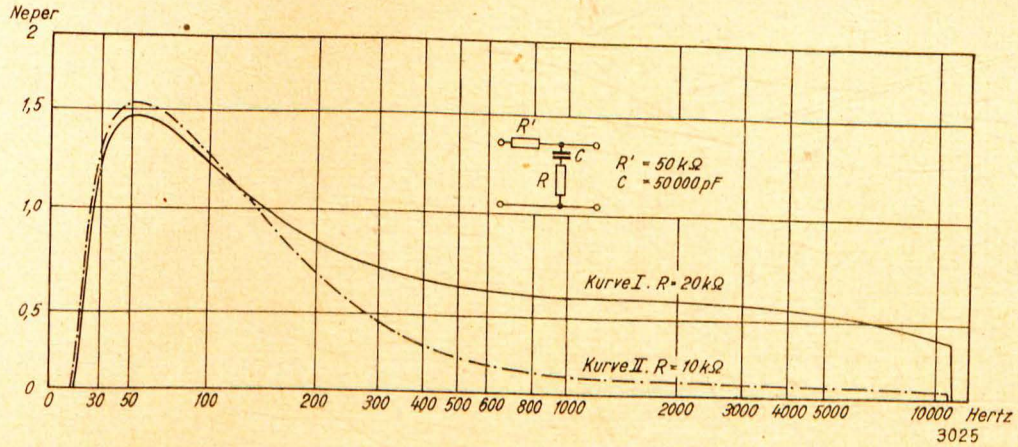


Abb. 5. Frequenzkurve des Empfängers mit Schallplatten-Entzerrung

ist [3]). Es sei aber bemerkt, daß diese Dosen nur eine sehr geringe Spannung abgeben, so daß man eine zusätzliche Vorverstärkerstufe benötigt, um die Endröhren voll auszusteuern (bzw. auch einen Eingangstransformator 1 : 15 oder dgl.).

Eine Messung des Brumms ergab bei vorliegendem Gerät ungefähr 1/350 der Nutzspannung. Dieser Wert ist im Hinblick auf die einwandfreie Wiedergabe von 50 Hertz noch zu hoch, man muß hier mindestens 1/600 fordern. Die im ersten Aufsatz eingangs angegebene Forderung für den Brumm, kleiner als 1 %, war etwas unklar. Es erscheint daher für Empfangsgeräte dieser Art doch günstiger zu sein, Empfangs- und Netzteil räumlich aufzutrennen. Man vermeidet so unerwünschte Streukopplungen, die bei der Planung nicht immer gleich zu übersehen sind. Für das vorliegende Gerät sei noch angegeben, daß eine Brummverringerung vor allem durch Umsetzen der nicht geschirmten Klangdrossel D_8 erreicht werden kann. Die Streuung auf den Ausgangsübertrager ist nur gering, immerhin kann hier durch Versuche eine evtl. günstigere Lage ermittelt werden, die auch schräg sein kann. Derartige Einflüsse können eben nur durch Versuch ermittelt und beseitigt werden, die Bauangaben darüber haben immer einen nur bedingten Wert.

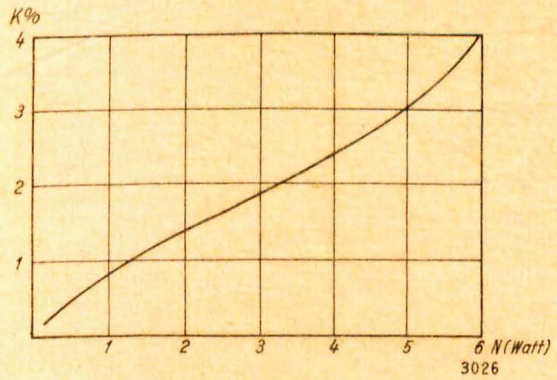


Abb. 6. Klirrfaktor des Empfängers (Niederfrequensteil) in Abhängigkeit von der Wechselstromleistung

Hinsichtlich der Verzerrungsfreiheit erfüllt der Empfänger die an ihn gestellten Erwartungen. Abb. 6 zeigt den Klirrfaktor des Niederfrequenzteiles (volle Verstärkung) in Abhängigkeit von der Wechselstromleistung. Bei einer Leistung von 5 Watt ergibt sich ein Klirrfaktor von 3 %. Da diese Leistung im praktischen Betriebe ja nur selten voll ausgenutzt wird, werden die Verzerrungen immer unter 2 % bleiben. Die Messung des Klirrfaktors (mittels Klirrfaktormeßbrücke) geschah bei 800 Hertz.

[3]) Eine Beschreibung für den Selbstbau einer derartigen elektrodynamischen Dose ist in Heft 4, Seite 111, erschienen.

Schlußbetrachtung

In dem vorliegenden und dem früher veröffentlichten [4]) Aufsatz ist am Beispiel eines „Ortsempfängers für beste Klanggüte" versucht worden, alle jene entscheidenden Punkte aufzuzeigen, die bei Planung und Dimensionierung eines derartigen Gerätes zu beachten sind. Bereits bei der Beschreibung des Hochfrequenzteiles wurde darauf hingewiesen, daß hier verschiedene Lösungsmöglichkeiten bestehen und nur von Fall zu Fall entschieden werden kann, welcher der angegebenen Methoden der Vorzug gebührt. Eine feste Abstimmung auf einzelne Sender hat zwar den großen Vorteil der einfachen Bedienung und Umschaltung, nutzt aber das Gerät, dessen Anschaffungspreis immerhin nicht unbeträchtlich ist, nicht voll aus. Wenn in einzelnen Fällen Fernempfang nur einiger starker Sender gewünscht wird, so wird durch Anwendung einer beweglichen Abstimmung der ganze Umschaltemechanismus wesentlich vereinfacht. Zur Empfindlichkeitserhöhung müßte hier bei Fernempfang eine Rückkopplung verwendet werden, die allerdings die Güte der Wiedergabe wesentlich beeinträchtigt. Ideal wäre ein Gerät, das einmal zwischen Orts- und Fernempfang eine klare Trennung vorsieht, dann aber durch möglichst automatische Bandbreitenregelung eine den jeweiligen Verhältnissen entsprechende gute Wiedergabe aufweist. Auch der Frage der verzerrungsfreien Gleichrichtung sowie einer künstlichen Dynamikverbesserung müßte hier Rechnung getragen werden.

Niederfrequenzseitig sind die Ausführungsformen im Augenblick sehr eindeutig festgelegt. Verstärker mit über den ganzen Tonbereich geradem Frequenzband lassen sich ohne weiteres herstellen. Durch zusätzliche Entzerrungen können namentlich die tiefen Frequenzen in ihrer Wiedergabe wesentlich verbessert werden. Hier bestehen also keinerlei Schwierigkeiten.

Betrachtet man jedoch das ganze Problem der besten Wiedergabe von der Lautsprecherseite her, so wirkt hier die Tatsache sehr erschwerend, daß es kaum einen Lautsprecher im Handel gibt (6 bis 12 Watt), der den gestellten Anforderungen genügt, abgesehen natürlich von teuren Spezialmodellen, die nicht ohne weiteres erhältlich sind. Bei den meisten untersuchten Lautsprechern ergaben sich störende Resonanzstellen um 100 Hertz herum, unterhalb derer dann eine Wiedergabe nicht mehr möglich war. Auf diesen Tatbestand muß mit aller Klarheit hingewiesen werden, denn in den meisten Veröffentlichungen ähnlicher Geräte wurde bisher zur Frage des Lautsprechers nie Stellung genommen. Es ist nur zu hoffen, daß hier bald ein Wandel eintritt, damit den elektrischen Qualitäten der Empfänger die akustischen des Lautsprechers nicht mehr nachstehen.

Zeichnungen vom Verfasser

[4]) „Funk", Heft 22, 1935.

Konstruktion und Selbstbau dynamischer Lautsprecher

Von Günter Nüßlein

Der folgende Schlußteil der in Heft 6 begonnenen Arbeit behandelt in der Hauptsache Berechnung und Bau des Erregerstrom-Gerätes.

Zur Erregung aus dem Wechselstromnetz brauchen wir ein Erregergerät, da bei der verhältnismäßig hohen Leistung wohl nur sehr selten eine Speisung aus dem vorhandenen Verstärker in Frage kommt. Es lohnt sich durchaus, seiner Konstruktion besondere Beachtung zuzuwenden. Von einem wirtschaftlichen Gleichrichter muß man die Erfüllung folgender Bedingungen verlangen:

1. hoher Wirkungsgrad,
2. lange Lebensdauer,
3. niedriger Preis.

Wegen Punkt 1 scheiden Hochvakuumgleichrichterröhren von vornherein aus. In Frage kommen also nur noch gasgefüllte Gleichrichterröhren oder Trockengleichrichter. Davon verbietet sich die Anwendung der letzteren wegen ihres hohen Preises, so daß sich der Verfasser aus den angegebenen Gründen für eine quecksilberdampfgefüllte Röhre (Siemens Gle 1000/02/04) entschieden hat, die nur etwa ein Drittel des Preises für einen Trockengleichrichter mit annähernd derselben Leistung kostet. Dabei beträgt der Gesamtwirkungsgrad des Gleichrichters rund 65 %, ein Wert, der nur selten von Trockengleichrichtern erreicht wird. Auch die Lebensdauer ist sehr hoch, denn die Herstellerfirma garantiert für 2500 Stunden, doch werden im Durchschnitt 5000 Stunden Brenndauer erreicht. Wenn wir mit täglich vierstündiger Benutzung des Lautsprechers rechnen, dann wird also erst nach 3½ Jahren eine Erneuerung der Röhre notwendig. Es ist fraglich, ob der Lautsprecher länger als sieben Jahre in Benutzung bleibt, so daß wir mit großer Sicherheit sagen können, der Betrieb mit Gleichrichterröhre sei billiger als der mit Trockengleichrichter; erst nach rund elf Jahren wäre Kostengleichheit vorhanden.

In Abb. 18 ist das Schaltbild des Gerätes dargestellt. Im Hinblick auf möglichste Einfachheit ist kein Anodenspannungstransformator vorhanden, sondern es wird direkt die Netzwechselspannung gleichgerichtet. Lediglich ein kleiner Heiztransformator wird verwendet, der bei 2,5 V einen Strom von 3 A liefern muß. Die Wirkungsweise der Röhre bedingt einige Besonderheiten in der Schaltung: erstens wird ein Bimetallkontakt verwendet, der die Belastung erst nach 30 Sekunden einschaltet, wenn die Kathode in volle Glut gekommen ist. Dieser Kontakt muß zur Vermeidung schädlicher Funkenbildung mit einem Störschutz von 1 µF und 10 Ω überbrückt werden. Zweitens liegt parallel zum Eingang ein weiterer Störschutzkondensator, der die von der Röhre erzeugten Hochfrequenzschwingungen vernichtet. Nach dem Einschalten des Gerätes vergehen ungefähr fünf Sekunden, bis die Kathode anfängt zu glühen; dabei zeigt sich kurze Zeit lang ein schwach blaues Leuchten, das von der Aufladung der

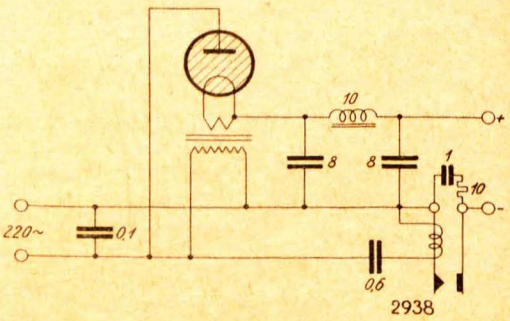


Abb. 18. Schaltbild des Erregergerätes

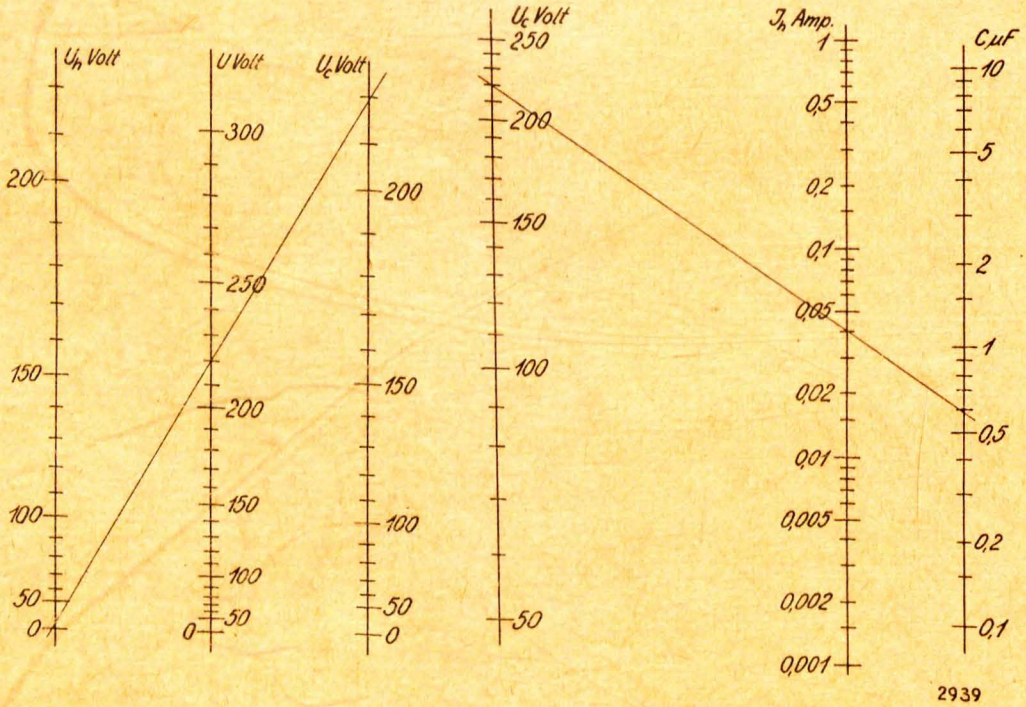


Abb. 19. Vorschaltkondensatoren für Stromverbraucher an einem Wechselstromnetz mit 50 Hz. U = Netzspannung, U_h = Spannung am Verbraucher, J_h = Strom durch den Verbraucher, C = Kapazität des Kondensators, U_c = Spannung am Kondensator

Siebkette herrührt und bald wieder verschwindet. Beim Ansprechen des Bimetallkontakts ist die Kathode schon längst in voller Glut und kann die Belastung ohne Schaden aufnehmen.

Den Heiztransformator bauen wir uns zweckmäßig selbst aus einem alten Niederfrequenztransformator. Dieser soll einen Kern von 2,2 cm² und einen Spulenkörper mit 3,5 cm² Querschnitt für die Wicklung haben (auch etwas größere Abmessungen sind verwendbar). Primär werden 3800 Wdg. 0,18 CuL aufgebracht bei Verwendung von zwei Zwischenlagen aus Ölpapier, während sekundär 50 Wdg. 1,5 mm Lackdraht benötigt werden. Dieser Transformator ist für eine maximale Induktion von 12 000 Gauß bemessen; er brummt nicht, wenn er fest zusammengebaut wird, und erwärmt sich im Betriebe kaum merklich. Sein Wirkungsgrad beträgt 85 %, womit dargetan werden soll, wie gut so kleine Transformatoren bei geeigneter Konstruktion noch ausgenutzt werden können.

Auch für die Drossel sollen Maße angegeben werden: Kern 7 cm², Luftspalt 1 mm, Wicklungsschnitt 10 cm², voll bewickelt mit 0,45 CuL unter Zwischenlage von zwei Ölpapierstreifen. Diese Drossel hat etwa 10 H Selbstinduktion und 60 Ω Gleichstromwiderstand. Ihre Verwendung ist notwendig, da der Lautsprecher ohne sie brummen würde und andererseits eine Vergrößerung des ersten Siebkettenkondensators nicht möglich ist, weil sonst der maximale Spitzenstrom von 0,4 A überschritten und die Lebensdauer der Röhre verkürzt werden würde. Der angegebene Spitzenstrom wird, wie Nachmessung ergeben hat, voll ausgenutzt, so daß nicht empfohlen werden kann, den Ladekondensator zu vergrößern; dagegen ist eine Verkleinerung statthaft, allerdings sinkt dann die abgegebene Leistung.

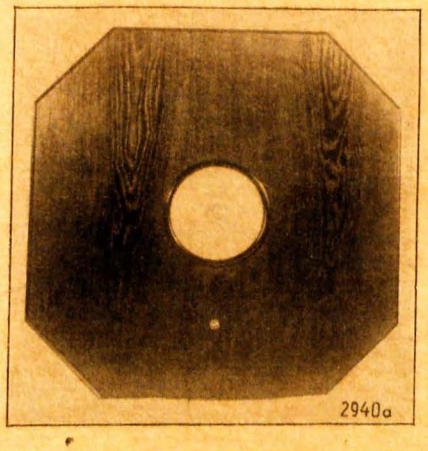


Abb. 20. Der fertige Lautsprecher von vorn

Der vom Verfasser verwendete Bimetallkontakt trägt eine Heizwicklung von 300 Ω, die bei 12 V einen Strom von 40 mA braucht, um richtig zu arbeiten. Zur wattlosen Verringerung der Netzspannung wird der Kondensator von 0,6 µF vorgeschaltet. Dieser Kondensator muß sorgfältig bemessen werden. Seine Größe hängt von drei Faktoren ab: Netzspannung U, Heizspannung U_h und Heizstrom J_h der Wicklung auf dem Bimetallstreifen (dabei ist eine Netzfrequenz von 50 Hz vorausgesetzt). Dann können wir C aus folgender Formel berechnen:

$$C = \frac{J_h \cdot 10^6}{314 \sqrt{U^2 - U_h^2}} \mu F.$$

Da vielleicht manchem Leser diese Rechnung zu viel Mühe macht, bringen wir in Abb. 19 eine Rechentafel, die die in Frage kommenden Werte abzulesen gestattet. Bei ihrer Benutzung beginnen wir mit U_h und U; die entsprechenden Werte werden durch eine gerade Linie verbunden, und wir erhalten auf der mit U_c bezeichneten Achse den Spannungswert, den der Kondensator im Betrieb führt. Wir lesen ihn ab und suchen ihn in der rechts daneben-liegenden Achse auf, verbinden mit dem notwendigen J_h-Wert und erhalten auf der C-Achse den gesuchten Wert des Vorschaltkondensators in Mikrofarad. Als Beispiel ist die graphische Ermittlung des Kondensators für den vom Verfasser benutzten Bimetallstreifen eingezeichnet. Die Netzspannung ist U = 220 V, die Heizspannung U_h =

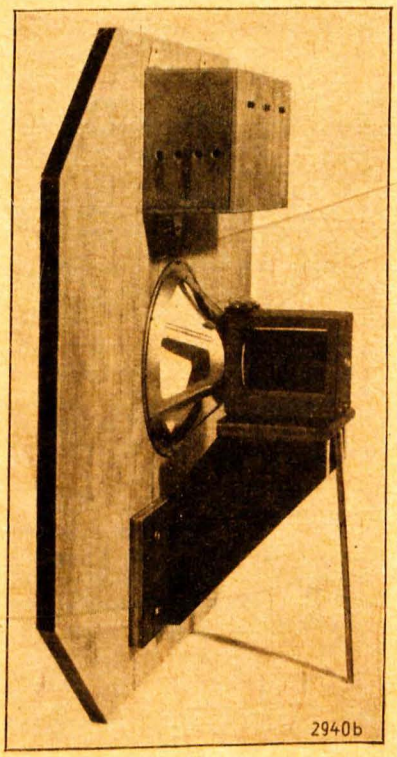


Abb. 21. Der fertige Lautsprecher in der Seitenansicht (der rechts sichtbare Stab diente nur für die Aufnahme zum Stützen)

12 V, daraus erhält man die am Kondensator liegende Spannung mit knapp 220 V. Verbindung dieses Wertes für U_c mit J_h = 0,04 A ergibt für den Kondensator eine Größe von fast genau 0,6 µF. Es sei hinzugefügt, daß dieses Nomogramm natürlich auch in allen ähnlichen Fällen verwendet werden kann, wenn es sich darum handelt, Stromverbraucher aus einem Wechselstromnetz mit verringerter Spannung zu betreiben[3]).

Der beschriebene Gleichrichter leistet etwa 160 V und 115 mA. Dabei ist die Beruhigung so gut, daß bei kurzgeschlossener Schwingspule kein Brummen zu hören ist, selbst wenn man ganz dicht an den Lautsprecher herangeht.

Wir bauen zweckmäßig das Gerät in einen kleinen Kasten ein, der reichlich mit Luftlöchern versehen wird und seinen Platz auf der Rückseite der Schallwand über dem Chassis findet (vgl. Abb. 21).

Zusammenbau mit einer Schallwand

Zu einem guten Lautsprecher gehört auch eine gute Schallwand. Wir verwenden hierfür am besten Sperrholz von 20 mm Stärke mit einer Größe von 1 qm. Wesentlich unter diese Fläche zu gehen, sei nicht empfohlen, so haben z. B. Versuche mit einer Schallwand von 60 cm Kantenlänge ein deutlich hörbares Abfallen der tiefen Töne ergeben.

Die Schallöffnung kann mit einem stoffbespannten, polierten Holzring verkleidet werden. Der verwendete Stoff

[3]) Glühlampen und Röhren sind hiervon ausgeschlossen, da sie durch den Einschaltstromstoß gefährdet werden.

muß auf alle Fälle durchbrochen sein, am besten eignet sich ein Stück Spitze. Versuche mit undurchlässigem Stoff, z. B. Seide, haben negativen Erfolg, weil besonders bei starken Baßtönen die Luftbewegung so stark ist, daß die Bespannung heftig vor- und zurückbewegt wird und dabei laute Flattertöne erzeugt.

Da das Magnetsystem ein ziemlich großes Gewicht hat und im Handel nur leicht gebaute Membrankörbe erhältlich sind, müssen wir das an der Schallwand hängende System durch eine kräftige Holzkonsole unterstützen. In Abb. 21 ist sie deutlich zu erkennen. Ihre Maße richten sich nach dem vorhandenen Platz, deshalb werden hier keine angegeben. Zwischen die Fläche der Konsole, die den Stützdruck auf das System ausübt, und das System selbst legen wir einen Filzstreifen, und zwar aus folgendem Grunde: Denken wir uns zunächst den Streifen weg und stellen uns Chassis, Schallwand und Konsole als mechanisch starr vor, dann ist das aus ihnen gebildete Trägerwerk statisch unbestimmt, d. h. es können nach dem Zusammenschrauben beliebig große Kräfte darin auftreten, die wir weder berechnen noch kontrollieren können. Durch Einfügung des elastischen Filzes wird das System statisch bestimmt, was sich darin äußert, daß wir den gewünschten Stützdruck vor dem Festschrauben mit einer großen Schraubzwinge o. ä. genau einstellen können und daß dieser auch nachher tatsächlich wirksam ist (Magnetsystem und Konsole werden nicht miteinander verschraubt!). Da sich der Filz im Anfang etwas zusammendrückt, ist es nötig, nach einer bis zwei Wochen noch einmal nachzuspannen.

Betriebsergebnisse

Schon bei einem kurzen Vergleich dieses Lautsprechers mit einem kleineren handelsüblichen fällt die größere Lautstärke und bessere Tonqualität auf, besonders hervorzuheben die gute Abstrahlung tiefster Frequenzen; man ist erstaunt, welche großen Unterschiede zwischen dynamischen Lautsprechern möglich sind. Dazu trägt auch die Nawi-Membran bei, die keine Rauhigkeit des Tones durch Subharmonische aufkommen läßt. Auf eines sei noch besonders hingewiesen: während Benecke für einen bekannten Lautsprecher bei einer Membranmasse von 10 g eine Schwingspulenmasse von 3,7 g angibt, ist die Masse unserer Schwingspule mit 6 g bedeutend größer. Das äußert sich in einer hervorragenden Wiedergabe der tiefen Frequenzen, so daß der Lautsprecher sich gut als Spezialtieftonlautsprecher eignet. Andererseits ist auch die Abstrahlung der hohen Töne noch befriedigend, so daß er auch den gesamten Hörfrequenzbereich allein verarbeiten kann, allerdings drängt sich die Hauptmenge der Strahlungsenergie mit zunehmender Tonhöhe immer mehr zur Mittelachse zusammen als Folge des großen Membrandurchmessers. Eine Erweiterung der Anlage durch einen selbstzubauenden Hochtonlautsprecher ist vorgesehen. Nach Abschluß der Versuche soll darüber berichtet werden.

Ein Wort über die Anforderungen, die an den Kraftverstärker zu stellen sind, sei noch gesagt. Erstens darf dieser wegen der kräftigen Wiedergabe tiefer Frequenzen nur wenig brummen, so daß die Verwendung einer indirekt geheizten Endröhre oder der Gegentaktschaltung angezeigt ist. Zweitens soll die Ausgangsleistung möglichst über 2 Watt betragen. Der Verfasser benutzt einen Gegentaktverstärker mit zwei Endstufen, die wahlweise einschaltbar sind und von denen die eine 2 Watt, die andere 10 Watt leisten kann. Beim Vergleich ist deutlich die bessere Qualität einer Wiedergabe mit der starken Endstufe zu hören, die sich immer bei Spitzenbelastungen bemerkbar macht. Paukenschläge z. B. kommen unverzerrt mit so elementarer Wucht, daß jeder Zuhörer seine Freude daran hat.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

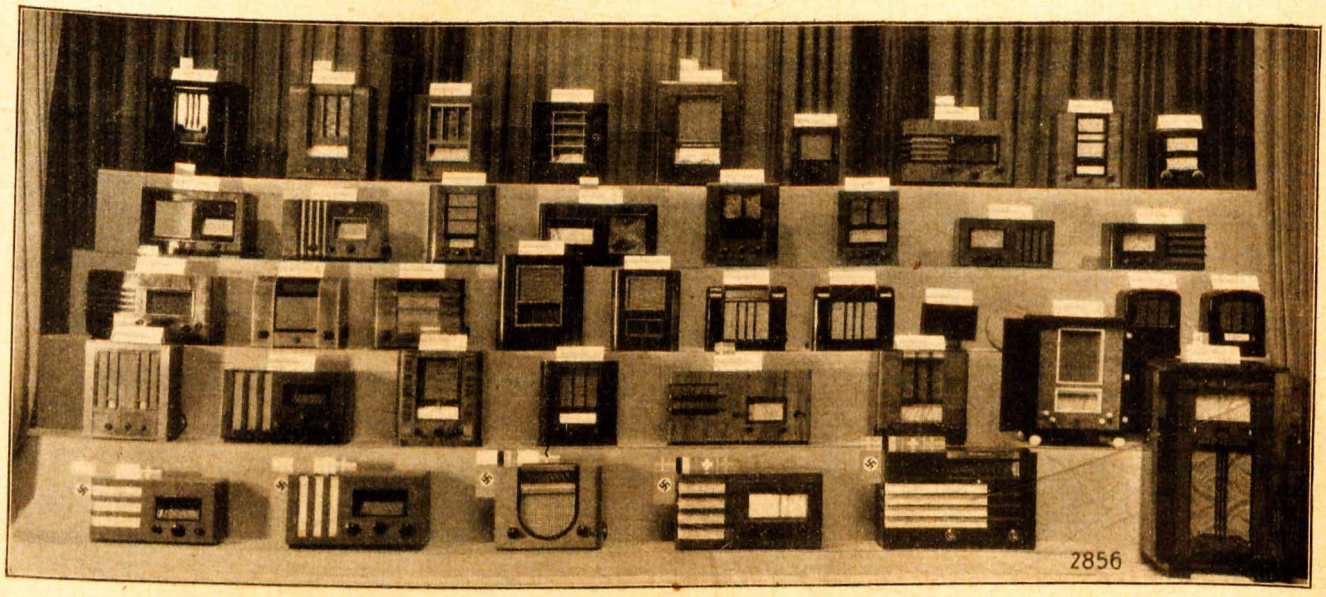
Deutsche Empfänger-Entwicklung für den europäischen Markt

Eine deutsche Firma baut 40 Empfänger für Europa

Es ist eine vordringliche Aufgabe der deutschen Industrie, die für die lebensnotwendigen Rohstoffe erforderlichen Devisen durch die Ausfuhr hochwertiger, vornehmlich Lohnkosten in sich tragender Erzeugnisse heranzuschaffen. Veredelte Güter, die bei geringem Rohstoffwert einen hohen Verkaufswert besitzen, in denen also in besonders starkem Maße Arbeitskraft angereichert ist, müssen deshalb als in höchstem Maße exporterwünscht bezeichnet werden. Das gilt auch von Funkgeräten ganz allgemein und von Rundfunkempfängern im besonderen. Allerdings haben sich die Verhältnisse auf den Auslandsmärkten seit der Zeit, als Deutschland im Export von Rundfunkempfängern an erster Stelle stand, stark gewandelt; die meisten Länder sind zur Eigenerzeugung von Empfängern übergegangen, die infolge der günstigen örtlichen Arbeitsverhältnisse meist zu sehr niedrigen Preisen auf den Markt gebracht werden können; außerdem aber sorgten die Dumping-Preise der amerikanischen Ausfuhr vorjähriger Empfangsgeräte nach Europa dafür, daß der Durchschnittserlös stark nach unten verschoben wurde.

Die deutsche Öffentlichkeit ist nur wenig darüber unterrichtet, welche Hemmnisse hier bestehen und welche Riesenanstrengungen gemacht werden müssen, um zu einem guten Devisenanfall der Funkindustrie zu gelangen. Die kürzlichen Ausführungen des Direktors der Rundfunkabteilung der Telefunken-Gesellschaft, Dr. Hubert Engels, vor der Presse ermöglichen eine gute Beurteilung der wirklichen Verhältnisse. Die von ihm vertretene Gesellschaft verfügt über mehr als die Hälfte des gesamten deutschen Rundfunkexports; es müssen also schon besonders interessante Mittel sein, die hier eingesetzt wurden, um dieses Ergebnis zu erzielen. Es ist vor allem das umfassende, seit Jahrzehnten bestehende Vertreternetz in Europa und Übersee, dessen Mitglieder auf allen Gebieten der Funktechnik und damit auch der Rundfunktechnik über umfangreiche Erfahrungen verfügen, dem dieser Erfolg in erster Linie zu danken ist. Es ist aber vor allem der Grundsatz, die Konkurrenz auf den Auslandsmärkten nicht vom Preisstandpunkt, sondern vom Qualitätsstandpunkt her zu führen. Der wichtigste Grund für den Kauf deutscher Empfänger im Ausland ist eben der, für einen zwar etwas höheren Betrag Geräte zu erwerben, die in ihrer Bauart und Leistung, in dem Komfort, den sie bieten, und in der Gediegenheit und gewissen Luxuriösität der äußeren Aufmachung von der Funkindustrie eines anderen Landes nicht erreicht werden.

Vier Gründe sind für die Erschwerung der deutschen Ausfuhr — nicht nur der Rundfunkausfuhr — maßgebend: 1. die immer größer gewordenen Unterschiede in der Preislage zwischen Deutschland und dem Ausland, 2. die steigende Belastung der Ausfuhr mit Zöllen und Einfuhrhemmnissen aller Art, 3. politische Hemmungen und 4. die Erstarkung der einheimischen Industrie des Auslandes. Bei den aus Deutschland auszuführenden Empfängern wurde eine zielbewußte Senkung der Gestehungskosten durchgeführt, die jedoch aus den vorhin geäußerten Gründen des unbedingten Qualitätsexportes — denn ein solcher ist ja nur möglich, da wir mit den billigen Geräten des Auslandes auch bei allergeringsten Gestehungskosten niemals konkurrieren können — bald eine Grenze finden mußte. In



40 Telefunken-Empfänger für den Europa-Markt. Von oben links nach unten rechts: 1 Empfänger für Belgien, 3 für Dänemark, 2 für die Schweiz, 3 für Ungarn, 3 für die Tschechoslowakei, 5 für Polen, 10 für Österreich, 2 für Schweden, 2 für Lettland, 1 für Norwegen, 3 für Italien. Die 5 unteren Geräte stellen die deutschen Geräte dar, die nach einigen Ländern ausgeführt werden
Werkbild

großem Maße mußte in der letzten Zeit der Ideenexport aufgenommen werden; an die Stelle der Ausfuhr der Geräte selbst trat die Ausfuhr der Konstruktion, also der Idee, die durch die Lizenzbeträge Devisen ins Land bringt, zum Teil darüber hinaus durch Kompensationsgeschäfte mit aus Deutschland ausgeführten Röhren. Telefunken hat in manchen Ländern eigene Fabriken errichtet und läßt in anderen in einheimischen Fabriken nach deutschen Konstruktionen Empfänger herstellen, die nun auf dem betreffenden Markt unter der deutschen Marke verkauft werden. In dieser Herstellung im Land selbst lag die einzige Möglichkeit, den betreffenden Markt überhaupt zu halten, denn eine Einfuhr aus Deutschland ist hier ja durch staatliche Maßnahmen unmöglich gemacht worden. Als Beispiel möge nur die Tschechoslowakei genannt werden; ein nach dort auszuführender deutscher Dreikreis-Vierröhren-Superhet, dessen deutscher Bruttopreis etwas über 300 RM liegt, ist hier mit rund 200 RM Einfuhrspesen belastet!

Telefunken ist heute in 27 europäischen Ländern vertreten; in elf von ihnen, nämlich in Belgien, Dänemark, Italien, Lettland, Norwegen, Österreich, Polen, Schweden, Schweiz, Tschechoslowakei und Ungarn, werden Empfänger im Lande selbst hergestellt. Nach Belgien, Norwegen, Schweden und der Schweiz können außerdem die auch in Deutschland am Markt befindlichen Geräte eingeführt werden. Die in den betreffenden Ländern erzeugten Empfänger nehmen auf die technischen, wirtschaftlichen und geschmacklichen Forderungen der Länder Rücksicht; sie sind eigens für die Verhältnisse in dem betreffenden Land entworfen worden, unterstehen aber in ihrer technischen und fabrikatorischen Gestaltung durchweg der deutschen Entscheidung. An alle diese Geräte stellt man die gleichen weitgehenden Forderungen, wie an die deutschen Empfänger selbst; sie werden in den Berliner Laboratorien entwickelt oder doch begutachtet, sie haben hier ihre Leistungsprüfung abzugeben und erfahren hier die letzten Vervollkommnungen. Durch diese Art der Arbeit, die sich einerseits den Verhältnissen und Wünschen des betreffenden Landes weitgehend anpaßt, die andererseits aber den deutschen Güteanforderungen ausgesetzt ist, ließ es sich erreichen, daß der Telefunkenmarktanteil im Baujahr 1335/36 im europäischen Ausland, allerdings mit Ausnahme der neben Deutschland größten europäischen Rundfunkländer England und Frankreich, 17,5 % erreicht hat. Da der Gesamtmarkt rund 1 Million Empfänger umfaßt, sind das rund 175 000 Geräte.

Es ist interessant, sich an Hand der Unterlagen, die Dr. Engels gegeben hat, ein Bild über den Einfluß der deutschen Rundfunktechnik im Ausland zu machen. Wenn es sich hier auch um die Zahlen nur einer Firma — wenn auch der bei weitem am größten — handelt, so dürfte diesen Angaben doch für die Marktgestaltung Allgemeinbedeutung zukommen. Zunächst ist das Überwiegen des Superhetempfängers interessant; während das Verhältnis zwischen Geradeaus-Empfängern und Superhets in Deutschland 7 : 3 ist, liegt es im Ausland gerade umgekehrt, es beträgt 3 : 7. In einigen Ländern, so in der Schweiz und in Österreich, ist das mit den infolge der gebirgigen Gegend sehr ungünstigen Empfangsverhältnissen zu erklären; man muß hier außerordentlich hochwertige Empfangsgeräte zur Anwendung bringen, um einen guten Europaempfang zu erzielen. Aus Tafel 1, der nicht die verkauften Stückzahlen, sondern allein die Zahl der Modelle zugrunde liegen, ist das Verhältnis nicht so deutlich ersichtlich; immerhin geht aus hieraus hervor, daß 11 Länder 6 Geradeaus-Empfänger und 11 Superhets aus Deutschland einführen (es handelt sich natürlich immer wieder um die gleichen fünf Empfänger), und daß in den Ländern selbst 15 Geradeaus-Empfänger und 19 Superhets erzeugt werden (in dieser und in den folgenden Tafeln ist der Einheitlichkeit halber ein und dasselbe Gerät in allen Stromarten, für die es erzeugt wird, einzeln mitgezählt). Interessant ist vor allem, daß in den nordischen Staaten eine gleiche Vorliebe für Geradeaus-Empfänger zu bestehen scheint wie in Deutschland selbst, daß hingegen in Italien, Österreich und der Schweiz der Superhet stark im Vordergrund steht. In Polen werden von Telefunken dagegen ausschließlich Geradeaus-Empfänger vertrieben; dieses Bild dürfte sich aber schon im nächsten Jahr zugunsten des Superhets ändern. In den Superhets Österreichs ist ein Kraftwagenempfänger enthalten; für die Schweiz wird außerdem ein Drahtfunk-Verstärker hergestellt, der in die Tafeln nicht hineingenommen wurde.

Eine Aufteilung der Empfänger nach Röhren- und Kreiszahlen ist aus Tafel 2 ersichtlich; diese und die nächste Tafel umfassen alle Geräte, also die aus Deutschland eingeführten und die im Lande selbst erzeugten. In ihr spiegeln sich ähnliche Verhältnisse wie in Deutschland: Geradeaus-Empfänger werden fast nur mit zwei und drei Röhren und mit einem und zwei Kreisen gebaut, Superhets mit vier Röhren stehen im Vordergrund, und außerdem ist in den

meisten Ländern das ausgesprochene Spitzengerät, der Achtkreis-Sechsröhren-Superhet, am Markt (die Kreiszahlen der Superhets gelten übrigens o h n e Überlagererkreis). Tafel 3 zeigt schließlich noch, wie sich die Geräte auf Wechselstrom-, Gleichstrom-, Allstrom- und Batteriebetrieb verteilen.

Tafel 1
Geradeaus- und Superhet-Empfänger

Land	Einfuhr aus Deutschland		Im Land erzeugt	
	Geradeaus	Superhet	Geradeaus	Superhet
Belgien	0	3	0	1
Dänemark	0	0	2	1
Italien	0	0	0	3
Lettland	0	0	1	1
Norwegen	2	2	0	1
Österreich	0	0	3	7
Polen	0	0	5	0
Schweden	4	4	0	2
Schweiz	0	2	0	1
Tschechoslowakei	0	0	2	1
Ungarn	0	0	2	1

Tafel 2
Röhren- und Kreiszahlen[1])

Land	Geradeaus-Empfänger Röhrenzahl:			Superhet-Empfänger Röhrenzahl:			
	2	3	4	3	4	5	6
Belgien	—	—	—	4	6, 6	—	8
Dänemark	1	3	—	—	6	—	—
Italien	—	—	—	—	5, 5	—	6
Lettland	1	—	—	—	6	—	—
Norwegen	1	2	—	—	6	—	6, 8
Österreich	1, 1	2	—	—	5, 5, 5, 6, 6	8	—
Polen	—	1, 1, 1, 2	2	—	—	—	—
Schweden	1, 1	2, 2	—	4	6, 6, 6, 6	—	8
Schweiz	—	—	—	—	6, 6	—	8
Tschechoslowakei	—	1	2	—	—	6	—
Ungarn	1, 1	—	—	—	—	6	—

[1]) Die in den Spalten der Tafel befindlichen Ziffern nennen die Zahl der Kreise.

Tafel 3
Betriebsart

Land	Wechselstrom		Gleichstrom		Allstrom		Batterie	
	G	S	G	S	G	S	G	S
Belgien	—	4	—	—	—	—	—	—
Dänemark	—	—	—	—	2	1	—	—
Italien	—	3	—	—	—	—	—	—
Lettland	1	1	—	—	—	—	—	—
Norwegen	2	2	—	—	—	—	—	1
Österreich	2	4	—	1	—	1	1	—
Polen	4	—	—	—	1	—	—	—
Schweden	2	4	—	—	2	2	—	—
Schweiz	—	2	—	—	—	1	—	—
Tschechoslowakei	2	1	—	—	—	—	—	—
Ungarn	2	1	—	—	—	—	—	—

Ein Thema, das hier absichtlich nicht berührt worden ist, ist das der P r e i s e. Es ist außerordentlich schwer, Vergleiche zwischen den Marktpreisen der einzelnen Länder anzustellen, da Arbeitsbedingungen verschiedener Art, Währungsabwertungen, verschieden hohe Rabattsätze, Unterschiede in den Vertriebsverfahren usw. jede Einheitlichkeit stören. Allgemein kann hier nur gesagt werden, daß die Geräte, die aus Deutschland eingeführt werden, und auch diejenigen, die nach deutschen Konstruktionen in den Ländern erzeugt werden, fast immer an der oberen Grenze liegen. Gerade auf dem Gebiet der Rundfunkempfänger hat sich das Ausland daran gewöhnen müssen, für die deutschen Qualitätsempfänger auch entsprechende Beträge anzulegen. Das ist ja auch gar nicht anders möglich, weil z. B. die aus Deutschland eingeführten Empfänger auch bei niedrigsten Gestehungskosten, die vielleicht einen wirklichen Nutzen gar nicht mehr abwerfen, durch die hohen Einfuhrspesen so vorbelastet sind, daß ihre Preise über denen der einheimischen — wenn auch technisch nicht gleichwertigen — Geräte liegen. Um so beachtlicher ist es, daß es der deutschen Funkindustrie gelang, sich auf dem europäischen Markt eine derart einflußreiche Stellung zu erhalten. *Schw.*

Deutscher Rundfunk-Großsender für Schweden

Schweden hat kürzlich einen weiteren Schritt zum Ausbau seines Rundfunknetzes gemacht. Es wurde entschieden, daß ein neuer Sender von 100 kW Leistung im südlichen Teil des Landes, voraussichtlich in der Gegend von Malmö, errichtet werden soll. Mit der Entwicklung und Errichtung des neuen Großsenders wurde die Telefunken-Gesellschaft betraut. In seinem Aufbau wird der Sender die von Telefunken errichteten Reichssender Berlin, Breslau, Hamburg, Langenberg und Mühlacker zum Vorbild haben. Er wird, wie jetzt allgemein üblich, quarzgesteuert sein, doch kann er in kürzester Zeit auf jede Welle des Rundfunkbereiches umgeschaltet werden. In der sechsten Stufe, der Endstufe, wird die Sprechleistung mit zwei 300-kW-Großsenderöhren erzeugt. Zwei Röhren gleicher Leistung stehen dauernd in Reserve, so daß die Sendung, falls einmal eine Röhre aussetzen sollte, ohne nennenswerte Unterbrechung weitergeführt werden kann. Der Sender erhält auch eine Wasser-Rückkühlanlage, denn die Großleistungs-Senderöhren und auch die Röhren der vorhergehenden Stufe werden während des Betriebes mit Wasser gekühlt.

Die Rundfunkhörer Europas werden voraussichtlich noch vor Ablauf dieses Jahres zwei neue, von der deutschen Funkindustrie für das Ausland gebaute Großsender begrüßen können, denn nicht nur der schwedische Sender soll bis dahin fertiggestellt sein, sondern auch der 100-kW-Großsender in Bulgariens Hauptstadt Sofia, den ebenfalls Telefunken errichtet.

Vom Fernsehen im Ausland

Zwischen dem Privatsender Poste Parisien und einer Gruppe von Filmgesellschaften soll der Abschluß eines Vertrages bevorstehen, der dem Privatsender das ausschließliche Recht zur Fernsehsendung ihrer Filme überträgt. Dabei ist es noch vollkommen ungeklärt, wann und unter welchen Bedingungen die Privatsender überhaupt einen Fernsehbetrieb aufnehmen dürfen.

In diesem Zusammenhang sei daran erinnert, daß die britische Rundfunkgesellschaft Schwierigkeiten hat, Filme zu Fernsehvorführungen zu erhalten, denn die englische Filmindustrie hat es abgelehnt, neue Filme zu Fernsehzwecken zur Verfügung zu stellen. Die englische Filmindustrie beschränkt sich darauf, nur Filme, die länger als drei Monate in den Lichtspielhäusern gelaufen sind, für Fernsehzwecke freizugeben.

Ferner hat eine Reklamegesellschaft der französischen Postverwaltung einen Vertrag angeboten, in dem sie sich verpflichtet, an das Rundfunkbudget monatlich 500 000 Franken zu zahlen, wenn es ihr gestattet wird, Reklamebilder durch den Fernsehsender zu übertragen. Es verlautet, daß die französische Postverwaltung geneigt ist, diesen Vertrag anzunehmen, ihn aber zunächst zeitlich bis zur Inbetriebnahme des erweiterten Fernsehfunks mit verstärktem Sender zu begrenzen. Die Post würde durch diesen Vertrag eine jährliche Einnahme von 6 Millionen Franken erzielen.

Die Spannungsverteilung wird sichtbar gemacht

Eine neue Darstellungsweise

Von **Dipl.-Ing. Helmut Pitsch**

Dem Anfänger ist es meist ohne weiteres verständlich, daß sich ein elektrischer Strom verzweigen, d. h. in mehrere Teile zerlegen kann, welche unabhängig voneinander durch die einzelnen Stromzweige fließen. Das bekannteste Beispiel hierfür bildet ja das elektrische Lichtnetz, bei dem unzählige Verbraucher parallel geschaltet sind, so daß über jeden einzelnen Verbraucher ein Teil des vom Elektrizitätswerk aufgebrachten Gesamtstromes fließt. Natürlich ist dies nicht etwa so aufzufassen, als wenn der Gesamtstrom festliegt und dieser sich je nach der Zahl der Verbraucher verteilt, sondern der Gesamtstrom ergibt sich in Wirklichkeit aus der Summe der Einzelströme. Man kann also nur von einer „Teilung" des Stromes sprechen, wenn eine bestimmte Anzahl Stromverbraucher zugrunde gelegt wird.

Bei der Hintereinanderschaltung von Stromverbrauchern, oder ganz allgemein gesagt von Widerständen, ist nur ein einziger Strom vorhanden, genau wie bei der Parallelschaltung allen Stromverbrauchern eine einzige Spannung gemeinsam ist. Im Gegensatz hierzu teilt sich bei der Hintereinanderschaltung die Spannung, und zwar ganz unabhängig davon, wieviel Stromverbraucher vorhanden sind. Auf jeden einzelnen Widerstand fällt ein Teil der Gesamtspannung. Diese Verhältnisse sind für den Anfänger schon schwieriger zu verstehen und deshalb noch weniger die Verschiebung der Spannungsverteilung bei einer Änderung der Größe eines Widerstandes in einem solchen Stromkreis. Da aber ein Verständnis dieser Vorgänge sehr wesentlich für die Erkenntnis der Wirkungsweise von Rundfunkschaltungen ist, soll im folgenden an Hand einer vom Verfasser angegebenen Darstellungsweise versucht werden, die Spannungsverteilung besonders übersichtlich zu erklären.

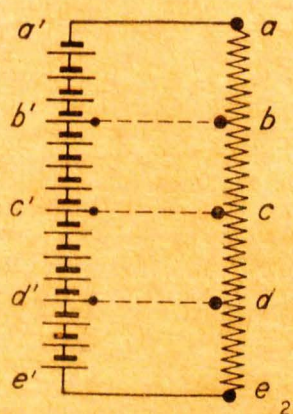


Abb. 1. Aufteilung einer Spannung an einem Widerstand

In Abb. 1 sehen wir eine Batterie (a' bis e') und einen daran angeschalteten Widerstand (a bis e). Zwischen den Punkten *a* und *e* herrscht die volle Batteriespannung, welche auch zwischen *a'* und *e'* vorhanden ist, falls der Widerstand der Zuleitung sehr klein gegenüber dem angeschalteten Widerstand ist. Die Gesamtspannung verteilt sich nun längs des Widerstandes, da sie sich ja nicht sprunghaft an irgendeiner Stelle ändern kann. So herrscht z. B. zwischen den Punkten *b* und *c* ein bestimmter Teil der Gesamtspannung. Diese Spannungsteilung kann man sich am besten klar machen, wenn man zu jedem Punkte des Widerstandes einen Punkt gleicher Spannung der Batterie sucht (bzw. umgekehrt) und sich die Punkte *b* und *b'*, *c* und *c'* usw. durch eine Leitung miteinander verbunden denkt. Wenn genau einander entsprechende Punkte gewählt sind, fließt in diesen Verbindungsleitungen kein Strom.

Ist der Widerstand zwischen *a* und *e* ganz gleichmäßig, so entsprechen die abgegriffenen Spannungen genau den Entfernungen zwischen den hervorgehobenen Punkten, denn aus dem Ohmschen Gesetz ergibt sich, daß sich die Teilspannungen zueinander verhalten wie die Teilwiderstände, denn in der Gleichung

$$\text{Spannung} = \text{Widerstand} \times \text{Strom}$$

ist für die verschiedenen Teilspannungen immer derselbe Strom einzusetzen, so daß die Teilspannungen nur von der Größe der Widerstände abhängig sind.

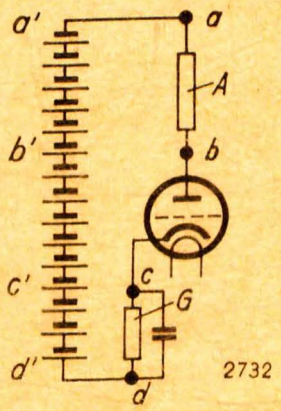


Abb. 2. Zwischen den Punkten a, b, c und d herrschen Teilspannungen

Die Gegenüberstellung von Stromquelle und Stromverbrauch und die Einzeichnung der Punkte finden wir auch in den übrigen Abbildungen, denn dies bildet den Grundgedanken der hier beschriebenen Erklärungsweise. Solche Punkte sind auch in Abb. 2 eingezeichnet, in der zwei Widerstände und eine Röhre in Reihe geschaltet sind. Grundsätzlich besteht hier kein Unterschied gegenüber der Schaltung nach Abb. 1, denn eine Röhre setzt ja dem Strom auch einen gewissen Widerstand entgegen. Deshalb teilt sich die Gesamtspannung in die Teilspannungen *a*—*b*, *b*—*c* und *c*—*d*. Der Widerstand *G* dient zur Abnahme der Gittervorspannung, während der Widerstand *A* z. B. den Anodenwiderstand einer Widerstandsverstärkerstufe darstellt.

Abb. 3 soll veranschaulichen, wie sich die Spannungsverteilung ändert, wenn die Größe eines Widerstandes geändert wird. Unter der Voraussetzung, daß in Abb. 3a

die beiden Widerstände W und W' einander gleich groß sind, sind auch die Spannungen zwischen den eingezeichneten Punkten einander gleich groß. Um das zu veranschaulichen, machten wir in der Zeichnung den Abstand dieser Punkte voneinander gleich groß. Bei einer Änderung des Widerstandes W' (z. B. auf die Hälfte) verschieben sich die Spannungen, was in Abb. 3 b an dem nach unten gerückten Punkte zu erkennen ist, Die beiden

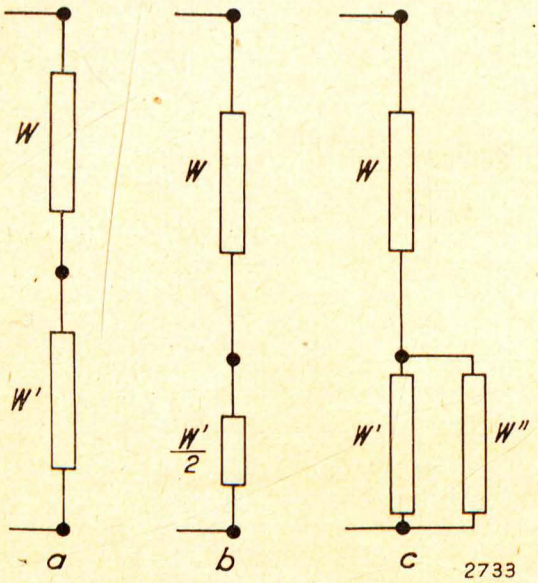


Abb. 3. Verschiebung der Spannungsverteilung durch Ändern eines Widerstandes oder durch Parallelschalten eines zusätzlichen Widerstandes

Teilspannungen verhalten sich jetzt wie 1 : ½, also wie 2 : 1, so daß an dem Widerstand W also ⅔ der Gesamtspannung herrschen und an $W'/2$ nur ⅓. Die Spannung an $W'/2$ ist also halb so groß wie an W. Genau die gleiche Spannungsverschiebung erhalten wir, wenn wir dem Widerstand W' einen gleich großen Widerstand W'' parallel schalten, wie es Abb. 3c zeigt. Alle drei Widerstände in dieser Abbildung sollen gleich groß sein. Wieder ist an den Abständen der drei Punkte die Spannungsverteilung gut zu erkennen. Je größer der Abstand der Punkte ist, um so größer ist auch die betreffende Spannung.

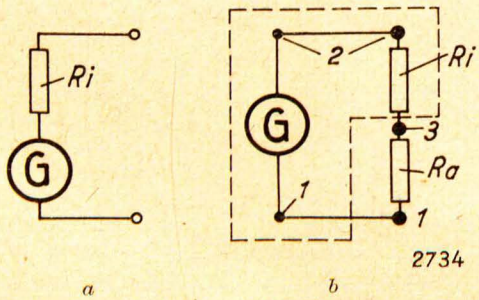


Abb. 4. Spannungsteilung zwischen innerem und äußerem Widerstand eines Generators

Abb. 3c zeigt besonders deutlich, daß man eine Teilspannung an einem Spannungsteiler nur mit einem Instrument messen darf, dessen Widerstand groß gegenüber dem Widerstand ist, an dem die Spannung gemessen wird. Denkt man sich in Abb. 3c den Widerstand W'' durch ein Meßinstrument ersetzt, so ist leicht einzusehen, daß man beträchtliche Fehlmessungen machen kann, wenn man ein Instrument mit einem Innenwiderstand benutzt, der nicht groß gegenüber dem Widerstand W' (in diesem Falle gleich W) ist. Für die Schaltung nach Abb. 2 gilt das natürlich auch. Man mißt deshalb bei ähnlichen Schaltungen im allgemeinen besser den Strom und berechnet die Teilspannung (übrigens auch „Spannungsabfall" genannt) nach dem Ohmschen Gesetz.

Ein weiteres Beispiel zeigt Abb. 4, welche veranschaulichen soll, wie sich die EMK (Elektromotorische Kraft) einer Stromquelle auf den inneren Widerstand und den angeschlossenen äußeren Widerstand verteilt. Dies ist in der meist üblichen Darstellungsweise nach Abb. 4a nicht so gut zu erkennen wie in Abb. 4b, da in der letzteren Abbildung die erzeugte Gesamtspannung und die verbrauchten Teilspannungen einander gegenübergestellt sind. Die EMK des Generators G herrscht zwischen den Punkten 1 und 2. Ein Teil der Spannung wird zwischen den Punkten 2 und 3 am inneren Widerstand Ri verbraucht und der Rest, nämsich die sogenannte Klemmenspannung, am äußeren Widerstand Ra, also zwischen den Punkten 1 und 3. Die gestrichelte Umrahmung soll andeuten, daß der Generator und der innere Widerstand ein geschlossenes Ganzes bilden und deshalb der Punkt 2 nicht zugänglich ist. Bei einer Änderung der Belastung ändert sich auch die Klemmenspannung zwischen 1 und 3, und zwar in derselben Weise, wie dies in Abb. 3 gezeigt wurde. Bei höherer Belastung, d. h. kleinerem äußeren Widerstand, sinkt die Klemmenspannung, und zwar um so mehr, je kleiner der äußere gegenüber dem inneren Widerstand ist. Die Änderungen der Klemmenspannung entsprechen nämlich um so mehr den Änderungen des Widerstandes Ra, je weniger eine Änderung von Ra auf die Größe des Stromes von Einfluß ist. Man braucht nur daran zu denken, daß sich bei festliegendem Strom zwei Widerstände (in diesem Falle nacheinander angelegt) so zueinander verhalten, wie die Spannungen an diesen Widerständen. Das Gegenbeispiel zeigt Abb. 3 a, b, in der sich bei einer Änderung von W' auf die Hälfte die Spannung von ½ auf ⅓ und nicht auf ¼ ändert.

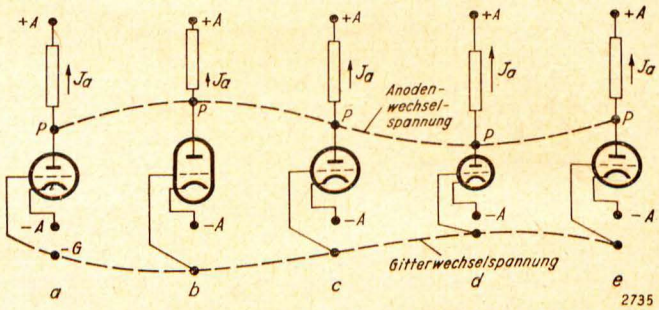


Abb. 5. Veranschaulichung der Widerstandsverstärkung (gleichstrommäßig betrachtet)

Auch die Wirkungsweise der Widerstandsverstärkung läßt sich gut an Hand von eingezeichneten Punkten erklären. In Abb. 5 ist die Spannung eines Punktes um so positiver gegen einen darunter befindlichen, je höher sich der Punkt befindet. Zwischen $-A$ und $+A$ liegt die Anodenstromquelle, und zwischen $-G$ und $-A$ die Gitterspannungsquelle. In Bild *a* fließt bei einer bestimmten Gitterspannung ein bestimmter Anodengleichstrom Ja, der an dem Anodenwiderstand einen Spannungsabfall (eine Teilspannung) entstehen läßt (obwohl eigentlich die Spannung den Strom hervorruft, denkt man sich häufig die Spannung an einem Teilwiderstand vom Strom verursacht). Dieser Spannungsabfall entspricht dem Abstand der Punkte $+A$ und P. Man muß also von der Gesamtanodenspannung zwischen $-A$ und $+A$ den Spannungsabfall zwischen P und $+A$ abziehen, um die an der Röhre wirklich vorhandene Anodenspannung zu erhalten.

Nun möge eine an das Gitter gelegte Niederfrequenzspannung zunächst negativ werden. In Bild *b* ist deshalb der Punkt $-G$ etwas tiefer gezeichnet. Die negativere Gitterspannung schwächt den Anodenstrom, weshalb der Spannungsabfall am Anodenwiderstand geringer wird, wie

an dem geringeren Abstand zwischen den Punkten P und $+A$ zu sehen ist. Dafür ist die Spannung zwischen $-A$ und P (also an der Röhre) entsprechend größer geworden.

Dies ist darauf zurückzuführen, daß infolge der negativeren Gitterspannung der Widerstand der Röhre (Gleichstromwiderstand, nicht der „innere Widerstand", den wir hier außer acht lassen können) größer geworden ist. Eine Röhre läßt sich nämlich als Regelwiderstand auffassen, dessen Größe durch die Gitterspannung verändert werden kann. In Bild *b* ist also der Widerstand der Röhre größer geworden, weshalb die Röhre länger gezeichnet ist. Damit ist aber der Gesamtwiderstand des Stromkreises größer geworden, und der Anodenstrom hat deshalb abgenommen. Die Gesamtspannung teilt sich wegen des anderen Verhältnisses zwischen dem Anodenwiderstand und dem Widerstand der Röhre anders zwischen diesen Widerständen auf, so daß sie am Anodenwiderstand geringer ist. Man braucht aber hieran gar nicht zu denken, sondern man muß sich nur klar machen, daß wegen des geringeren Stromes ein geringerer Spannungsabfall am Anodenwiderstand entsteht.

Der Spannungsabfall am Anodenwiderstand hat in Bild *c* wieder dieselbe Größe wie in Bild *a* und hat in Bild *d* wegen geringerer negativer Gittervorspannung zugenommen, um schließlich in Bild e wieder so groß zu sein wie in Bild *a* und *c*. Nun hat die Gitterwechselspannung und auch die Anodenwechselspannung eine ganze Periode durchlaufen. An den gestrichelten Linien in Abb. 5 ist dies leicht zu erkennen. Die Spannungsschwankungen, die der Punkt P vollführt, also die Anodenwechselspannungen, werden über einen an den Punkt P angeschalteten Kopplungskondensator an die nächste Röhre übertragen.

Die neue Erklärungsweise ist nicht auf Ohmsche Widerstände beschränkt, sondern kann auch bei Wechselstromwiderständen, z. B. Kondensatoren, angewendet werden. Nur ist darauf zu achten, daß bei gleichzeitigem Vorhandensein von Ohmschen Widerständen und Blindwiderständen die Teilspannungen nicht einfach addiert werden dürfen, um die Gesamtspannung zu erhalten, da sich die Teilspannungen geometrisch, also in einem rechten Winkel, zusammensetzen (dies läßt sich bei der hier beschriebenen Darstellungsweise auch entsprechend aufzeichnen).

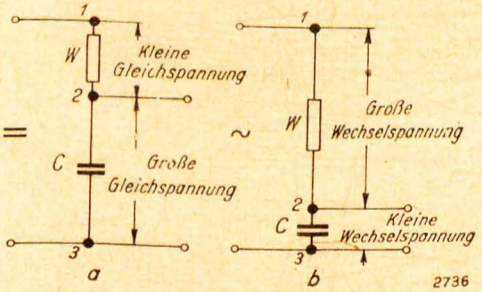


Abb. 6. Verschiedene Spannungsverteilung für Gleich- und Wechselspannung an einem Siebglied

In Abb. 6 ist ein Spannungsteiler für Gleich- und Wechselstrom gezeigt, welcher eine Gleichspannung von der überlagerten Wechselspannung befreien soll. Normalerweise stellt man solche Spannungsteiler in der Art nach Abb. 7 dar, in der zu erkennen ist, daß es sich um sogenannte Siebglieder handelt. Bei der Darstellungsweise nach Abb. 6 kann man aber besser die Wirkungsweise übersehen. Legt man in Abb. 6a eine Gleichspannung an, so ist diese Gleichspannung praktisch ganz an dem Kondensator vorhanden, denn ein Kondensator bietet ja einem Gleichstrom einen sehr großen, theoretisch unendlich großen Widerstand. Wenn allerdings der Isolationswiderstand des Kondensators nur klein gegenüber dem Ohmwert des Widerstandes W ist, kann sich am Kondensator C nur eine entsprechend kleinere Gleichspannung ausbilden. Auch wenn parallel zu C eine Belastung (Widerstand) gelegt wird, sinkt die Gleichspannung am Kondensator ab, genau wie dies auch bei einem Spannungsteiler mit Ohmschen Widerständen der Fall ist.

Die Spannungsverhältnisse ändern sich grundlegend, wenn man an diesen Spannungsteiler nach Abb. 6a eine Wechselspannung anlegt. Dann gilt die in Abb. 6b dargestellte Spannungsverteilung. Der Kondensator läßt ja Wechselströme hindurch und bietet ihnen einen um so geringeren Widerstand, je größer seine Kapazität ist und je höher die Frequenz des angelegten Wechselstromes ist. Wenn der kapazitive Widerstand des Kondensators für die zwischen 1 und 3 angelegte Frequenz kleiner ist als der Widerstand W groß ist, tritt an C nur eine kleine Wechselspannung auf. Der größte Teil der Wechselspannung herrscht an W.

Diese Verhältnisse gewinnen erst eine besondere Bedeutung, wenn man gleichzeitig eine Gleichspannung u n d eine Wechselspannung anlegt. Dieser Fall ist natürlich auch dann vorhanden, wenn von vornherein eine Gleichspannung von einer Wechselspannung überlagert ist, wie beispielsweise hinter dem Gleichrichterteil eines Wechselstrom-

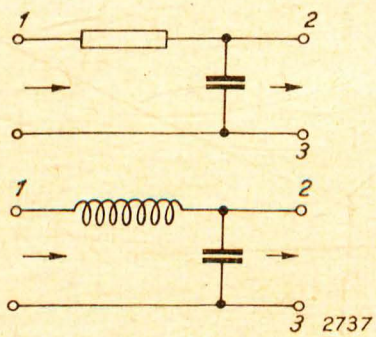


Abb. 7. Siebglieder in der üblichen Darstellungsweise

netzanschlußgerätes oder noch einfacher bei einem Lichtnetz mit pulsierender Gleichspannung. Dann ist die Spannungsteilung für die Gleichspannungskomponente eine andere als für die Wechselspannungskomponente. Man kann also auf diese Weise einen großen Teil der Gleichspannung erhalten, der jedoch nur von einem kleinen Teil der Wechselspannung überlagert ist. Die Gleichspannung ist also „gesiebt" oder „gereinigt" oder „geglättet".

Ein Nachteil der Siebglieder, die mit einem Ohmschen Widerstand versehen sind, ist der, daß der entnommene Gleichstrom an diesem Widerstand einen verlustbringenden Spannungsabfall, also einen Spannungsverlust, verursacht. Deshalb wird oft anstelle des Ohmschen Widerstandes eine Drossel gesetzt, und zwar eine Hochfrequenzdrossel, wenn ein Eindringen von Hochfrequenz in einen Stromkreis verhindert werden soll, und eine Niederfrequenzdrossel, wenn Niederfrequenz ferngehalten werden soll. Ein solches Siebglied zeigt Abb. 7 unten. Der Gleichstrom ruft dann an der Drossel nur einen Spannungsverlust hervor, der an dem Ohmschen Widerstand der Wicklung entsteht. Für Wechselstrom ist der Widerstand jedoch sehr groß, da es ja hierbei auf den induktiven Widerstand ankommt, und deshalb teilt sich die ankommende Wechselspannung so auf, daß der größte Teil an der Drossel herrscht und nur wenig am Kondensator.

Die beschriebene neue Darstellungsweise läßt sich natürlich auch in anderen Fällen zur Veranschaulichung von elektrischen Vorgängen heranziehen. Die beschriebenen Beispiele mögen aber genügen, um zu zeigen, in welcher Weise sich der Verfasser die Anwendung denkt. Natürlich soll hiermit nicht vorgeschlagen sein, die Schaltbilder immer in dieser Weise zu zeichnen, sondern man wird sich dieser Darstellungsweise nur zur Erleichterung des Unterrichts oder des Selbststudiums bedienen.

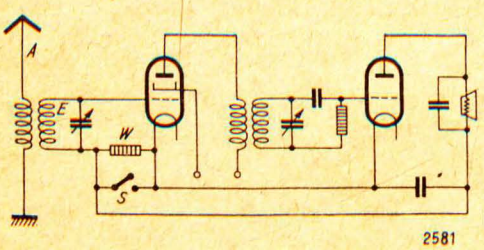
Zeichnungen vom Verfasser

PATENTSCHAU

Abstimmvorrichtung für Empfänger mit selbsttätiger Lautstärkeregelung

Nach der deutschen Patentschrift 603 007, Klasse 21 a 4, Gruppe 29/03 — Telefunken.

Empfänger, die mit einer Vorrichtung zur selbsttätigen Lautstärkeregelung versehen sind, haben bekanntlich den Nachteil, daß sie schwer auf die zu empfangenden Wellen abstimmbar sind. Während bei einem gewöhnlichen Empfänger sich eine Verstimmung gegenüber den zu empfangenden Wellen sofort in einer starken Verminderung der Empfangslautstärke auswirkt, ist dies bei Empfängern mit selbsttätiger Lautstärkeregelung nicht der Fall. Es wird vielmehr der durch die nicht vollkommene Abstimmung an sich bedingte Verlust an Empfangsstärke durch entsprechende Heraufsetzung der Verstärkung der Empfangsanordnung wieder wettgemacht.



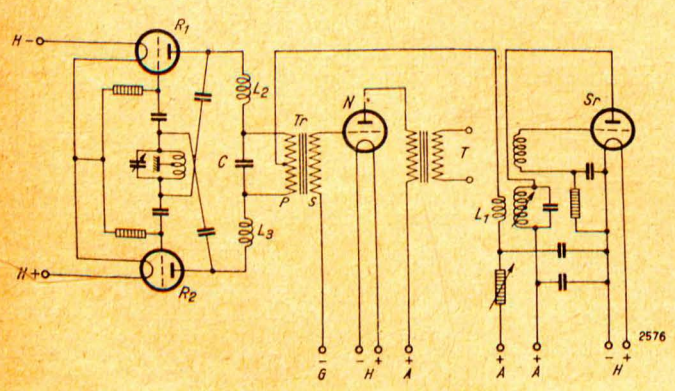
Die bequeme Bedienung eines solchen Empfängers, d. h. die leichte und richtige Abstimmung, kann dadurch erleichtert werden, daß Schaltelemente vorgesehen sind, durch welche die selbsttätige Lautstärkeregelung vorübergehend außer Tätigkeit gesetzt wird. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, daß der die Abstimmelemente antreibende Handknopf federnd ausgebildet ist und zur Bedienung der Abstimmelemente hineingedrückt werden muß, wobei gleichzeitig der Schalter S geschlossen wird, durch welchen der die Regelspannung erzeugende Widerstand W überbrückt und kurzgeschlossen wird. In seiner Ruhestellung wird dann der Bedienungsknopf, der Federkraft folgend, den Schalter S geöffnet halten.

Schr.

Überrückkopplungsempfänger

Nach der deutschen Patentschrift 609 751 der Kl. 21 a 4, Gr. 24/02 — C. Lorenz A.-G.

Beim Empfang kurzer bzw. ultrakurzer Wellen verwendet man bekanntlich mit Vorteil einen sogenannten Überrückkopplungsempfänger. Bei diesen Empfängern muß jedoch dafür gesorgt werden, daß die Unterbrechungsschwingung, die an der Grenze des Hörbereiches liegt, von den angeschlossenen Niederfrequenzkreisen ferngehalten wird. Werden hohe Anforderungen an das Empfangsgerät gestellt, so werden die Siebanordnungen zur Unterdrückung der Unterbrechungsschwingung sehr umfangreich.



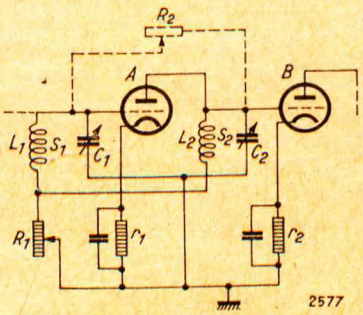
Zur Vermeidung aller Siebmittel kann die in der Abbildung dargestellte Schaltungsanordnung benutzt werden, bei der die Unterbrechungsschwingung dem Anodenkreis eines Gegentaktaudions über die Mittelanzapfung der Primärwicklung eines zur Ankopplung des Niederfrequenzteiles benutzten Transformators zugeführt wird, so daß die Zuführung im Gleichtakt erfolgt. Die Unterbrechungsschwingung wird in der Röhre S erzeugt. Sie wird dem Gegentaktaudion über die Spule L_1 zugeführt, über die auch die Anodenspannung an die Röhren R_1 und R_2 des Gegentaktaudions gelegt wird. Durch die vollständig symmetrische Zuführung der Unterbrechungsschwingung heben sich ihre Wirkungen in der Sekundärwicklung S des Niederfrequenztransformators Tr auf, so daß der Niederfrequenzteil durch sie nicht beeinflußt wird und daher besondere Siebmittel nicht erforderlich sind.

Schr.

Verstärkerschaltung mit galvanischer Rückkopplung

Nach der deutschen Patentschrift 607 165, Kl. 21 a 4, Gr. 29/02 — Sachsenwerk Licht und Kraft A.-G.

Die Abbildung zeigt eine Hochfrequenzverstärkerschaltung mit galvanischer Rückkopplung. Die bekannten Schaltungen dieser Art benutzen meist zur Rückführung der Energie induktive oder kapazitive Widerstände. Dabei zeigt sich jedoch, daß bei diesen Anordnungen die Abstimmung der beiden Resonanzkreise höher liegen muß als die der übrigen Schwingungskreise des Empfängers. Diese Erscheinung tritt jedoch nicht ein, wenn der die Rückkopplungsenergie liefernde Schwingungskreis mit dem zu entdämpfenden Kreis über einen gleichzeitig in beiden Schwingungskreisen liegenden Ohmschen Widerstand stromgekoppelt ist. Bei dieser Art der Rückkopplung tritt im Gegensatz zu der über imaginäre Widerstände die optimale Rückkopplungswirkung genau in der Abstimmfrequenz ein.



In der Abbildung bezeichnen A und B die Röhren von zwei aufeinanderfolgenden Stufen. L_1 und C_1 bzw. L_2 und C_2 sind die Glieder der beiden Schwingungskreise. Die Widerstände r_1 und r_2 mit den Überbrückungskapazitäten dienen zur Erzeugung der Vorspannung am Gitter der Röhren. Verfolgt man das ausgezogene Schaltschema, so erkennt man, daß die beiden Schwingungskreise S_1 und S_2 jeder für sich über den Widerstand R_1 geschlossen und beide Kreise stromgekoppelt sind. Ein weiterer Widerstand R_2 kann zur Regelung der Rückkopplung so in die Schaltung eingefügt werden, daß die beiden Kreise auch spannungsgekoppelt sind. Dieser Fall ist in der Abbildung gestrichelt angedeutet. Die Widerstände R_1 und R_2 können einstellbar gemacht werden.

Schr.

CQ
MITTEILUNGEN DES DEUTSCHEN AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGS-DIENSTES e. V.
JAHR 1936 (DASD e.V.) JAHR 1936
HERAUSGEBER: DEUTSCHER AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGSDIENST e.V.
ANSCHRIFT: BERLIN-DAHLEM, SCHWEINFURTHSTRASSE 78, FERNRUF: G 6 (BREITENBACH) 3850
DIE BEILAGE „CQ" ERSCHEINT MONATLICH / GESONDERT DURCH DEN DASD e.V. BEZOGEN VIERTELJÄHRLICH 3,— RM

Stand der Technik und Forschung im 10 m-Band

Bericht der 10 m-Gruppe des DASD

Im folgenden soll eine Übersicht gegeben werden über den heutigen Stand der Empfangs- und Sendetechnik sowie Strahlungsforschung im Wellenbereich um 10 m. Insbesondere finden die Arbeiten der Arbeitsgemeinschaften der 10-m-Gruppe der Technischen Abteilung des DASD Berücksichtigung. Frühere Abhandlungen, die sich eingehend mit den einzelnen Punkten befassen, sind am Schluß zu einem Literaturverzeichnis zusammengestellt und an den betreffenden Stellen angezogen.

Empfangsgeräte

Bei den Empfängern muß man grundsätzlich zwei Arten unterscheiden, 1. den Stationsempfänger und 2. das bewegliche Gerät. Als Stationsempfänger ist heute noch meist ein Audion mit entsprechender Niederfrequenzverstärkung zu finden. Für die innerhalb der 10-m-Gruppe gestellten Anforderungen an Höchstleistung der Empfänger wird jedoch mit Vorzug das Überlagerungsprinzip[1]) angewandt. Ein spezieller 10-m-Empfänger hat hier gegenüber einem schnell umschaltbaren Gerät mit großem Frequenzbereich und einfachster Abstimmung allerdings weniger Bedeutung. Die hohen Frequenzen stellen jedoch größere Anforderungen an Konstanz und Stoßfestigkeit. Die Tonselektion im Niederfrequenzteil (s. a. weiter unten) ist in allen Fällen von gewissem Vorteil. Während beim Stationsempfänger meist ortsfeste Anlagen für Netzanschluß vorherrschen[2]), hat sich für Versuche im Gelände ein Batterie-Kleintyp der Empfänger herausgebildet[3]). Die Leistungsfähigkeit versucht man durch Anwendung empfindlichster Audionröhren zu erhöhen, während eine Hochfrequenzverstärkung keine Verbesserung erzielen konnte.

Sender

Obwohl im gelegentlichen Betrieb mit kleinen selbsterregten Sendern[4]) bei 5—25 Watt Eingangsleistung oft erstaunliche Resultate erzielt werden konnten, findet man bei den höheren Frequenzen wie im 10-m-Band immer mehr die Fremdsteuerung[5]). Insbesondere hat sich der elektronengekoppelte Oszillator[6]) (ECO) bei den erhöhten Ansprüchen bewährt.

Während bei guten Übersee-Bedingungen kleinste Energien ausreichen können, muß bei mittleren Bedingungen schon ein Höchstmaß an Energie aufgewandt werden, um hinreichende Verständigung zu gewährleisten. Dagegen nützt alle Energiesteigerung nichts mehr, wenn schlechte Bedingungen vorherrschen.

Antennen

Die Empfangsantenne ist weniger kritisch auf 10 m, jedoch kann ihre Lage oft von Bedeutung sein, ebenso ist die Ankopplung von Wichtigkeit[7]). Nach Versuchen von Ramcke (Hamburg) bevorzugte eine 10-m-Horizontalantenne von 4,80 m Länge den Europaempfang, eine Vertikalantenne (5,35 m) dagegen ergab mit etwas längerem Reflektordraht (5,75 m) bei 2,70 m Abstand) sehr guten Dx-Empfang.

Um die günstigste Ausstrahlung zu erreichen, ist der Sendeantenne größte Beachtung zu schenken. Hier ist zu unterscheiden 1. Bodenwellenausstrahlung, 2. Übersee- (Europa-)Aussendung[8]). Die allgemein gebrauchten Formen sind 53-m-„L", „Fuchs"[9]), Dipol und neuerdings Collins"[10]). Hier sei auch auf die besseren Erfolge im Dx-Verkehr mit kürzeren Antennen hingewiesen. Als Standard-Antenne hat sich der Halbwellen-Dipol herausgebildet, der im Mittelpunkt über eine Toroidspule und über die als Lechersystem gebildete Zuführung angekoppelt wird. Der Dipol ist leicht drehbar einzurichten, um das jeweils günstige Strahlungsdiagramm auszunutzen und um weitere Versuche, insbesondere bei der Bodenwelle, anzustellen (Abb. 1). Bei Mehrfachrichtstrahlern[11]) ließen sich erhebliche Richtwirkungen erzielen (Abb. 2).

Bodenwellenstrahlung

Hier liegen verschiedene, sich oft ausschließende Erfahrungen vor. Daher sollen weniger die Rekordentfernungen wiedergegeben werden, als vielmehr Erfahrungen für hundertprozentig zuverlässige Höchstgrenzen. Nach den früheren Erfahrungen ergeben sich als Anhalt folgende Zahlen:

bei 50 Watt Anodenaufnahme (input) und 50 % Wirkungsgrad: 25 km,
bei 10 Watt: 15 km.

Wenn auch die Bodenverhältnisse und — nicht zuletzt — oft auch meteorologische Bedingungen auf die Begrenzung in gewissem Maß von Einfluß sind, so liegt die Frage nach der Reichweite grundsätzlich bei

1. der Sendeenergie,
2. der Antennenform,
3. der Empfängerempfindlichkeit.

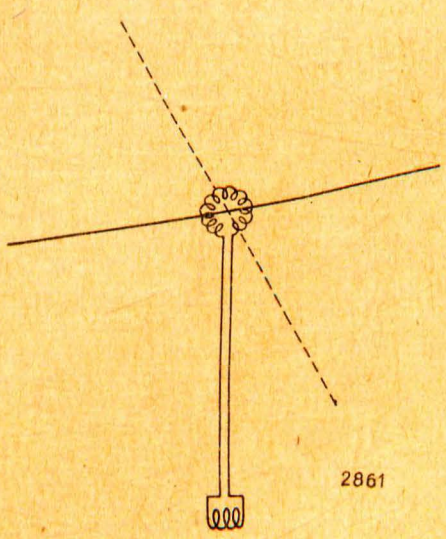


Abb. 1.

Der Punkt 3 ist von einem weiteren Faktor abhängig, nämlich dem Störpegel (s. weiter unten).

Nach den letzten umfangreichen Erfahrungen[12]) kann man bei durchschnittlichen Verhältnissen und mittleren Energien (25 bis 40 Watt Input) gut eine Reichweitengrenze von etwa 50 km annehmen. Dazu tritt noch eine schwache, fremdartige Strahlung in Erscheinung, die oft Reichweiten bis etwa zu 300 km und mehr veranlaßte.

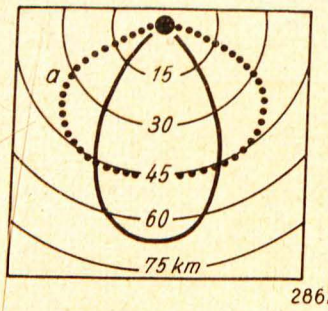


Abb. 2.
a = Strahlungsfeld eines einfachen waagerechten Dipols,
b = Strahlungsfeld eines Vierfach-Dipols mit entsprechenden Reflektordrähten

Auf Ergebnisse mit Richtstrahlern sei noch hingewiesen (Abb. 2).

Die Erprobung des Landesgruppen-Betriebsdienstes im 10-m-Band bei der Bodenwelle liegt bei den Arbeitsgemeinschaften (Berlin unter Leitung von Hammer und Schlesien unter Leitung von Maciejewski). Neuere Aufgaben sind u. a. die Behandlung der Frage nach der Ausbreitung unter der Erde und nach der Beeinflussung durch geologische Erdschichten, mit denen sich z. Zt. eine Arbeitsgemeinschaft im Ruhrgebiet (unter Leitung von Steinhaus [Lintfort] beschäftigt).

Raumstrahlung

Die völlige Abhängigkeit der Ausbreitung von Wellen um 10 m von der physikalisch-kontinuierlichen Sonnenstrahlung[13]) ist — insbesondere durch die Wiederkehr der Dx-Bedingungen mit der Annäherung an das Sonnenfleckenmaximum[14]) — bewiesen. Die Verkehrsmöglichkeiten im Verlaufe der Periode zeigt Abb. 3.

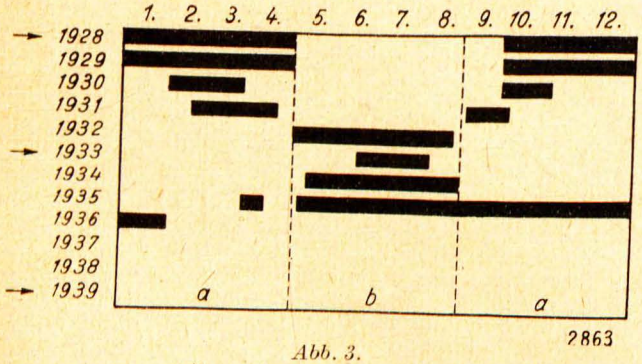


Abb. 3.
a = Überseeverkehr, große tote Zone.
b = Europaverkehr; Überseeverkehr nicht möglich

Die Wiederkehr von Erscheinungen innerhalb einer Sonnenrotation (27 bis 28 Tage)[15]) ist ein weiterer Beweis. Jedoch finden oft mehr oder weniger deutlich Überlagerungen anderer Einflüsse statt, die zur Zeit die Forscher beschäftigen. Solche Einflüsse können meteorologischer Natur sein und scheinen zum Teil innerhalb 5½ Tagen wiederzukehren[16]).

Strahlen-Therapie

Im 10-m-Feld konnten von Stoye[17]) gelegentlich therapeutische Untersuchungen beim Wachstum von Pflanzen und Tieren gemacht werden. Er stellte unterschiedliche Wirkungen mit Änderung der Welle fest (3 bis 10 m).

Harmonische Wellen

Das Problem der Hörbarkeit von Oberwellen im 10-m-Bereich ist noch nicht völlig gelöst. Im allgemeinen unterliegt die Hörbarkeit der besonders auffälligen Harmonischen kommerzieller Stationen höherer Wellen den selben Grundbedingungen, wie die der 10-m-Welle. Gewisse Gesetzmäßigkeiten sollen noch erforscht werden. Die Arbeitsgemeinschaften Sachsen (unter Leitung von Illing, Leipzig) und Süddeutschland (unter Leitung von Laun, Böblingen) befassen sich gegenwärtig mit Dauerbeobachtungen. Abb. 4 zeigt eine derartige Beobachtungskurve von Transchel (Zwenkau).

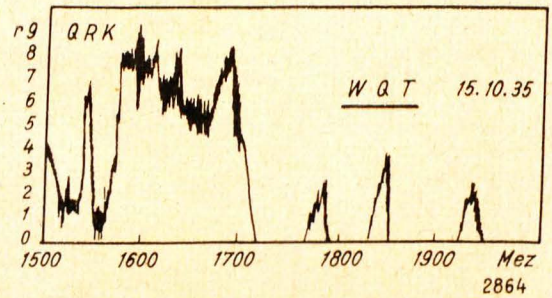


Abb. 4.

Empfangsstörungen

Der Frequenzbereich um 10 m ist sehr wenig den atmosphärischen Störungen ausgesetzt; jedoch werden empfindliche Störungen durch das elektrische Zündsystem der Verbrennungsmotoren hervorgerufen, die den Empfang gänzlich unterbinden können. Man fand folgende Reichweiten:

Flugzeug 900 bis 1000 m, Lastwagen 500 m, Kleinautos 300 m, Leichtmotorräder 100 m.

Andere Störursachen sind oft bei in der Nähe der Antenne befindlichen Metallteilen zu suchen, die bewegliche Kontakte haben. Das Arbeiten mit einer Zange an Metallteilen macht sich beispielsweise bis zu 3 m Entfernung bemerkbar. Weitere Störungen werden erzeugt durch Regentropfen, es empfiehlt sich daher, für die Antenne isolierten Draht zu verwenden. Die Tonselektion in der Niederfrequenzverstärkung ist schließlich noch ein Mittel, um Störungen aller Art zu beseitigen und wird im Laufe der weiteren Entwicklung unbedingt notwendig werden.

Zeichengebung mittels Automotoren

Mit einem Automotor-Zylinder, dessen Zündkerze über eine 5 m lange Antenne getastet wurde, konnte man Morsezeichen auf 120 m Entfernung im 10-m-Band übertragen. Es waren klare Knarrfunkenzeichen bei einer Tourenzahl von ca. 800 bis 1000. Bei anderen Versuchen wurde über Entstörungswiderstände, die über eine besonders stabil konstruierte Vierfachtaste zur Morsezeichengebung kurzgeschlossen wurden, mit einem Vierzylindermotor gesendet. Die Versuche, die von Luther (München) mit der Arbeitsgemeinschaft Bayern durchgeführt wurden, werden fortgesetzt.

Nutzanwendung der 10-m-Welle

Der Wellenbereich von 10,0 bis 10,71 m (Amateurband) wirkt bei Nacht, sowie im größten Teil der Jahre des Sonnenfleckenminimums auch bei Tage als Ultrakurzwelle. Die Bodenwelle ist für den internen Verkehr (bis etwa 50 km) ideal infolge

1. der allgemeinen Störfreiheit,
2. der geringen Absorptionsverluste (Schattenwirkung) in Gegensatz zu kürzeren Wellen,
3. der guten Richtmöglichkeit.

In den Jahren des Sonnenfleckenmaximums bildet das 10-m-Band eine wichtige Ergänzungswelle im Übersee-Tagesverkehr infolge der besseren Übertragungsverhältnisse durch Annäherung an die untere Grenzwelle. Die bestehenden Ausbreitungsunklarheiten bzw. die Abhängigkeitsfaktoren bilden das Objekt der weiteren 10-m-Forschung. Die Anwendung der Verkehrsgeräte ist möglichst vielseitig zu gestalten, um alle Möglichkeiten herauszuholen. *Fendler*

Zeichnungen vom Verfasser

Literaturschau

[1]) Wigand: Kurzwellenempfänger — eine Übersicht, Funk 1936/3, Schmelzer: Was ist Einfachzeichenempfang?, Funk 1936/9. [2]) Reflexempfänger für UKW-DASD-Standardgerät 4, Funk 1936/3, Dreiröhrenbatterieempfänger, Standardgerät 5, Funk 1936/3, T 32 für Amateurbetrieb, Funk 1936/3, Steinlein: Schirmgitter-Audionempfänger, Funk 1934/38. [3]) Rühsen: Tragbare KW-Station in Huth-Kühn-Schnell, Funk 1934/40. [4]) Erfahrungen beim Bau von 10-m-Sendern, Funk 1929/39. [5]) Ausbreitung der Bodenwelle (Senderbeschreibung), Funk 1936/1. [6]) Schmelzer: Elektronengekoppelter Oszillator großer Leistung, Funk 1934/40. [7]) Wolf: Selektivitätserhöhung bei KW-Empfängern, Funk 1934/6. [8]) Schloßhauer: Sendeantennen (zum Reichweitenproblem), Funk 1935/23. [9]) Fuchs: Zur Theorie und Praxis der über einem Zwischenkreis spannungserregten Antenne, Funk 1930/35. [10]) Die Universalantenne, Funk 1934/38. [11]) Köhler: Die „V"-Antenne, Funk 1932/41. [12]) Kawan: Ausbreitung der Bodenwelle auf 10 m, Funk 1936/1. [13]) Stoye und Fendler: Kurzwellen und Sonnentätigkeit, Funk 1935/3. [14]) Fendler: Ausbreitung der Grenzwelle, Funk 1934/11. [15]) Stoye: Sonnenflecken und Kurzwellen, Funk 1931/39, Vorhersage von Kuzwellenverbindungen, Funk 1933/32. [16]) Burkard und Kunze: Die Ausbreitungsbedingungen für Wellen um 10 m (Sommer 1934), Gerl. Beitr. Geophysik 1935/3. [17]) Stoye: Untersuchungen im Kurzwellenfelde, Funk 1933/1.

Eine Lanze für Eisenspulen im Kurzwellenempfänger

Nachstehend bringen wir eine Stellungnahme zur Frage der Verwendung von Eisenspulen in Kurzwellenempfängern. Versuche, die inzwischen im Laboratorium der Schriftleitung durchgeführt wurden, zeigten die gute Eignung von Eisenspulen auf Kurzwellen. Besonders angenehm für die Einknopfabstimmung von mehrkreisigen Geräten ist die Möglichkeit des Induktivitätsabgleichs. *Die Schriftleitung*

Das Für und Wider die Eisenspulen im Kurzwellenempfänger wird von vielen Amateuren in oft so widersprechender Weise vertreten, das im folgenden versucht werden soll, etwas zur Klärung dieser Frage beizutragen.

Am einfachsten ist es wohl, bei diesen Betrachtungen zunächst von den Verhältnissen in den längeren Wellenbereichen — etwa um 2 bis 300 m — auszugehen. Der Unterschied liegt ja in der Hauptsache in der Höhe der Frequenz. Rein äußerlich besteht also nur ein Unterschied in der Windungszahl und Drahtstärke, wenn wir die Zylinderspule als für beide Wellenarten gemeinsame Form betrachten wollen. Was jedoch zur Erreichung größter Leistung einer Spule von Wichtigkeit ist, ist die Verlustfreiheit, die ja in der Rundfunktechnik zur Entwicklung so vieler und verschiedener Spulenformen und Wickelarten geführt hat. Da die „Klemmenspannung" einer Spule um so größer ist, je geringer die Verluste sind, und die größtmögliche Verlustfreiheit auch eine optimale Resonanzkurvenform bewirkt, ist es klar, daß die Verlustfreiheit eines Spulengebildes von jeher eines „der" Probleme der industriellen und amateurmäßigen Apparatebauerei bildete. Bezüglich der längeren Wellenbereiche dürfte man der Lösung schon in ausreichender Weise nahegekommen sein. Anders ist dies auf den Kurzwellen. Selbst bei Verwendung bester Baumaterialien ist es nicht möglich, über einen gewissen Punkt hinauszukommen.

Als optimale Bauform für den Betrieb auf Kurzwellen können wir also die körperlose Silberrohrspule ansehen. Soll aber bei dieser Form auch noch eine gewisse Stabilität erreicht werden, so ist in vielen Fällen die Verwendung eines stützenden Körpers — Calit, Calan usw. — unumgänglich. Dies bedingt aber schon wieder das Ansteigen der dielektrischen Verluste. Diese Bauform ist auch die einzige, die sich im Kurzwellensender hat durchsetzen können. Für den Bau eines Empfängers ist aber eine derartige Form wegen der Größe u. a. praktisch wohl kaum anwendbar, weil ja ein Zweiröhrenempfänger sonst schon die Ausmaße eines 1-kW-Senders annehmen würde. Für den raumsparenden und raumnützenden Amateur erscheint also der Schluß eines Kompromisses unumgänglich.

Völlig verändert liegen die Verhältnisse bei der Verwendung von Eisenkernspulen. Messungen bei 1,75 Mhz ergeben bei Görler- und Sirufer-Kernen gegenüber den besten Luftspulen eine Erhöhung des induktiven Widerstandes auf etwa den achtfachen Betrag, so daß sich ein Verhältnis von 1 : 8 ergibt. Selbst wenn man bei 14 Mhz ein Ansteigen der Verluste auf den fünffachen Betrag annehmen wollte, so würde immer noch eine Überlegenheit von 3 : 1 bleiben, ganz abgesehen von dem Gewinn, den die wesentlich geringere Windungszahl, durch Fortfall der Kupferverluste, mit sich bringt. Von ausschlaggebender Bedeutung aber ist die größere Flankensteilheit der Resonanzkurve bei Verwendung von Eisenspulen. Frequenzen, die um 6000 Hertz von der Resonanzfrequenz abweichen, erzeugen an dem Kreise nur noch eine Spannung von etwa 0,21 im Vergleich zu 0,75 bei Luftspulen. Und dies ist der zweite Punkt, der gerade uns Amateuren auf den überfüllten Amateurbändern helfen kann.

Wenn es auch heute so aussieht, als wenn sich der „Super" allmählich als „Der Empfänger" entwickeln würde, so wird es doch immer noch Amateure geben, die aus geldlichen Gründen weiter „gradeaus" werden „fahren" müssen. In solchen Fällen aber ist die Eisenpule berufen, den Bau von kleinen und leistungsfähigeren Empfängern (auch mit umschaltbaren Spulensätzen! D. Schriftltg.) zu erleichtern, denn der Größenunterschied dieser beiden Spulenarten — Luft- und Eisenspule — braucht ja nicht besonders betont zu werden.

Die einzige Klippe für den Amateur dürfte höchstens noch die Auswahl des zu verwendenden Kernmaterials bieten. Eine nicht genügende Feinheit des Eisens kann die Wirbelstromverluste besonders bei den höchsten Frequenzen derart steigern, daß u. U. die schlechteste Luftspule noch weit besser sein kann als eine mit diesem Material gebaute Eisenspule.

Den von OM Rohleder [1]) gemachten Versuchsergebnissen vermag ich daher in keiner Weise beizutreten. Abgesehen davon, daß es mir nicht möglich erscheint, mit den in dem Artikel genannten und verwendeten Prüfungsmethoden ein objektives Ergebnis zu erzielen, haben meine Untersuchungen und die bedeutender ausländischer OMs gezeigt, daß sich die praktisch erzielbaren Ergebnisse genau in der obenstehenden theoretischen Richtung bewegten. Letzten Endes soll ja nicht nur die größere Lautstärke den Ausschlag geben, sondern die allgemeine Verwendbarkeit, wozu natürlich auch die steilere Resonanzkurve gehört. Am allerwenigsten darf aber eine etwa bedingte größere Wickelarbeit und das u. U. nicht ganz einfache Trimmen nicht dazu verleiten, den Stab über die Eisenspulen zu brechen.

Bezüglich der Verwendung von Eisenspulen im 10-m-Band liegen hier keine Versuchsergebnisse vor, da Meßapparaturen für so hohe Frequenzen nicht vorhanden sind. Es wäre aber interessant, wenn andere OMs sich auch mal an die Lösung dieser Frage machen würden.

Kur Miemitz DE 2515/G

[1]) „Funk" 1936, Heft 1, S. 30.

Röhrenvoltmeter für den Amateur

Über Röhrenvoltmeter ist an dieser Stelle schon geschrieben worden. Auch über die Vorzüge dieses Instrumentes als (fast!) frequenzunabhängiges Voltmeter braucht nichts gesagt zu werden. Und doch findet man es bei Amateuren nur vereinzelt. Der Grund dafür liegt wohl darin, daß bei der Messung drei Stromquellen überwacht werden müssen (Heizung, Gitter, Anode). Außerdem ist es nicht gerade angenehm, wenn die ganze Apparatur erst zusammengeschaltet und eventuell nachgeeicht werden muß, bevor mit der Messung begonnen werden kann. Aus diesen Gründen ist wohl schon manche Messung unterblieben, die es verdient hätte, gemacht zu werden.

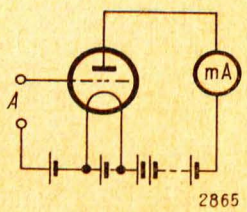


Abb. 1 a

Es gibt aber ein Instrument, das an Einfachheit kaum zu übertreffen ist. Man könnte es als das „Röhrenvoltmeter des Amateurs" bezeichnen. Es besteht eigentlich nur aus einer Röhre und einem Transformator. Der große Vorteil dieser Einrichtung liegt darin, daß eine Röhre gleichzeitig als Meßröhre und als Gleichrichter benutzt wird. Um die Wirkungsweise dieses Gerätes zu verstehen, ist es zweckmäßig, von einem normalen Röhrenvoltmeter mit Anodengleichrichtung auszugehen (Abb. 1 a). Durch die Anodenspannung ist eine Kurve im Eg-Ia-Diagramm festgelegt. Die Gittervorspannung wird so gewählt, daß der Anodenstrom (praktisch) gleich Null wird. Für den Fall, daß der Anodenstrom nicht Null ist, kann man die Anodenstromsteigerung von diesem Punkt aus rechnen.

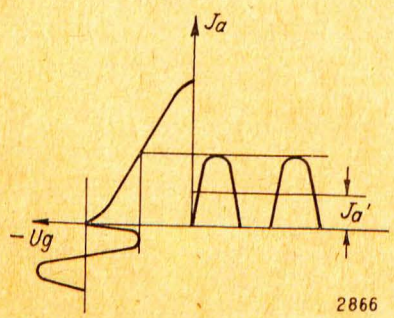


Abb. 1 b

Drückt man nun dem Gitter eine Anodenwechselspannung auf, so stellt sich auch im Anodenmilliamperemeter ein mittlerer Anodenstrom Ia' ein (Abb. 1 b). Legt man Wechselspannung an die Anode, so kann nur in der positiven Hälfte ein Anodenstrom fließen. In der negativen Hälfte wirkt die Röhre als Ventil. Da sich wegen der Kurvenform der Wechselspannung die Spannung an der Anode dauernd ändert, so muß sich auch die Gittervorspannung entsprechend ändern, wenn man immer am unteren Knick bleiben will. Es muß also ein negativer Maximalwert am Gitter liegen, wenn an der Anode ein positiver Maximalwert liegt. Das heißt aber, daß Anoden- und Gitterspannung um 180° phasenverschoben sein müssen. Die Größe von Anoden- und Gitterspannung verhalten sich aber zueinander wie der Durchgriff. Praktisch werden diese Forderungen durch die Schaltung Abb. 2 in einfachster Weise erfüllt.

Man verwendet eine indirekt geheizte Röhre, etwa REN 904, A 4110 (direkt geheizte Röhren lassen sich auch verwenden). Die Gitter- und Anodenwicklung ist durchgehend ausgeführt. Ein Punkt dieser Wicklung wird als Nullpunkt festgelegt und liegt an Kathode. Die beiden Enden geben dann um 180° phasenverschobene Spannungen.

Über die Dimensionierung des Transformators ist folgendes zu sagen. Aus Gründen der Billigkeit und Einfachheit wird man einen alten Empfängertransformator umbauen. Man verfährt da so, daß man aus einer Wicklung — etwa der Heizwicklung — die Windung pro Volt bestimmt. Für die Anodenspannung wählt man etwa 150 Volt. Man braucht dann nur die Windungen pro Volt mit dieser Spannung zu multiplizieren und erhält so die Windungszahl der Anodenwicklung. Aus dem Durchgriff der verwendeten Röhre bestimmt man die nötige Gittervorspannung für 150 Volt und daraus wieder die Windungszahl der Gitterwicklung.

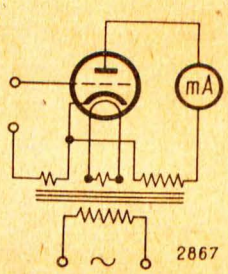


Abb. 2

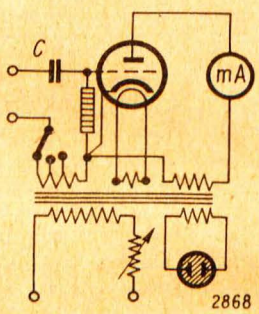


Abb. 3

Die Heizwicklung ist normal. In vielen Fällen wird es sogar nur nötig sein, die Gitterwicklung neu auszuführen. Diese Wicklung kann auch von Volt zu Volt angezapft werden. Man kann dann Röhren verschiedenen Durchgriffs verwenden und jeweils den Arbeitspunkt genau festlegen.

Die einzelnen Spannungen sind durch die Windungszahlen und das Übersetzungsverhältnis genau festgelegt. Man muß nur dafür sorgen, daß die Ohmschen Widerstände der Wicklung nicht zu groß werden. Eisenkern und Wicklung müssen reichlich bemessen sein, um bei Belastungen Verschiebungen zu vermeiden. Die einzige dann noch veränderliche Größe ist die Netzspannung. Für genaue Messungen kann man die Netzspannung durch einen Widerstand und eine Glimmlampe regeln und mittels Voltmeter kontrollieren (handelsübliche Kleinglimmlampe mit etwa 80 Volt Zündspannung). Auf den Transformator bringt man eine 80-Volt-Wicklung für die Glimmlampe auf, so daß die Lampe bei richtiger Netzspannung gerade zündet.

Die Anodengleichrichtung (Abb. 2) eignet sich mehr für Spannungen oberhalb 2 Volt. Für kleinere Spannungen verwendet man zweckmäßig die Gittergleichrichtung (Abb. 3). Der Kondensator C muß der Meßfrequenz angepaßt werden. Bei 1000 Hz ist er etwa 200 cm groß, bei 100 kHz etwa 200 bis 300 cm. Das Gerät arbeitet von ca. 500 Hertz aufwärts frequenzunabhängig, darunter sind die Angaben phasenabhängig. Bei sehr hohen Frequenzen macht sich die Gitter-Anodenkapazität schon störend bemerkbar, so daß man in diesem Gebiet zweckmäßiger das Zweipolröhrenvoltmeter verwendet.

Rudolf Owczarek DE 2992

Zeichnungen vom Verfasser

Die Arbeitsmöglichkeiten auf Kurzwellen mit Südamerika

13. Erfahrungsbericht der DASD-Log-Auswertung

Bearbeitet für LU von Dr. Gerhard Kunze, PY von Herbert Latzel

Für LU liegen nunmehr systematische Untersuchungen auf statistischer Grundlage aus dem Zeitabschnitt von November 1933 bis April 1935 vor. Das Ergebnis ist in der beigegebenen Tafel I niedergelegt und läßt die wechselnde Bedeutung des 20-m-Bandes und des 40-m-Bandes in den einzelnen Jahreszeiten deutlich hervortreten: im Sommer ist nur das 20-m-Band, im Winter nur das 40-m-Band zu gebrauchen, beide zugleich nur in kurzen Übergangszeiten. Weiterhin nennt die Tafel die möglichen Verkehrszeiten mit LU: im Sommer nur wenige Stunden vor Mitternacht und im Winter von kurz vor Mitternacht bis in den frühen Vormittag hinein. Dementsprechend erreicht die Dauer der Verkehrsmöglichkeiten ihr Minimum im Juni und Juli, wo nur knapp 4 Stunden verfügbar sind, während im November und Dezember über 10, beinahe 12 Stunden ausgenutzt werden können. Besonders interessant ist deshalb die Tatsache, daß die Zahl der gemeldeten LU-Logs in den einzelnen Monaten ganz anderen Schwankungen unterliegt (vgl. hierzu die kleine Kurve in Abb. 2!). Setzt man nämlich den Monat mit der Höchstzahl gehörter LUs = 100 % und rechnet auf ihn die Logzahlen der anderen Monate prozentual um, so schneiden die Übergangszeiten März/April und Oktober/November am schlechtesten ab, während Sommer (= August und Winter (= Januar) die höchsten Verkehrszahlen aufzuweisen haben, obwohl der Sommer die kürzesten Verkehrszeiten pro Tag bringt.

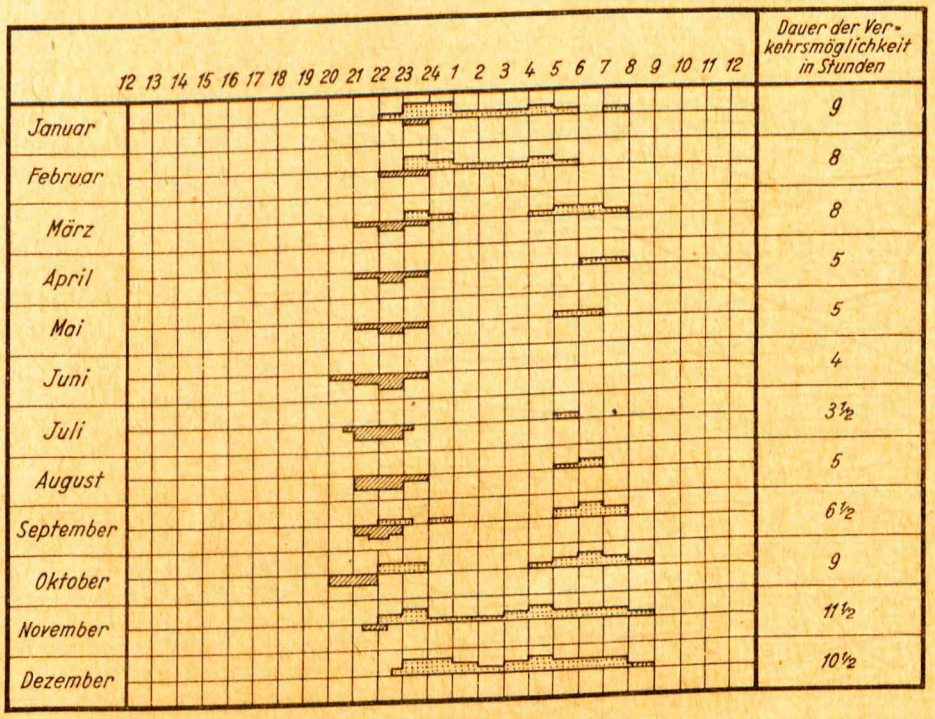


Abb. 1. Tafel I

Für den Landeskenner PY liegt erst ein wesentlich kürzerer Zeitraum fertig bearbeitet vor, und zwar das 2. Halbjahr 1934. Trotzdem bieten die PY-Ergebnisse schon eine gute Kontrollmöglichkeit für diejenigen von LU. Vergleicht man die in die Tafel II eingetragenen Werte mit der LU-Tafel, so ergibt sich zumeist eine etwas kürzere Dauer der Verkehrsmöglichkeiten in den einzelnen Monaten; diese Verkürzung erreicht im November mit 4 Stunden ihren Höchstwert. Sonst aber hat die Verkehrsdauer mit PY ihr Minimum genau wie LU im Sommer, das Maximum im Winter (Abb. 6). Auch die Beteiligung des 20-m-Bandes bzw.

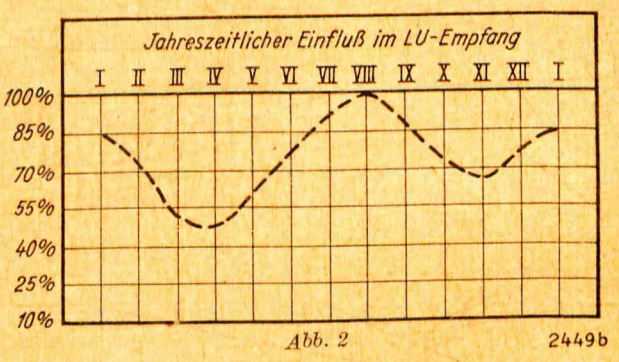


Abb. 2

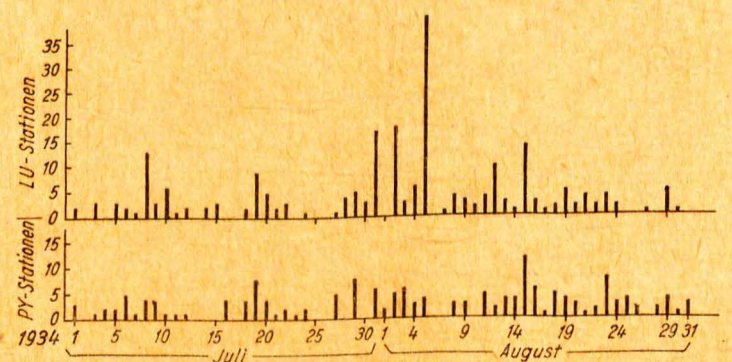


Abb. 3

40-m-Bandes in den einzelnen Monaten entspricht in den Grundzügen den LU-Verhältnissen; nur geht der Wechsel vom Oktober zum November bei PY etwas schlagartiger vor sich. Der jahreszeitliche Einfluß in dem PY-Empfang geht wieder aus der kleinen Kurve hervor, die in gleicher Weise wie die LU-Kurve berechnet worden ist. Auch PY hat im August sein Maximum und im Oktober/November das Minimum erreicht.

Es ergeben sich für das 2. Halbjahr zwischen LU und PY also so übereinstimmende Grundzüge, daß man wohl annehmen darf, daß auch im 1. Halbjahr eine gute Über-

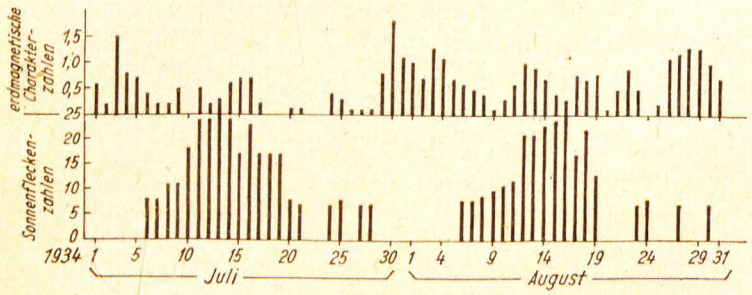


Abb. 4 2820

einstimmung vorhanden ist. Eine durchgängige Differenz zwischen LU und PY zeigt sich indessen in allen 6 Monaten hinsichtlich des Beginns und Endes der Verkehrszeiten, und zwar liegt der Beginn der Verkehrszeit mit PY ungefähr 1 bis 1½ Stunden v o r dem mit LU. Andererseits endet sie aber durchschnittlich auch 1½ bis 2 Stunden früher als der LU-Verkehr. Man kann demnach eine durchschnittlich 1½stündige Verzögerung des LU-Verkehrs gegenüber dem PY-Verkehr annehmen. Diese Zeitspanne von 90 Minuten entspricht durchaus der geographischen Lage; denn das brasilianische Verkehrszentrum liegt durchschnittlich bei 40 Grad westl. L., das argentinische dagegen in der Hauptsache zwischen 60 und 65 Grad westl. L.; da ein Längengrad einem Zeitunterschied von 4 Minuten entspricht, so haben wir aus der geographischen Lage zwischen beiden Ländern eine Phasenverschiebung von 80 bis 100 Minuten zu erwarten, die durch das schon erwähnte Beobachtungsergebnis von rund 90 Minuten vollauf bestätigt wird.

Wir haben nun für die Monate Juli und August 1934 die pro Tag gehörten PY- und LU-Logs ausgezählt und fortlaufend graphisch dargestellt (Abb. 3). Ein Vergleich beider Kurven lehrt, daß die guten Verkehrsperioden sowohl für LU als auch für PY weitgehend zusammenfallen (6. bis 10. 7., 19. 7., 30. 7. bis 5. 8., 15. 8.). Für beide Länder scheinen daher weitgehend gleichartige äußere Einflüsse maßgeblich die Verkehrsbedingungen zu bestimmen.

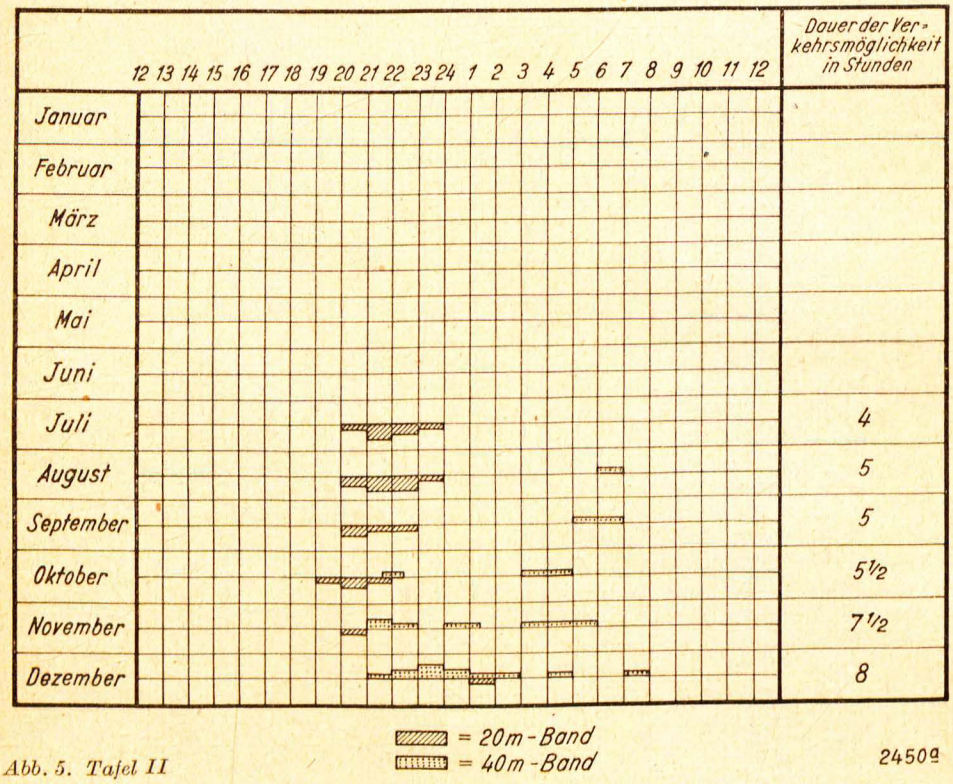


Abb. 5. Tafel II 2450a

Will man diese Einflüsse in den Sonnenflecken suchen, wird man wenig befriedigt durch den Vergleich mit der Sonnenfleckenkurve (Abb. 4); denn von den eben erwähnten guten Verkehrslagen fällt die erste in einen ansteigenden Ast der Sonnenfleckenkurve, die zweite dagegen in einen absteigenden Ast, die dritte deckt sich mit völliger Fleckenlosigkeit und die vierte mit einem Fleckenmaximum. Für die Fleckenkurve gibt es nur diese vier Lagerbestimmungen, entweder Maximum oder Minimum, entweder aufsteigender oder absteigender Ast. Die guten LU- und PY-Lagen nur zweier Monate erschöpfen diese vier Möglichkeiten restlos. Angesichts eines solchen Ergebnisses von einem direkten Sonnenfleckeneinfluß sprechen zu wollen, dürfte sich schwer vertreten lassen.

Etwas günstiger fällt der Vergleich mit den erdmagnetischen Charakterzahlen (Abb. 4) aus; denn drei der guten Empfangslagen fallen mit geringen erdmagnetischen Störungswerten zusammen und nur eine mit einem Störungsmaximum; umgekehrt zeichnet sich die Mehrzahl der erdmagnetisch unruhigen Tage durch geringen PY- u. LU-Verkehr aus. Es würde sich also zwischen den beiden Ereignisreihen (Empfangsanlage und erdmagnetische Tätigkeit) eine negative Korrelation ergeben, jedoch ist der Korrelationsfaktor nur klein im Verhältnis zu seinem wahrscheinlichen Fehler, so daß keineswegs von einer guten Korrelation gesprochen werden kann. Demnach kann auch der Zusammenhang beider Ereignisreihen kein sehr enger sein, d. h., das bestimmende und entscheidende Moment für das Eintreten von besonders günstigen Tagen für den KW-Verkehr mit Südamerika dürfte kaum im Gang der erdmagnetischen Elemente, noch viel weniger in der Sonnenfleckentätigket zu suchen sein.

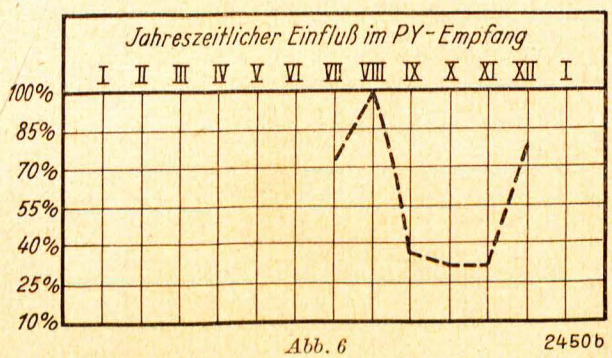


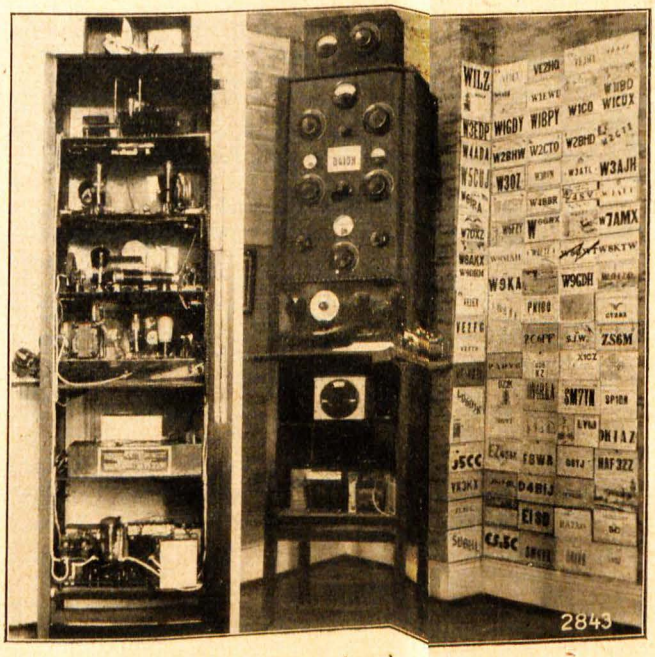
Abb. 6 2450b

Als besonderes Moment ist abschließend nochmals die Doppelwelle im Jahrgang, berechnet aus der Zahl der gehörten LU- bzw. PY-Rufe, zu erwähnen, eine Erscheinung, die im Verkehr mit der südlichen Erdhalbkugel typisch ist und in ihrer ausgeprägtesten Form den höheren südlichen Breiten zu eigen ist.

Zeichnungen vom Verfasser

Die neue Station von D 4 ijh

Die in den Bildern gezeigte Station für das 80-, 40-, 20- und 10-m-Band wurde im November 1935 aus praktischen Erwägungen heraus etagenförmig aufgebaut, um die Möglichkeit zu haben, die Station ohne Zuhilfenahme von vorhandenen Schränken usw. in einer kleinen Ecke aufzubauen. D 4 ijh hatte bisher seinen vierstufigen Sender in einem Tische, dessen Deckel aufklappbar war, untergebracht [1]). Um aber beim Bandwechsel das lästige Aufklappen des Deckels und das Herunternehmen des Empfängers zu verhindern, und weil ein solcher Tisch sehr viel Platz einnimmt, wurde der neue Sender, wie nachstehend ersichtlich, aufgebaut und durch Einschrauben von Gummirädern fahrbar gemacht.



Der Aufbau dieser Station brachte eine Reihe Vorteile. Man spart mehrere Frontplatten und Apparategehäuse. Das ganze Holzgehäuse, welches vor dem Aufbau mit Wachsbeize bearbeitet wurde, besteht vollkommen aus Sperrholz, außer der Frontplatte des Empfängers. Die Rückwand des Gehäuses ist, wie aus dem Bilde ersichtlich, zum Auswechseln der Spulen usw. aufklappbar. Die Anschlüsse der Batteriezuleitungen an die einzelnen Etagen wurden so angebracht, daß jede Stufe einzeln herausnehmbar ist, um beim eventuellen späteren Umbau einzelner Stufen diesen ohne Störung schnell vornehmen zu können. Alle Teile sind vor Staub geschützt. Die hochfrequenzführenden Leitungen liegen oberhalb der Etagenplatte, alle anderen unterhalb. Jede einzelne Stufe ist mit einem Milliamperemeter versehen, um beim Arbeiten stets eine Kontrolle zu haben. Die Spulen für alle Stufen sind auswechselbar.

Und nun einige Erklärungen zu dem Bild und dem Aufbau selbst. Der Sender ist in sechs Fächer eingeteilt, und zwar enthält

Fach 1: Zwei Netzanschlußgeräte, die je 600 Volt liefern. Die Gleichrichterröhren sind mit 170 Milliampere belastbar. Ein Gerät liefert die reduzierte Spannung für den Oszillator und die Verdopplerstufen.

Fach 2: Wellenmesser (Monitor), Batterien, Akku, Kopfhörer usw.

Fach 3: Empfänger mit auswechselbaren Spulen für das 10-, 20-, 40- und 80-m-Band auf Röhrensockelspulen (Röhren: 904, 1104 und 1374). Im Monat Januar wurde der Empfänger auch für den Rundfunkempfang umgebaut (besonderes Audion mit einer 904- und einer VE-Spule, um das lästige Auswechseln von Spulen auf dem Rundfunkbereich zu vermeiden). Durch einfaches Abschalten des Audions des Kurzwellenempfängers wird das Audion des Rundfunkempfängers auf den Niederfrequenzteil geschaltet.

Fach 4: Quarzoszillator mit einer RS 242 bestückt. Die Stufe arbeitet in der normalen Huth-Kühn-Schaltung, und zwar so, wie bereits von OM Wigand in Heft 11 1935 des „Funk" veröffentlicht wurde. Die Methode mit Gitterdrossel und Kathodenwiderstand hat sich in der Praxis sehr gut bewährt, da die Hochfrequenzabgabe eine viel größere ist, als bei der normalen Schaltung mit Gitterableitwiderstand.

Fach 5: Zwei Verdopplerstufen in bekannter üblicher Schaltung. Links hiervon gesehen, befindet sich der erste Verdoppler mit einer RS 241, rechts davon der zweite Verdoppler mit einer 801 [2]).

Fach 6: Neutralisierter Huth-Kühn-Verstärker mit abgestimmtem Gitterkreis (Röhre AT 20) [3]).

Über Fach 6 befindet sich die Antennenankopplung. Der Sender gestattet bei einem 80-m-Kristall durch Abschalten der Verdopplerstufen (einfaches Umlegen von Hebelschaltern) direkt über einen Block von 200 cm auf den Verstärker zu koppeln. Unter Umgehung des zweiten Verdopplers ist das Arbeiten auf dem 40-m-Band möglich, wenn Verdoppler 1 eingeschaltet ist. Sind beide Verdoppler eingeschaltet, kann auf 20 m gearbeitet werden. Für 10 m wird an Stelle des 80-m-Quarzes ein solcher von 40 m verwendet. Der erste Verdoppler arbeitet somit auf 20 m, der zweite auf 10 m. Bei den letzterwähnten Vorgängen werden Drosseln und Spulen ausgewechselt.

Auf der Frontplatte ist in Höhe der Tischplatte der Empfänger sichtbar, gleich hierüber die einzelnen Meßinstrumente für jede Stufe und Skalen, eine Fassung für eine Glühbirne und links und rechts hiervon je ein Ein- und Ausschalter für die Glühbirne und die Netzanschlußgeräte. Die einzelnen Gittervorspannungen für die Verdoppler sowie für den Verstärker werden einem Einweggleichrichter entnommen, da sich hierbei die optimalen Werte besser einstellen lassen.

Als Luftleiter dient eine 54-m-L-Antenne. Die Höhe beträgt etwa 25 m, Die verschiedenen Gegengewichte sind in zwei Wohnräumen verlegt und durch zweipolige Schalter für die verschiedenen Bänder umschaltbar. Die Umschaltung vom Senden auf Empfang geschieht ebenso durch einen zweipoligen Schalter. Hinzu kommt, daß beim Arbeiten auf dem 80-m-Band eine Verlängerungsspule der Antenne zugeschaltet wird.

Getastet wird der Verstärker in Gitterblockierung. Die Taste selbst ist ein „Wabbler". Die Lautstärkemeldungen betragen in Europa durchschnittlich r8 bis 9, im übrigen r6 bis 7. In der Hauptsache werden nur DX-QSOs hergestellt auf dem 40- und 20-m-Band. Die Zeit verteilt sich auf Mittwochs und Samstags ab 15.00 Uhr, im übrigen ab 20.00 Uhr MEZ.

Die Maße sind wie folgt:

4 Vierkantleisten 3 × 3 × 160 cm, 2 Seitenwände 138 × 27 × 05 cm, 1 Rückwand 160 × 44,05 cm, 1 Frontplatte 38 × 62 × 0,5 cm, 1 Schreibplatte 70 × 62 × 05 cm, 6 Etagenbretter 37,5 × 30 × 05 cm, ferner einige Querleisten, die mit den Vierkantleisten verstrebt werden.

Aufnahme vom Verfasser *Paul Jäger*

[1]) „Funk" 1935, Heft 19, S. 637.

[2]) Amerikanische Senderöhre für etwa 20-Watt-Verlust.

[3]) Amerikanische Senderöhre.

Ausgangstransformatoren für Empfänger mit Kopfhörer

Im Amateurbetrieb herrscht — insbesondere für den Telegraphieverkehr — der Kopfhörer vor. Typen mit etwa 4000 Ohm Gleichstromwiderstand sind ziemlich gebräuchlich. Wie eine kürzlich an einem Kopfhörer einer großen deutschen Firma in deren Laboratorium durchgeführte Messung ergab, liegt für die gebräuchlichste Tonfrequenz von etwa 1000 Hz der Wechselstromwiderstand eines solchen Hörers in der Größenordnung von rund 10 000 Ohm. Da der Kopfhörer bereits bei sehr niedrigen Leistungen eine ausreichende Lautstärke liefert, ist es sinnlos, für die Empfänger größere Endröhren mit Sprechleistungen von mehreren Watt zu verwenden (s. au. „Funk" 1936, Heft 3, S. 22 ff.), vielmehr reichen kleine Röhren vollkommen aus. Immerhin ist aber zu berücksichtigen, daß die inneren Widerstände derartiger Röhren (Dreipolröhren) im Arbeitspunkt meist recht hoch sind. Die als Endröhre für Batterieempfänger mit 2 V Heizung verwendete KC 1 hat z. B. bei 90 V Anoden- und — 1,5 V Gitterspannung rund Ri = 60 000 Ohm. Für maximale Leistungsabgabe bei Dreipolröhren ist bei gegebener Anodenspannung bekanntlich der äußere Widerstand doppelt so groß zu machen wie der innere, müßte also hier 120 000 Ohm betragen. Da die maximale Leistung nicht so unbedingt erreicht zu werden braucht, können wir erheblich überanpassen. Dadurch sinkt zwar die Leistung etwas ab, dafür aber wird die zur Erzielung dieser Leistung erforderliche Gitterwechselspannung geringer (die Spannungsverstärkung größer), so daß der gesamte Empfänger empfindlicher wird. Für die KC 1 wird man mit einem Außenwiderstand von etwa 200 000 Ohm arbeiten, so daß sich eine notwendige Anpassung von 10 000 Ohm auf 200 000 Ohm ergibt, mithin — da das Übersetzungsverhältnis ü gleich der Quadratwurzel aus dem Widerstandsverhältnis ist — muß der Ausgangstransformator eine Übersetzung von rund 4,5 zu 1 haben. Für Telegraphieempfang ist — abweichend von dem Gebrauch bei Telephonieempfang — die Größe der Primärselbstinduktion, die ja als Nebenschluß zum Außenwiderstand vorhanden ist, nicht so sehr kritisch, da sie ja nicht bei 50 Hertz einen mindestens gleichgroßen Wechselstromwiderstand haben soll, sondern bei 1000 Hertz, also nur etwa $^1/_{20}$ so groß zu sein braucht. Die Verstärkung fällt dann zu den tiefen Tönen hin erheblich ab — durch entsprechende Bemessung von Parallelkapazitäten und Verwendung eines stark streuenden Transformators (große Streuinduktivität) kann auch ein erheblicher Verstärkungsabfall nach den hohen Frequenzen hin erzielt, also eine Resonanzwirkung erzielt werden. Primärinduktivitäten in der Größenordnung von etwa 32 Henry (Ra = 200 000 Ohm) bis etwa 80 Henry (Ra = 500 000 Ohm) sind bei den geringen Gleichströmen und daher geringen Vormagnetisierungen unschwer zu erreichen.

Bei Fünfpolröhren gelten ähnliche Gesichtspunkte hinsichtlich der zu erzielenden Leistung und Verstärkung, nur daß hier Ra nicht größer als Ri, sondern stets kleiner ist. Der für richtige Anpassung von Fünfpolendröhren errechenbare Außenwiderstand (Anodenspannungsquadrat dividiert durch Verlustleistung) ist hier nicht anwendbar, vielmehr wird man einen größeren Wert nehmen und kommt in die Größenordnung von etwa 200 000 bis 500 000 Ohm, so daß sich erhebliche Verstärkungen bei ausreichender Leistung mit Übersetzungsverhältnissen von etwa $^5/_1$ bis $^7/_1$ ergeben. Mit der AF 7 können bei Ra = 360 000 Ohm und 0,5 V Gitterwechselspannung (Amplitude) beispielsweise 45 mW (!) bei 360facher Spannungsverstärkung erzielt werden (ü = 6 : 1). Bei Weglassen des Ausgangstransformators sinkt die Leistung oft um den Betrag der Spannungsverstärkung einer Röhre! *R. W.*

Erdmagnetischer Bericht

für die Zeit vom 1. bis 29. Februar 1936

Zeiten in mittlerer Greenwicher Zeit

1. Febr. 0 ruhig.
2. Febr. 0 ruhig. 18.35—20.35, D, sin-förmig, Ampl. 12′; 18.50—20.10, H, sin-förmig, Ampl. 58 γ.
3. Febr. 0 ruhig.
4. Febr. 0 ruhig.
5. Febr. 0 ruhig.
6. Februar 0 ruhig.
7. Februar 0 ruhig. Zeitweilig Elementarwellen bei D, H, Z.
8. Februar 0 leicht bewegt.
9. Februar 0 unruhig. 3.25—5.20, H, sin-förmig, Ampl. 51 γ; 3.25—4.45, D, ∩, 11½′; 17.00—18.05, D, ∪, 5′; 20.30 bis 21.30, D, ∪, 10′; 21.15—21.25 steiler Anstieg in H um 40 γ.
10. Februar 0 unruhig. 16.15—16.35 Anstieg in H um 41 γ; 15.45—17.40, D, ∪, 14′; 19.00—20.15, D, sin-förmig, Ampl. 12′.
11. Februar 0 ruhig.
12. Februar 0 ruhig.
13. Februar 0 ruhig.
14. Februar 0 leicht bewegt. Zeitweilig auftretende Elementarwellen bei D, H, Z.
15. Februar 0 ruhig.
16. Februar 0 unruhig. Bis 11 Uhr ohne Bewegung, dann plötzlich einsetzende stärkere Störung bei D, H und Z. 11.00 bis 13.00, H, ∪, 65 γ; 14.24—14.36 steiler Anstieg in H um 75 γ; 14.10—14.35, Steigerung in Z um 26 γ; 14.25 bis 14.55 Abfall inD um 12′; 17.20—18.35, D, ∪, 10½′; 20.25—21.20, H, ∩, 42 γ.
17. Februar 0 unruhig. Stärker gestört bei D, H und Z von 17.00—22.00. Amplituden während dieser Zeit bei D bis 12½′, bei H bis 82 γ, bei Z bis 33 γ.
18. Februar 0 ruhig.
19. Februar 0 unruhig. Stark gestört bei D, H und Z von 18.00 bis 22.00. 20.15—21.30, H, ∩, 112 γ; 20.45—21.40, D, ∩, 22′; 20.15—20.55, Z, Abfall um 40 γ.
20. Februar 0 ruhig. 20.45—21.45, H, sin-förmig, Ampl. 40 γ.
21. Februar 0 unruhig. 17.30—18.50, D, ∪, 17′; 17.00 bis 18.50, H, sin-förmig, Ampl. 70 γ.
22. Februar 0 leicht bewegt. 0.55—1.22 Anstieg in H um 55 γ; 20.50—23.00, H, ∩, 72 γ; 20.45—21.10, D, Abfall um 10½′.
23. Februar 0 leicht bewegt. 22.20—23.10, D, sin-förmig, Ampl. 18′; 23.10—0.24, H, ∩, 37 γ.
24. Februar 0 ruhig.
25. Februar 0 leicht bewegt.
26. Februar 0 unruhig. Stärkere Bewegung bei D und H von 16.00—24.00.
27. Februar 0 leicht bewegt.
28. Februar 0 ruhig.
29. Februar 0 leicht bewegt.

Dr. R. Bock

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für „CQ": Rolf Wigand, Berlin. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. DA IV. Vj. 1935 = 8417. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G., Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94, Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 88378. Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatzoder Rückzahlung.

Nachdruck sämtlicher Artikel verboten

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

15. April 1936 Heft 8

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungskosten von 1 Pfg. enthalten
Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Neuartiges Abstimmverfahren mit Vormagnetisierung

Von

Prof. Dr. G. Leithäuser und H. Boucke

(Mitteilung aus dem Institut für Schwingungsforschung)

Die modernen Kernstoffe für Hochfrequenzspulen sehen ihre Aufgabe darin, die Güte der Spulen durch Verringerung der Ohmschen Verluste wesentlich zu erhöhen und gleichzeitig die räumlichen Spulenabmessungen auf einen Bruchteil des bei Luftspulen üblichen Umfangs herabzusetzen. Daneben gehen neuerdings Bestrebungen dahin, den Eisenkern zur Veränderung der Selbstinduktion und damit zur Abstimmung der Schwingungskreise zu benutzen dergestalt, daß der Kern mehr oder weniger aus der Spule herausgezogen oder der magnetische Schluß des Eisenkreises geändert wird. In beiden Fällen wird also die wirksame Permeabilität durch mechanischen Eingriff geändert.

Neben diesem Verfahren der mechanischen Beeinflussung der Selbstinduktivität einer Eisenkernspule besteht grundsätzlich eine weitere Änderungsmöglichkeit darin, die Permeabilität des magnetischen Spulenkerns durch eine geeignete veränderliche Vormagnetisierung regelbar zu gestalten. Dies ist bei Spulen mit Kernen aus Volleisen oder lamelliertem Eisen bereits seit längerer Zeit bekannt und im Gebiet der Niederfrequenztechnik und im Bereich der Hochfrequenztechnik (Langwellen) verschiedentlich in die Praxis umgesetzt worden. Die Fälle, in denen in der Hochfrequenztechnik vormagnetisierbare Eisenkernspulen verwendet wurden, beschränkten sich jedoch im wesentlichen auf Modulationsanordnungen: Schaltungen nach Kühne (Telefunken) und Pungs (Lorenz). Dabei tritt aber neben der Änderung der Selbstinduktion als überwiegend wirksamer Effekt eine Dämpfungsänderung auf.

Für Abstimmzwecke war das starke Anwachsen der Verluste bei Vormagnetisierung im Verhältnis zu der kleinen Selbstinduktionsänderung überaus hinderlich. Infolge der Eisenverluste konnten die aus geschichtetem Eisen bestehenden Spulenkerne nur bei Wellenlängen bis herunter zu etwa 1000 m Verwendung finden. Die neuen Massekerne für Hochfrequenzspulen haben nun wesentlich geringere Verluste als jene aus Eisendrähten und -blechen zusammengefügten und nur in Spezialfällen verwendeten Spulenkerne. Es schien daher aussichtsreich, auch die neuen Kernstoffe hinsichtlich der durch Vormagnetisierung erzielbaren Permeabilitäts- und Selbstinduktivitätsänderung zu untersuchen. Nun sind in gewissem Umfange Untersuchungen dieser Art schon von Firmen und von anderer Seite vorgenommen worden, wobei jedoch nur die Permeabilitätsänderung bei Einwirkung sehr schwacher elektromagnetischer Felder zur Diskussion stand. Das Ziel jener Messungen war lediglich, die Frage zu entscheiden, ob die Eisenkernspulen im praktischen Empfangsbetrieb, z. B. infolge eines sie durchfließenden zusätzlichen Gleichstroms oder von außen einwirkenden niederfrequenten magnetischen Streufeldes, Selbstinduktionsänderungen unterworfen seien, die eine ungewollte Verstimmung der Kreise oder Verzerrung der Hochfrequenzschwingungen bewirken könnten. In der Tat ist ein solcher Einfluß in der Empfängerpraxis verschwindend, wenn man die Hochfrequenzspulen — was schon an sich nicht üblich ist — nicht unmittelbar in der Nähe eines stark belasteten streuenden Netztransformators anordnet.

Zweck unserer im Institut für Schwingungsforschung vorgenommenen Untersuchungen des Einflusses der Vormagnetisierung auf die Permeabilität der Kernstoffe bzw. auf die Selbstinduktion der Kernspulen war es, festzustellen, inwieweit dieser Einfluß durch Anwendung größerer magnetischer Feldstärken zu Abstimmzwecken ausgenutzt werden kann. Der zunächst angestellte Versuch, die Selbstinduktion einer Eisenkernspule durch Hindurchsenden eines Gleichstroms zu ändern, brachte in dieser Hinsicht keinen Erfolg. Die geringe Permeabilität des üblichen Hochfrequenzeisens ergibt bei den technisch möglichen magnetisierenden Stromstärken nur sehr geringe magnetische Felder in Größenordnung einiger Gauß. Selbst

bei Steigerung der Stromstärke bis an die durch die Stromwärmeentwicklung gesetzte Grenze kommt man nicht zu wesentlichen Permeabilitätsänderungen. Nun zeigte sich aber bei probeweiser Einführung der zu den Versuchen benutzten Eisenkernspule in ein starkes magnetisches Feld eines Elektromagneten von etwa 1000 Gauß, daß eine Änderung der Schwingkreisfrequenz im Rundfunkwellenbereich um etwa 100 000 Hertz auftrat. Abschaltung des magnetisierenden Stroms und Überbrückung der Magnetwicklung mit einem Kondensator hoher Kapazität zum Durchlaß etwa auftretenden Hochfrequenzstroms bewies, daß die erzielte Selbstinduktionsänderung (Verringerung) nicht etwa auf Wirbelstrombildung im Metall des Elektromagneten oder dessen Wicklung zurückzuführen, sondern ausschließlich durch die starke Vormagnetisierung bedingt war.

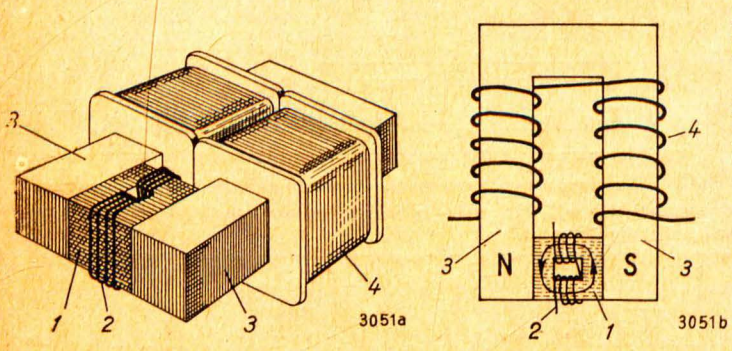


Abb. 1a. Das neue Abstimmelement, links in räumlicher, rechts in schematischer Darstellung. 1 = Kern aus geringpermeabilem Hochfrequenzeisen, 2 = Hochfrequenz-Spulenwindungen, 3 = Magnetkern aus geschichtetem hochpermeabilem Volleisen, 4 = Wicklung des Abstimmagneten

Da sich aus Messungen der Frequenzänderung in Abhängigkeit von der Vormagnetisierung eine ziemlich lineare Abnahme der Permeabilität und Selbstinduktion mit der magnetischen Feldstärke ergab und somit das Prinzip für Abstimmzwecke als grundsätzlich geeignet angesehen werden konnte, wurden die Versuche in einem besonderen Zusammenbau (Abb. 1) eines Elektromagneten und einer Eisenkernspule fortgesetzt, die für die Abstimmung von Hochfrequenzkreisen als besonders geeignet erschien. Die Hochfrequenzspule 2 mit einem Kern 1 aus Spezialmasse geringer Permeabilität befindet sich hierbei zwischen den Polen eines Elektromagneten, dessen Kern 3 von der Erregerspule 4 umgeben ist. Die Hochfrequenzspule ist in

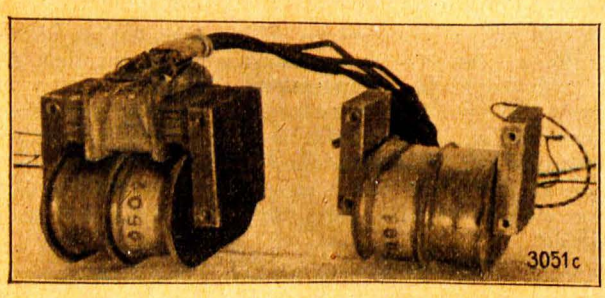


Abb. 1b. Versuchsausführungen der Magnetanordnung, links mit Hochfrequenz-Teil, rechts ohne Hochfrequenz-Spulen

zwei Hälften unterteilt, die magnetische Querverbindungen zur Führung des Hochfrequenzfeldes besitzen. Hierdurch kompensieren sich hochfrequente Streufelder im angrenzenden Magneteisen, ohne dort Wirbelströme unerwünschter Größe zu erzeugen. Diese Anordnung bewährte sich sogar im Ultrakurzwellenbereich. Auch dann, wenn die Symmetrie der beiden Spulenfelder nicht gewährt bleibt, was zumal bei den Spulen für ultrakurze Wellen leicht möglich ist, halten sich die Verluste infolge des geschlossenen Verlaufs des Hochfrequenzkerns in erträglichen Grenzen.

Für den praktischen Aufbau ergaben sich folgende Gesichtspunkte:

1. Die durch das Hochfrequenzeisen bewirkte Feldführung ist infolge der geringen Permeabilität gering. Daraus folgt, daß für den vorliegenden Aufbau die Regeln für die Abschirmung von Hochfrequenzspulen gelten. Es soll demnach der Abstand der Hochfrequenzwindungen von den Magnetschenkeln nicht kleiner als der halbe Windungsdurchmesser sein.

2. Um große Beeinflussungen mit kleinen Leistungen zu erzielen, soll der Hochfrequenzaufbau so klein wie möglich sein. Es ist dabei zu beachten, daß eine bestimmte Frequenzänderung eine mit der 3. Potenz ansteigende Magnetisierungsleistung erfordert. Die Beeinflußbarkeit ist von der Richtung der beeinflussenden Kraftlinien im Verhältnis zur Richtung des Hochfrequenzfeldes gegeben.

Die größte Beeinflussungsmöglichkeit ist vorhanden, wenn im Innern der Spule die Kraftlinien des Gleichstromfeldes parallel zu denen des Hochfrequenzfeldes verlaufen. In diesem Fall ist die Beeinflussung der Permeabilität etwa

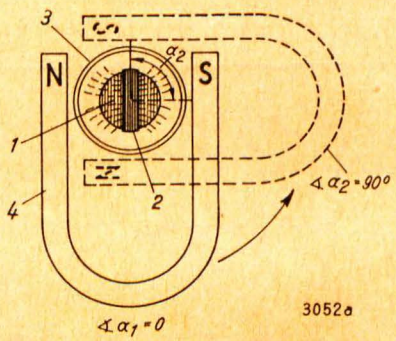


Abb. 2a. Anordnung zur Feststellung der Permeabilitätsänderung des Hochfrequenz-Eisens bei konstantem Fremdfeld in Abhängigkeit des Winkels zwischen den vormagnetisierenden Kraftlinien und dem Eigenfeld der Hochfrequenz-Spule. 1 = scheibenförmiger Kern der Hochfrequenz-Spule, 2, 3 = Abschirmung der Hochfrequenz-Spule (umschließt die Spule allseitig), 4 = Stahlmagnet

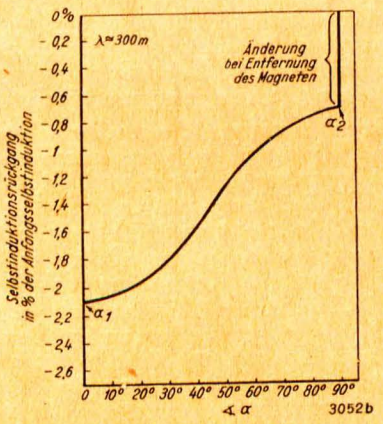


Abb. 2b. Verlauf der Selbstinduktions- bzw. Permeabilitätsänderung gemäß Anordnung Abb. 2a

dreimal größer, als wenn magnetisches Hochfrequenzkraftlinienfeld und beeinflussendes Feld senkrecht zueinander stehen. Es bildet sich in dem vormagnetisierten Kern der Hochfrequenzspule eine Art gerichtete Permeabilität heraus. Diese Erscheinung wurde in einer Anordnung nach Abb. 2a untersucht. Es wurde eine Hochfrequenzeisenkernspule 2 mit kreiszylindrischem Kern 1 ins Innere eines allseitig abschirmenden Kupferbechers 3 gebracht und die

so abgeschirmte Spule zwischen die Pole eines kräftigen Stahlmagneten 4 gelegt. Die Selbstinduktion wurde zunächst bei nicht angelegtem Fremdfeld gemessen und dann nach Anlegung eines solchen bei verschiedenen Größen des Winkels zwischen den Kraftlinien der Hochfrequenzspule und denen des Stahlmagneten (Abb. 2 b). Durch die metallische Abschirmung hatte die Lage des Magneten auf Wirbelstromverluste keinen Einfluß. Der Verlauf der Kurve ist im übrigen von der Form des Kerns abhängig, und zwar ist die Änderung der wirksamen Permeabilität um so größer, je länger im Vergleich zum Durchmesser der Hochfrequenzeisenkern ist.

Eine nach diesen Grundsätzen aufgebaute Anordnung (Abb. 1 b) ergab bei einer maximalen Gleichstromleistung

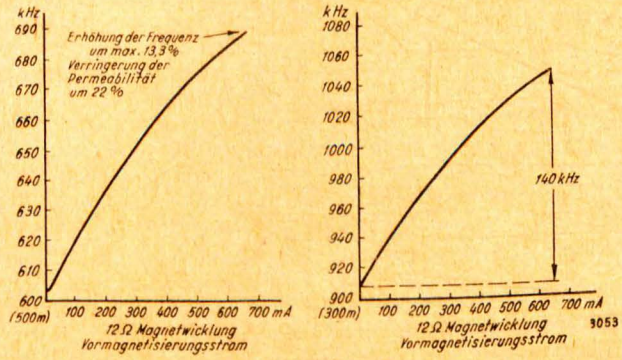


Abb. 3. Abstimmkurven im Bereich der Mittelwellen

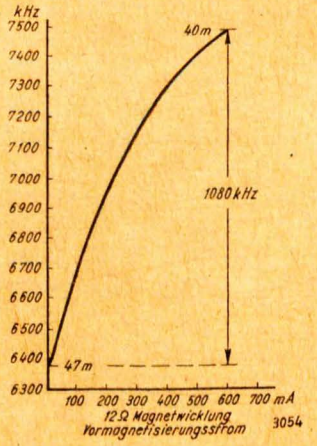


Abb. 4. Abstimmkurven im Bereich des 40- bis 50-m-Kurzwellenbandes

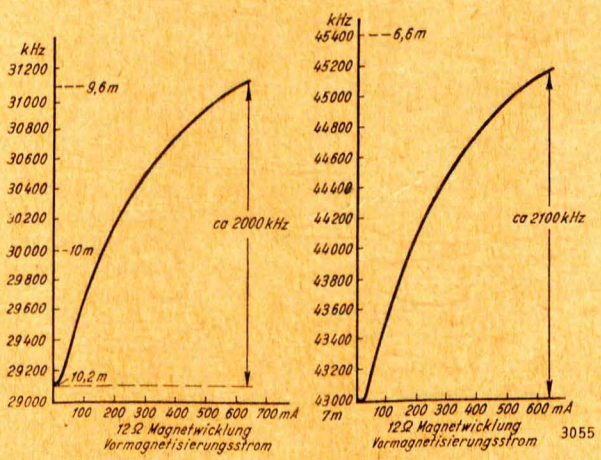


Abb. 5. Abstimmkurven im Bereich der Ultrakurzwellen

von etwa 4,5 Watt die in den Abb. 3 bis 5 dargestellten Frequenzabweichungen im Rundfunk-, Kurz- und Ultrakurzwellenbereich. Der Kurvenverlauf kennzeichnet das Verhältnis zwischen Frequenzverstimmung und Stromanstieg. Diese den Versuchen zugrunde gelegte erstmalig gebrauchte Anordnung ist jedoch wegen des relativ großen Luftspalts noch als verhältnismäßig ungünstig in bezug auf den Wirkungsgrad zu bezeichnen. Nach den gemachten Erfahrungen dürfte ohne besondere Einbuße an Güte und Belastbarkeit der Hochfrequenzspule der Wirkungsgrad durch einen gedrängten Aufbau beträchtlich zu verbessern sein. Die Kurven zeigen einen für Abstimmzwecke gut geeigneten Verlauf. Die Krümmung der Kurven ist nicht auf Annäherung an den gesättigten Zustand zurückzuführen, sondern hängt mit der bekannten quadratischen Abhängigkeit zwischen Selbstinduktion und Frequenz zusammen. Versuche ergaben einen annähernd linearen Verlauf der Selbstinduktion bis zu Feldern von etwa 10 000 Gauß, während die Kurven sich auf Felder bis zu etwa nur 1000 Gauß beziehen.

Aus den Kurven ist ersichtlich, daß die von einer bestimmten Vormagnetisierungsleistung umfaßte Frequenzänderung in verschiedenen Frequenzgebieten etwa denselben Prozentsatz der jeweiligen Ausgangsfrequenz darstellt. Geringe Unterschiede sind auf Abweichungen im Aufbau der Spulenwicklung zurückzuführen. Bei sehr hohen Frequenzen macht sich der Einfluß der Selbstinduktion der Spulenzuleitungen schon bemerkbar und führt zu geringerer Ausbeute.

Um unter den auf dem Markt befindlichen Kernstoffen für Hochfrequenzspulen das für den neuen Verwendungszweck am besten geeignete Kernmaterial ausfindig zu machen, wurden an Kernen aus den verschiedensten Stoffen die Frequenzänderungen bei gleicher Vormagnetisierung untersucht. Da die verschiedenen Hochfrequenzeisen aus technischen Gründen nicht zu genau gleicher Form verarbeitet werden konnten, boten die gemessenen Werte nur einen ungefähren Anhalt. Es ging jedoch klar hervor, daß die nach dem Gießverfahren oder ohne Anwendung von Drucken hergestellten Kerne bedeutend leichter zu beeinflussen sind, als die nach dem Preßverfahren angefertigten. Dieser Unterschied ist so erheblich, daß eine Verwendung der im Handel erhältlichen Preßkerne für den hier beschriebenen Zweck nicht möglich erscheint. Zur Erzielung des gleichen Permeabilitätsrückgangs ist im Durchschnitt je nach Kernsorte bei Preßkernen ca. zehnmal soviel Stromaufwand notwendig als bei Kernen, bei deren Herstellung keine Preßdrucke zur Anwendung gelangen. Die Abhängigkeit der magnetischen Beeinflussung von dem mechanischen Druck, unter dem die Eisenpartikel in der Kernmasse eingelagert sind, zeigte sich sogar bei Untersuchung verschiedener Ferrocartsorten (geschichtetes Material) bestätigt. Es wurden drei verschiedene von Hans Vogt zur Verfügung gestellte Sorten untersucht, die eine Permeabilität von $\mu = 10$, 11 und 12,4 besaßen. In der Herstellung unterschieden sie sich nur im Preßdruck, während die gleiche Eisenpulversorte verwendet wurde. Die magnetische Beeinflußbarkeit war bei dem Kernstoff mit der kleinsten Anfangspermeabilität und dem kleinsten angewandten Preßdruck am größten. Dieses Ergebnis steht scheinbar im Gegensatz zu bisherigen Anschauungen. Ob lediglich die Dichte oder der angewandte Druck maßgeblich ist, muß durch besondere Untersuchung geklärt werden. Vielleicht gelingt hierdurch die Entwicklung eines für den neuen Verwendungszweck besonders brauchbaren Hochfrequenzeisenkerns.

Zwei Punkte sind hier noch zu erwähnen, die bei einer durch Vormagnetisierung durchgeführten Stromabstimmung nachteilig in Erscheinung treten können: das Auftreten von Remanenz und das Entstehen von Verzerrungen sowie die Bildung von Oberschwingungen. Auf Grund eingehender Sonderuntersuchungen konnte eine Remanenz

am Kernstoff selbst nicht festgestellt werden. Es macht sich bei der Anordnung im Elektromagneten allerdings Remanenz nach Abschalten des Stroms in geringem Umfang bemerkbar. Bei Benutzung der Anordnung im Empfänger ist also die Einstellung eines Senders nicht genau die gleiche, je nachdem man von geringer Stromstärke zu größerem Stromwert ansteigend zur betreffenden Einstellung gelangt oder von größerem Stromwert herab zu kleinerem Strom. Dieser Unterschied ist jedoch so gering, daß eine Eichung der Skala auf Grund der abgelesenen Magnetisierungs-Stromstärken nicht in Frage gestellt ist. Ebenso ist auch die Bildung von Oberschwingungen im vormagnetisierten Hochfrequenz-Eisen praktisch nur von geringer Bedeutung.

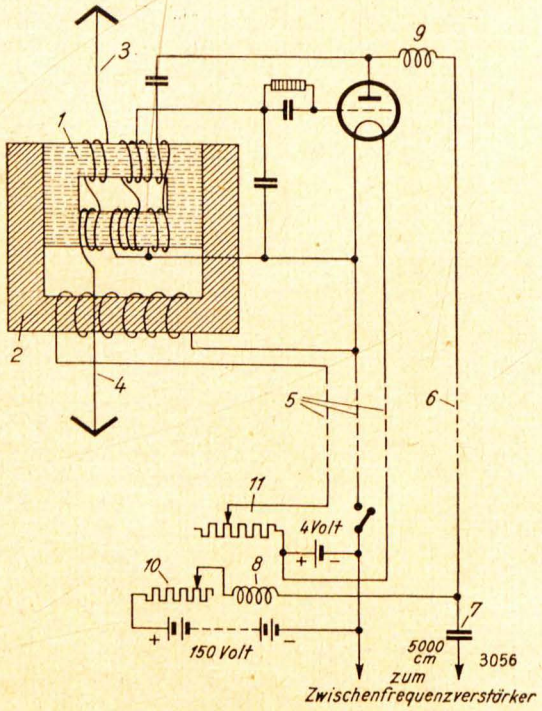


Abb. 6. Prinzipanordnung einer durch Vormagnetisierung abstimmbaren Ultrakurzwellen-Empfangsanlage. Eingangsstufe eines Superhetempfängers in Selbstüberlagerungsschaltung. 1 = Hochfrequenz-Kern mit Ultrakurzwellen-Spule, 2 = Abstimm-Magnet, 3 und 4 Dipolhälften, 5 = Heiz- und Abstimmleitungen, 6 = Leitung für die Zwischenfrequenz (von den Leitungen 5 kapazitiv zu trennen), 7 = Kondensator zur Trennung des Anodengleichstroms von der weiter geführten Zwischenfrequenz, 8 = Zwischenfrequenzdrossel, 9 = Ultrakurzwellen-Drossel, 10 = Widerstand zur Regelung des Schwingungseinsatzes (bei Ausschaltung des Schwingzustandes ist unmittelbarer Audionempfang möglich, dann dient 10 zur Regelung der Rückkopplung), 11 = Abstimmregelwiderstand

Neben der Auffindung eines besonders leicht zu beeinflussenden Kernstoffes kommt es bei der technischen Durchführung der Abstimmung durch Vormagnetisierung sehr auf die Konstanthaltung der hierzu benötigten Stromquelle an. Der Akkumulator scheint nach den vorgenommenen Messungen dazu durchaus zu genügen, wenn man einen Zeitraum von einigen Minuten zwischen Anlegung des mittleren Vormagnetisierungsstroms und Abstimmung legt, damit die Klemmenspannung des Akkumulators von dem beim Einschalten vorhandenen Anfangswert auf den etwas darunter liegenden Betriebstromwert heruntergehen kann. Für netzbetriebene Geräte kommt zweckmäßig eine hochohmige Magnetspule in Verbindung mit einem Glimmlicht-Stabilisator zur Verwendung. Bei der Abstimmung ist zu berücksichtigen, daß im Anfang bei beginnender Vormagnetisierung von 0 bis etwa 20 Gauß die Permeabilität sich zunächst ein wenig erhöht, um dann erst im Verlauf stärkerer Felder ständig abzusinken. Die dadurch bewirkte Doppeldeutigkeit macht die Frequenzkurve der ersten 100 bis 1000 Hertz ungeeignet, so daß man bei der Abstimmung einen Mindeststromwert, der einem Feld von etwa 40 Gauß entspricht, nicht unterschreiten soll. In der Praxis wird die Doppeldeutigkeit bei schwachen Feldern zumeist durch die Remanenz des Elektromagneten verdeckt.

Nun zu den technischen Anwendungen des neuen Abstimmverfahrens: Die Tatsache, daß sich die beschriebene Selbstinduktionsänderung auch bei kurzen und ultrakurzen Wellen anwenden läßt, ermöglicht es, die Stromabstimmung auch bei einem Ultrakurzwellenempfänger anzuwenden.

Es wurde zu den Versuchen ein Einröhren-Überlagerungs-Vorsatzgerät zum Empfang im 7-m-Bereich gebaut, das, mit Eigenüberlagerung arbeitend, auf eine um die Zwischenfrequenz abweichende Frequenz abgestimmt ist und das entsprechende Frequenzgemisch selbst gleichrichtet. Das Schaltbild zeigt Abb. 6. Die Zwischenfrequenz wird im Anodenkreis abgenommen und in einem Zwischenfrequenzverstärker weiter verstärkt. Als solcher kann bei Empfang der Tonwelle jedes Rundfunkgerät benutzt werden. Das Vorsatzgerät wurde so gebaut, daß man es zur Schaffung einer besonders günstigen Empfangsanordnung auf das Hausdach setzen konnte, während der Zwischenfrequenzverstärker in einem tiefer gelegenen Stockwerk aufgebaut war, von wo aus auch die Fernabstimmung des Vorsatzgerätes erfolgte. Abb. 7 a zeigt die dabei verwendeten Geräte. Links sieht man das Vorsatzgerät in wetterbeständiger Ausführung mit darauf gesteckter Dipol-Hälfte. Die untere Dipol-Hälfte ist durch ein metallisches Gegengewicht ersetzt. Die drei den Heizstrom und den Vormagnetisierungsstrom leitenden Kabel (5 in Abb. 6) sind miteinander verdrillt, während die

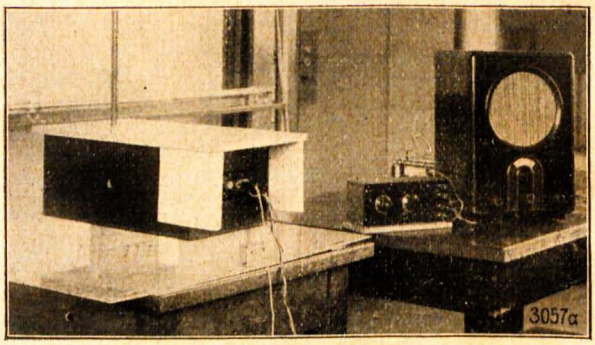


Abb. 7 a. Die erste Ausführung eines durch Vormagnetisierung fernabstimmbaren Ultrakurzwellen-Empfängers lt. Schaltung Abb. 6. Links das Vorsatzgerät in wetterfester Ausführung. Rechts der Volksempfänger, dessen Hochfrequenz-Teil zur Zwischenfrequenzverstärkung dient, dazwischen das kleine Abstimmpult

Anodenleitung 6 (links in Abb. 7 a) in einigem Abstand davon geführt ist. Die Regler zur Einstellung der Vormagnetisierung (Ziffer 11 in Abb. 6) und zur Regelung des Rückkopplungsgrades (Ziffer 10) befinden sich in einem besonderen Fernbedienungskästchen (Abb. 7 a, Mitte) beim Zwischenfrequenzverstärker bzw. Rundfunkgerät. Der Volksempfänger VE 301 ergab mit diesem auf dem Dach angeordneten Vorsatzgerät einen überlauten Empfang des Witzlebener Ultrakurzwellensenders, während im Innern des Institutsgebäudes der Empfang zumal in den vom Sender abgelegenen Räumen wesentlich schlechter war. Gegenüber der Zuführung der Ultrakurzwellenenergie von einem in Dachhöhe aufgestellten Dipol über abgestimmte Energieleitungen hat dies Verfahren den Vorzug einfacherer Leitungszuführung und einer bei den verschiedensten Frequenzen gleich guten Zuleitung, während die Energieleitung jeweils nur für eine besondere Frequenz abgestimmt

ist. Außerdem erwies sich bei dieser Fernabstimmungsanordnung das Fehlen jeglicher Handkapazität als sehr angenehm, was bei noch kürzeren Wellen, insbesondere bei Dezimeterwellen, die Bedienung u. U. erleichtern dürfte. In diesem Bereich verspricht die Entwicklung eines besonderen Kernstoffes mit einer Permeabilität von 3 bis 6 noch günstigere Aufbaumöglichkeit, da hierdurch die Eisenverluste weiter verringert werden können.

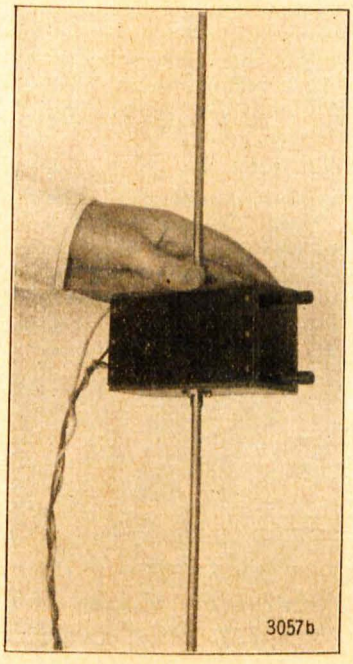


Abb. 7b. Eine besonders kleine Ausführung des Ultrakurzwellen-Vorsatzgerätes mit gleicher Leistung wie das große Gerät in Abb. 7a

Wenn auch Aussicht besteht, daß es gelingt, Kernstoffe mit wesentlich größerer Beeinflussungsfähigkeit zu schaffen, so scheint doch für den Rundfunkbereich die Anwendung des Abstimmprinzips durch Vormagnetisierung nur in Sonderfällen und bei besonders gewählten Schaltungen

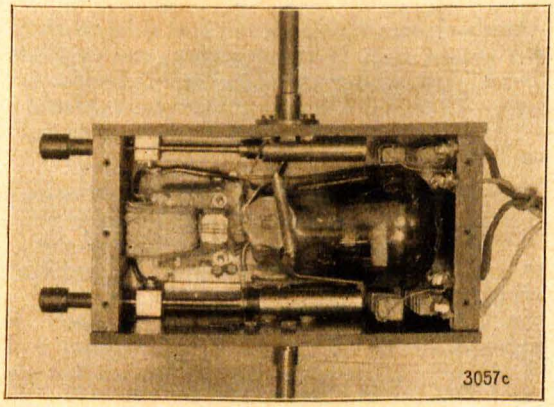


Abb. 7c. Das kleine Vorsatzgerät geöffnet. Rechts die unterteilte Ultrakurzwellen-Drossel, links der Abstimm-Magnet mit auf Glimmer gewickelten Ultrakurzwellen-Spulen, daneben die entsockelte Röhre. Zu beiden Seiten der Röhre zwei Kondensatoren zur einmaligen Abgleichung des Wellenbereichs und des Schwingungszustandes

praktisch zu sein. Bei Abstimmung eines Empfängers mit vielen Abstimmkreisen ist der erforderliche Strombedarf recht groß, was um so schwerer ins Gewicht fällt, als der Strom aus einer Stromquelle möglichst großer Konstanz entnommen werden muß. Bei den Geradeausempfängern mit einem oder zwei Kreisen könnte man bei der Verwirklichung des Abstimmprinzips durch Strom etwa so verfahren, daß man den Frequenzbereich in zahlreiche Teilbereiche unterteilt, die durch Strom mittels elektromagnetischer Relais genau wie die Abstimmung auch aus der Ferne bedient werden können. Praktische Bedeutung werden solche fernabstimmbaren Rundfunkempfänger für die Verwendung in Kraftwagen erlangen können, wo außer am Führersitz auch im hinteren Teil des Wagens eine Abstimmskala angebracht werden kann, ferner für Hotels und größere Wohnungen, wo neben den in verschiedenen Räumen aufgestellten Zusatzlautsprechern auch Abstimmskalen angeordnet werden können.

Am einfachsten läßt sich die Anordnung eines fernabstimmbaren Rundfunkempfängers bei Anwendung des Superhetprinzips mit hoher Überlagerung und Zwischenfrequenz treffen, bei dem die Verstimmung des Überlagererkreises genügt, während als Vorselektion nur ein Eingangsfilter zur Fernhaltung der im Kurzwellenbereich liegenden Spiegelfrequenzen benutzt wird. Verwendet man hier eine Abstimmung durch Vormagnetisierung, so läßt sich der Empfänger bequem bei höchstens zwei bis dreimaliger Umschaltung der Überlagererspule oder durch Zuschaltung kleiner Zusatzkondensatoren auf jede beliebige Langwelle und Mittelwelle über Kabel einstellen. Ein solcher Empfänger wurde gebaut und ist in den Abb. 8 bis 10 dar-

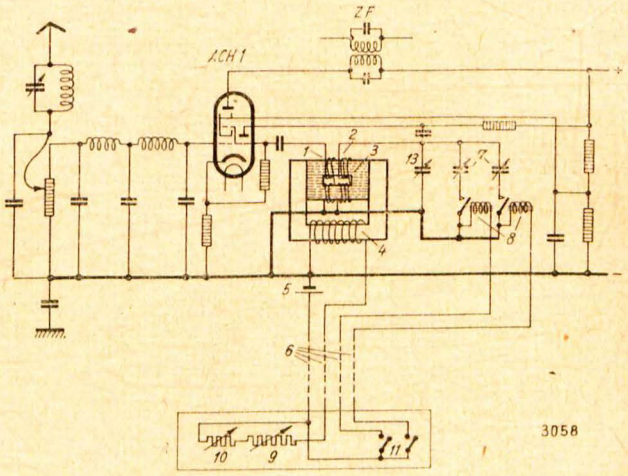


Abb. 8. Schaltung einer durch Vormagnetisierung abstimmbaren Überlagererstufe eines Lang- und Mittelwellensuperhets mit hoher Überlagerungs- und Zwischenfrequenz (90 m). 1 und 2 = Gitter- bzw. Anodenkreisspule des Überlagerers, 3 = Kern aus Hochfrequenzeisen, 4 = Wicklung des Abstimm-Magneten, 5 = Gleichstromquelle für den Abstimm-Magneten, 6 = Kabel für Stromabstimmung und Relaisbedienung, 7 = zwei Zusatzkondensatoren zur Einstellung der verschiedenen Wellenbereiche, die wie auch der Kondensator 13 lediglich einmal eingeregelt werden, 8 = Relaisschalter (Quecksilberschalter), die zur wahlweisen oder gemeinsamen Umschaltung der beiden Zusatzkondensatoren dienen, 9 = Regelwiderstand zur Grobabstimmung, 10 = Regelwiderstand zur Feinabstimmung, 11 = Schalter zur Bedienung der Relais

gestellt. Er besteht aus einer Überlagerer- und Mischstufe, die mit einer Sechspolröhre ACH 1 bestückt ist, sowie zwei Zwischenfrequenzstufen mit Batterieröhren RES 094, einem Schirmgitteraudion (ebenfalls mit einer RES 094) und einer Fünfpolendröhre RES 164 d.

Der Bau dieses Empfängers liegt bereits längere Zeit zurück, daher konnten die modernen Kraftwagenempfänger-Röhren nicht ausgenutzt werden. Auch ist die vormagnetisierte Ferrocartspule noch relativ groß ausgeführt. Schaltungsmäßig interessiert hier nur die Eingangsstufe mit

Filter- und Überlagererkreis (Abb. 8). Zur Vormagnetisierung wird ein 6-Volt-Akkumulator benutzt. Der Elektromagnet wurde durch Umbau eines Niederfrequenz-Transformators gewonnen. Die Umschaltung erfolgt durch Zuschaltung zweier Kondensatoren mittels Quecksilber-Umschalter (rechts, Abb. 9). Bei Verwendung zweier Kondensatoren ist eine vierfache Unterteilung des Frequenzbereiches zu erzielen, wobei auch von der Kombination der Kondensatoren Gebrauch gemacht wird. Die Unterteilung in viele Wellenbereiche wirkt sich für die Konstanz der Abstimmung und

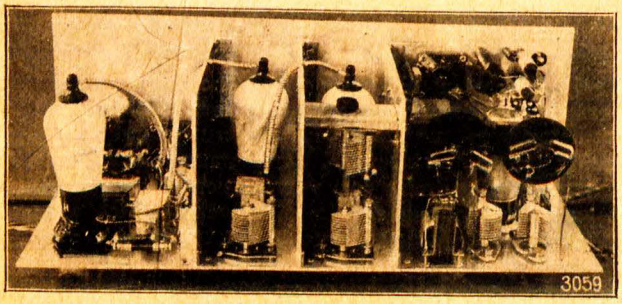


Abb. 9. Rückansicht des geöffneten 5 Röhren-Batterie-Superhets mit Fernabstimmung durch Vormagnetisierung (Batterieröhren älteren Typs), Eingangsschaltung siehe Abb. 8. Links Niederfrequenz- und Audionsstufe, in der Mitte zwei Zwischenfrequenzstufen (90 m), rechts die Eingangsstufe mit den vorn sichtbaren Quecksilberumschaltern und Zusatzkondensatoren. Neben den Kondensatoren nach links zu die Vormagnetisierungsanordnung

für den Stromverbrauch des Geräts sehr günstig aus. Schon wegen der Wärmeentwicklung und der dadurch erzeugten Widerstands- und Stromänderungen in der Magnetwicklung ist es zweckmäßig, mit möglichst wenig Strom auszukommen und einen etwa notwendigen größeren Frequenzbereich durch erhöhte Wellenbereichumschaltung zu er-

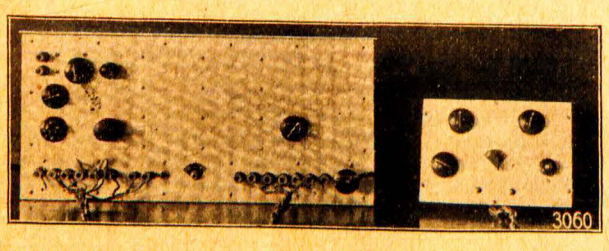


Abb. 10. Das Versuchsgerät des durch Gleichstrom abstimmbaren 5 Röhren-Batterie-Superhets von vorn. Links unten Batterie- und Lautsprecheranschlüsse, rechts die Verbindungskabel mit dem Abstimm- und Bedienungspult, das rechts auf dem Bild zu sehen ist. Das Abstimmkästchen enthält Regler zur Grob- und Feinabstimmung, Lautstärkeregler, Klangfarbenregler, Relaisschalter und Ausschalter. Die zahlreichen Knöpfe u. Griffe am Empfänger dienten zu Meß- und Versuchszwecken

reichen. U. U. kann man auch das Stromabstimmverfahren mit einer elektromagnetischen oder mechanischen Grobabstimmung der Schwingspule oder des Kondensators kombinieren und dabei der Stromabstimmung nur die Aufgabe der Feinstellung zuweisen, die bei rein mechanischen Ferneinstellungsanordnungen schwierig zu bewirken ist. Die hier veröffentlichte Ausführung eines fernbedienbaren Rundfunkempfängers arbeitet mit vier Wellenbereichen. Das zum Gerät gehörende Bedienungskästchen (s. Abb. 10) enthält je einen Schalter für Röhrenheizung und für den Magnetisierungsstrom, ferner zwei Momentschalter.

Die Versuche lassen erkennen, daß das neue Prinzip der Empfänger-Fernabstimmung technisch gut verwendbar ist und für die Weiterentwicklung des Empfängerbaus fruchtbare Anwendungsmöglichkeiten verspricht.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

30 Jahre Groß-Funkstation Nauen

Dreißig Jahre zurück! Das Funkwesen stand noch ganz am Anfang seiner Entwicklung, als auf den feuchten Gründen in der Nähe von Nauen von der Telefunken-Gesellschaft eine ausgedehnte Versuchsanlage errichtet wurde. Zum ersten Male gelang es, eine drahtlose Telephonieverbindung zwischen Nauen und Berlin durchzuführen. In Nauen entstand eine Großstation mit Knallfunken, mit der bald die für damalige Zeit erstaunlichen Reichweiten von 1100 km erzielt wurden. Der höchste Turm war damals 100 m hoch, zehn Jahre später aber gab es in Nauen bereits neun Antennentürme, deren Höhe zwischen 120 und 250 m lag. Die Reichweite der Sender war damit bis auf 8000 km gestiegen.

Aber all die Schwierigkeiten dieser ersten Jahre spornten die Ingenieure zu immer größeren Leistungen an. Schon 1912 kann von Nauen eine drahtlose Telephonie zwischen Berlin und Wien, also über 700 km, durchgeführt werden, und im Oktober 1913 wird das erste Radiotelegramm von Nauen nach Amerika übermittelt. Das gleiche Jahr bringt dann einen neuen Reichweitenrekord von über 8300 km.

Nach dem Ende des Krieges erhielt dann Nauen eine immer mehr steigende kommerzielle Bedeutung. Der Plan, einen weltumspannenden Funkverkehr von Nauen aus durchzuführen, trat wieder in den Vordergrund; die Technik war weitergediehen, und es waren in dieser Hinsicht nicht mehr so schwere Probleme zu lösen wie einst. Schon 1919 konnte ein Gegensprechverkehr eingerichtet werden mit der Empfangsstelle in Geltow, so daß Nauen und Geltow von diesem Zeitpunkt an zusammengehörten.

Das rasche Aufblühen des Verkehrs machte eine Verbesserung der Anlagen in Nauen notwendig. Wenn bis dahin der Verkehr auf Wellen von 10 000 bis 20 000 m Länge abgewickelt wurde, kam nunmehr der Kurzwellenverkehr, und zwar auf 15 bis 60 m Wellenlänge hinzu. Nauen erhielt mehrere Kurzwellensender mit Richtantennen, und in Beelitz (Mark) wurde eine neue Empfangsanlage geschaffen.

Am 1. Januar 1932 gingen dann die Anlagen, die bisher in der von der Telefunken-Gesellschaft gegründeten Transradio-A.-G. für drahtlosen Übersee-Verkehr betreut worden waren, in den Besitz der deutschen Reichspost über. Nauen wurde immer mehr zum Mittelpunkt des gewaltigen Übersee-Verkehrs, die Funkanlagen wurden ständig modernisiert und ausgebaut, so daß heute die Großfunkstelle Nauen zwei Langwellensender mit je 400 kW Hochfrequenzleistung besitzt, ferner zahlreiche Kurzwellensender von 20 bis 50 kW Ausgangsleistung, die in wahlweiser Verbindung an einer großen Zahl von Richtantennen arbeiten können.

Die deutschen Funkwege nach Übersee umfassen heute außer den Nachrichtendiensten 15 Verkehrslinien für Telegraphie, und zwar mit den Vereinigten Staaten von Nordamerika, für Ägypten, für Argentinien und Nordchina, für Niederländisch-Indien, für Brasilien und Japan, für die Philippinen, für Chile, Mexiko und Siam, für Kuba, Persien und Südchina, für Syrien und Venezuela. Dazu noch besondere Dienste mit den Vereinigten Staaten, mit Argentinien und Siam. Diese telegraphischen Verbindungen sind seit einigen Jahren auch auf Sprechverkehr eingerichtet, und zwar konnte 1928 der erste drahtlose Sprechverkehr Berlin—Buenos-Aires aufgenommen werden; 1930 kam der drahtlose Sprechverkehr Berlin—Rio de Janeiro hinzu; 1931 Berlin—Bangkok; 1932 Berlin—Maracay und Berlin—Kairo; 1933 die Fernsprechverbindung Berlin—Manila, und schließlich im vergangenen Jahr die Fernsprechverbindung Berlin—Tokio.

Nauen ist in diesen dreißig Jahren zu einem Begriff deutscher funktechnischer Leistungen geworden; Nauen kennt die Welt und die Welt kennt Nauen.

Die Technik der deutschen Kofferempfänger in Geradeausschaltung

Von **Erich Schwandt**

In Heft 6 des „Funk" veröffentlichten wir im Rahmen eines Messeberichtes eine Übersicht über die zur Leipziger Frühjahrsmesse neu auf den Markt gebrachten Kofferempfänger. Der nachfolgende Aufsatz befaßt sich ausführlicher mit der Schaltungstechnik und den Aufbau-Einzelheiten aller heute am Markt befindlichen Geräte. In dem vorliegenden Heft werden die Geradeausempfänger behandelt, während ein späterer zweiter Teil über die Superhetempfänger berichten wird.

In Deutschland werden gegenwärtig sieben verschiedene Typen von Kofferempfängern gebaut, und zwar benutzen davon fünf die Geradeaus-Schaltung und zwei die Superhet-Schaltung. Das Verhältnis zwischen diesen beiden Schaltungsarten ist beim tragbaren Empfänger etwa das gleiche wie beim Heimgerät: Die Geradeaus-Schaltung wird bevorzugt, wenn einfache, nicht zu große und nicht zu schwere, preiswerte Empfänger hergestellt werden sollen; die Superhet-Schaltung dagegen bleibt den Geräten höchster Leistung vorbehalten, die schwerer, größer und schließlich auch teurer sein können. Genau wie beim Heimempfänger ist aber auch hier die Abgrenzung nicht ganz streng: unter den Geradeaus-Empfängern findet man z. B. ein solches mit zwei Hochfrequenzstufen, das durchaus superhetähnliche Leistungen bringt. Die einfacheren Geradeaus-Empfänger sind für die Verwendung offener Antennen eingerichtet, während die Superhetgeräte und auch die hochwertigen Geradeaus-Empfänger einen eingebauten Rahmen aufweisen, so daß sie jederzeit ohne Außenanschluß von Antenne oder Erde empfangsbereit sind. Zum Teil weisen sie aber eine Anschlußmöglichkeit für eine Antenne auf, um so die Reichweite und die Lautstärke zu vergrößern. Im übrigen ist es bei den Koffergeräten natürlich genau so, wie bei den Heimempfängern: Man kann nicht ein bestimmtes Gerät als bestes ansprechen, sondern man muß auch hier feststellen, daß Eigenschaften und Ausstattung, daß also die praktische Brauchbarkeit und die Empfangsleistung dem Preis des Empfängers proportional sind.

Wir wollen uns heute zunächst mit den Geradeausempfängern befassen. Unter ihnen finden wir zwei, die von der auch im Batterie-Volksempfänger verwendeten Rückkopplungs-Audionschaltung mit nachfolgender Zweifach-Niederfrequenzverstärkung mit Widerstandskopplung Gebrauch machen. Von diesen beiden schaltungsmäßig weitgehend übereinstimmenden Geräten können wir heute nur das eine beschreiben, da das zweite Gerät trotz mehrfacher Bemühung nicht zu erhalten war.

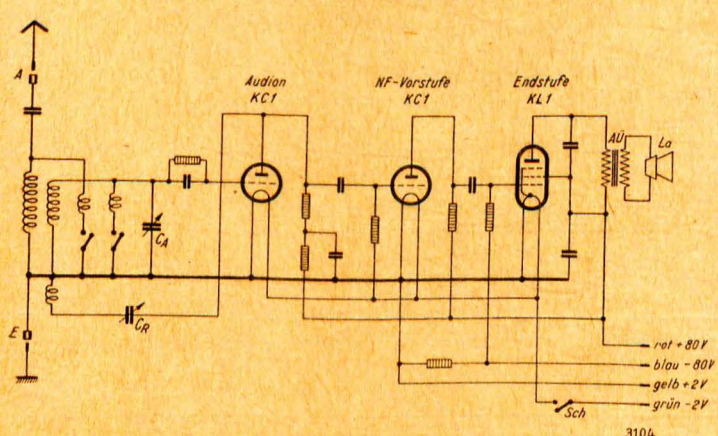


Abb. 1. Prinzipschaltung eines Einkreis-Dreiröhren-Kofferempfängers (Lumophon-Piggi)

Abb. 1 zeigt die Schaltung des kleinsten der deutschen Reiseempfänger, des Piggi von Lumophon; das Gerät hat nur eine Grundfläche von 125 × 212 mm bei einer Höhe von 212 mm. Die Schaltung ist sehr einfach: zunächst induktive Ankopplung der Antenne an den Schwingkreis, der aus Eisenkernspulen und einem Drehkondensator mit Trolitulblättern als Dielektrikum gebildet wird; der Schwingkreis liegt an einer als Gittergleichrichter geschalteten und mit kapazitiv regelbarer Rückkopplung ver-

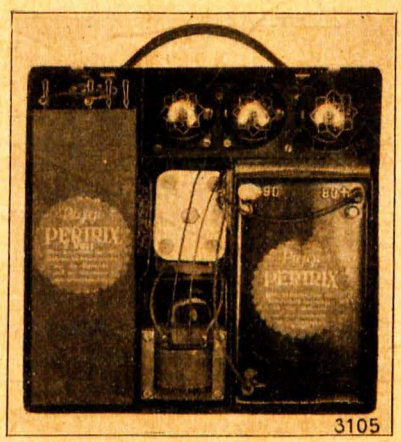


Abb. 2. Innenansicht des Empfängers nach Schaltung Abb. 1

sehenen Dreipolröhre, auf die ein zweistufiger widerstandsgekoppelter Niederfrequenzverstärker folgt. In der ersten Stufe weist er eine Dreipolröhre, in der zweiten eine Fünfpolröhre auf. Die beiden ersten Röhren erhalten keine besondere Gittervorspannung; die der Endröhre wird dadurch hergestellt, daß man den gesamten Anodenstrom des Empfängers durch einen Widerstand schickt, an dem ein Spannungsabfall von etwa 7 Volt erzeugt wird.

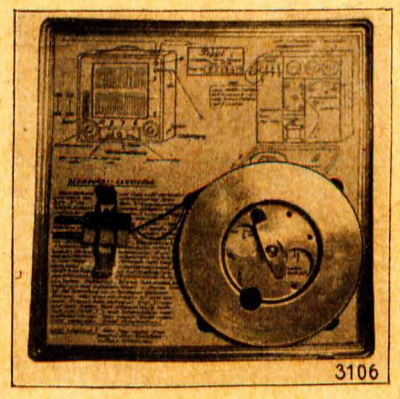
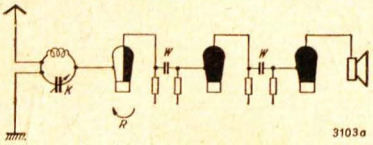
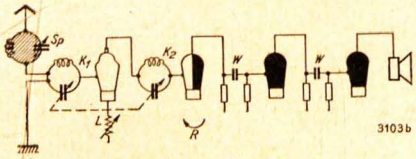
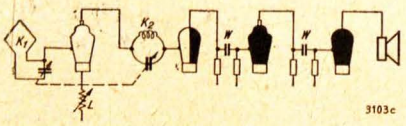
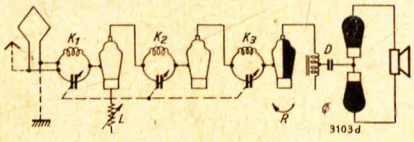


Abb. 3. Der rückwärtige Deckel mit Bedienungsanleitung und Antennenlitze auf einer besonderen Spule

Der Empfänger ist in ein Stahlblechgehäuse eingebaut, in dem sich mehrere durch Punktschweißung befestigte Querwände befinden, um besondere Fächer für die Röhren, den Lautsprecher mit dem Anpassungstransformator, die Heiz- und die Anodenbatterie zu erhalten. Vorn und hinten ist je ein aus Aluminiumblech gedrückter Deckel auf das Gehäuse aufgesetzt; der vordere Deckel besitzt Durchbrechungen für den Lautsprecher und außerdem die ver-

Geradeaus-

Hersteller-Firma	Typ	Schaltung	Röhrenbestückung 1. HF	2. HF	Aud.	1. NF	End	Wellenbereiche	Lautspr.	Stromverbrauch Heizstrom Amp.	Anodenstrom mA	Abmessungen in mm Länge	Breite	Tiefe
Lumophon	Piggi				KC 1	KC 1	KL 1	M,L	permanentdynamisch	0,28	6 ÷ 7	212	212	125
Seibt	246 K		KF 3		KC 1	KC 1	KL 1	M,L	permanentdynamisch oder Freischwinger	0,33	6 ÷ 7	480	330	180
Nora	K 424		KF 4		KC 1	KF 4	KL 2	M,L	Freischwinger	0,43	8 ÷ 9	320	320	210
Owin	K 36		KF 3	KF 4	KF 4		KL 1 KL 1	M,L	permanentdynamisch	0,45	7 ÷ 8	565	380	170

tieft eingesetzten Abdeckungen für die Bedienungsgriffe. Die Knöpfe und Schalter liegen infolgedessen versenkt; nur der Knopf für die Antennenkopplung steht um etwa 10 mm heraus. Der vordere Deckel ist fest angeschraubt, während der hintere Deckel nach Niederdrücken von zwei Haltefedern leicht abgenommen werden kann; wie Abb. 2 zeigt, werden dadurch die Batterien und die Röhren zugänglich. Der Anschluß der Batterien ist dadurch erleichtert worden, daß die Batteriepole und die Anschlußschnüre übereinstimmende Farben besitzen. Für die Lieferung des Heizstromes wie des Anodenstromes finden kleine Trockenbatterien in Sonderbauart Anwendung; die Heizbatterie besteht aus drei Zellen mit einem fest eingebauten, angezapften Widerstand, der mit drei Kontaktfedern verbunden ist; man muß den Plus-Stecker zuerst an Klemme 1, nach 20 Stunden Hörzeit an Klemme 2 und nach weiteren 50 Stunden an Klemme 3 befestigen. An der Anodenbatterie muß man nach 20 Stunden Hörzeit von Buchse + 90 auf + 80 umstöpseln. Die Batteriefabrik garantiert eine Hörzeit von 80 bis 100 Stunden.

Der rückwärtige Deckel des Empfängers ist insofern beachtenswert, als in ihm Schaltung und Gebrauchsanweisung eingeklebt sind; außerdem enthält er eine Aluminiumspule, auf der sich zweimal etwa 11 m dünne Litze befinden, die man als Antenne und als Gegengewicht auslegen kann, wenn keine ständige Antenne vorhanden ist. Mit Hilfe dieser Drähte kann man sich vor allem in der Sommerfrische, auf einem Lagerplatz und dergleichen Rundfunkempfang verschaffen. Es ist sehr zu begrüßen, daß man es nicht dem Käufer des Empfängers überläßt, sich irgendwelche Leitungen erst zu beschaffen, sondern daß man geeignete, in der Länge abgemessene und mit Steckern versehene Antennenlitzen dazu liefert. Ist ein Erdanschluß leicht herstellbar, so wird man die zweite Litze natürlich nicht als Gegengewicht verwenden, sondern dazu, die eigentliche Antenne auf die doppelte Länge zu bringen. Der Empfänger ist im übrigen zweckmäßig, aber im Interesse eines niedrigen Preises so einfach wie möglich ausgestattet; so verzichtet er auf eine kostspielige, geeichte Skala, sondern weist einfach eine kurze, mit Zahlen bedruckte Linearskala auf, unter der ein Zeiger hingleitet, der von der Kondensatorachse aus durch Seilzug angetrieben wird.

Die zweite Gruppe der Geradeaus-Reiseempfänger wird durch die Zweikreis-Empfänger mit vier Röhren gebildet, von denen sich zwei Geräte am Markt befinden. Abb. 4 zeigt die Prinzipschaltung des Seibt-Kofferempfängers 246 K, der eine abgestimmte Hochfrequenzstufe mit Fünfpol-Schirmröhre, einen Empfangsgleichrichter mit Dreipolröhre, als Gittergleichrichter mit Rückkopplung geschaltet, und einen zweistufigen widerstandsgekoppelten Niederfrequenzverstärker mit Dreipol-Vorstufe und Fünfpol-Endröhre umfaßt. Der Empfänger ist für

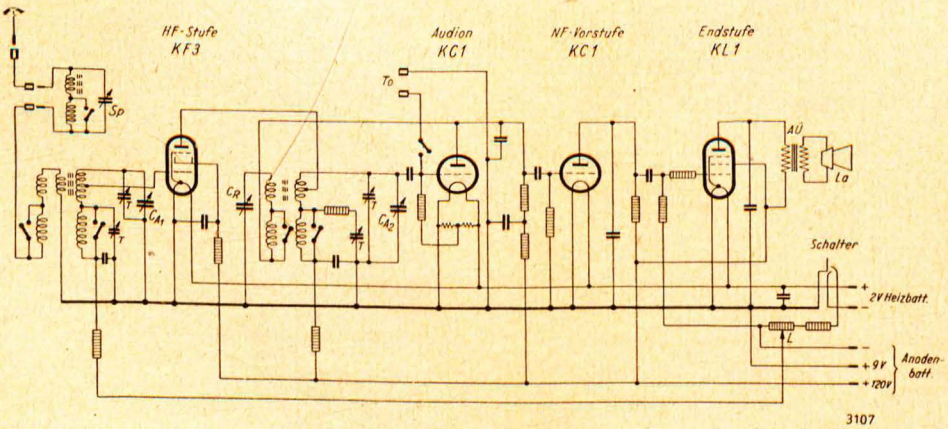


Abb. 4. Prinzipschaltung des Zweikreis-Vierröhren-Kofferempfängers Seibt 246 K

Kofferempfänger

Gesamtgewicht kg	Heizbatterie					Anodenbatterie				Antenne	Bemerkungen
	Art	Spannung Volt	Maße mm	Gewicht kg	Hörzeit Stunden	Spannung Volt	Maße mm	Gewicht kg	Hörzeit Stunden		
4,85	Trocken	3	65×65×183	1,1	80 ÷ 100	90	65×85×145	1,05	80 ÷ 100	offene	je 11 m Litze für Antenne und Gegengewicht im Deckel
12,5	Trocken	3	80×123×260	2,95	200	120	78×83×260	2,15	200	offene	eingebauter Sperrkreis; Tonabnehmer-Anschluß
11,6	Akku	2	72×138×122	2,2	70 von einer Ladung	100	77×152×215	2,8	etwa 300	Rahmen	
14,5	Trocken	3	132×70×160	2,13	100	100	132×65×146	1,55	200	Rahmen und offene	Tonabnehmer-Anschluß; Buchsen für 2 Lautsprecher

den Anschluß einer offenen Antenne eingerichtet; die Ankopplung an den ersten Kreis wird auf induktive Weise vorgenommen. Der zweite Kreis liegt als Sperrkreis an der Anode der Hochfrequenzstufe. Die Lautstärkeregelung erfolgt durch eine Regelung der Verstärkung der ersten Röhre, indem man die ihr zugeführte Gitterspannung durch Betätigung des Spannungsteilers *L* ändert. Um die Störungsfreiheit gegenüber einem Ortssender erhöhen zu können, ist der Empfänger mit einem Sperrkreis *Sp* ausgestattet.

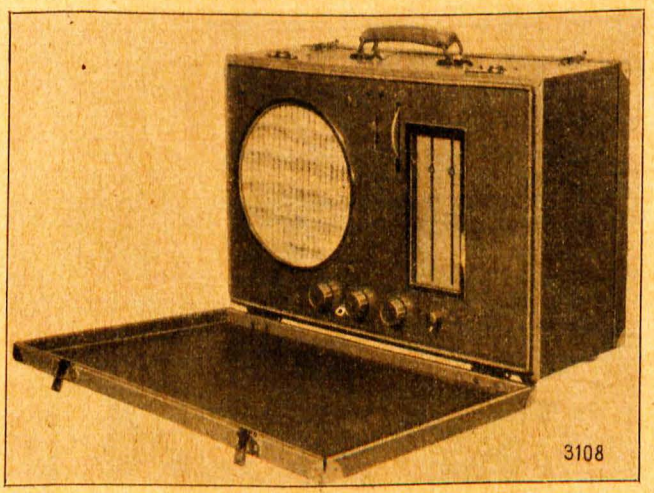


Abb. 5. Außenansicht des Empfängers nach Schaltung Abb. 4

Der praktische Aufbau des Gerätes geht aus Abb. 5 hervor: Ein Handkoffer in den Abmessungen 180×330×480 Millimeter enthält Empfänger, dynamischen Lautsprecher und Batterien. Der Koffer ist beiderseitig mit flachen Deckeln ausgerüstet; der vordere läßt sich ganz abnehmen, um die Einstellgriffe und den Lautsprecher freizulegen, der hintere herunterklappen, um an Röhren und Batterien zu gelangen. Nimmt man den vorderen Deckel ab, so liegen die Bedienungsgriffe offen, wie es Abb. 5 zeigt. Links befindet sich die runde Lautsprecheröffnung, rechts die rechteckige senkrechte Linear-Skala, die mit eingedruckten Sendernamen versehen ist; zur Anzeige dienen zwei farbige runde Plättchen mit einem Querstrich, die sich in langen Schlitzen der Skala bewegen. Da die Skala aus Gründen der Stromersparnis nicht beleuchtet wird, mußte sie so ausgeführt werden, daß sie auch im unbeleuchteten Zustand übersichtlich ist und

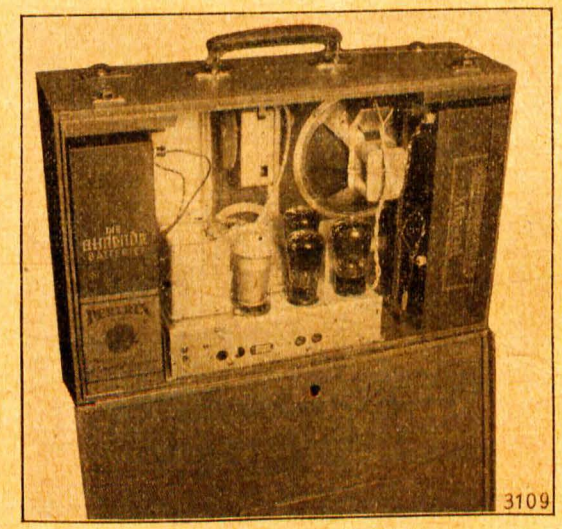


Abb. 6. Innenansicht des Empfängers nach Schaltung Abb. 4

eine leichte Einstellung verbürgt. An Bedienungsgriffen sind der Abstimmknopf, der Rückkopplungsknopf und der Lautstärkeregler vorhanden, außerdem der Schalter, der den Batteriestrom einschaltet und den Empfänger auf einen der beiden Wellenbereiche oder auf Schallplattenwiedergabe um-

schaltet. Die Anschlüse für Antenne und Erde befinden sich mit Rücksicht auf den eingebauten Sperrkreis oben in der Mitte der Frontplatte statt hinten oder an den Seiten unten,

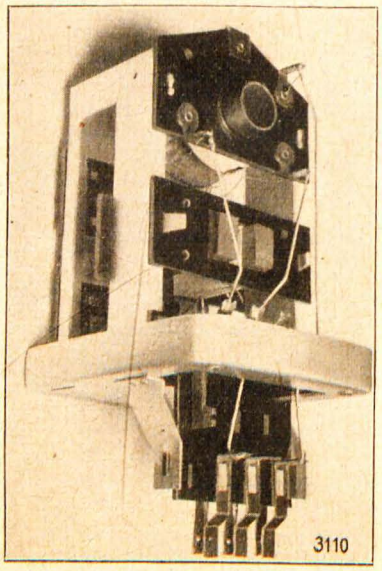


Abb. 7. Einer der im Empfänger Abb. 4 bis 6 verwendeten Spulensätze

wo man sie wohl sonst sicher hingesetzt hätte. Abb. 6 gibt eine Innenansicht des Empfängers; sie läßt insbesondere die sehr reichlich bemessenen Batterien, die zu beiden Seiten des Empfängergestells angeordnet sind, erkennen. Der Empfangsteil selbst konnte durch die Anwendung eines kleinen, gekapselten Zweigang-Drehkondensators und von Eisenkernspulen, die in ihrem Aufbau aus Abb. 7 ersichtlich sind, überraschend klein gehalten werden. Immerhin ist der Empfänger nicht auf kleine Abmessungen hin entworfen, denn in

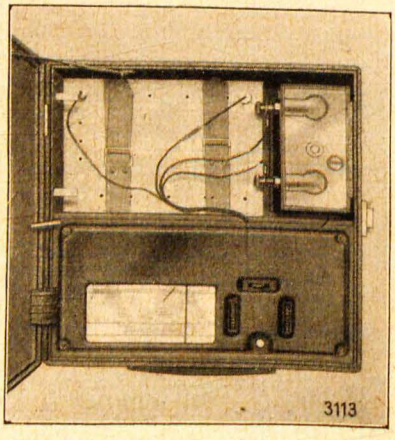


Abb. 10. Blick auf den Kofferempfänger der Schaltung Abb. 8, Batterieraum geöffnet

seinem Innern befindet sich noch sehr viel freier Raum. Er wurde auch nicht auf geringes Gewicht hin gebaut, sondern man nahm lieber etwas größere und schwerere Batterien, um eine möglichst lange Betriebszeit zu erhalten. Der Koffer hat ein Gesamtgewicht von 12,5 kg, die Batterien selbst wiegen rund 5 kg, dafür erhält man aber auch eine Betriebszeit von rund 200 Stunden.

Die Schaltung des zweiten Zweikreis-Vierröhren-Kofferempfängers ist aus Abb. 8 zu ersehen; statt der offenen Antenne wird hier ein eingebauter Rahmen benutzt. Der Empfänger besteht aus einer Hochfrequenzstufe mit Fünfpol-Schirmröhre, einem Dreipol-Empfangsgleichrichter, als Gittergleichrichter geschaltet, einer Niederfrequenz-Vorstufe mit Fünfpol-Schirmröhre und schließlich einer Fünfpol-Endröhre. Die Lautstärkeregelung wird durch eine Änderung des Heizstromes der ersten Röhre vorgenommen (Regelwiderstand *L*); je weniger die Röhre geheizt wird, um so flacher verläuft die Kennlinie, um so kleiner ist die Verstärkung. Gegenüber der allgemein üblichen Regelung der Gittervorspannung hat dieses Verfahren den Vorteil, daß man der Röhre eine kleine feste Gittervorspannung erteilen kann, aber nicht die hohe veränderliche benötigt. Der Empfangsgleichrichter besitzt keine Rückkopplung: der Empfänger ist nämlich unter dem Gesichtspunkt einfachster Bedienung gebaut, so daß es zweckmäßig erschien, auf den Rückkopplungsknopf zu verzichten. Die Einbuße an Empfindlichkeit wird durch die Verwendung sehr dämpfungsarmer Schwingkreise und durch eine Fünfpolröhre als Niederfrequenz-Vorstufe wettgemacht.

Der Aufbau des Empfangsteiles ist aus Abb. 9 ersichtlich, während Abb. 10 einen Blick auf das Gerät bei abgenommenem Batterieraumdeckel ermöglicht. Neben der großen Skala mit eingedruckten Sendernamen sehen wir hier die beiden geriffelten Einstellräder für Abstimmung und Lautstärke, darüber den Wellenbereichschalter und darunter den Einschaltknopf, der übrigens so angeordnet ist, daß er beim Schließen des Kofferdeckels, in dem sich Lautsprecher

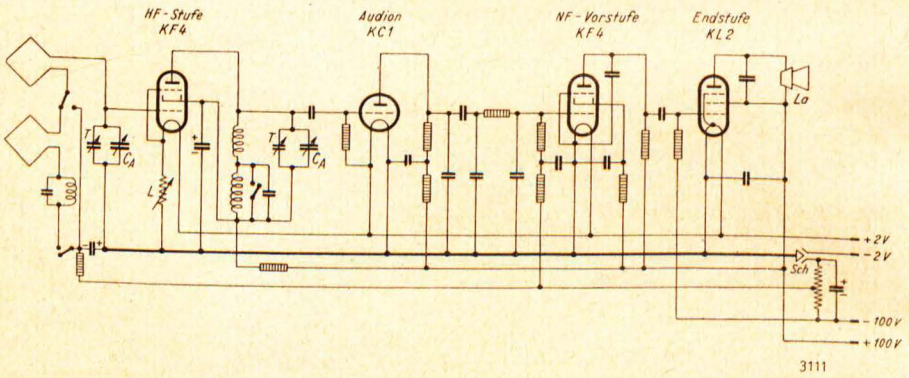


Abb. 8. Prinzipschaltung des Zweikreis-Vierröhren-Kofferempfängers Nora K 424

und Rahmenantenne befinden, selbttätig in die Aus-Stellung gebracht wird. In dem Koffer ist Raum für eine Normal-Anodenbatterie von 100 Volt Spannung und für einen Akkumulator in Hartgummigefäß, der eine Sonderbauart mit seitlich angeordneten Anschlußklemmen darstellt. Mit

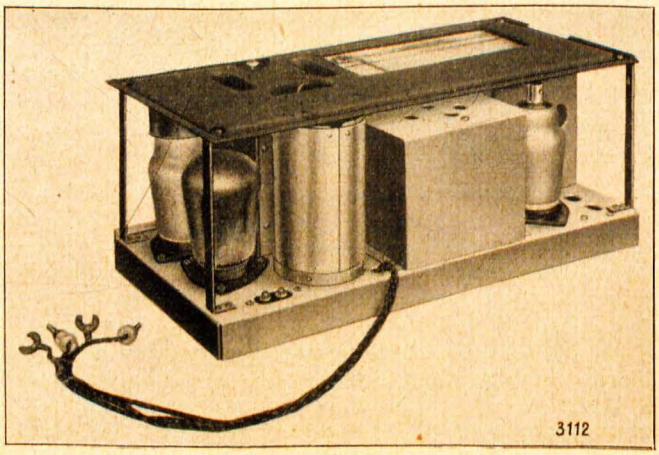


Abb. 9. Empfangsteil des Koffergerätes der Schaltung Abb. 8

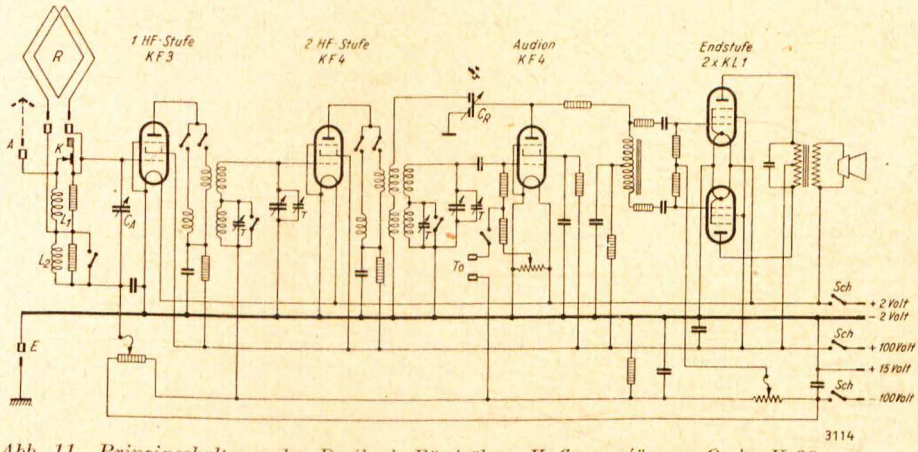


Abb. 11. Prinzipschaltung des Dreikreis-Fünfröhren-Kofferempfängers Owin K 36

dem Akkumulator werden etwa 70 Betriebsstunden erreicht; er ist leichter, als die für größere Koffer übliche Heiz-Trockenbatterie (Gewicht des Akkumulators etwa 2,2 kg, der Normal-Anodenbatterie etwa 2,8 kg, des Koffers einschließlich Batterien etwa 11,6 kg).

Eine Sonderstellung innerhalb der Kofferempfänger in Geradeaus-Schaltung nimmt der Dreikreis-Fünfröhren-Empfänger Owin K 36 ein, dessen Schaltung Abb. 11 wiedergibt. Er verfügt über zwei abgestimmte Hochfrequenzstufen, von denen die erste mit einer Fünfpol-Regelröhre, die zweite mit einer Fünfpol-Schirmröhre bestückt ist; dann folgt ein Empfangsgleichrichter, als Gittergleichrichter geschaltet und mit kapazitiv regelbarer Rückkopplung ausgestattet, der ebenfalls von einer Fünfpol-Schirmröhre Gebrauch macht, und schließlich die Endstufe, die zwei im Gegentakt geschaltete Fünfpolröhren aufweist.

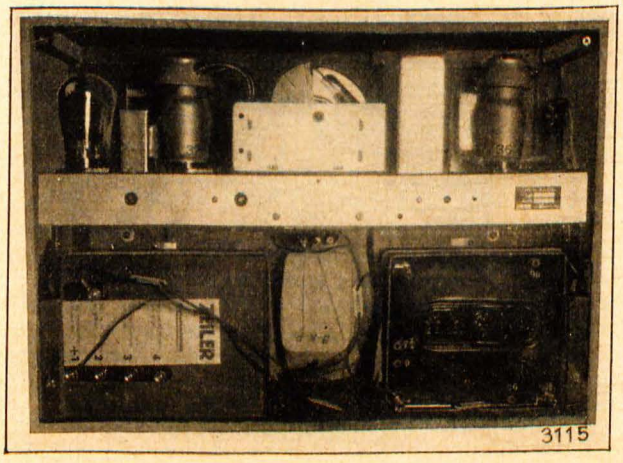


Abb. 12. Ansicht des Empfängers der Schaltung Abb. 11 von hinten

Sie arbeiten in der gitterstromfreien B-Schaltung, die bekanntlich den Vorteil hat, daß sie keine besondere Treiberröhre benötigt. Der Kofferempfänger, dessen grundsätzlicher Aufbau unseren Lesern bekannt ist [1]), arbeitet mit einem eingebauten Rahmen, er gestattet aber auch den Anschluß einer offenen Antenne und einer Erdleitung. In diesem Fall bleibt der Rahmen jedoch nicht angeschaltet, sondern an seiner Stelle wird eine Schwingkreisspule eingeschaltet. Die Anordnung ist aus Abb. 11 deutlich zu ersehen; beim Empfang mit Rahmen wird der Schaltkontakt K geöffnet, so daß die Verbindung zu der Mittelwellen-Gitterspule L_1 aufgehoben ist. Zieht man den Rahmenstecker aber heraus, so wird die Spule selbsttätig angeschaltet. L_2 ist die Langwellen-Zusatzspule, die sowohl beim Empfang mit offener Antenne als beim Rahmenempfang wirksam ist. Beim Rahmenempfang der langen Wellen liegt also der Rahmen mit der Langwellen-Zusatzspule in Reihe. Der Empfänger weist, wie das Schaltbild zeigt, drei Schwingkreise auf; der erste Kreis wird durch einen eigenen Drehkondensator abgestimmt, der zweite und dritte Kreis durch einen Zweigang-Drehkondensator. Der erste Kreis wurde in die gemeinsame Abstimmung nicht einbezogen, weil das mit Rücksicht auf die Verwendung des Rahmens und einer offenen Antenne nicht ohne weiteres möglich ist und weil auch ein Dreigang-Drehkondensator nicht leicht so stabil gebaut werden kann, daß er bei der im Reiseempfänger vorhandenen starken mechanischen Beanspruchung für immer die erforderliche Genauigkeit behält.

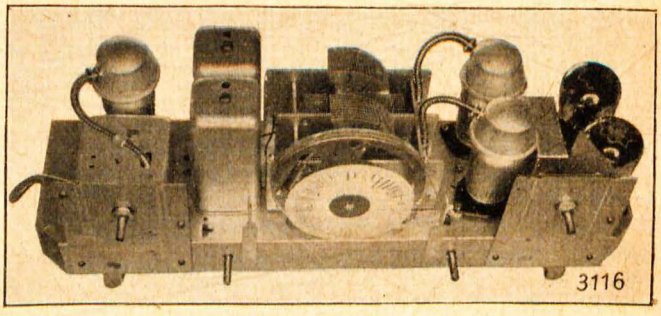


Abb. 13. Ansicht des Empfängergestells von oben

Das Audion ist mit Rückkopplung versehen, die durch einen Dreiplattenkondensator C_R geregelt wird. Die nun folgende Endstufe ist durch eine Gegentakt-Drossel und durch Kondensatoren angekoppelt; der Lautsprecher ist in üblicher Weise durch einen Ausgangs-Übertrager angeschlossen. Die Lautstärkeregelung wird bei diesem Gerät durch eine Verschiebung des Arbeitspunktes der ersten Röhre vorgenommen.

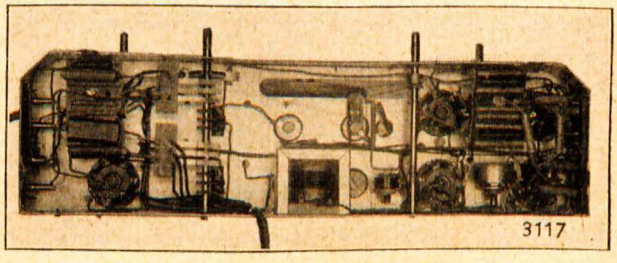


Abb. 14. Ansicht des Empfängergestells von unten

Interessant ist der mechaniche Aufbau des Gerätes, der zum Teil aus der Rückansicht der Abb. 12 zu ersehen ist. Der Empfänger ist auf ein langes, schmales Grundgestell — 12 × 43 cm — aufgebaut, das Abb. 13 in der Ansicht von oben, Abb. 14 in der von unten zeigt. Der untere Teil des Holzgehäuses ist durch den permanentdynamischen Lautsprecher und die Batterien ausgefüllt; auch für die Heizung kommt eine Trockenbatterie zur Anwendung, und zwar in Zukunft eine solche mit eingebautem selbsttätigen Spannungsregler, so daß das heute nach bestimmten Be-

[1]) Siehe „Funk", 1936, Heft 6, Seite 163.

triebszeiten erforderliche Umklemmen des positiven Anschlusses dann nicht mehr notwendig ist. Die Batterien werden in dem Empfänger mit Hilfe von Gummibändern festgehalten.

Wie schon früher [1]) ausgeführt wurde, besitzt dieser Empfänger insofern eine vollkommen neue Form, als er zusammen mit dem Lautsprecher und den Batterien in ein schmuckes Holzgehäuse eingebaut ist, das nun erst in den eigentlichen Handkoffer, der innen mit Tuch gefüttert ist, eingeschoben wird; diese Form hat bereits in der kurzen Zeit ihres Bestehens großen Anklang gefunden, weil sie in idealer Weise Koffergerät und Heimempfänger miteinander vereint. Unterwegs, im Auto, in der Eisenbahn, auf dem Lagerplatz usw., verwendet man den Empfänger im Koffer, nachdem einfach der Deckel abgenommen wird; in der Sommerfrische und daheim, wo der Empfänger längere Zeit an ein- und demselben Plaz stehen bleibt und wo eine offene Antenne verfügbar ist — es braucht nicht durchaus eine Hochantenne zu sein —, nimmt man ihn aus dem Koffer heraus und stellt ihn ohne Hülle auf Schrank oder Tisch. Es ist sicher anzunehmen, daß die Herstellerfirma auch mit einem Netzgerät auf dem Markt erscheint, das an Stelle der Batterien in den Koffer eingesetzt werden kann und das daheim einen batterie-schonenden, sparsamen Betrieb ermöglicht.

Die Tafel auf Seite 232/233 gibt schließlich einen Überblick über die in dem vorstehenden Aufsatz beschriebenen Geradeaus-Kofferempfänger; ihr sind alle technischen Daten zu entnehmen, die bei den Geräten interessieren.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser. Abb. 5, 9 und 10 Werkbilder

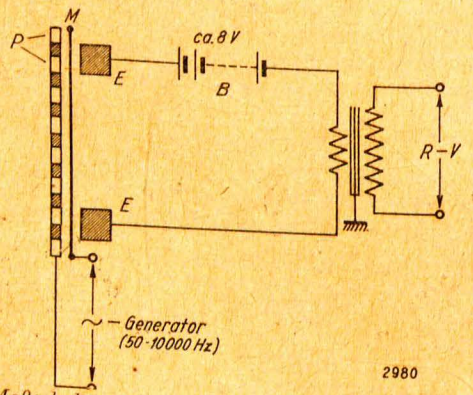
Verfahren zur Prüfung des Frequenzganges von Mikrophonen

Von

M. H. Alker

Der einfachste Weg zur Feststellung der Frequenzabhängigkeit eines Mikrophons wäre es, irgendeinen Schallerzeuger, dessen Tonhöhe veränderlich ist, in Tätigkeit zu setzen und die abgegebene Wechselspannung des damit erregten Mikrophons nach entsprechender Verstärkung zu messen. Da aber der Schallerzeuger häufig selbst frequenzabhängig ist, also bei verschieden hohen Frequenzen ganz unterschiedliche Schalleistungen abgibt, sind Messungen dieser Art höchst ungenau. Eine Kontrollmessung der Lautstärke direkt in Phon, mit deren Hilfe man die Fehler korrigieren könnte, ist ziemlich schwierig. In der Praxis hat man u. a. folgenden Weg beschritten:

Die Membran des zu messenden Mikrophons wird, wenn sie nicht selbst schon leitend ist, mit einer leitfähigen Schicht versehen; ihr wird dann in möglichst geringem Abstand eine gelochte, etwa 3 mm starke Metallplatte gegenübergestellt, so daß das nun entstandene Ganze mit seinen beiden Flächen einen Kondensator darstellt (s. Abb. 1) [1]). Die Lochung ist notwendig, um eine Dämpfung durch das dazwischenliegende Luftpolster zu vermeiden. Im Prinzip gleicht diese Anordnung einem elektrostatischen Lautsprecher.



Meßschaltung für die Prüfung von Mikrophonen

Legen wir an die Belege dieses Kondensatorlautsprechers eine Wechselspannung an, deren Höhe absolut konstant bleibt (die Spannungskontrolle macht ja keine Schwierigkeiten), während die Frequenz im Bereich von etwa 20 bis 12 000 Hz veränderlich ist, so muß die Membran genau im Rhythmus der Frequenz der angelegten Wechselspannung schwingen. Die dadurch zwangsläufig hervorgerufene Änderung des Widerstandes des Mikrophons ruft natürlicherweise eine Änderung des Mikrophonstromes hervor, welcher dann einwandfrei mit einem verlustfrei arbeitenden Meßgerät (z. B. Röhrenvoltmeter) gemessen werden kann. Ist dabei eine Verstärkung nötig, dann muß der Verstärker selbstverständlich das ganze Frequenzband absolut gleichmäßig verstärken, da ja sonst wiederum Meßfehler auftreten.

Um die nichtleitende Mikrophonmembrane leitend zu machen, wäre es das einfachste, sie mit dünnem Staniol zu bekleben, was jedoch eine nicht unwesentliche Änderung der Frequenzkurve mit sich bringt.

Das Aufbringen einer sehr dünnen Metallschicht (Silberschicht) auf die Membrane kann folgendermaßen erfolgen: Mit in reinem Alkohol gelöstem Silbernitrat wird die Membran unter Benutzung eines ganz weichen Haarpinsels bestrichen. Da der Alkohol fast augenblicklich verdunstet, kann eine nachteilige Beeinflussung der Membran nicht eintreten. Das so behandelte Mikrophon wird unter eine Glasglocke gebracht, in welche man Schwefelwasserstoffgas einströmen läßt. Ein einfacher Weg ist auch, eine kleine Schale unter die Glasglocke zu stellen, in welche ganz wenig Schwefeleisen und etwas verdünnte Salzsäure gegeben wird. Auf diese Art und Weise gewinnen wir mehr als genug von diesem allerdings recht übelriechendem Gas (so einfach der ganze Vorgang ist, müssen wir doch einige Vorsicht walten lassen, da beim Einatmen größerer Mengen dieses Gases Vergiftungserscheinungen durch Zersetzung des Blutes eintreten können). Nach einigen Minuten hat sich auf der Membran eine unendlich dünne, aber doch leitfähige Schicht aus Schwefelsilber gebildet, die außerdem den Vorzug hat, ohne irgendwelche Bindemittel — wie z. B. Eiweis oder sonstige Klebstoffe — fest mit der Membran verbunden zu sein.

Als Wechselstromgenerator ist natürlich jede Anordnung verwendbar, bei welcher es möglich ist, Wechselspannung und Frequenz zu kontrollieren. Als Beispiel sei genannt, daß wir durch Abtasten einer Frequenzplatte die gewünschte Wechselspannung entsprechender Frequenz ohne weiteres erhalten. Die hierbei zur Verwendung gelangenden Teile (Tonabnehmer und Verstärker) müssen natürlich ebenfalls ganz einwandfrei, d. h. frequenzgetreu, arbeiten. Irgendwelche Abweichungen in der Frequenzkurve müssen bekannt sein und bei Festlegung der Mikrophonmeßkurve berücksichtigt werden. Daß diese Prüfmethode bei sämtlichen Mikrophonarten Verwendung finden kann, bedarf keiner besonderen Erwähnung.

Zeichnung vom Verfasser

[1]) Eine solche Einrichtung hat z. B. bei der Meßsonde Anwendung gefunden, die in Heft 4 in dem Aufsatz „Eichbares Schallmeßgerät für Netzbetrieb", „Funk" 1936, Heft 4, S. 107 ff., beschrieben ist (vgl. dort insbes. Abb. 2).

Zusatz zum Hilfsgerät für die Röhrenprüfung

Von

F. Berg

In Heft 23, Seite 745 ff., des „Funk" 1935 brachten wir einen Aufsatz über ein vielseitig verwendbares Hilfsgerät. Nachstehend soll ein für schnelle Röhrenprüfungen bequemes Zusatzgerät beschrieben werden.

Zweck des Zusatzes

Das Zusatzgerät soll eine bequeme sowie zuverlässige Schluß- und Fadenprüfung sämtlicher Röhren ermöglichen. Es soll dabei — geringer Gestehungskosten halber — das Hilfsgerät soweit wie möglich ausnutzen. Zu diesem Zweck verwenden wir die Röhrenfassungen des Hilfsgerätes zum Einstecken der Röhren und rüsten das Zusatzgerät lediglich mit einer Fassung für das mit sieben Stiften versehene Anschlußstück sowie mit einer Anschlußmöglichkeit für die zugehörige Krokodilklemme aus. Die Röhre wird also in eine Fassung des Hilfsgerätes gesteckt und mit Hilfe des am Hilfsgerät hängenden Anschlußstückes an die Zusatzeinrichtung angeschlossen.

Grundsätzliches zur Schaltung

Das Wesen der Prüfschaltung besteht darin, daß neben jede Isolierstrecke, die kurzgeschlossen sein könnte, ein Widerstand geschaltet ist. Alle diese Widerstände liegen hintereinander. Wird einer der Widerstände kurzgeschlossen, so bedeutet das eine Verkleinerung des Gesamtwiderstandes. Diese kann auf verschiedene Arten kenntlich gemacht werden:

1. Wir können den durch die Widerstandskette fließenden Strom bestimmen, wobei ein erhöhter Strom einen Schluß andeutet.

2. Wir können die an der Widerstandskette auftretende Spannung bestimmen, wobei ein Absinken der Spannung einen Schluß andeutet.

3. Wir können eine Brückenschaltung verwenden, wobei durch einen Schluß das Brücken-Gleichgewicht gestört und dadurch ein Strom im Brückenzweig bewirkt wird.

In Frage kommt für uns hauptsächlich die erste der drei Möglichkeiten. Sie läßt sich praktisch am einfachsten verwirklichen.

Für die Verwirklichung der zweiten Möglichkeit benötigen wir zusätzlich zu dem Instrument einen Vorwiderstand und müssen Maßnahmen dafür treffen, daß bei Nichtgebrauch des Prüfzusatzes eine Entladung der Batterie über den Spannungszeiger mit Sicherheit verhindert wird.

Die dritte Möglichkeit setzt ein höher empfindliches Instrument oder eine höhere Prüfspannung voraus, als die beiden ersten Möglichkeiten. Außerdem ist bei ihr der Aufwand an Widerständen etwas größer.

Aus den genannten Gründen beschäftigen wir uns hier nur mit der ersten der hier aufgezählten Möglichkeiten.

Wir verwenden am besten eine Batterie, denn alsdann ist die Berührung der Röhre auch bei eingeschaltetem Prüfstromkreis ungefährlich. Während der Schlußprüfung muß man nämlich mitunter die Röhre beklopfen. Steht hierfür ein Gummihammer zur Verfügung, so entfällt dadurch die Notwendigkeit, die eingeschaltete Röhre zu berühren. Wenn der Gummihammer aber gerade verlegt ist, wird man der Bequemlichkeit halber die Röhre doch mit den Fingern erschüttern. Außerdem kann es leicht vorkommen, daß die Röhre bei eingeschaltetem Gerät herausgezogen oder in die Fassung gesteckt wird.

Da die Batteriespannung im Laufe der Betriebszeit etwas nachläßt, muß es möglich sein, festzustellen, welcher Instrumentenausschlag bei Fehlen eines Kurzschlusses vorhanden ist. Diese Feststellung wird in beiden hier gezeigten Schaltungen dadurch ermöglicht, daß bei Prüfung eines nicht unterbrochenen Heizfadens derselbe Ausschlag zustande kommt, der sich bei der Schlußprüfung ergibt, falls kein Schluß vorliegt.

Da die Höhe der Batteriespannung auf diese Weise keinen Fehler vortäuschen kann, brauchen wir hier die z. B. für Widerstandszeiger nötige Abgleichung nicht. Wir müssen allerdings den besonders einfachen Aufbau und die Bequemlichkeit, die der Wegfall einer Abgleicheinrichtung mit sich bringt, damit erkaufen, daß wir auf eine Beschriftung der Instrumentenskala verzichten.

Es ist zu beachten, daß die Polung der Batterie den Abbildungen gemäß durchgeführt wird (d. h. Pluspol der Batterie an den Heizfaden und anschließend an den Heizfaden die Prüfstrecke „Kathode—Faden"). Diese Polung macht es möglich, Röhren auch mit vorgeheizter Kathode zu prüfen. Würde die Kathode während der Prüfung an „Minus" liegen, so käme zwischen der heißen Kathode und den anderen Röhrenpolen ein Strom zustande, der sich in der Prüfschaltung ebenso auswirkt wie eine schlechte Isolierug der Röhrenpole.

Die Schaltung

Die Schaltung ist dem Wesen nach in Abb. 1 und der praktischen Ausführung gemäß in Abb. 2 gezeigt. Wir sehen, daß — je nach der Stellung des Umschalters — der Batteriestrom, der in beiden Fällen vom Stromzeiger angezeigt wird, einmal über den Heizfaden und einen damit

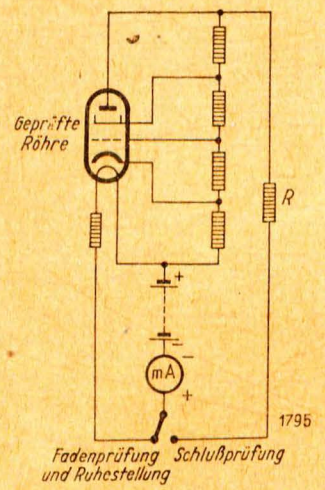


Abb. 1. Die Grundschaltung des Prüfzusatzes für die Verwendung eines Stromzeigers

in Reihe liegenden Widerstand und einmal über die Schlußprüfschaltung geht. Die neben den Isolierstrecken liegenden Widerstände weisen in Abb. 2 beispielsweise insgesamt 90 000 Ohm auf. In Reihe mit diesen Widerständen liegt noch ein Widerstand *R*. Dieser Widerstand ist zum Schutz von Batterie und Instrument unbedingt notwendig. Würden wir ihn fortlassen, so hätte ein Kurzschluß zwischen den äußersten Punkten der in Reihe geschalteten Widerstände

eine Zerstörung des Instrumentes und eine Beschädigung der Batterie zur Folge. Der Widerstand R muß demnach eine genügende Größe haben. Wer vorsichtig ist, der macht ihn so groß, daß das Instrument bei vollständigem Kurzschluß der übrigen Widerstände gerade ganz ausschlägt. Da man einen Gleichstromzeiger — ohne ihn nennenswert zu gefährden — auf kurze Zeit um 50 % überlasten darf, können wir den Widerstand R auch etwas kleiner wählen. Das bringt den Vorteil mit sich, daß der dem Heizfaden liegende Widerstand sehr hochohmig ist (90 000 + R Ohm), spielt der Widerstand des Heizfadens in dem Prüfstromzweig keine nennenswerte Rolle. Das muß so sein, damit der Ausschlag, der sich für unversehrten Faden ergibt, gleich dem Ausschlag ist, der bei umgelegtem Schalter für schlußfreie Röhre zustande kommt.

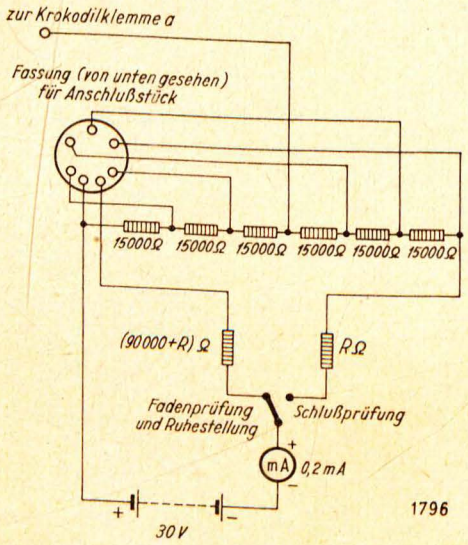


Abb. 2. Die Schaltung des Prüfgerätes bei Verwendung des Instrumentes als Stromzeiger. Die einzelnen Prüfwiderstände sind hier mit je 15 000 Ω bemessen, da sie für Werte von R zwischen 75 000 und 150 000 Ω gelten sollen.

Gesamtwiderstand dann bei Kurzschluß eines der Prüfwiderstände stärker geändert wird. Der Kurzschluß wird auf diese Weise deutlicher angezeigt. In Abb. 3 sind die Verhältnisse für die beiden eben besprochenen Fälle veranschaulicht. Wir erkennen, daß auch im ersten Fall, in dem das Instrument nicht überlastet wird, der Kurzschluß eines Prüfwiderstandes — d. h. einer Isolierstrecke in der Röhre — deutlich genug erkennbar ist.

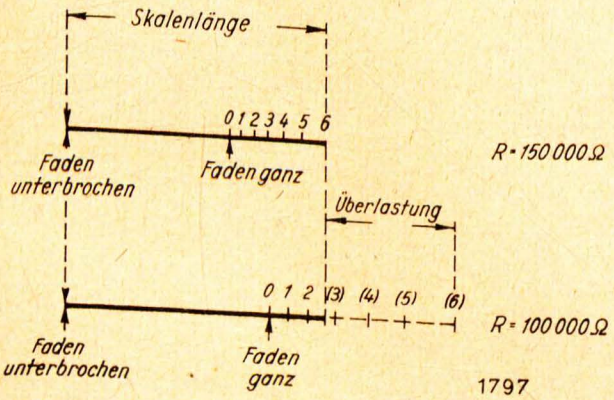


Abb. 3. Die Angabe des Fadenzustandes und der kurzgeschlossenen Prüfwiderstände bei Verwendung des Instrumentes als Stromzeiger. Die Ziffern bedeuten die Zahlen der kurzgeschlossenen Prüfwiderstände. Die Werte entsprechen den Angaben in Abb. 2

Bei Prüfung des Heizfadens erhalten wir hier für unterbrochenen Faden keinen Strom, während ein in Ordnung befindlicher Faden durch einen Ausschlag angezeigt wird, dessen Wert sich grundsätzlich sowohl nach der Höhe der Batteriespannung wie auch nach dem Wert des Heizfadenwiderstandes richtet. Dadurch aber, daß der in Reihe mit

Beispiel für eine Berechnung der Schaltung nach Abb. 2

Gegeben seien das Instrument mit einem Stromverbrauch von 0,2 mA für Vollausschlag sowie eine Batterie von 30 Volt. Bei völlig kurzgeschlossenen Prüfwiderständen soll das Instrument gerade voll ausschlagen. Hieraus erhalten wir für R einen Widerstand von 30×1000 : 0,2 = 150 000 Ohm. Der Kurzschluß eines Prüfwiderstandes gibt sich besonders deutlich zu erkennen, wenn man den Gesamtwiderstand der hintereinander geschalteten Prüfwiderstände ungefähr ebenso groß macht wie den Widerstand R. Ein einzelner Widerstand muß somit — da 6 Widerstände vorhanden sind — etwa 150 000 : 6 = 25 000 Ohm aufweisen. Im Gegensatz zu Abb. 2 übernehmen wir diese 25 000 Ohm für unsere Schaltung.

Bei einwandfreier Röhre ist der Strom 30×1000 : 2 × 150 000 = 0,1 mA. Das Instrument schlägt hierbei genau zur Hälfte aus. Falls ein Widerstand kurzgeschlossen ist, ergibt sich ein Gesamtwiderstand von 150 000 + 5 × 25 000 = 275 000 Ohm. Hierfür erhalten wir einen Strom von 30 000 : 275 000 = 0,109 mA. Der Ausschlag geht somit um 9 % hinauf. Das entspricht so ziemlich der Ausschlagsänderung von Abb. 3 oben.

Andere Batteriebsspannung bzw. anderer Stromverbrauch des Instrumentes

Steht uns eine Batterie höherer Spannung zur Verfügung, so können wir — bei gleichem Stromverbrauch des Instrumentes — sämtliche Widerstände in dem Verhältnis der Spannung erhöhen. Zu 60 Volt Batteriespannung gehören demnach doppelt so hohe Widerstände wie zu 30 Volt.

Falls das Instrument, das benutzt werden soll, nicht 0,2 mA Stromverbrauch aufweist, wir aber trotzdem 30 Volt verwenden wollen, so müssen die hier angegebenen Widerstände mit d e r Zahl vervielfacht werden, die sich ergibt, wenn die 0,2 mA durch die mA des zu verwendenden Instrumentes geteilt werden (Beispiel: Das neue Instrument habe 0,16 mA Stromverbrauch. Wir müssen also die hier angegebenen Widerstände mit 0,2 : 0,16 vervielfachen — d. h. mit 1,25).

Die genaue Feststellung der Lage eines Schlusses

Unser Prüfzusatz zeigt bei der Schlußprüfung zunächst nur an, ob ein Schluß vorhanden ist oder ob kein Schluß vorliegt; er läßt aber nicht erkennen, zwischen welchen Röhren-Polen dieser Schluß vorhanden ist. Da wir unseren Prüfzusatz zusammen mit dem Hilfsgerät benutzen, besteht eine Möglichkeit, die Lage des Schlusses ohne Verwendung einer weiteren Prüfschaltung vorzunehmen: Unser Hilfgerät besitzt Trennschalter. Diese Trennschalter werden betätigt, wenn ein Stecker in die entsprechende Buchse gesteckt wird. Durch Auftrennen des Schalters erreichen wir die Abtrennung des zugehörigen Röhrenpoles vom Prüfzusatz. Wird nun einer der beiden Röhrenpole, zwischen denen ein Schluß besteht, auf diese Weise abgetrennt, so machen wir den Kurzschluß dadurch für unseren Prüfzusatz unwirksam.

Um also festzustellen, welche Röhrenpole an einem vorhandenen Kurzschluß beteiligt sind, verwenden wir einen einfachen Stecker und trennen damit nacheinander alle in Frage kommenden Trennschalter nuf. Der Schluß ist dort vorhanden, wo der Instrumentenausschlag durch das Auftrennen beeinflußt wird.

Zeichnungen vom Verfasser

Allwellensuperhet für Wechselstrombetrieb

Wellenlänge 6 bis 90 und 200 bis 2000 m

Von **Gerhard Faust**

In Heft 23 des „Funk", 1935, hat der Verfasser den Aufbau eines Ultra-Kurzwellen-Superhets beschrieben. Nachstehend folgt die Bauanleitung für den Ausbau dieses Gerätes zum Allwellen-Superhet.

So wie vor einigen Jahren, als man die Kurzwellen auch für Rundfunkzwecke einführte, der Kurzwellenbereich im Empfänger verlangt wurde, so kann man heute in der Nähe der Ultrakurzwellensender die Empfangsmöglichkeit ultrakurzer Wellen verlangen. Der „zusätzliche Kurzwellenbereich" war, wie schon sein Name sagt, ein irgendwie noch in das Gerät hineingebauter Bereich, bei dem es weniger auf seine Qualität als auf sein Vorhandensein ankam. Es ist unzweckmäßig, in eine solche Schaltung jetzt auch noch einen Ultrakurzwellenbereich einzubauen. Man muß also von vornherein andere Verhältnisse wählen, wenn man auch für Ultrakurzwellen ohne zusätzliche Röhre auskommen will, denn diese Röhre ist nichts anderes als ein eingebautes Vorsatzgerät. Es soll aber auch nicht, wie es bei den Kurzwellenbereichen der ersten Zeit üblich war, ein Abstimmkreis oder eine Röhre abgeschaltet werden. Der Ultrakurzwellenbereich soll vielmehr den übrigen Bereichen gleichberechtigt sein. Um diese Forderung zu erfüllen, muß man den Kurzwellenbereich als Hauptbereich ausbilden. Alle veränderlichen Abstimmittel müssen so gewählt werden, als ob man einen Superhet für Kurzwellenempfang bauen will. Man wird z. B. Abstimmkondensatoren von 150 cm und besonders verlustarme und induktionsfreie Blockkondensatoren benutzen. Aus diesem Grunde wurde auch eine sehr hohe Zwischenfrequenz gewählt. Wenn der Empfänger eine der gebräuchlichen Zwischenfrequenzen von 111 oder 456 kHz benutzte, müßte er mehr als einen Kreis Vorselektion haben, um Spiegelfrequenzen auszusperren, da diese dann noch zu dicht an der Empfangswelle liegen. Der Verfasser beobachtete sogar bei verschiedenen mehrkreisigen industriellen Empfängern dieses Jahres, die die Zwischenfrequenzen 111 kHz und 456 kHz benutzen, einen Zweifachempfang der Kurzwellensender. Wenn die Zwischenfrequenz jedoch 1600 kHz beträgt, muß ein 3200 kHz von der Empfangsfrequenz abliegender Sender sehr stark sein, wenn er noch stören will.

Abb. 1 zeigt das Prinzipschaltbild für einen Kurzwellenbereich ohne die Umschaltung. Die Antenne ist aperiodisch an den Abstimmkreis der Mischröhre (ACH 1) angekoppelt. Die Abstimmkondensatoren für diesen (C_1) und für den Oszillatorkreis (C_8) sitzen auf einer gemeinsamen Achse; sie sind 150 cm groß und besitzen für den Abgleich geschlitzte Endplatten und Trimmer. Die Schaltung des Oszillatorkreises wurde so gewählt, damit die Spulen keine Anodenspannung führen und die Abgleichung im Betriebe möglich ist. Sämtlichen Kondensatoren, die die Betriebsspannungen der Mischröhre verblocken, sind besonders induktionsarme Kondensatoren von 1000 bis 10 000 pF parallel geschaltet, um die Stufe auch für Ultrakurzwellen geeignet zu machen. Als Mischröhre ist unbedingt die ACH 1 zu verwenden, da die AK 1 im Ultrakurzwellen-Bereich häufig nicht schwingt. Bei Verwendung der neuen stiftlosen Röhren ist die Mischröhre durch die Sechspolröhre AH 1 und die getrennte Schwingröhre AC 2 zu ersetzen. Die Zwischenfrequenz 1600 kHz wird über das Bandfilter *Bd* einer Fünfpolschirmröhre RES 1284 zugeführt, die als Audion geschaltet ist. Diese Stufe ist rückgekoppelt, um die Empfindlichkeit heraufzusetzen und so eine weitere Stufe zu sparen. Die Betriebsspannungen dieser Stufe werden durch einen 25 000-Ohm-Widerstand R_{12} und

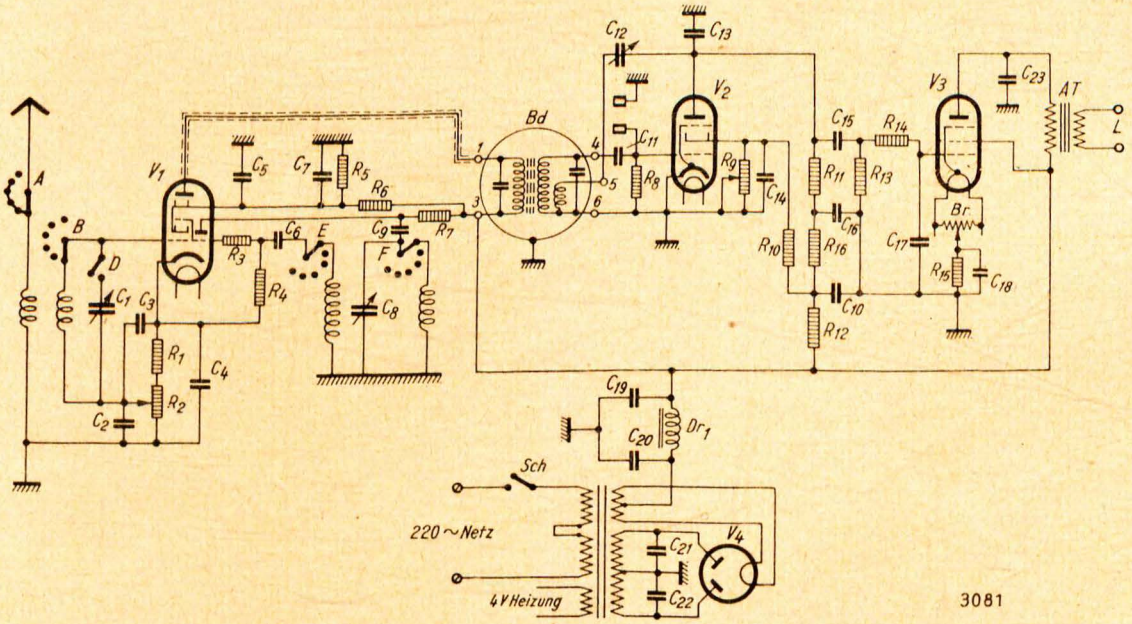


Abb. 1. Prinzipschaltung des Empfängers für einen Kurzwellenbereich (ohne Umschaltung)

R_1 = 250 Ohm, R_2 = 5000 Ohm, R_3 = 100 Ohm, R_4 = 20 kOhm, R_5 = 25 kOhm, R_6 = 50 kOhm, R_7 = 50 kOhm, R_8 = 1 Megohm, R_9 = 0,1 Megohm, R_{10} = 200 kOhm, R_{11} = 500 kOhm, R_{12} = 25 kOhm, R_{13} = 1 Megohm, R_{14} = 0,1 Megohm, R_{15} = 500 Ohm, 2 Watt, R_{16} = 50 kOhm, C_1 = 150 cm, C_2, C_3 = 10 000 cm, C_4 = 0,5 µF, C_5 = 10 000 cm, C_6 = 100 cm, C_7 = 0,1 µF, C_8 = 150 cm, C_9 = 500 cm, C_{10} = 8 µF, 300 V, C_{11} = 250 cm, C_{12} = 60 cm, C_{13} = 60 cm, C_{14} = 0,5 µF, C_{15} = 2000 cm, C_{16} = 0,5 µF, C_{17} = 150 cm, C_{18} = 20 µF, 40 V, C_{19} = 6 µF, 300 V, C_{20} = 6 µF, 450 V, C_{21}, C_{22} je 0,1 µF, 1500 V, C_{23} = 2000 cm

einen 8-μF-Elektrolytkondensator C_{16} besonders beruhigt. Wenn der Empfänger etwas stärker brummen darf, genügen hier auch 0,5 bis 1 μF. Die Stärke der Rückkopplung hängt von der Empfangsintensität ab, deshalb wurde sie durch den Spannungsteiler R_9 (0,1 Megohm), der die Schirmgitterspannung und somit die Steilheit der Röhre ändert, regelbar gemacht. Die Niederfrequenz wird über eine Widerstands-Kondensator-Kopplung der Endstufe, einer Fünfpol-Endröhre (RES 964), zugeführt. Der Kondensator C_{15} hat ca. 2000 pF, der Gitterableitwiderstand R_{13} 1 Megohm. Der Widerstand R_{14} (0,1 Megohm) soll in Verbindung mit dem Kondensator C_{17} (150 cm) die Zwischenfrequenz von der Endstufe fernhalten.

Wenn man von dem Empfänger besonders große Ausgangsleistungen verlangt, also die Endröhre voll aussteuern muß, wählt man statt der billigeren Widerstandskoppelung die Drosselkoppelung, um an der Anode von V_2 möglichst hohe Anodenspannung zu haben. Hierdurch wird gleichzeitig die Empfindlichkeit des Empfängers für Fernempfang gesteigert. Diese Umschaltung ist in Abb. 1 a angegeben.

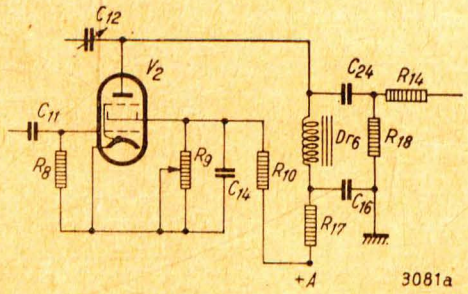


Abb. 1a. Schaltung der zweiten Röhre mit Drosselkopplung (Schirmgitteraudion für höhere Leistung). R_{17} = 50 kΩ, R_{18} = 0,3 MΩ, C_{24} = 5000cm, Dr_6 = Anodendrossel für Schirmgitterröhre. Alle übrigen Größen wie in Abb. 1

In diesem Falle muß der Kondensator C_{10} recht groß sein (8 μF). Ihren Platz findet die Drossel unter dem Empfängergestell zwischen den Röhren V_2 und V_3. Die genaue Stellung muß im Betrieb erprobt werden; die Drossel muß so stehen, daß sie möglichst wenig Wechselstrombrummen aus dem Streufeld des Netztransformators aufnimmt. Das Eisengestell erleichtert dieses sehr.

Die Tonfrequenz wird über den Ausgangstransformator abgenommen, der gleichzeitig den Vorteil bietet, daß die Endröhre nie ohne Anodenspannung betrieben werden kann. Die Lautstärkeregelung erfolgt durch Ändern der Vorspannung des Steuergitters der Dreipol-Sechspol-Verbundröhre. Die Erzeugung dieser Vorspannung bietet gewisse Schwierigkeiten. Man muß nach Möglichkeit verhindern, daß beim Regeln der Gittervorspannung die Anodenspannung des Überlagerersystems mit geändert wird. Dies würde z. B. bei Verwendung eines einfachen Regelwiderstandes als Kathodenwiderstand stark in Erscheinung treten. Die gewählte Schaltung mit einem Dreh-Spannungsteiler (R_2) ist wesentlich günstiger. Sie genügt im allgemeinen, obgleich sie den Fehler nicht restlos vermeidet. Der in Serie mit dem Spannungsteiler geschaltete Widerstand R_1 von 250 Ohm soll verhindern, daß die ACH 1 ohne Gittervorspannung betrieben wird.

Die Umschaltung der Abstimmkreise zeigt Abb. 2. Die Bereiche 50 bis 90 und 200 bis 2000 m benutzen denselben Überlagerer-Spulensatz, da sie Spiegelfrequenzbereiche sind. Im Eingang zwischen Antenne und Gitter liegen dann Filter, die nur den jeweils gewünschten Bereich durchlassen. Für den Rundfunkbereich wird dasselbe Filter angewandt, das der Einbereich-Superhet [1]) benutzte. Dieses ist im Handel käuflich oder aus käuflichen Einzelteilen zusammenstellbar. Die Daten hierfür enthält Abb. 2.

[1]) Siehe „Funk" 1935, Heft 6, Seite 165.

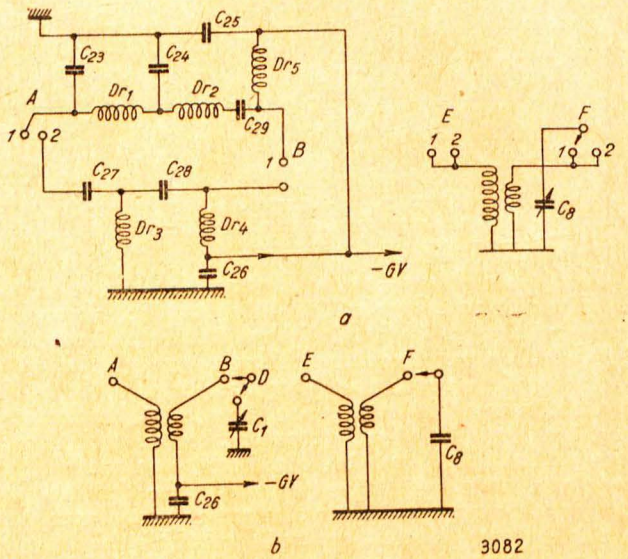


Abb. 2. Umschaltung der Spulen. a) Bereich 50 bis 90 und 200 bis 2000 m, b) übrige Bereiche. Die Buchstaben A bis F bezeichnen die Schalter in Abb. 1. Dr_1 bis Dr_4 = Drosseln 0,14 mHy, 114 Ω, Dr_5 = Drossel 200 bis 2000 m, C_{23} = 200 cm, C_{24} = 100 cm, C_{25} = 1000 cm, C_{26} = 1000 cm, C_{27} = 50 cm, C_{28} = 50 cm, C_{29} = 1000 m

Für den Bereich 50 bis 90 m benutzen wir dieselben Teile. Sie werden nur vertauscht (an Stelle der Kondensatoren sitzen jetzt die Drosseln und umgekehrt), da sie die Wellen, die sie für den Rundfunkbereich ungehindert zum Gitter durchlassen sollten, zur Erde ableiten sollen. Die Kondensatoren C_{27} und C_{28} verkleinern wir auf 50 cm, um den Sperrbereich schon bei ca. 100 m anfangen zu lassen, statt sonst erst bei ca. 180 m. C_{26} und C_{29} sollen die Filterkette erden und gleichzeitig einen Kurzschluß der Gittervorspannung verhindern.

Die übrigen Bereiche werden auch eingangsseitig abgestimmt. Im 20- bis 30-m-Bereich wurden abgeglichene Spulen mit Eisenkern benutzt, wie sie für den Kurzwellenbereich des „wachsenden Hexodensupers" entwickelt wurden [2]), um auf diese Weise die Abgleicharbeit zu erleichtern. Für die übrigen Kurzwellen-Bereiche wurde die Spule selbst hergestellt. Die Wickeldaten sind in der Zahlentafel zusammengestellt. Im Überlagererkreis ver-

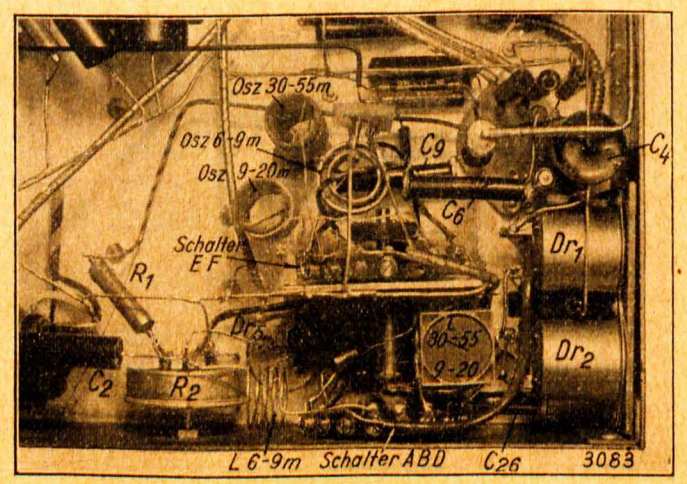


Abb. 3. Die Abstimm-Elemente

wendet man Luftspulen, die auf Hartpapierrohr oder keramische Körper von 20 mm Durchmesser aufgewickelt

[2]) Siehe „Funk" 1935, Heft 11, Seite 327.

sind. Diese Spulen müssen möglichst verlustarm sein, da hiervon die Höhe der Hochfrequenzspannung am Verbundgitter der ACH 1 und somit die Empfindlichkeit des Empfängers abhängen. Da die Eingangsspulen auf die Überlagererspulen abgeglichen werden müssen, wickelt man die Bereiche 9 bis 20 m und 35 bis 50 m auf Eisenkerne (die Eisenkerne werden hier nur zwecks Abgleichs benutzt, nicht weil sie für Kurzwellenbereiche geeigneter sind). Im Ultrakurzwellen-Bereich sind jedoch Luftspulen aus versilbertem Kupferdraht von 1,5 mm Stärke zu benutzen, da sonst die Verluste zu groß werden. Die Spulen werden durch zwei gekoppelte Schalter umgeschaltet, die jeder drei unabhängige Stufenschalter mit je 6 Kontakten enthalten. Die Verbindung zum Drehkondensator C_1 wird

Spulen-Tafel

Bereich Nr.	Bereich m	Antennenkreis Antennenspule	Antennenkreis Gitterspule	Überlagerer Anodenspule	Überlagerer Gitterspule
1	200—2000	Siebkette 1		Spulensatz aus	
2	50—90	Siebkette 2		Einbereichsuper	
3	35—50	5 Wdg.	12 Wdg. a. Eisenkern	ca 30 Wdg.	15 Wdg.
4	20—35	käuflicher Kurzwellen-Spulensatz			
5	9—20	3 Wdg.	4 Wdg. a. Eisenkern	12 Wdg.	8 Wdg.
6	6— 9	1 Wdg.	4 Wdg.	4 Wdg.	4 Wdg.

gleichzeitig für die Bereiche 50 bis 90 und 200 bis 2000 m durch den Schalter *D* getrennt. Der Netzteil enthält eine Röhre RGN 1054 für die Gleichrichtung. Er liefert mit einem Transformator von 2 × 300 Volt ungefähr 280 Volt Gleichspannung, wenn der Ladekondensator verhältnismäßig

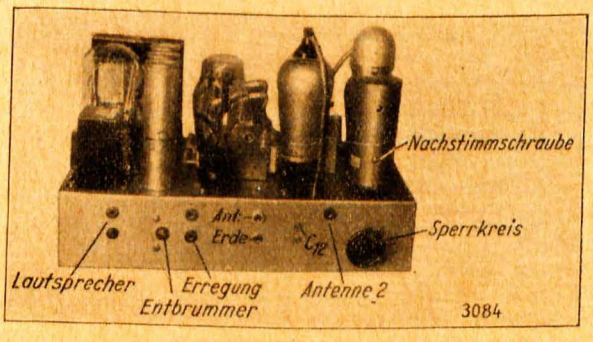


Abb. 4. Rückansicht des Empfängers

klein ist (2 µF). Dieses bietet den Vorteil, daß dem Transformator fast sinusförmige Ströme entnommen werden. Hierdurch wird der Brummton, der durch den Heizfaden der direkt geheizten Endröhre in das Gerät kommt, oberwellenarm und er läßt sich durch den Entbrummer *Br* leichter zum Verschwinden bringen. Dem Netzteil werden etwa 45 mA entnommen. Da die Gleichrichterröhre 75 mA Gleichstrom liefern kann, kann vor der Drossel noch ein dynamischer Lautsprecher mit maximal 6 Watt Felderregung angeschaltet werden. Die Entnahme des Erregerstromes hinter der Drossel ist unzweckmäßig, da dann ein wesentlich größerer Drosseltyp benutzt werden müßte, der bei gleicher Siebwirkung das Gerät sehr verteuert. Aus diesem Grunde wurde auch auf die Verwendung eines Glimmstreckenstabilisators verzichtet, da dieser nur im Ultrakurzwellen-Bereich Vorteile bringt.

Man nimmt das Gerät zweckmäßig zuerst auf dem Rundfunkbereich in Betrieb. Nach etwa 3 Minuten Anheizzeit dreht man den Widerstand R_9, der die Schirmgitter-

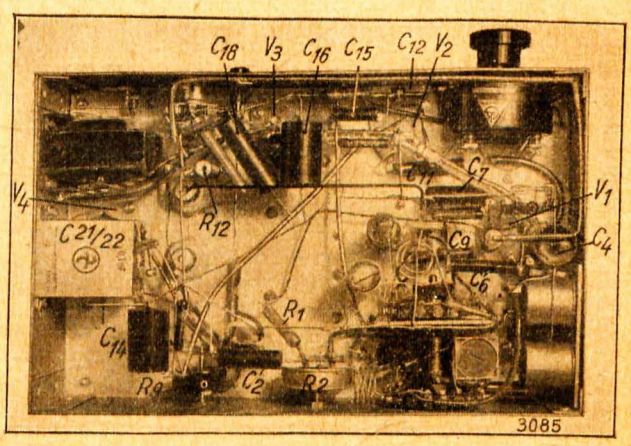


Abb. 5. Der fertige Empfänger von unten gesehen

spannung der Audionröhre regelt, auf etwa ¾ seines Wertes, und zieht dann den Trimmer C_{12} auf der Rückseite des Gerätes so weit an, daß die Rückkopplung gerade einsetzt. Jetzt muß das Bandfilter nachgestimmt werden, da dessen Einstellung von der Gitter-Kathodenkapazität der Audionröhre abhängig ist. Dies geschieht durch Nachstellen des im Anodenkreis der Mischröhre liegenden Kreises. Bei dem benutzten Bandfiltertyp dient hierzu die untere Schraube (ohne rote Punkte; siehe Abb. 4). Die richtige Abstimmung erkennt man daran, daß bei ihr die Rückkopplung besonders leicht aussetzt. Nun stellt man die Gittervorspannung der Mischröhre auf ihren niedrigsten Wert, stimmt den Empfänger auf einen Sender, möglichst den Ortssender, ab, und stellt das Bandfilter und die Rückkopplung noch einmal nach. Mit Hilfe des Trimmers des Überlagerer-Abstimmkondensators C_8 stellt man den Bereich so ein, daß der ganze Rundfunkbereich überstrichen wird (Berlin erscheint dann bei einer 100teiligen Skala ungefähr bei 45 Teilen, der Deutschlandsender ungefähr bei 93 Teilen). Dann schaltet man auf den Bereich 20 bis 35 m um und gleicht den Kondensator des Eingangskreises auf den des Überlagererkreises mit Hilfe des Trimmers und durch Verbiegen der geschlitzten Rotorendplatten ab. Bei den übrigen Kurzwellen-Bereichen erfolgt der Abgleich nur durch Einstellen der Selbstinduktion der Spulen des Eingangskreises. Die Luftspulen im Ultrakurzwellen-Bereich müssen durch Verändern der Windungszahl und durch Längenänderung abgeglichen werden. Es ist schwierig, für Kurzwellenbereiche die genauen Windungszahlen anzugeben, da sie zu stark von den Röhren- und den Schaltkapazitäten abhängen. Die in der Tafel angegebenen Werte mögen daher

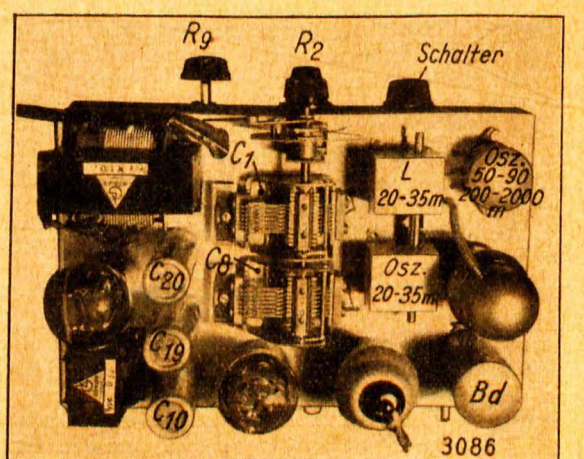


Abb. 6. Aufsicht auf das Empfangsgerät

nur als Anhalt dienen. Es wird sich immer empfehlen, erst einige Windungen mehr aufzubringen und nachher nach Bedarf abzuwickeln. Die Veränderungsmöglichkeit der Selbstinduktion der Eisenspulen beträgt 4 %.

Um das Gerät auf höchste Leistung zu bringen, ändert man jetzt noch einmal die Einstellung des Rückkopplungstrimmers (C_{12}) und die des Widerstandes (R_9), der die Schirmgitterspannung ändert, solange, bis man den Rückkopplungseinsatz bequem mit R_9 regeln kann. Da die Röhren verschieden ausfallen, bietet R_9 noch den Vorteil, daß man bei Röhrenwechsel nicht auch noch C_{12} nachstimmen muß.

Der Aufbau des Gerätes und die Anordnung der Einzelteile sind aus den Lichtbildern zu erkennen. Das Empfängergestell ist 300 × 190 × 65 mm groß. Der Verfasser benutzte aus Preisgründen Eisenblech von 2 mm Stärke, das nach dem Bohren und Biegen mit Aluminiumbronze spritzlackiert wurde. Zum Schalten wurde in den Hochfrequenzkreisen 1 mm starker versilberter Kupferdraht benutzt. Wenn die Leitungen des Überlagerersystems zu nahe an die Leitungen des Gitterkreises der Mischröhre kommen, schirmt man die Leitungen des ersteren zweckmäßig ab.

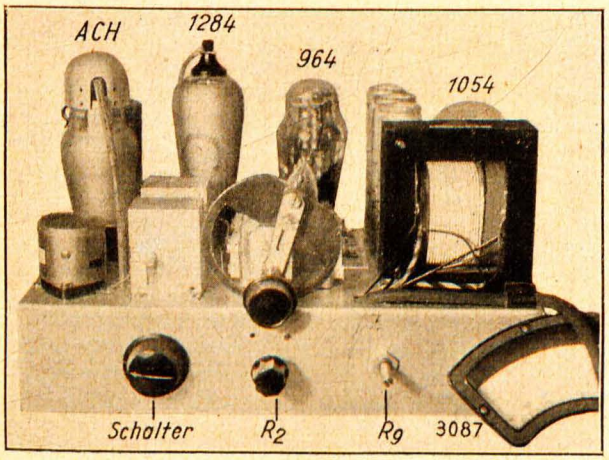


Abb. 7. Ansicht des Empfängers von vorn

Der Empfänger ist hinsichtlich der Antenne nicht sehr anspruchsvoll, da die Dreipol-Sechspol-Verbundröhre wesentlich zur Verstärkung beiträgt. Wichtig ist nur eine gute Erdleitung, da er sonst wegen seines nicht abgestimmten Einganges leicht Störungen aus dem Lichtnetz aufnimmt. Aber auch hier genügt im allgemeinen eine kurze Verbindung zur Gas- oder Wasserleitung von mindestens 1 mm² Querschnitt. Am besten verwendet man auch hier Antennenlitze.

Wenn das Gerät auf einem Bereich keinen Empfang zeigt, so untersucht man zuerst, ob der Überlagerer in diesem Bereich schwingt. Man legt parallel zu den Kathodenwiderständen (R_1 und R_2) der Mischröhre ein Voltmeter (Bereich 50 Volt 2 mA Eigenverbrauch). Wenn man jetzt die Gitterseite der Überlagererspule mit dem Finger berührt, muß eine deutliche Spannungsänderung an diesem Widerstand auftreten. Tritt diese nicht auf, so ist die Polung der Gitterspule falsch oder ihre Windungszahl ist zu gering.

Der Verwendungsbereich des Empfängers ist recht groß: Er erlaubt die Aufnahme der Amateur-Telegraphiesender, da er regelbare Rückkopplung hat, und er ist auch als Tonempfänger für Fernsehgeräte geeignet. Sein Klirrfaktor bewegt sich in den normalen Größenordnungen. Dieser ist bei kleiner Lautstärke wegen der Verwendung von zwei Fünfpolröhren größer als bei normaler Zimmerlautstärke. Für Schallplattenwiedergabe ist die Verstärkung der beiden Fünfpolröhren, besonders bei modernen Tonabnehmern, häufig viel zu groß, so daß es sich empfiehlt, den Tonabnehmer über einen Transformator 1 : 4 bis 1 : 10 direkt an das Gitter der Endröhre und an Masse zu legen.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 1,2	Größe
1	2	Drehkondensatoren mit Trimmer und geschlitzten Endplatten	C_1, C_8	150 cm
2	1	kleine Segment-Skala		
3	1	Trimmer	C_{12}	60 cm
4	2	Kurzwellen-Spulensätze		F 39
5	1	Bandfilter 1600 kHz	*Bd*	F 55
6	1	Überlagerer-Spulensatz für Einbereich-Superhet		F 35
7	4	Drosseln	Dr_1 - Dr_4	0,14 mHy, 114 Ω, F 25
8	1	Drossel 200 bis 2000 m	Dr_5	F 21
9	1	Sperrkreis		F 10
10	1	Netztransformator		N 103 A
11	1	Netzdrossel	Dr_1	D 21 a
12	1	Ausgangstransformator	*AT*	V 75
13	1	Entbrummer	*Br*	
14	2	Hochfrequenz-Eisenkerne		
15	2	Dreif.-Stufenschalter mit 6 Stufen		
16	1	Achtpolige Röhrenfassung		
17	3	Fünfpolige Röhrenfassungen		
18	1	Kappe für Sechspolröhre		
19	1	Widerstand 0,5 Watt	R_1	250 Ω
20	1	desgl.	R_3	100 Ω
21	2	desgl.	R_5, R_{12}	25 kΩ
22	3	desgl.	R_6, R_7, R_{16}	50 kΩ
23	2	desgl.	R_8, R_{13}	1 MΩ
24	1	desgl.	R_{10}	0,2 MΩ
25	1	desgl.	R_{11}	0,5 MΩ
26	1	desgl.	R_4	20 kΩ
27	1	desgl.	R_{14}	0,1 MΩ
28	1	desgl. 2 Watt	R_{15}	500 Ω
29	1	Dreh-Spannungsteiler arithmetisch mit Schalter	R_9	0,1 MΩ
30	1	desgl. ohne Schalter	R_2	5000 Ω
31	3	Rollkondensatoren, induktionsarm	C_2, C_3, C_5	10 000 cm
32	3	desgl.	C_4, C_{14}, C_{16}	0,5 µF
33	1	desgl.	C_7	0,1 µF
34	2	desgl. 1500 Volt Prüfspannung	C_{21}, C_{22}	0,1 µF
35	1	desgl.	C_6	100 cm
36	1	desgl.	C_9	500 cm
37	1	desgl.	C_{17}	150 cm
38	2	desgl.	C_{12}, C_{13}	60 cm
39	1	desgl.	C_{11}	250 cm
40	2	desgl.	C_{15}, C_{23}	2000 cm
41	1	Elektrolytkondensator 300 Volt	C_{10}	8 µF
42	1	desgl. 40 Volt	C_{18}	20 µF
43	1	desgl. 300 Volt	C_{19}	6 µF
44	1	desgl. 450 Volt	C_{20}	6 µF
		Röhren		
45	1	Mischröhre ACH 1	V_1	
46	1	Empfangsgleichrichter RENS 1284 bzw. H 4128 D	V_2	
47	1	Endröhre RES 964 bzw. L 496 D	V_3	
48	1	Netzgleichrichter 1054	V_4	
		Bei Anwendung von Abb. 1a kommen folgende Teile hinzu:		
49	1	Hochohmwiderstand	R_{17}	50 kΩ
50	1	desgl.	R_{18}	0,3 MΩ
51	1	Rollkondensator	C_{24}	5000 cm
52	1	Anodendrossel	Dr_6	

Erprobte Schaltungen für 2 Volt-Schirmröhren

mit besonderer Eignung für Reiseempfänger

Von

E. W. Stockhusen

Schaltungen zu Zweikreis-Reiseempfängern mit neuen 2-Volt-Röhren brachten wir schon in Heft 3 des „Funk" 1936; wir wiesen dabei auf die Notwendigkeit hin, rechtzeitig mit dem Bau von Reiseempfängern zu beginnen. Nachstehend folgen noch einige weitere Schaltungsvorschläge für besonders einfache und billige Einkreis-Reiseempfänger, dgl. Versuchsergebnisse mit der neuen KF 4 in diesen Schaltungen.

Die Arbeitsdaten, Betriebsspannungen und Sockelschaltungen der neuen Röhren der K-Reihe (2-Volt-Batterie-Röhren) wurden erst vor kurzer Zeit ausführlich in dieser Zeitschrift veröffentlicht[1]). Mit einigen dieser Röhren wurden nun Versuche in Reise-Empfängerschaltungen ausgeführt, deren wichtigste Ergebnisse hier wiedergegeben werden sollen.

Für den Reiseempfänger sind besonders die neuen Hochfrequenz-Fünfpolröhren KF 3 und KF 4 von Bedeutung; die für die B-Verstärkerschaltung bestimmten 2-Volt-Röhren KC 3 und KDD 1 erscheinen dagegen für den Reiseempfänger weniger geeignet. Mit der B-Verstärkung ist bei hoher negativer Gittervorspannung der Endröhre wohl ein kleiner Anodenstromverbrauch zu erzielen; dieser günstigen Eigenschaft steht aber als Nachteil der höhere Heizstromverbrauch der betreffenden Röhren gegenüber, der z. B. bei einem Vier-Röhren-Empfänger mit der KC 1 und KL 1 in der Niederfrequenzstufe um etwa 30 % kleiner ist als bei der B-Schaltung mit den neuen Röhren. Eine etwaige Ersparnis an Gewicht und Ausmaß der Anodenbatterie würde durch zusätzlichen Aufwand bei der Heizbatterie mehr als ausgeglichen werden. Die Röhren für B-Schaltung sind daher vorwiegend für stationäre Batterieempfänger geeignet, bei denen auch für dynamische Lautsprecher eine ausreichende Sprechleistung zur Verfügung stehen soll und bei denen es vor allen Dingen — wegen des dort vorhandenen größeren Akkumulators — meist nicht so sehr auf einen besonders kleinen Heizstromverbauch ankommt.

Ähnliches gilt für die indirekt geheizte Doppel-Zweipolröhre mit dem verhältnismäßig geringen Heizstromverbrauch von 0,095 Amp. Diese Röhren sind alle erforderlich, um nun auch die mit den Netzanschlußröhren entwickelten modernen Schaltungen bei Batteriebetrieb anwenden zu können; für den wirklich leichten Reiseempfänger können sie jedoch kaum Verwendung finden. Dagegen dürfen wir die neuen Typen KF 3 und KF 4 mit dem sehr kleinen Heizstromverbrauch von 0,05 Amp. und den verhältnismäßig geringen Abmessungen geradezu als Spezialröhren für den tragbaren Empfänger bezeichnen. Mit diesen Röhren können ohne besondere Schwierigkeiten die normalen Mehrkreis-Geradeausempfänger, wie wir sie schon für die KF 7 und KF 8 an anderer Stelle ausführlich beschrieben haben[2]), aufgebaut werden, denn die KF 3 und KF 4 entsprechen im wesentlichen den KF 7 und KF 8, es sind nur die Gitter und Anodenanschlüsse entsprechend den früher[1]) veröffentlichten Sockelschaltungen umzutauschen. Wir gewinnen dabei als Vorteil noch den etwas kleineren Heizstromverbrauch.

Zwei Schaltungen mit besonderer Eignung für den Reiseempfänger zeigen Abb. 1 und 2. Die Schaltung Abb. 1 entspricht ungefähr ähnlichen bei Netzanschluß-Röhren bekannten; sie weicht allerdings in den elektrischen Werten einiger wichtiger Einzelteile von den dort üblichen erheblich ab. So mögen der kleine Rückkopplungskondensator *Cr* von 60 bis 100 cm und die enge Antennenankopplung ungewohnt erscheinen; beides wurde aber durch praktische Versuche als günstig gefunden. Die Ankopplung der Antenne kann auch nach Abb. 2 erfolgen; der verstimmende Einfluß von C_1 ist dann erheblich geringer. Die Trennschärfe kann nach eigenem Belieben durch Benutzung der Anschlüsse 6 oder 5 statt Anschluß 7 der Abstimmspule Z 35 noch erhöht werden. Da eine kleine Reiseantenne auch nur kleinere Energien aufnehmen kann, wurde die empfindlichere Gittergleichrichtung gewählt (bei Netzanschlußschaltungen arbeitet eine Fünfpolröhre besser als Anodengleichrichter). Um eine Fünfpolröhre in Gittergleichrichter-Schaltung gut auszunutzen, ist die Anwendung einer NF-Drossel in Sonder-Bauart mit hohem Wechselstromwiderstand besser als der im übrigen für tragbare Geräte vorzuziehende Ohmsche Widerstand. Es wurde daher die Niederfrequenz-Drossel *DK* eingesetzt.

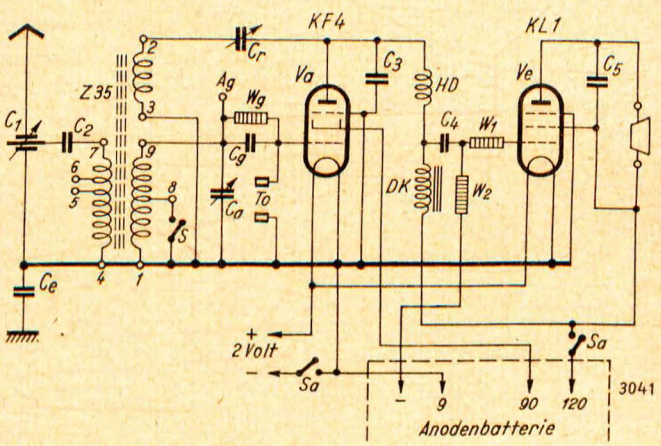


Abb. 1. Audionschaltung für Reiseempfänger

Die Niederfrequenzstufe enthält ebenfalls eine Fünfpolröhre und ist im übrigen in gewohnter Weise geschaltet. Zum Anschluß des Lautsprechers sind zweckmäßig Schutzbuchsen einzusetzen. Heizspannung und Anodenspannung werden gemeinsam durch den doppelpoligen Ausschalter S_a unterbrochen. Die Schirmgitterspannung wird durch eine besondere Leitung der Anodenbatterie entnommen, da es für eine gute Gleichrichtung zweckmäßig ist, wenn sie um etwa 20 bis 30 Volt unter der Anodenspannung liegt. Sie kann natürlich auch in üblicher Weise durch zwei spannungsteilende Widerstände mit Überbrückungskapazität der vollen Anodenspannung entnommen werden, doch ist die eben erwähnte direkte Entnahme etwas billiger.

Bei den praktischen Versuchen ergab die KF 4 eine bessere Wirkung, wenn der Gitterkreis mit an die negative Heizleitung gelegt wurde, doch empfiehlt es sich, versuchsweise auch einmal an die positive Heizleitung zu schalten, wie dies bei Audionschaltungen mit Dreipolröhren üblich ist. Entsteht beim Langwellenempfang ein durch Regeln von *Cr* nicht unterdrückbares Selbstschwingen (Rückkopplungspfeifen) der Audionröhre, so kann C_3 bis auf 50 cm vergrößert werden. Der Einbau des Blockkonden-

[1]) „Funk" 1936, Heft 1, S. 5 ff.

[2]) Vgl. „Neuzeitliche Reise-Empfänger", Weidmannsche Buchhandlung.

sators Ce in die Erdleitung ist nur notwendig, wenn beim Heimempfang eine Netzanode an das Gerät angeschlossen werden soll. Da das Empfangsgerät z. B. auch in den Koffer einer Kofferspreehmaschine eingebaut werden kann, sind mit *To* Anschlüsse für einen Tonabnehmer vorgesehen. Diese 2-Röhren-Schaltung ist als Reise-Empfängerschaltung für Lautsprecherwiedergabe mit dem kleinstmöglichen Heizstromverbrauch anzusprechen; sie bringt einen 100-kW-Sender an einer Gummiaderlitze von 9 m Länge als Antenne noch in einem Umkreis von 80 km um den Sendeort in sehr guter Lautstärke in den Lautsprecher. Die Lautstärke ist dann noch groß genug, um bei genauer Abstimmung einen kleinen dynamischen Lautsprecher auszusteuern. Mit sehr kurzen Antennen (unter 3 m Länge) ist bei direktem Anschluß an den Gitterkreis über Buchse *Ag* noch guter Empfang des Bezirkssenders möglich, nach Sonnenuntergang Fernempfang von 12 bis 15 Großsendern je nach Empfangsort. (Über Langwellenempfang vgl. weiter unten.)

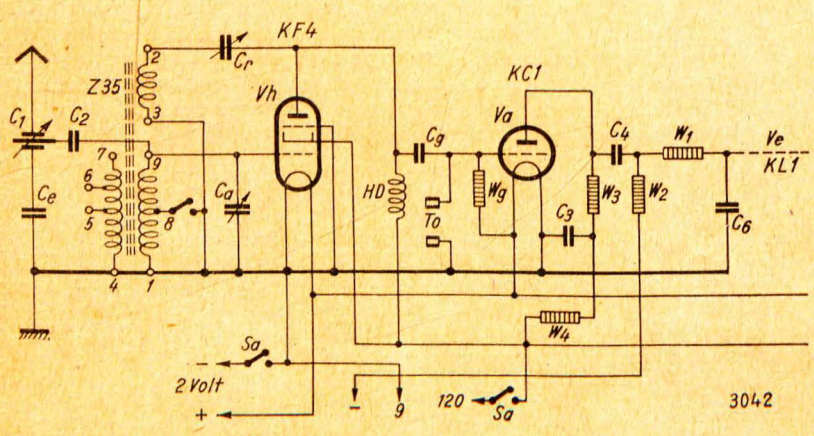


Abb. 2. Schaltung für Reiseempfänger mit Hochfrequenzverstärkung

Die Schaltung nach Abb. 2 verdankt ihre Entwicklung den besonderen Bedingungen des leichten Reiseempfängers. Wegen der beim bestimmungsgemäßen Betrieb dieser Geräte nur in kurzen Längen verwendbaren Antennen steht auch eine entsprechend geringere Eingangsenergie zur Verfügung. Zum guten Fernempfang ist dann also eine Hochfrequenzverstärkung erforderlich. Soll hierbei aber ein einfacher Aufbau mit der gewünschten kleinen und leichten Ausführung in Einklang gebracht werden, so stört der verhältnismäßig große Zweifachdrehkondensator sehr, und die dann ebenfalls erforderlichen zwei Abstimmspulen, der größere Umschalter usw. werden wegen des kleinen Raumes auch nicht einfach unterzubringen sein. Es wurden deshalb praktische Empfangsversuche mit einer Reihe von Schaltungen unternommen, bei denen trotz einer Hochfrequenzstufe nur e i n Abstimmkreis benutzt wurde. Diesen Versuchen wurden die Bedingungen des Empfangs an kleinen bzw. behelfsmäßigen Antennen zugrunde gelegt. Eine zunächst benutzte Schaltung mit aperiodischer Hochfrequenzstufe und Abstimmkreis vor der A u d i o n r ö h r e ergab eine auch bei kurzen Antennen völlig unzureichende Trennschärfe. Diese konnte etwas verbessert werden, wenn statt des zuerst benutzten hohen Ohmschen Widerstandes eine gute Hochfrequenzdrossel in den Gitterkreis der Hochfrequenzröhre gelegt wurde. Die Verlegung des einen Abstimmkreises vor das Gitter der Hochfrequenzröhre und der Hochfrequenzdrossel in den Anodenkreis dieser Röhre mit einer üblichen Entnahme der Rückkopplungsenergie von der Anode der Audionröhre brachte zwar eine weitere kleine Verbesserung in der Trennschärfe, doch trat dann bei der Bedienung der Rückkopplung sehr leicht Selbsterregung auf mehreren Frequenzen ein (Kreischtöne durch wilde Kopplungen).

Ähnliche Schaltungen sind bei bestimmten Arten von Reiseempfängern, z. B. in England, gebräuchlich, allerdings werden dann vorwiegend statt einer Fünfpolröhre mehrere Dreipolröhren für die aperiodische Hochfrequenzverstärkung benutzt (z. B. „Addey-Portable"). Wir mußten aber feststellen, daß solche Schaltungen zumindest für deutsche Verhältnisse wenig geeignet sind. Mit diesen beiden Schaltungen wurden alle als zweckmäßig erscheinenden Veränderungen und Ergänzungen vorgenommen, ohne jedoch einen befriedigenden Erfolg erzielen zu können.

Diesen brachte erst die Schaltung nach Abb. 2. Sie ist nach Maßgabe der Abb. 1 durch die in gleicher Weise geschaltete Endröhre *Ve* ergänzt zu denken. Die Schaltung erschien — und erscheint vielleicht manchem Funkfreund auf den ersten Blick heute noch — zunächst ungünstig wegen des parallel zur Hochfrequenzdrossel *HD* liegenden Rückkopplungskondensators *Cr*, wurde doch bisher in Hochfrequenzschaltungen alles zur Vermeidung eines kapazitiven Nebenschlusses zu der an der Anode verstärkt auftretenden Hochfrequenzenergie getan und selbst auf eine allergeringste Eigenkapazität der betreffenden Hochfrequenzdrosseln geachtet. Noch weniger aussichtsreich erscheint die Schaltung, wenn einmal die Wechselstromwiderstände (Impedanzen) der parallelgeschalteten Hochfrequenzglieder *HD* und *Cr* für eine mittlere Rundfunkwelle betrachtet werden; eine gute Hochfrequenzdrossel ergibt dann etwa 30 kΩ, ein Rückkopplungskondensator *Cr* von 200 cm Kapazität ergibt für dieselbe Frequenz jedoch nur einen Wechselstromwiderstand von 1 kΩ. Entgegen diesem theoretisch angeregten Mißtrauen brachten praktische Versuche mit dieser Schaltung jedoch sehr befriedigende Ergebnisse. Durch geeignete Auswahl der Abstimmspulen und der Hochfrequenzdrossel konnte die Höchstkapazität von C_r aber auch auf 60 cm herabgesetzt werden, wobei im Durchschnitt zur Erzeugung der Rückkopplung auf dem Mittelwellengebiet nur 20 cm und beim Langwellenempfang nur etwa 5 bis 10 cm benutzt werden. Es muß also für C_r schon ein kleiner Luftdrehkondensator mit möglichst kleiner Anfangskapazität gewählt werden.

Besonders auffallend an dieser Schaltung ist die bekannte Steigerung der Trennschärfe durch eine Bedienung der Rückkopplung. Wurde z. B. ohne Benutzung eines Sperrkreises für den 60 km entfernten Bezirkssender auf einen um 110 kHz von der Frequenz des Bezirkssenders abweichenden Fernsender abgestimmt, so war bei völlig herausgedrehtem Rückkopplungskondensator der Bezirkssender laut, der Fernsender aber nur ganz leise zu hören; durch Bedienung der Rückkopplung kehrte sich dies Lautstärkeverhältnis dann zugunsten des Fernsenders um.

Die Fernempfangsleistung dieser Schaltung ist gegenüber der nach Abb. 1 ganz erheblich größer. Ebenso ist die Klanggüte der Darbietungen (durch Fortfall der Niederfrequenzdrossel *DK*) merklich besser. Durch die Hochfrequenzverstärkung übertifft diese Schaltung auch die Fernempfangsleistung einer normalen Dreiröhren-Audionschaltung, obwohl der Gesamtstromverbrauch nicht größer ist. Die Trennschärfe erreicht zwar nicht ganz die eines Zweikreisers, ist aber an einer 8-m-Antenne in den meisten Fällen ausreichend. Ein Tonabnehmer kann auch bei dieser Schaltung an die Buchsen *To* angeschlossen werden; das Gitter der zweiten Röhre liegt dann an der negativen Heizleitung. Es empfiehlt sich, auch die Punkte 5, 6 und 7 der Antennenspule an Steckerbuchsen zu führen, da besonders lange Behelfsantennen bei Anschluß an eine dieser Anzapfungen noch ausreichende Trennschärfe ergeben. Wie

bereits gesagt ist, die Endröhre genau wie in Abb. 1 geschaltet. W_1 soll auch hier restliche Hochfrequenz von der Endverstärkung fernhalten. C_6 kann ein regelbarer Kondensator von 500 cm sein und dann als Klangfarbenregler benutzt werden; soll darauf verzichtet werden, so genügt ein Festkondensator von 20 cm. W_4 soll in Verbindung mit C_3 die günstigste Audionspannung herstellen; durch Verwendung einer weiteren Litze zur Anodenbatterie können diese beiden Teile aber erspart werden.

Die Versuche mit den verschiedensten Schaltungen und verschiedene aus anderem Anlaß an den Verfasser gerichtete Anfragen erfordern hier eine kurze Stellungnahme zu der Frage „Warum in Reiseempfängern keine Reflexschaltung?" „Weil die Kennlinien der Batterieröhren bei den zur Verfügung stehenden Anodenspannungen zu ungünstig erscheinen", ist hierauf die richtige Antwort. Weil nun aber die doppelte Ausnutzung einer Röhre gerade für Reiseempfänger als zweckmäßig erscheint, wurden dazu auch mit den neuen Röhren Versuche gemacht. Die früheren Schwierigkeiten der Reflexschaltung, die Selbsterregung und Pfeifneigung lassen sich mit der modernen Schaltungstechnik wohl auch bei den Batterieröhren vermeiden; bei Batteriebetrieb mit absinkenden Spannungen tritt jedoch eine andere Schwierigkeit der Reflexschaltung in den Vordergrund, das ist die Neigung der doppelt ausgenutzten Röhre zur Gleichrichtung.

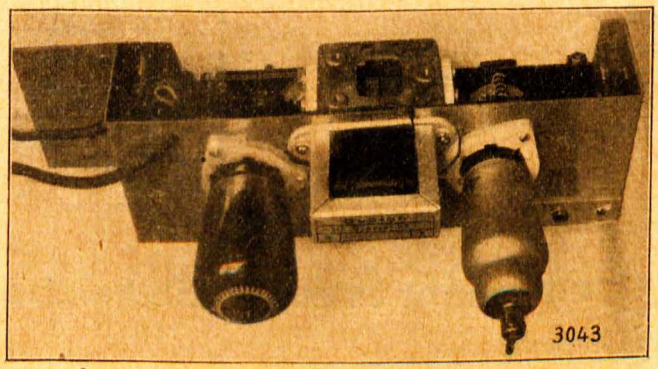


Abb. 3. Ein Empfängergestell in Schmal-Bauart von der Seite gesehen, die später gegen die Kofferrückwand liegt

Betrachtet man eingehend die Schaltungen 1 und 2, so fordern sie geradezu Versuche mit Reflexschaltungen heraus. Es wäre nur notwendig, die Gleichrichtung nicht in der Fünfpolröhre, sondern in einer Zweipolröhre oder einem festen Detektor vorzunehmen und die hier erzeugte Niederfrequenz in geeigneter Weise wieder an das Gitter der Fünfpolröhre zurückzuführen. Zum Beispiel könnten der Gitterwiderstand W_g und der zugehörige Gitterblock C_g beibehalten bleiben und die Niederfrequenz vom Gleichrichter über eine Hochfrequenzdrossel dem Gitter der Fünfpolröhre wieder zugeführt werden. Aber selbst wenn W_g bis auf 0,1 MΩ herabgesetzt wurde, konnte eine Gleichrichtung nicht ganz verhindert werden. Besser arbeitete die Schaltung schon, wenn W_g und C_g in die Minus-Leitung zwischen Abstimmspule und Kathode geschaltet wurden (C_g dann 2000 cm groß). Die Schaltung ergab dann wirklich guten Empfang und die gewünschte doppelte Wirkung der Röhre schien erzielt; wenn aber der Gleichrichter herausgenommen wurde, verminderte sich kaum die Empfangsleistung. Wir können hier nun nicht alle Versuche in dieser Richtung ausführlich beschreiben, sondern müssen uns mit dem kurz zusammengefaßten Ergebnisbericht begnügen:

Bei Verwendung von Dreipol- und Fünfpol-Batterieröhren mit einem Kristall- oder Metallgleichrichter und einer Anodenbatterie von 120 Volt mit Ausnutzung bis auf 70 Volt erwies sich bei den heute bekannten Schaltungsmethoden eine einwandfreie Reflexschaltung als nicht möglich, zumindest nicht, wenn die Niederfrequenz direkt zugeführt werden soll und nicht etwa über einen Niederfrequenztransformator. Dieser muß aber bei engen und leichten Aufbauten ausschalten, da dann leicht Kopplungen mit der Niederfrequenz-Anodendrossel auftreten können. Eine Zweipolröhre als Gleichrichter — die vielleicht bessere Ergebnisse bringt — kann wegen des zusätzlichen Heizstromverbrauchs nicht in Frage kommen; dann ist die Schaltung nach Abb. 2 schon besser. Bei 120 Volt Anodenspannung ist vielleicht noch eine befriedigende Reflexwirkung zu erzielen; wenn aber die praktischen Verhältnisse berücksichtigt werden, bei denen die Anodenbatterie mindestens bis auf 70 Volt ausgenutzt werden muß, kann man diese Schaltung für den Reiseempfänger nach wie vor nicht empfehlen.

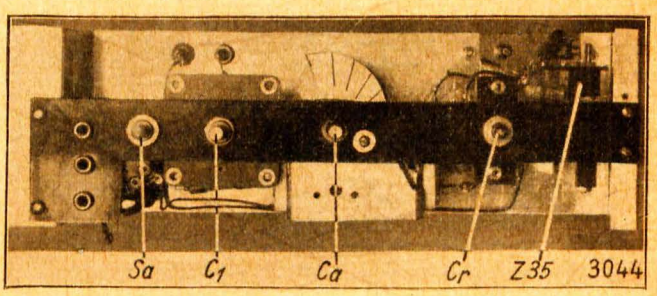


Abb. 4 Das kleine Empfängergestell nimmt nur eine Fläche von 24 × 8 cm ein; hier ist es von oben zu sehen (Frontplatte abgenommen)

Für den praktischen Aufbau werden die Abb. 3 bis 5 den nötigen Aufschluß geben. Der Einbau in ein Koffergehäuse mag dem Geschick des Bastlers überlassen bleiben.

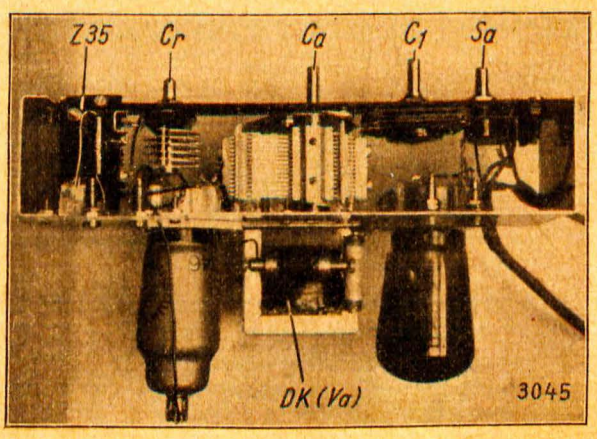


Abb. 5. So sieht das „Empfängerchen" von vorn gesehen aus. Links kann noch ein Sperrkreis eingebaut werden

Abb. 3 und 5 zeigen eine praktische Ausführung der Schaltung nach Abb. 1; wird die Schaltung der Abb. 2 ausgeführt, so kommt zweckmäßig die Audionröhre auf den in Abb. 3 und 5 von der Niederfrequenzdrossel *DK* eingenommenen Platz. Der untere Teil des Empfängergestells besteht aus Aluminium, die obere Leiste aus Hartpapier. Tritt Handkapazität auf, so kann die spätere Frontplatte mit Kupferfolie hinterlegt werden, das aber die Metallachsen der Einzelteile nicht berühren darf. Ein kleiner Sperrkreis für den Bezirkssender kann an einem Ende des Aluminiumgestells eingebaut werden, das hier zu einem Winkel gebogen ist und so den Sperrkreis gegen die übrigen Einzelteile abschirmt (vgl. Abb. 3 und 5).

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 1 und 2	Größe
		Teile für Schaltung Abb. 1:		
1	1	Drehkondensator ohne Trimmer	Ca	500 cm
2	1	Feinstellkondensator mit Luftdielektrikum	C_r	60÷100 cm
3	1	Hochfrequenz-Transformator mit HF-Eisenkern	Z 35	Z 35
4	1	Blockkondensator	C_e	2 000 cm
5	1	desgl.	C_2	50 cm
6	1	desgl.	C_g	250 cm
7	1	desgl.	C_3	10÷20 cm
8	1	desgl.	C_4	10 000 cm
9	1	desgl.	C_5	3000÷10 000 cm
10	1	Differential-Drehkondensator	C_1	2×250 cm
11	1	Hochohmwiderstand 0,5 Watt	Wg	1,5÷1 MΩ
12	1	desgl.	W_1	20 kΩ
13	1	desgl.	W_2	2 MΩ
14	1	Hochfrequenzdrossel mit HF-Eisenkern	HD	
15	1	Niederfrequenzdrossel hoher Selbstinduktion	DK	
16	2	achtpolige Röhrenfassungen f. Außenkontaktsockel		
17	1	doppelpoliger Ausschalter	Sa	
18	1	kleiner Wellenschalter (lt. Abb. 21a im Buch „Neuzeitliche Reiseempfänger")	S	
19	—	Verschiedene Kleinteile		
		Röhren:		
20	1	Röhre KF 4	Va	
21	1	Röhre KL 1 oder KL 2	Ve	

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 1 und 2	Größe
		Teile für Schaltung Abb. 2:		
1	1	Drehkondensator ohne Trimmer	Ca	500 cm
2	1	Differential-Drehkondensator	C_1	2×100 cm
3	1	Hochfrequenz-Transformator mit HF-Eisenkern	Z 35	Z 35
4	1	Blockkondensator	Cg	250 cm
5	1	desgl.	C_2	10÷20 cm
6	1	desgl.	C_3	1 µF
7	1	desgl.	C_4	10 000 cm
8	1	desgl. lt. Beschreibung	C_6	
9	1	desgl.	C_e	100 cm
10	1	Hochohmwiderstand 0,5 Watt	Wg	1,5÷1 MΩ
11	1	desgl.	W_1	20 kΩ
12	1	desgl.	W_2	2 MΩ
13	1	desgl. 1 Watt	W_3	0,5 MΩ
14	1	desgl.	W_4	0,2 MΩ
15	1	Hochfrequenzdrossel mit HF-Eisenkern	HD	
16	2	achtpolige Röhrenfassungen für Außenkontaktsockel		
17	1	vierpolige Aufbaufassung		
18	1	doppelpoliger Ausschalter	Sa	
19	1	kleiner Wellenschalter		
		Röhren:		
20	1	Röhre KF 4	Vh	
21	1	Röhre KC 1	Va	
22	1	Röhre KL 1 oder KL 2	Ve	

Oszillographenverstärker für extrem weite Frequenzbereiche

Von **Manfred von Ardenne**

Die Empfindlichkeit von Elektronenstrahl-Oszillographen läßt sich beträchtlich erhöhen, wenn man sich geeigneter Verstärker bedient. Im folgenden sollen die besonderen Anforderungen, die an solche Verstärker zu stellen sind, zunächst kurz erörtert werden. Im Anschluß daran soll über Entwicklung, Ausführung und Eigenschaften der Spezialverstärker berichtet werden.

Die notwendigen Eigenschaften eines Verstärkers für Kathodenstrahl-Oszillographen

Verzerrungen von Oszillogrammen können durch Frequenzabhängigkeiten, Phasendrehungen und durch Amplitudenabhängigkeiten verursacht werden. Besitzt ein Oszillographenverstärker ein- und denselben Verstärkungsgrad bei allen Frequenzen, die in dem Oszillogramm als Komponenten enthalten sind, so können Verzerrungen nur noch durch Amplitudenabhängigkeiten entstehen. Aus naheliegenden Gründen sind Abhängigkeiten der letztgenannten Art erst in der letzten und vorletzten Stufe zu befürchten. Diese beiden Stufen müssen so ausgebildet sein, daß Ausgangswechselspannungen von einigen 100 Volt Amplitude, die zur Aussteuerung moderner Elektronenstrahlröhren notwendig sind, unverzerrt abgegeben werden können. Mit Rücksicht auf die Ablenkverhältnisse bei Hochvakuum-Elektronenstrahlröhren ist schließlich ein Gegentaktausgang des Verstärkers wünschenswert.

Typische Schaltung eines Oszillographenverstärkers

Die charakteristische Schaltung eines Oszillographenverstärkers ist in Abb. 1 schematisch dargestellt. Sechs Schirmgitterröhren hoher Steilheit sind hier an der Verstärkung beteiligt. Der sehr hohe Leistungsbedarf für den Betrieb der fünf Röhrenstufen wird von einem Netzgerät zur Verfügung gestellt, das eine doppelte Stabilisierung der Spannungen durch Glimmstreckenteiler aufweist. Die Empfindlichkeitsregelung erfolgt durch Veränderung des Arbeitspunktes auf der Kennlinie der in der ersten Stufe benutzten Regelröhre. Diese Regelmethode gestattet bei dem weiter unten besprochenen Verstärker mit extrem weitem Frequenzbereich eine Regelung der Gesamtempfindlichkeit im Verhältnis 20 : 1, ohne daß Oszillogrammverzerrungen durch Übersteuerung der Regelstufe bemerkbar werden.

Die gezeichnete Gegentaktschaltung in der Endstufe wurde nicht nur gewählt, um symmetrische Ablenkspannungen zur Verfügung zu stellen, sie bietet vielmehr auch einen einfachen Weg zur Verdoppelung der unverzerrt abgebbaren Spannungsamplitude. Diese Verdopplung ist praktisch sehr wichtig, da mit Rücksicht auf die sehr hohen Frequenzen auch bei Verwendung von Elektronenstrahlröhren mit kapazitätsarmem Ablenksystem in der Endstufe nur kleine Anodenwiderstände möglich sind, die nur relativ kleine Wechselspannungsabfälle liefern.

Die Verschiebung des oberen Verstärkungsabfalles in Richtung sehr hoher Frequenzen

Im Zusammenhang mit der Entwicklung von Fernsehverstärkern sind von den verschiedensten Seiten und auch vom Verfasser Veröffentlichungen über zweckmäßige Stufendimensionierungen und ihre Berechnung erfolgt, so daß es im Rahmen dieses Aufsatzes genügen möge, nur auf einige wenige Merkmale hinzuweisen. Die Forderung nach phasenreinem Arbeiten des Verstärkers, auch im Gebiet hoher Frequenzen, deren Erfüllung durch die Meßschaltung

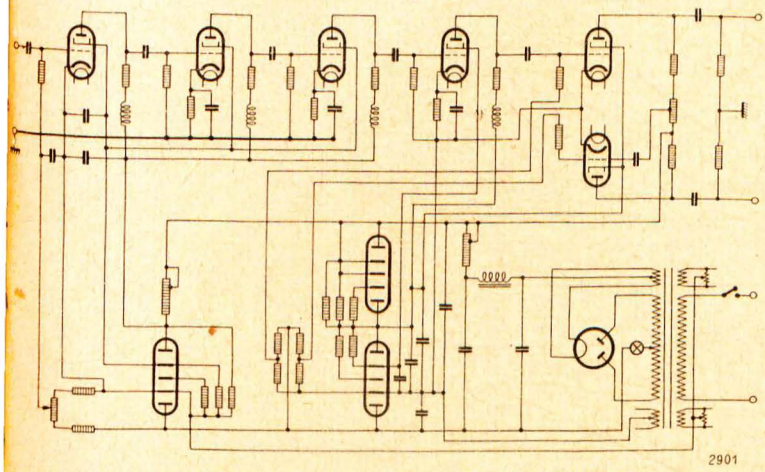


Abb. 1. Schaltung des Oszillographenverstärkers

Abb. 2 zu kontrollieren ist, zwingt zu einer besonders sorgfältigen Durcharbeitung der Einzelstufe.

Besonders wichtig ist es, die Einzelstufe konstruktiv so zu gestalten, daß die durch Verbindungsleitungen und Kopplungsglieder zwischen den Stufen auftretende schädliche

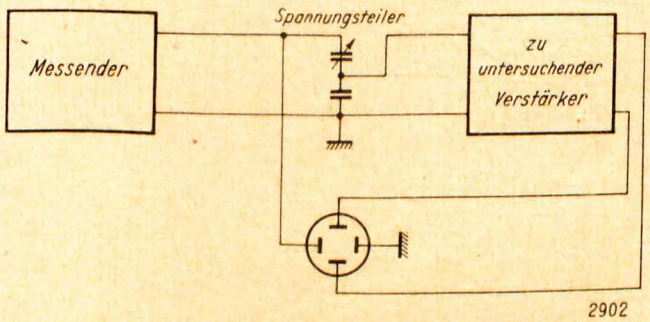


Abb. 2. Schaltung zur Messung der Phasendrehung durch den Verstärker im Bereich hoher Frequenzen

Kapazität keine kritische Vergrößerung erfährt. Diese Forderung ist bei dem in Abb. 3 wiedergegebenen Stufenaufbau erfüllt, wo trotz sorgfältiger Abschirmung der Stufen gegeneinander und trotz relativ großer Kopplungskapazitäten der Anteil der gesamten äußeren Schaltungskapazität nur 9 cm

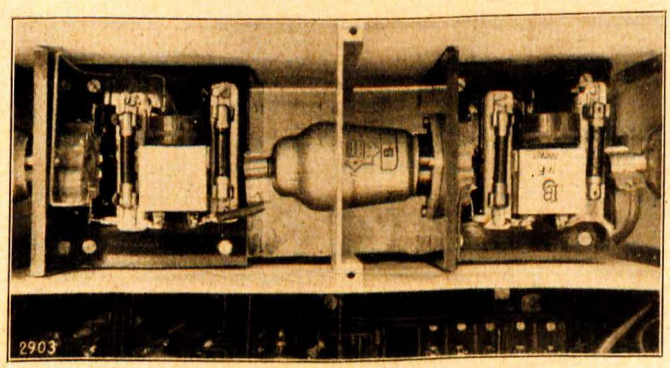


Abb. 3. Der kapazitätsarme Aufbau der einzelnen Verstärkerstufe

beträgt gegenüber einem Anteil der reinen Röhrenkapazität bei dem gewählten Röhrentyp von 16 cm. Die gesamte schädliche Kapazität betrug bei der abgebildeten Stufe demnach 25 cm. Dieser gemessene, niedrige Wert ermöglicht bei der normalen Steilheit des abgebildeten modernen Röhrentyps und bei Anwendung leichter Entzerrungsmaßnahmen eine nahezu gleichbleibende Verstärkung bis zu dem Frequenzwert $3 \cdot 10^6$ Hertz.

Die Entzerrung erfolgt zum Teil durch die auch in Abb. 3 erkennbaren kleinen Drosseln, zum Teil durch kapazitive Überbrückung der Kathodenwiderstände. Da die letztere Methode eine besonders bequem dosierbare Entzerrung erlaubt, seien in Abb. 4 einige berechnete Kurven wiedergegeben, die zeigen, daß der Bereich gleichbleibender Verstärkung durch Anwendung dieser Entzerrung um gut eine Frequenz-Oktave erweitert werden kann. Die Kurve I in Abb. 4 zeigt den Abfall ohne kapazitive Überbrückung

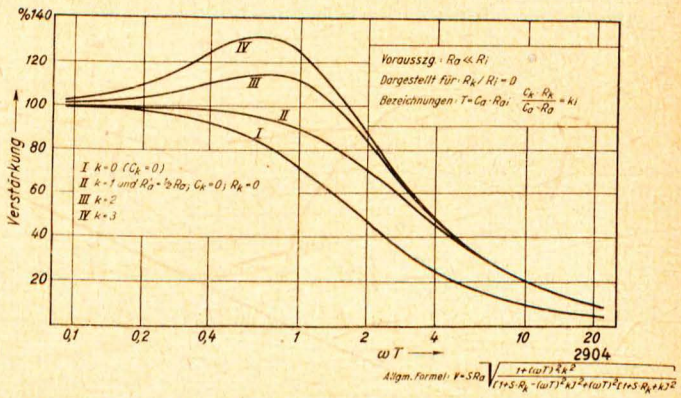


Abb. 4. Kurven über die Entzerrung von Verstärkern im Gebiet hoher Frequenzen durch kapazitive Überbrückung von Kathodenwiderständen

des Kathodenwiderstandes. Die Kurve II gibt den Verlauf wieder, wenn die Zeitkonstante Kathodenwiderstand R_k · Überbrückungskapazität C_k gerade gleich der Zeitkonstante im Anodenkreis gewählt wird. Die weiteren Kurven, die einer Überentzerrung entsprechen, sind gegeben, wenn die Zeitkonstante im Kathodenkreis 2- oder 3 mal so groß gewählt wird als die des Anodenkreises. Interessant ist, daß die Kurve II auch dann besteht, wenn kein Kathoden-

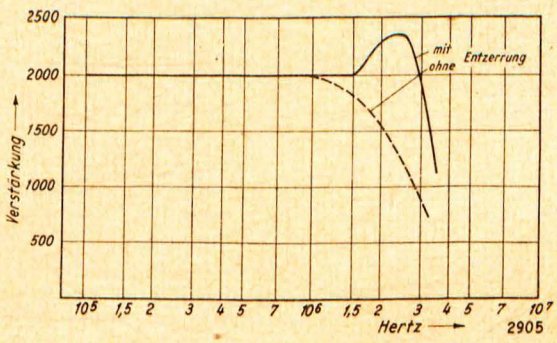


Abb. 5. Der obere Teil der Verstärkungskurve mit und ohne Entzerrung durch kapazitive Überbrückung der Kathodenwiderstände

widerstand vorgesehen ist und dafür der Wert des Anodenwiderstandes halbiert wird. Die Verstärkung bleibt in diesem Falle die gleiche. Trotzdem wäre diese Betriebsweise ungünstiger, weil die Neigung zu Relaxationsschwingungen größer wird. Bei gleichzeitiger Anwendung der Entzerrung durch Drosseln und durch Überbrückung der Kathodenwiderstände werden die Verhältnisse der theoretischen Behandlung wesentlich unzugänglicher. Den Nutzen, den die Entzerrung durch Kathodenwiderstände bei ausgeführten Einheiten mit Drosselentzerrung bringt, zeigt die Messung Abb. 5. Die Kathodenentzerrung ist ein vorzügliches Mittel zur Feinabgleichung der Entzerrung in Richtung hoher Frequenzen.

Die Verschiebung des unteren Verstärkungsabfalles in Richtung sehr tiefer Frequenzen

Verstärker mit galvanischer Kopplung der Röhren (Gleichstromverstärker) sind, insbesondere wenn höhere Verstärkungsgrade verlangt werden, praktisch wenig befriedigend, weil sehr kleine, kaum vermeidbare Arbeitspunktverschiebungen in den ersten Stufen zu kritischen Arbeitspunktverlagerungen oder sogar zu einer Verriegelung der Endstufe führen. Da die erwähnten Arbeitspunktverlagerungen in den ersten Stufen als Folge langsamer Schwankungen von Stromquellen oder langsamer Eigenschaftsänderungen der Röhren eintreten, kommen sie in solchen Verstärkern nicht mehr zur Wirkung, die sehr langsame Änderungen (Periodendauer z. B. größer als eine Minute) nicht verstärken. Es ist heute grundsätzlich möglich, die Kopplungsglieder in Wechselstromverstärkern so zu bemessen, daß Frequenzen mit Periodendauern von fast einer Minute übertragen werden. Die praktische Erfahrung mit solchen Verstärkern zeigt jedoch, daß es nicht zweckmäßig ist, ganz so weit zu gehen, und zwar aus mehreren Gründen.

1. Die Zeitdauer, bis der Verstärker nach der Anschaltung oder auch nach im Betriebe vorkommenden Übersteuerungen oder nach Vornahme einer Verstärkungsregelung wieder eingeschwungen ist, nimmt kritisch hohe Werte an (beispielsweise 10 Minuten), so daß das Arbeiten mit einer solchen Einheit zeitraubend wird. Um eine möglichst tiefe untere Frequenzgrenze bei möglichst kurzer Einschwingzeit zu haben, müssen die Zeitkonstanten der Kopplungsglieder in den verschiedenen Stufen übereinstimmen. Bei den weiter unten besprochenen Einheiten liegt die resultierende Einschwingzeit in der Größenordnung einer Minute.

2. Die Rücksichtnahme auf den Verlauf der Verstärkungskurve bei hohen Frequenzen zwingt dazu, die Röhren, insbesondere die Endröhren des Verstärkers, voll auszunutzen, d. h. stark zu belasten. Bei sehr langsamen Schwingungen genügt die Temperaturträgheit der Röhrenelektroden, insbesondere der Gitter, nicht mehr, um einen Temperaturmittelwert über die ganze Periodendauer zu haben. Dies hat zur Folge, daß während derjenigen Periode, wo die Gitter nur schwach negativ sind, die Elektroden zu glühen beginnen, während einige Sekunden später in der anderen Periodenhälfte eine unnötig starke Abkühlung der Elektroden stattfindet.

Aus den genannten beiden Gründen ist von der Einführung von Entzerrschaltungen in Richtung tiefer Frequenzen bei den unten abgebildeten Verstärkereinheiten abgesehen und die Dimensionierung der Kopplungsglieder so bemessen worden, daß die Verstärkung bei Frequenzen unter etwa 0,2 Hertz schnell abfällt.

Bei so außerordentlich tiefen Frequenzen ist es bekanntlich nicht mehr möglich, den inneren Widerstand einer gemeinsamen Anodenstromquelle durch kapazitive Überbrückung auf hinreichend kleine Werte herabzusetzen, weil die Überbrückungskapazitäten praktisch unmögliche hohe Werte annehmen müßten. Eine Schwingungserzeugung über den inneren Widerstand R_{an} der Anodenstromquelle kann unter der Voraussetzung richtiger Phasenlage nur dann eintreten, wenn die Verstärkung $V = S_{res} \cdot R_{an} > 1$ wird. Hierbei bedeutet S_{res} die resultierende Steilheit der aus der gleichen Anodenstromquelle gespeisten Stufen. Das Problem, einen stabilen Verstärker für extrem tiefe Frequenzen zu bauen, läuft daher darauf hinaus, den Verstärker in mehrere Stufengruppen zu unterteilen, wobei dann jede einzelne Gruppe der Bedingung genügen muß: $S_{res} \cdot R_{an} < 1$.

Bei der Schaltung Abb. 1 ist eine solche Unterteilung vorgenommen, und zwar sind hier vier Gruppen erkennbar. Die erste Stufe kann zur Schwingungserzeugung nicht beitragen, weil ihr Gitter nicht mit der Anodenstromquelle gekoppelt ist. Bei der zweiten und dritten Stufe, die aus einem gemeinsamen Glimmstreckenteiler gespeist werden, ist als Folge der die resultierende Steilheit herabsetzenden Kathodenwiderstände der erwähnten Bedingung genügt, da der gesamte innere Widerstand der benutzten Glimmstrecken unter 200 Ohm liegt. Für die vierte Stufe und die Gegentaktendstufe ist eine getrennte Anodenstromquelle vorgesehen, da diese aus einer vorgeschalteten Glimmteilereinheit gespeist werden. Das Gitter der vierten Stufe ist daher wieder als getrennt von der Anodenstromquelle anzusehen. Die Endstufe allein kann, wie unmittelbar einzusehen ist, Relaxationsschwingungen nicht erzeugen. Der Gesamtverstärker ist also durch diese Unterteilung frei von jeder Neigung zu Relaxationsschwingungen.

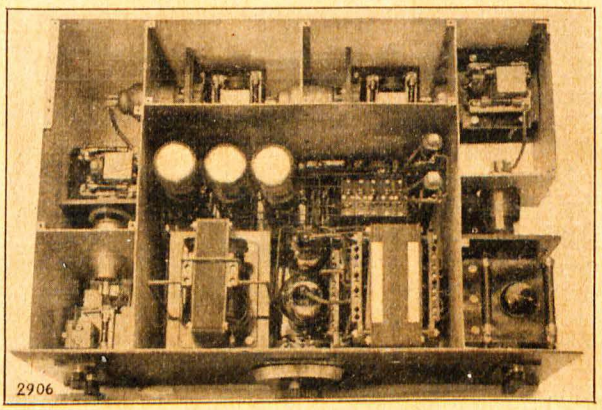


Abb. 6. Innenansicht des Verstärkers für den Bereich von 0,2 Hertz bis $3 \cdot 10^6$ Hertz

Im besonderen sei darauf hingewiesen, daß in keiner Gruppe das Produkt $S_{res} \times R_{an}$ so groß wird, daß eine Art Entdämpfung eintritt. Diese Tatsache ist wichtig, da bei Nichtbeachtung dieses Punktes die Versärkungskurve im Bereich der Frequenzen um 100 Hertz, wo R_{an} ein Maximum hat, ausgeprägte Schwankungen aufweisen kann.

Ausführung eines Verstärkers für den Frequenzbereich 0,2 bis $3 \cdot 10^6$ Hertz

Die Innenansicht eines Verstärkers, dessen Schaltung im wesentlichen mit der besprochenen Schaltung Abb. 1 übereinstimmt, ist in Abb. 6 wiedergegeben. Man erkennt in der Mitte den Netzteil, der für einen Gesamtstromverbrauch von über 200 Milliampere eingerichtet ist. Außen sind die sorgfältig gegeneinander abgeschirmten Schirmgitterstufen angeordnet. Wie die in Abb. 7 dargestellte Verstärkungskurve zeigt, besitzt der Verstärker nahezu gleichbleibende Verstärkung von 0,2 Hertz bis $3 \cdot 10^6$ Hertz. Von etwa 0,5 Hertz bis etwa 10^6 Hertz kann die Phasendrehung im Verstärker vernachlässigt werden. Dies ist allerdings nur dann der Fall, und der Verlauf der Kurve

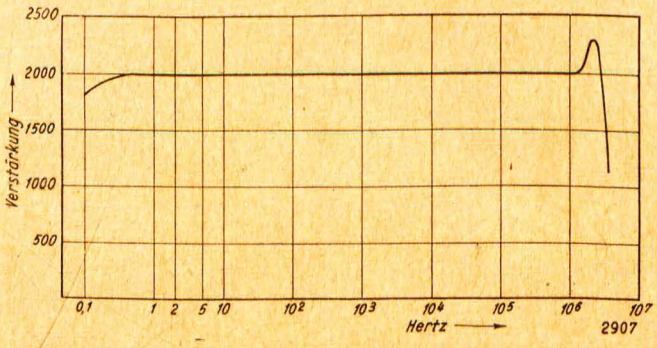


Abb. 7. Die Verstärkungskurve des in Abb. 6 gezeigten neuen Verstärkers

in Abb. 7 im Bereich hoher Frequenzen ist nur dann gegeben, wenn ein Oszillographenrohr mit kapazitätarmem Ablenksystem (seitlich herausgeführten Ablenkplatten) unter Verwendung kürzester Verbindungsleitungen benutzt wird. Die unverzerrt von der Endstufe gelieferte Spannungsänderung beträgt 500 Volt und genügt daher, um ausreichende Oszillogrammbreiten auch bei solchen Elektronenstrahlröhren hervorzurufen, die im Interesse hoher Schreibgeschwindigkeit mit Anodenspannungen von 4000 bis 7000 Volt betrieben werden.

Ausführung eines Verstärkers für den Frequenzbereich 0,2 bis $2 \cdot 10^4$ Hertz

Für manche Anwendungen, z. B. für physiologische Untersuchungen, elektroakustische Untersuchungen in Verbindung mit Kondensatormikrophonen und anderen

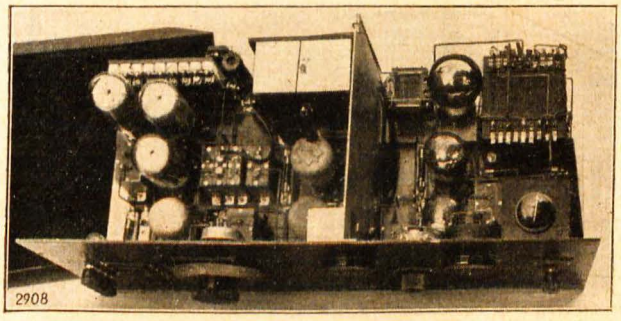


Abb. 8. Innenansicht des Oszillographenverstärkers mit 10^5facher Spannungsverstärkung im Frequenzbereich von 0,2 bis $2 \cdot 10^4$ Hertz

Messungen von rein niederfrequenten Vorgängen, wird die hohe obere Frequenzgrenze des oben besprochenen Verstärkers nicht erforderlich sein, wohl dagegen ein höherer Verstärkungsgrad. Für diese Anwendungen wurde vom Verfasser ein weiterer Verstärker mit wesentlich einfacherem Aufbau entwickelt, dessen Innenansicht Abb. 8 zeigt. Dieser Verstärker besitzt, wie die Messung Abb. 9 beweist, gleichbleibende Verstärkung zwischen 0,2 und $2 \cdot 10^4$ Hertz. Die Phasendrehung im Verstärker kann vernachlässigt werden im Bereich von 0,5 Hertz bis 10^4 Hertz. Trotz der hohen Spannungsverstärkung von 10^5 und trotz

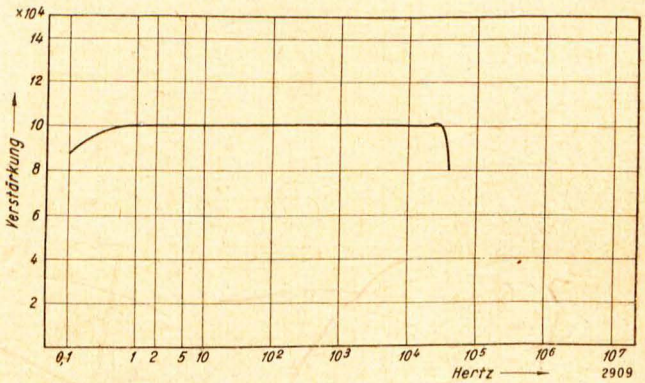


Abb. 9. Verstärkungskurve des in Abb. 8 abgebildeten Verstärkers

des vollkommen durchgeführten Netzspannungsbetriebes ist es durch besondere Auswahl und Anordnung der ersten Stufe gelungen, den Brummspannungsanteil so klein zu halten, daß er im Oszillogramm nicht stört. Dieser Typ ist so eingerichtet, daß ein Kondensatormikrophon unmittelbar mit dem Verstärkereingang verbunden werden kann. Die in diesem Fall erforderliche Hilfsspannung wird an einer besonderen Klemme abgenommen. Die größte, unverzerrt abgegebene Spannungsänderung beträgt bei diesem Gerät 700 Volt.

Verstärkungsgrad und Frequenzumfang dürften den besprochenen neuen Verstärkern einen weiten Anwendungsbereich in der oszillographischen Meßtechnik eröffnen.

Zeichnungen vom Verfasser und Werkaufnahmen

Die Schaltungstechnik der Stromregelröhren im Allstromempfänger

Von **Hans Sutaner**

Stromregelröhren sind seit längerer Zeit bekannt; es sind Eisenwasserstoff-Widerstände mit Urdox-Körpern, auf deren Zweck und Arbeitsweise an anderer Stelle dieser Zeitschrift bereits ausführlich eingegangen wurde [1]). Außer den Typen für 180 mA [2]), die in Gleichstromempfängern benutzt wurden, sind nunmehr auch Ausführungen für Stromstärken von 200 mA [3]) im Handel, die mit Vorteil in Allstromempfänger eingesetzt werden. Während die Stromregelröhren der älteren Ausführung mit dem normalen Europasockel bzw. Dreistiftsockel ausgerüstet sind, besitzen die neuen Typen den achtpoligen, stiftlosen Röhrensockel. Beim Einbau sämtlicher Widerstände ist darauf zu achten, daß sie in senkrechter Brennlage — also mit dem Sockel nach unten — montiert werden.

Die nur Eisendraht-Widerstände enthaltenden Stromregelröhren [4]) können in den Fällen verwendet werden, in denen der Einbau von Eisenwiderständen und Urdox-Körpern in gemeinsamem Kolben nicht vorgesehen ist. Der obere Grenzwert des Regelbereiches ist alsdann gleich dem Dreifachen des unteren Grenzwertes. Im allgemeinen sollen die Eisenwiderstände aber so gewählt werden, daß die Spannung bei Dauerlast etwa in der Mitte des Regelbereiches liegt.

Unter den nur mit Urdox-Körpern ausgerüsteten Typen [5]) besitzen U 1220/5 und U 1220/6 gleichen Spannungsabfall. Sie unterscheiden sich jedoch durch die Anlaufzeit, und zwar ist die zeitliche Verzögerung der Widerstände U 1220/6 größer als die des Typs U 1220/5. Die Urdox-Widerstände U 1220/6 sind daher in Vielröhrengeräte bei niedrigen Netzspannungen einzusetzen, während der Typ U 1220/5 in Zweiröhrenapparaten an Mittelvoltnetzen zu verwenden ist. Für 220-Volt-Netze reicht die Dämpfung der Widerstände 1220/5 meist auch für Empfänger mit hoher Röhrenzahl aus, weil der zu benutzende feste Vorwiderstand ebenfalls dämpfend auf die Einschaltüberströme wirkt.

Allstromempfänger werden vorzugsweise mit permanentdynamischen Lautsprechern zusammengebaut. Den meisten Bastlern ist noch nicht bekannt, daß das starke Streufeld

[1]) Vgl. „Selbstregelnde Widerstände für Gleich- und Allstromempfänger" in Heft 4, Jahrgang 1935, S. 107 bis 110.
[2]) Vgl. Funktechnische Kartei Nr. 14 v. 15. 11. 1934.
[3]) Vgl. Funktechnische Kartei Nr. 115 v. 15. 4. 1936.
[4]) Vgl. Funktechnische Kartei Nr. 117 v. 15. 4. 1936.
[5]) Vgl. Funktechnische Kartei Nr. 86 v. 15. 11. 1935.

der Dauermagneten dieser Lautsprecher, u. U. das Streufeld des Netztransformators bei Wechselstrombeanspruchung, ja sogar die Schallschwingungen des Lautsprechers zerstörend auf den Eisendraht-Widerstand wirken können. Für letzteren ist deshalb vorsichtshalber ein magnetischer Schutz erforderlich, um die Eisendrähte abzuschirmen. Osram liefert für seine Stromregelröhren daher federnd anliegende Schutzmäntel, die zusammen mit den Widerständen oder auch gesondert bezogen werden können. Der Schutzmantel aus dünnem Eisenblech ist mit Innenrippen versehen, damit die auftretende Wärme durch den zwischen Glaskolben und Mantel vorhandenen Hohlraum gut abziehen kann.

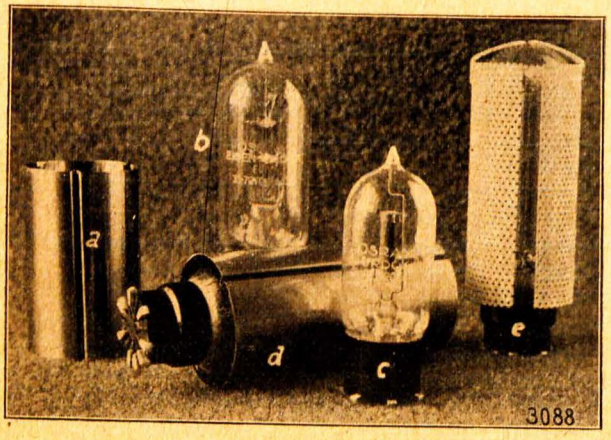


Abb. 1. a) Schutzmantel aus dünnem Eisenblech mit Innenrippen für Osram-Widerstandsröhren: b) Eisendraht-Widerstand mit eingebautem Urdox-Körper von Osram; c) Osram-Urdox-Ausgleichswiderstand mit achtpoligem stiftlosen Sockel; d) Osram-Eisen-Urdox-Widerstand mit aufgesetztem Schutzmantel; e) Philips-Stomregelröhre mit Schutzmantel aus perforiertem Eisenblech

In den Philips-GW-Empfängern sind die Stromregelröhren mit einem Schutzmantel aus perforiertem Eisenblech (verkadmiumt) ausgerüstet, einem zylindrischen, leichtfedernden Hohlkörper, der am Glaskolben ziemlich fest anliegt, damit dem Wärmeübergang ein möglichst geringer Widerstand entgegengesetzt wird. Diese Schutzmäntel sind zunächt nur ein Bestandteil der fertigen Empfänger; hoffen wir, daß sie auf besondere Bestellung auch an Bastler abgegeben werden. Abb. 1 und 2 zeigen einige Stromregelröhren mit und ohne Schutzmantel.

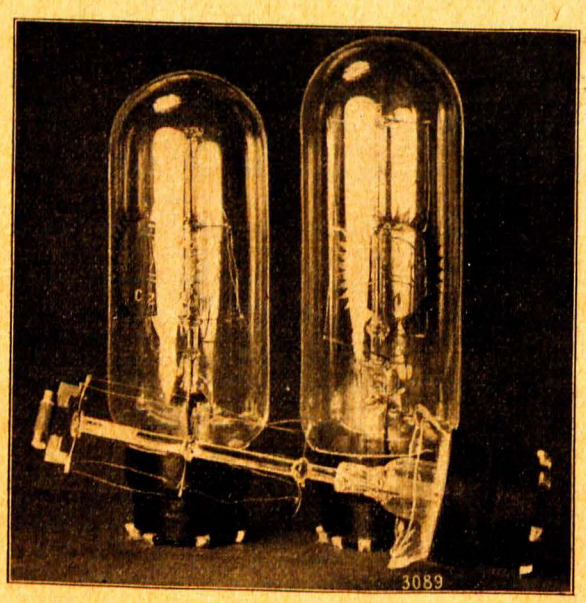


Abb. 2. Stromregelröhren für Allstromempfänger von Philips (rechts Typ C 1; links Typ C 2; vorn liegend das System des Typs C 3 mit eingebautem Begrenzungswiderstand)

Es gibt zwei voneinander verschiedene Schaltungsarten für Stromregelröhren in Allstromempfängern. Man kann eine Stromregelröhre zunächst mit einem festen Vorwiderstand mit entsprechenden Abgriffen in Reihe schalten. Zur Umschaltung des Empfängers auf die verschiedenen Netzspannungen wird ein Umschalter (Spannungswähler) vorgesehen.

An einigen Beispielen, die wir ausführlich durchrechnen, wird diese Schaltart den Lesern verständlich werden.

Beispiel a

Geplant ist ein Dreiröhren-GW-Empfänger für alle Netzspannungen zwischen 110 und 240 V, der mit den Röhren CF 3 (13 V Heizspannung), CF 7 (13 V), CL 2 (24 V) und der Einweg-Gleichrichterröhre CY 1 (20 V) bestückt werden soll. Die Heizfäden dieser drei Röhren vernichten also $13 + 13 + 24 + 20 = 70$ V. Hierzu kommen für die Skalenlampe noch 10 V,

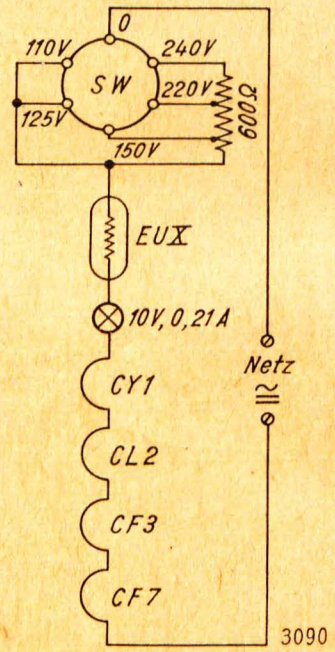


Abb. 3. Der Heizkreis eines Dreiröhren-Allstromempfängers mit Gleichrichterröhre nach Beispiel a. Im Berechnungsbeispiel ist die Skalenlampe allerdings nicht berücksichtigt

so daß ev. insgesamt 80 V Spannungsabfall zu berücksichtigen sind. Durch einen geeigneten Vorwiderstand müssen demnach am 110-Volt-Netz $110 - 70 = 40$ V, am 240-Volt-Netz $240 - 70 = 170$ V vernichtet werden. Wir brauchen somit eine Stromregelröhre mit einem Regelbereich von 40—170 V, die wir leider weder bei Osram noch bei Philips finden. Am geeignetsten ist noch Type EU X [6]) mit einem Regelbereich von 35—70 V. Für diesen Typ läßt sich folgende Übersicht zusammenstellen:

Netzspannung Volt	Röhren nehmen auf Volt	Stromregelröhre EU X nehmen auf Volt	Durch besonderen Vorwiderstand sind zu vernichten genau Volt	Durch besonderen Vorwiderstand sind zu vernichten abzur. auf [6]) Volt
110	70	40	—	—
125	70	55	—	—
150	70	70	10	30
220	70	70	80	100
240	70	70	100	120

[6]) Damit die Stromregelröhre nicht übermäßig beansprucht wird und Spannungsschwankungen noch ausgeglichen werden.

Wir müssen also einen Spannungswähler für vier Stellungen vorsehen: 1. 110—125 V; 2. 150 V; 3. 220 V; 4. 240 V. Die notwendigen Vorwiderstände berechnen wir auf:

$$\frac{120}{0{,}2} = \frac{1200}{2} = 600 \text{ Ohm für 240 V mit Abgriffen bei}$$

$$\frac{100}{0{,}2} = \frac{1000}{2} = 500 \text{ Ohm für 220 V und}$$

$$\frac{30}{0{,}2} = \frac{300}{2} = 150 \text{ Ohm für 150 V.}$$

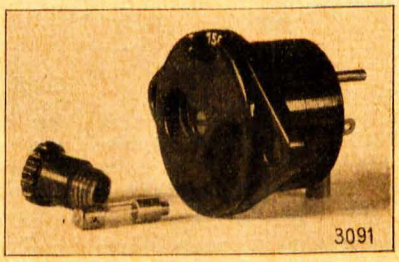


Abb. 4. Ein zweckmäßiger Spannungswähler

Wie der Heizstromkreis des geplanten Empfängers nunmehr zu schalten ist, zeigt Abb. 3. Als Spannungswähler *SW* wird mit Vorteil ein unter dem Namen „Spannungswähler" im Handel befindliches Einzelteil (s. Abb. 4) benutzt, das eine Feinsicherung enthält, die den Empfänger bei falscher Spannungswahl vor Schaden schützt.

Beispiel b.

Nehmen wir an, wir möchten einen GW-Einkreiser für alle gebräuchlichen Netzspannungen mit den beiden Röhren CC 2 (13 V) und CL 1 (13 V) bauen. Die Gleichrichtung übernimmt wieder die Gleichrichterröhre CY 1. Die Heizfäden dieser Röhren werden einschl. Skalenlampe eine Spannung von 13 + 13 + 20 + 10 = 56 V aufnehmen. Es sind dann zu vernichten: für 110-Volt-Netzspannung 110 — 56 = 54 V; für 240-Volt-Netzspannung 240 — 56 = 184 V. Die Stromregelröhre

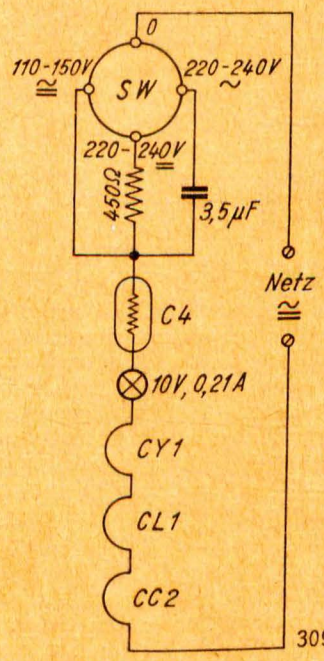


Abb. 5. In diesem Heizstromkreis eines 2-Röhrenempfängers mit Gleichrichterröhre sind nur 3 Umschaltungen erforderlich 2 Spannungs- und eine Stromartumschaltung (Beispiel b)

möchte also einen Regelbereich von 54—184 V umfassen. Außerdem soll in unserem Empfänger an Spannungen von 220 V und 240 V ein stromsparender Heizblock zu 3,5 µF eingeschaltet werden [7]). Wir wählen als geeigneten Typ die Philips-Stromregelröhre C 4 [8]) mit einem Regelbereich von 55—105 V.

Alsdann können wir folgende Übersicht zusammenstellen:

Netzspannung Volt	Röhren und Skalenlampe nehmen auf Volt	Stromregelröhre EU X nehmen auf Volt	Durch besonderen Vorwiderstand sind zu vernichten genau Volt	Durch besonderen Vorwiderstand sind zu vernichten abzur. auf [6]) Volt
110	56	54	—	—
125	56	69	—	—
150	56	94	—	—
220	56	105	59	90
240	56	105	79	90

An Wechselstromnetzen zu 220 und 240 V werden durch den Heizblock von 3,5 µF etwa 100 V vernichtet. Wir müssen also zwei Spannungs- und eine Stromartumschaltung vorsehen: 1. 110—150 V≅; 2. 220 bis 240 V=; 3. 220—240 V~, so daß wir zu einer Heizkreisschaltung kommen, wie sie in Abb. 5 dargestellt ist.

Der Vorwiderstand errechnet sich zu:

$$\frac{90}{0{,}2} = \frac{900}{2} = 450 \text{ Ohm.}$$

An Hand dieser beiden Beispiele wird der Leser in der Lage sein, alle in der Praxis vorkommenden Fälle selbst zu berechnen.

Einfacher für den Schaltungsaufbau und in Industrieempfängern allgemein gebräuchlich ist es, als Vorwiderstand zur Vernichtung der überschüssigen Spannungen nur eine Stromregelröhre zu benutzen und für verschiedene Netzspannungsbereiche auch verschiedene Typen von Widerstandsröhren einzusetzen. Die Sockelschaltungen der Stromregelröhren können alsdann für etwaige Leitungsschaltungen ausgenutzt werden, um auch an niedrigen Netzspannungen günstige Arbeitsbedingungen für die Röhren aufrecht zu erhalten.

Beispiel c.

In einem Gerät mit 3 Röhren (2 Empfangsröhren und 1 Gleichrichterröhre) kann man einsetzen für:

Netzspannung Volt	Typ Osram	Typ Philips
110	EU X	C 4
125	EU VII	C 4 oder C 6
150	EU VII	C 6
220	EU VI	C 3
240	EU VI	C 3

Die verschiedenen Sockelschaltungen der Eisen-Urdox-Widerstände kann man nun mit Vorteil verwenden, um die Betriebsspannungen der Fünfpol-, Sechspol- und Achtpolröhren der Netzspannung anzupassen. Diesen Röhren werden meist an 220—240-Volt-Netzen über Spannungsteiler oder Vorschaltwiderstände Hilfsgitterspannungen von etwa 100 V erteilt. Behält man diese Anordnungen unverändert auch an niedrigen und mittleren Netzspannungen (110—150 V) bei, so sinken die Hilfsgitterspannungen entsprechend ab (auf 50 bzw. 75 V). Im Interesse günstiger Arbeitsbedingungen ist es aber notwendig, auch an mittleren und niedrigen Netzspannungen Hilfsgitterspannungen von 100 V aufrechtzuerhalten. In Abb. 6

[7]) Vgl. „Die Verwendung von Kondensatoren zur verlustlosen Spannungsreduzierung", Heft 45, Jahrgang 1932, S. 709/710, und „Der Heizblock", Heft 39, Jahrgang 1934, S. 789/790.

[8]) Vgl. Funktechnische Kartei Nr. 117 vom 15. 4. 1936.

sind die Sockelschaltungen der EU X, VII und VI dargestellt. Der Widerstand liegt stets zwischen den Sockelanschlüssen 5 und 8, einige der übrigen Sockelanschlüsse sind jedoch ebenfalls miteinander verbunden. Abb. 7 gibt die normale Schaltung für eine Fünfpolregelröhre CF 3 mit Vorwiderstand für die Schirmgitterspannung wieder, während Abb. 8 zeigt, wie man die Sockelschaltungen der Stromregelröhren benutzen kann, um die Schirmgitterspannung selbsttätig umzuschalten. Hierzu wird im Empfänger von den Anschlüssen 2, 3 und 4 der Röhrenfassung für die Stromregelröhre je eine Verbindung nach dem Vorschaltwiderstand *R* der CF 3 geführt. An 110-Volt-Netzen werden beim Einsetzen des EU X in diese Röhrenfassung durch die vorhandenen Sockelverbindungen (s. Abb. 6) die Anschlüsse 2, 3 und 4 verbunden, und hierdurch wird der Vorschaltwiderstand *R* kurzgeschlossen. Die Röhre CF 3 erhält also eine Schirmgitterspannung von ca. 100 V. Am 125- und 150-Volt-Netz muß der EU VII benutzt werden. Die zwischen den Anschlüssen 3 und 4 des Sockels vorhandene Brücke schließt alsdann den Vorschaltwiderstand *R* nur zum Teil kurz. Bei dem EU VI, der an 220- und 240-Volt-Netzen zu verwenden ist, fehlen im Sockel Verbindungen zwischen 2, 3 und 4, der Vorschaltwiderstand *R* wirkt sich demnach voll aus.

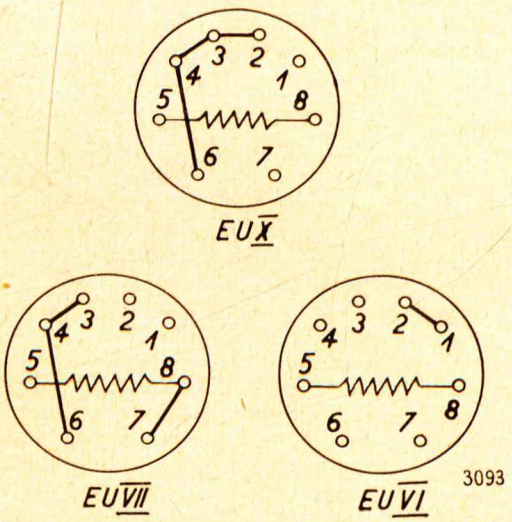


Abb. 6. Die Sockelschaltungen einiger Osram-Eisen-Urdox-Widerstände

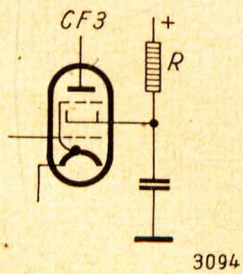


Abb. 7. Durch den Vorwiderstand R wird im allgemeinen die Schirmgitterspannung einer Fünfpol-Regelröhre entsprechend herabgesetzt

Sinngemäß wird man bei größeren Geräten auch Hilfssenderspannungen, Spannungs-Verdopplungsschaltungen [9]) usw. durch die Sockelverbindungen der Stromregelröhren umschalten können. An den Sockeln der Stromregelröhren von Philips, die keine besonderen Sockelverbindungen besitzen, wird sich der Bastler im Bedarfsfalle die erforderlichen Drahtbrücken leicht selbst herstellen können.

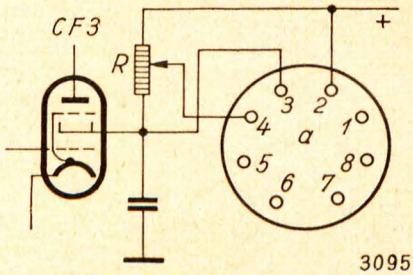


Abb. 8. Durch Verbindung mehrerer Anschlüsse der Stromregelröhren-Fassung mit dem Vorwiderstand R wird für alle Netzspannungen eine günstige Schirmgitterspannung für die CF 3 aufrechterhalten. a = Röhrenfassung der Stromregelröhre

Die Bedeutung der Stromregelröhren ist für Allstromgeräte nicht zu unterschätzen. Sie schonen die Heizfäden und verlängern hierdurch die Lebensdauer der teuren Empfängerröhren. An Hand der gegebenen Ausführungen wird der Leser in der Lage sein, die richtigen Typen für seinen Empfänger auszuwählen. Mancher wird vielleicht auch zu eigenen Arbeiten angeregt.

Zeichnungen und Aufnahme (Abb. 1) vom Verfasser — Werkaufnahmen

Die sprechende Zeitung

In London wurde vor kurzem ein neues Verfahren für Lautaufzeichnung auf Papier vorgeführt; der Erfinder nennt seinen dazu verwendeten Apparat „Fotoliptofono". Der Ton wird auf ein Blatt Papier von rechteckigem Format in der Größe von ungefähr 42,5 × 50 cm aufgezeichnet, und zwar in eng aneinander liegenden Zeilen und in der Weise, daß beim Auflegen des Blattes auf eine Trommel, ähnlich der, wie sie in Bildtelegraphenapparaten verwendet wird, die Tonzeilen beim ständigen Vorrücken der sich drehenden Trommel eine ununterbrochene Schraubenlinie bilden.

Zur Abtastung dient ein feiner Lichtstrahl in Verbindung mit einer Photozelle. Führt man die Photozellenströme einem Rundfunkempfänger gewöhnlicher Bauart zu, dann werden die schwachen Photozellenströme verstärkt und die Aufzeichnungen durch den Lautsprecher zu Gehör gebracht. Damit das Ende einer Zeile genau an den Anfang der nächsten Zeile anschließt, wenn das Blatt auf die Übertragungstrommel gespannt wird, sind auf zwei gegenüberliegenden Rändern des Bogens Einstellmarken angebracht, die sowohl bei der Aufnahme als auch zur Wiedergabe des Tons genau aneinanderstoßend eingestellt werden.

Die Vorzüge des neuen Verfahrens sollen in den geringeren Kosten, der besseren Ausnutzung des Aufzeichnungsstoffes durch gedrängte Niederschrift und vor allem darin bestehen, daß die mit den „tönenden" Zeilen bedruckten Blätter als Beilage zu den Tageszeitungen im ganzen Leserkreis verbreitet werden können. Wie sich bei den Versuchen gezeigt hat, beeinflussen kleinere Fehler im Papier, durch Falten des Blattes usw., die Übertragung nicht. Das Verfahren gestattet ebenfalls die Aufzeichnung vollständiger Musikwerke in Buchform und die Herstellung von Büchern für Blinde.

Es sind auch schon Versuche angestellt worden, gedruckte Tonaufzeichnungen dieser Art in den Seiten einer Tageszeitung zu veröffentlichen; die bei der Wiedergabe der Aufzeichnungen erreichte Tongüte soll ausgezeichnet gewesen sein. *G.*

„Wireless World", Heft 846 vom 15. November 1935

[9]) S. „Allstrom-Netzteil großer Einfachheit", Heft 1, Jahrgang 1935, S. 9, und „Das neue Röhrenprogramm", Heft 14, Jahrgang 1935, Abb. 9, S. 423.

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Piezoelektrische Anziehungskräfte

In einer Arbeit über piezoelektrische Anziehungskräfte weist Joh. Gruetzmacher auf eine neue Verwendungsmöglichkeit piezoelektrischer Kristalle hin. Derartige Kristalle werden bekanntlich hauptsächlich zur Konstanthaltung von Senderfrequenzen (Schwingquarze), für Resonatoren und zur Erzeugung von Ultraschallwellen verwendet. Die am schwingenden Kristall durch den Piezoeffekt auftretenden hochgespannten Ladungen der Kristalloberfläche und die hierbei entstehenden Anziehungskräfte sind der Gegenstand der Untersuchung, die zu der Konstruktion eines piezoelektrischen Relais führt. Lagert man nämlich einen Kristall (z. B. Quarz oder Seignettesalz) auf einer gleichzeitig als Erregungselektrode dienenden Metallplatte und läßt die andere, ebenfalls als Metallplatte ausgebildete Elektrode in geringem Abstand über dem Kristall schweben, so treten auf der Oberfläche des schwingenden Kristalls elekrostatische Ladungen auf, welche eine gut meßbare Anziehungskraft technisch verwertbarer Größenordnung auf die darüber schwebende Elektrode verursachen.

Diese Tatsache wird in dem piezoelektrischen Relais (DRP. 613413) verwendet, bei dem die bewegliche Elektrode den Relaisanker bildet, dessen Verlängerung über den Drehpunkt hinaus unmittelbar die Schaltkontakte betätigen kann. Die Hauptvorzüge eines solchen Relais sind hohe Selektivität wegen der Steilheit der Kristallresonanz und Betriebsmöglichkeit unmittelbar mit Hochfrequenz, ohne daß eine Gleichrichtung notwendig ist. Daraus kann sich die Möglichkeit einer vorteilhaften Verwendung des neuen Relais besonders in Verbindung mit quarzgesteuerten Sendern, z. B. für drahtlose Fernsteuerungen, ergeben.

Nach Erläuterung der benutzten Versuchsanordnung und Mitteilung der Meßergebnisse zeigt der Verfasser an Hand eines Beispieles die Berechnung der piezoelektrischen Ladungen der Kristalloberfläche. Schließlich wird allgemein auf die Notwendigkeit hingewiesen, den auftretenden Kräften beim Entwurf von Halterungen für piezoelektrische Kristalle genügende Beachtung zu schenken, um Störungen durch Lageänderungen der Elektroden und damit durch Kopplungsänderungen zu vermeiden. *H. M.*

Archiv für Elektrotechnik, 30. 1936. Heft 2, Seite 122 — 126

Die Ersatzgrößen von Piezokristallen

Bekanntlich weist das Ersatzschema eines Piezokristalles eine Serienschaltung einer Kapazität, einer Selbstinduktion und eines Widerstandes auf. R. Günther beschreibt ein einfaches Meßverfahren dieser elektrischen Ersatzgrößen. Die Ersatzinduktivität und die Ersatzkapazität werden aus der Eigenfrequenz und ihrer Änderung beim Zuschalten einer bekannten Induktivität ermittelt. *Schr.*

Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Leipzig, Band 45, Heft 6, Seite 185

Das Rauschen von Kohlemikrophonen

Wie R. Otto feststellt, entsteht das Rauschen von Kohlemikrophonen nicht durch mechanische Störungen an den Kontaktstellen, sondern durch elektrische Vorgänge. Die Ursache des Rauschens kann im Stromdurchgang durch sehr enge Querschnitte des Leitermaterials an den Berührungspunkten oder im Vorhandensein von Fremdschichten zwischen den Kontaktkörpern begründet sein. Der Einfluß dieser zwei Möglichkeiten einmal auf den Gesamtstrom (= Kontaktwiderstand), dann auf die Stromschwankungen (= Rauschen) wird untersucht: Das Rauschen der Kohlemikrophone ist unabhängig von Oberflächenschichten an den Kontakten, es ist eine Störung im Leitungsvorgang, die auch an massiven Kohleleitern, Hochohmwiderständen und anderen Halbleitern auftritt. *Schr.*

Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Leipzig, Band 45, Heft 6, Seite 187

Eine selbsttätig wirkende Rückkopplung

J. Winckelmann gibt einen von anderer Seite gemachten Vorschlag zur Konstanthaltung der Rückkopplung wieder. Danach soll der im Anodenkreis und Rückkopplungskreis liegende Ohmsche Widerstand derart positiv temperaturabhängig ausgebildet sein, daß ein zu starkes Ansteigen des Anodenstrommittelwertes verhindert wird. Es ist leicht möglich, durch passende Wahl der Betriebsverhältnisse des Richtverstärkers den Kopplungswiderstand auf einem solchen Teil der Charakteristik arbeiten zu lassen, daß ein Ansteigen des Anodenstromes über den Wert, bei dem eine Selbsterregung der Richtverstärkerstufe eintritt, verhindert wird. Der Widerstand bewirkt auch eine teilweise Unabhängigkeit von Schwankungen der Empfangsenergie, also einen teilweisen Schwundausgleich. *Schr.*

Phonographische und Radio Zeitschrift, Berlin, 36. Jahrgang, Nr. 14, Seite 288

Frequenzunabhängige Hochfrequenzverstärkung

Im Rahmen einer Beschreibung eines vierstufigen Empfängers (2 HF, Gleichrichter, 1 NF), der besonders im Hinblick auf große Widergabegüte konstruiert ist, wird zur Erzielung einer frequenzunabhängigen Hochfrequenzverstärkung von W. T. Cocking der folgende Weg vorgeschlagen:

Die Widerstandselemente der W—C-Kopplung zwischen den beiden Hochfrequenzstufen werden so gewählt, daß als Kopplungswiderstände praktisch nicht sie, sondern die ihnen parallel liegenden Röhrenkapazitäten wirksam sind. Das bewirkt, daß die Gesamtverstärkung mit der Wellenlänge ansteigt. Diese Frequenzabhängigkeit wird dazu benutzt, um die Frequenzabhängigkeit des Eingangskreises zu kompensieren. Im Eingang ist der Schwingungskreis überbrückt durch eine Serienschaltung zweier Kapazitäten, an deren Verbindungspunkt die Antenne angeschlossen ist. Diese Anordnung überträgt die hohen Frequenzen besser als die tieferen. *Schr.*

Wireless World, London, Band 36, Nr. 6, S. 134

Das Lorenz-Blindlandesystem

Eine große Anzahl von Flugplätzen ist mit drahtlosen Geräten ausgerüstet, die dem Flieger selbst bei fehlender Bodensicht eine sichere Landung ermöglichen sollen. Die zu diesem Zweck von der C. Lorenz A.-G. durchgebildeten Geräte werden von R. Denman beschrieben. Die Kurslinie wird in der Weise festgelegt, daß zwei Sender, von denen der eine Striche und der andere die Pausen zwischen den Strichen ausfüllende Punkte sendet, so die Sendeschwingungen ausstrahlen, daß ihre Strahlungskegel sich z. T. überdecken. Es gibt dann eine Linie, auf der die Feldstärken der beiden Sender gleich sind und mithin ein Dauerstrich empfangen wird. Diese Linie ist die Kurslinie. Zur Erzielung der Landeleitlinie wird ein Kurzwellensender mit keulenförmiger Strahlungscharakteristik verwendet, der seine Schwingungen unter flacherem Winkel nach oben ausstrahlt. Bewegt sich der Flieger auf einer Linie gleicher Feldstärke dieses Senders, so wird die Landung sicher erfolgen. Um dem Flieger anzuzeigen, auf welcher Linie gleicher Feldstärke er sich bewegen soll, sind senkrecht strahlende Richtsender aufgestellt, die den Punkt bezeichnen, an dem mit der Landung begonnen wird. *Schr.*

Wireless World, London, Band 36, Nr. 14, S. 333

Kristallsteuerung für ultrakurze Wellen

Die direkte Stabilisierung ultrakurzer Wellen mit temperaturunabhängigen Quarzen versagt bei Wellen unter 6 m. Mit Turmalinkristallen sind Wellen von 1,6 m noch direkt zu steuern. Unabhängig von dem verschiedenen Verhalten von Quarz und Turmalin kann man die schädliche statische

Kapazität der Kristalle durch Vorschaltung eines Kondensators herabsetzen. Dadurch läßt sich bei Verwendung der Oberwellen von 5- und 8-m-Quarzen die Welle 1,6 m stabilisieren. Turmaline schwingen in ihrer Grundwelle noch bei 80 cm. Die Oberwelle eines 2-m-Turmalins wurde zum Steuern einer Welle von 66 cm benutzt. *Schr.*

Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Leipzig, Band 46, Heft 1, S. 4

Das Strahlungsfeld von Ultrakurzwellen-Antennen

Für die Beurteilung der Ausbreitungsvorgänge ultrakurzer Wellen ist die Kenntnis der Strahlungsverhältnisse der Antennen maßgebend, die durch die vertikale und horizontale Strahlungskennlinie wiedergegeben werden. Die Strahlungskennlinien wurden von P. v. Handel und W. Pfister für verschiedene Fälle unter Berücksichtigung der Dielektrizitätskonstante und der Leitfähigkeit des Erdbodens errechnet und meßtechnisch geprüft. Durch Flugmessungen auf große Entfernungen wird der Verlauf der Linien konstanter Feldstärken im Raume angegeben.

Schr.

Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Leipzig, Band 46, Heft 1, S. 8

Verlustmessung an Spulen bei Hochfrequenz

Von H. Schwarz werden die zur Bestimmung von Hochfrequenzverlusten in Spulen anwendbaren Meßverfahren bezüglich ihrer Zweckmäßigkeit und ihrer Fehlerquellen besprochen. Die Verluste von Spulen werden mittels experimenteller Untersuchungen, die bis zu einer Frequenz 10^7 Hz ausgedehnt wurden, analysiert. Die Erhöhung des Hochfrequenzwiderstandes durch gegenseitige Beeinflussung stromführender Leiter wurde bei Volldraht- und Litzenspulen festgestellt. Der verhältnismäßig starke Anstieg des Widerstandes von Litzen bei sehr hohen Frequenzen wird durch die gegenseitige stromverdrängende Einwirkung der Aufbaudrähte erklärt. *Schr.*

Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Leipzig, Band 46, Heft 2, S. 50

Hochfrequenz in übersteuerten Endröhren

Wie H. Kalmus mitteilt, ist in übersteuerten Endröhren das Auftreten hochfrequenter Schwingungen festgestellt worden. Diese Erscheinung ist nicht etwa auf mangelhaftes Aussieben der Hochfrequenz hinter dem Demodulator zurückzuführen, denn sie ist auch bei reinen Niederfrequenzverstärkern festgestellt worden. In Hochleistungsgeräten kann das Auftreten der Hochfrequenz dadurch leicht zu Störungen Anlaß geben, daß die Schwingungen ausgestrahlt und vom Eingangskreis aufgenommen werden. Es wird deshalb vorgeschlagen, die Endröhre und die Lautsprecherleitung abzuschirmen.

Schr.

Radio-Amateur, Wien, 12. Jg., Heft 5, S. 289

Senden und Empfang von Zentimeterwellen

Ein Kurzwellensender, der mit einem Magnetron mit gespaltener Anode arbeitet und bei 9 cm Wellenlänge eine Energie von 2,5 Watt erzeugt, wird von J. Wolff, E. G. Linder und R. A. Braden beschrieben. Die Modulation wird durch Änderung der Ionisation von in den Strahlengang gelegten, gitterförmig gebogenen Glimmröhren bewirkt. Bei Übertragungsversuchen, die mit diesem Sender ausgeführt wurden, wurde der Empfang mit einem Magnetronempfänger ausgeführt. *Schr.*

Proceedings of the Institute of Radio Engineers, Band 23, Heft 1, S. 11

Der Gleichlauf beim Zwischenfrequenzempfänger

Das Problem des Gleichlaufs bei Zwischenfrequenzempfängern bei Verwendung gleichgeschnittener Drehkondensatoren wird von W. Kautter behandelt. Zur Erzielung des Gleichlaufs wird bekanntlich im Oszillatorkreis eine andere Selbstinduktion verwendet, ferner ein Verkürzungskondensator dem Abstimmkondensator in Serie gelegt und schließlich mit Hilfe des Trimmerkondensators eine andere Anfangskapazität eingestellt. Zur Berechnung aller dieser Größen werden leicht benutzbare Formeln angegeben. *Schr.*

Elektrische Nachrichtentechnik, Berlin, Band 12, Heft 1, S. 31

Über den Barkhausen-Kurz-Generator

Versuche, die L. F. Dytrt über das Verhalten von Barkhausen-Kurz-Generatoren und die Abhängigkeit der Wellenlänge von dem Bremselektroden-Potential ausführte, haben gezeigt, daß zwei getrennte Wellenbereiche entstehen, die durch einen kurzen Zwischenraum voneinander getrennt sind, in welchem der Generator unstabil arbeitet. Es zeigt sich ferner, daß der Generator nur dann stabil arbeitet, wenn das Potential der Bremselektrode unterhalb eines kritischen Wertes bleibt. *Schr.*

Proceedings of the Institute of Radio Engineers, New York, Band 23, Nr. 3, Seite 241

Über die Ausbildung von Überlagerungsempfängern

W. A. Harris bespricht die Eigenschaften von Überlagerungsempfängern, insbesondere solcher, die eine Dreipol- oder Fünfpolröhre als Mischröhre mit besonderem Oszillator, eine kombinierte Drei- und Fünfpolröhre, deren Dreipolsystem als Oszillator wirkt, oder eine Siebenpolröhre enthalten, die gleichzeitig als Misch- und Generatorröhre arbeitet. Von den Eigenschaften dieser Schaltungen werden besonders behandelt die Kopplungen des Eingangskreises mit dem Oszillatorkreis, die z. B. durch Raumladungsschwankungen hervorgerufen werden. Als Mittel zur Vermeidung dieser Erscheinungen wird die Verwendung einer hohen Zwischenfrequenz oder die Verwendung von Gegentaktkreisen vorgeschlagen. Das erstgenannte Mittel ist zu bevorzugen, da damit auch die Amplitude der Bildfrequenzschwingung vermindert wird. Des weiteren wird zur Erzielung großer Eingangs- und Oszillatorleistung die Verwendung von Spulen großen Durchmessers im Eingangskreis und Oszillatorkreis empfohlen. *Schr.*

Proceedings of the Institute of Radio Engineers, New York, Band 23, Nr. 4, Seite 279

Turmantennen

H. E. Gihring und G. H. Brown untersuchen die Faktoren, die auf die Wirkung sogenannter Turmantennen, bei denen also der Turm selbst als Antenne wirkt, von Einfluß sind. Es wird gezeigt, daß die Ergebnisse, die man unter der Annahme einer sinusförmigen Stromverteilung ermittelt, erheblich von den tatsächlich erhaltenen Werten abweichen. Messungen, die an kleinen Antennenmodellen ausgeführt wurden, zeigten, daß die bei diesen auftretenden Verhältnisse recht gut mit den bei normalen Antennen vorhandenen übereinstimmen. Diese Messungen zeigten weiter, daß die vorerwähnte Abweichung der theoretischen von den praktischen Werten darauf zurückzuführen ist, daß tatsächlich keine sinusförmige Stromverteilung vorhanden ist. Das ist der Grund, weshalb mehrere kürzlich errichtete Antennen einen geringeren Wirkungsgrad zeigen, als zuvor errechnet. Durch ein einfache Messung der Erdströme des Systems kann ermittelt werden, ob die Antennenströme sinusförmig sind oder nicht. Es werden auch Mittel angegeben, um die Antennenströme zu korrigieren. *Schr.*

Proceedings of the Institute of Radio Engineers, New York, Band 23, Nr. 4, Seite 311

Der Magnetron-Kurzwellen-Generator

Über die Benutzung des Magnetrons zur Erzeugung kurzer Wellen berichtet H. Bernard. Die benutzte Röhre enthält zwei halbkreisförmig gebogene Anodenbleche, an die das Lechersystem angeschlossen ist. Besondere Vorkehrungen müssen zur Erzielung einer Modu-

lation getroffen werden, durch die die erzeugte Frequenz nicht geändert wird. Die Modulation durch Änderung der Anodenspannung ist dazu nicht geeignet, da mit einer Änderung der Anodenspannung stets eine Änderung der Frequenz verbunden ist. Es wird deshalb vorgeschlagen, in den Weg der ausgestrahlten Schwingungen eine gitterförmig gebogene Entladungsröhre zu legen, die mit Quecksilberdampf oder Edelgasen gefüllt ist. Je nach der angelegten Spannung ändern sich die Ionisation in dieser Röhre und damit die Reflexionseigenschaften dieses Gitters. Wird der Betriebsspannung dieser Röhre nun die Modulationsspannung überlagert, so werden die ausgestrahlten Schwingungen mit den Modulationsschwingungen moduliert. *Schr.*

Radio World, New York, Band 26, Nr. 22, Seite 12

Ein Modulationsmesser

Der von J. Strong beschriebene Modulationsmesser ermöglicht die direkte Ablesung des Modulationsgrades. Er benutzt eine Kathodenstrahlröhre, vor deren Bildfeld eine Glasplatte mit fünf in gleichem Abstand liegenden Linien angebracht ist. Die Spannung der zunächst unmoduliert zugeführten Hochfrequenz wird so eingestellt, daß die aufgezeichneten Schwingungen die Fläche zwischen der mittleren Nullinie und den beiden benachbarten Linien überdecken. Nun werden die Schwingungen moduliert. Die Schwingungsspitzen reichen dann bis in die von den äußeren Linien begrenzten Felder hinein. Mit einem Maßstab kann hier der Modulationsgrad abgelesen werden. Die Anordnung hat den Vorteil, daß sie ohne Gleichrichter arbeitet, und daß sie die Kontrolle der Modulation sowohl der positiven als auch der negativen Halbwellen ermöglicht. *Schr.*

Radio News, New York, Band 16, Nr. 7, Seite 421

Der A-B-Verstärker

Mit dem Namen „A-B-Verstärker" wird die bereits bekannte Gegentaktschaltung bezeichnet, bei der die Vorspannung der Röhren in der Mitte der Kennlinie liegt, also nicht wie beim B-Verstärker im unteren Knick. Ein solcher Verstärker wird von M. Apstein besprochen. Die Anodenimpedanz, die für optimale Ausgangsleistung benötigt wird, ist wesentlich verschieden von der bei gewöhnlichen A-Verstärkern benötigten. Das Netzanschlußgerät muß eine größere Leistung abgeben als bei Verwendung eines normalen B-Verstärkers. Der Forderung nach stabiler Gittervorspannung wird dadurch genügt, daß diese Spannung einem im Netzanschlußgerät vorgesehenen, vom Anodenstrom aller Röhren durchflossenen Widerstand entnommen wird. *Schr.*

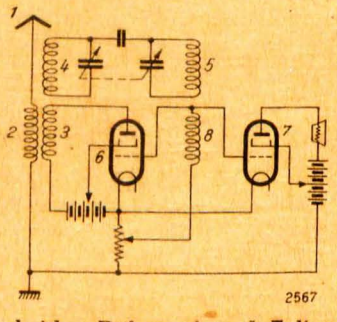
Radio Engineering, New York, Band 15, Nr. 4, Seite 10

PATENTSCHAU

Empfänger mit mehrfach ausgenutztem Bandfilter

Nach der amerikanischen Patentschrift 1 967 570 — H. F. Dalpayrat (Radio Patents Corp.)

Die Abbildung zeigt eine Empfangsschaltung, bei der zur Erhöhung der Trennschärfe ein Bandfilter mehrmals von den Empfangsschwingungen durchlaufen wird. Die von der Antenne 1 aufgenommenen Schwingungen werden über die Spulen 2 und 3 der Eingangsspule 4 des Bandfilters zugeführt. Die Ausgangsspule 5 des Filters ist mit der im



Gitterkreis der beiden Röhren 6 und 7 liegenden Spule 8 gekoppelt. Die Schwingungen werden in der Röhre 6 verstärkt und gelangen darauf wieder in die Spule 3, die im Anodenkreis dieser Röhre liegt. Sie durchlaufen nunmehr das Filter 4, 5 zum zweiten Male. Die Koppelung zwischen den Spulen 3, 4, 5 und 8 ist so zu wählen, daß die Röhre 6 nicht in Eigenschwingungen gerät. Die Stufe mit der Röhre 6 weist zwar keine höhere Verstärkung auf als eine gewöhnliche rückgekoppelte Verstärkerstufe, aber eine höhere Selektivität als eine Stufe mit einem im Eingang liegenden Bandfilter. Die verstärkten Schwingungen werden in der Röhre 7 demoduliert. *Schr.*

Anodengleichrichterschaltung für Schwingungen geringer Amplitude

Nach der deutschen Patentschrift 610 057 der Kl. 21 a 4, Gr. 29/01 (Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft)

Bei Schirmröhren hat man bisher dem Schirmgitter ein gegen die Kathode positives Potential von derselben Größenanordnung wie das positive Potential der Anode gegen die Kathode gegeben. Versuche über den Gleichrichtereffekt von Vierpol-Schirmröhren in Anodengleichrichtungs-Schaltung haben ergeben, daß die Krümmung am unteren Knie der Anodenstrom-Gitterspannungs-Kennlinie um so größer ist, je kleiner die Schirmgitterspannung gemacht wird und bei der Schirmgitterspannung Null den größten Wert erreicht. Die Größe dieser Krümmung ist ausschlaggebend für den Wirkungsgrad der Röhre bei der Gleichrichtung kleiner und kleinster Amplituden.

Entgegen der bisher bekannten Gebrauchsweise der Schirmröhre, dem Schirmgitter eine verhältnismäßig große positive Vorspannung zu erteilen, wird deshalb das Schirmgitter einer Hochfrequenz-Schirmröhre, falls diese als Anodengleichrichter gebraucht werden soll, vorteilhaft direkt an die Kathode gelegt oder dem Schirmgitter nur eine geringe positive Vorspannung gegen die Kathode erteilt. *Schr.*

Empfangsschaltung mit rückgekoppeltem Richtverstärker

Nach der deutschen Patentschrift 613 358, Kl. 21 a 4, Gr. 29/02 (Ernst Busch und Willy Neumann)

Bei Empfangsgeräten mit Elektronenröhren, die zur Erzielung größtmöglicher Lautstärke und erhöhter Trennschärfe mit einer rückgekoppelten Stufe ausgestattet sind, tritt bei zu starker Entdämpfung der Empfangskreise eine Selbsterregung der betreffenden Röhre ein. Es ist wünschenswert, das Auftreten dieser Selbsterregung unabhängig von der Bedienung der Rückkopplung zu verhindern, ohne daß ein wesentlicher Verlust an Empfangsempfindlichkeit auftritt.

Die nachstehend beschriebene Anordnung stellt eine Lösung des Problems dar. Sie ist billig in der Herstellung, läßt sich auf die einfachste Weise bei jedem Gerät mit rückgekoppelter Richtverstärkerstufe anbringen und arbeitet selbsttätig.

Zu dem genannten Zweck wird bei einer Empfangsschaltung mit rückgekoppelter, im unteren Knick der Kennlinie gleichgerichteter Stufe. in deren Anodenkreis ein Ohmscher Kopplungswiderstand für Niederfrequenz liegt, dieser Widerstand derart positiv temperaturabhängig ausgebildet, daß er ein zu starkes Ansteigen des Anodenstrom-

mittelwertes verhindert. Dies Ansteigen des mittleren Anodengleichstromes erfolgt beim Richtverstärker gleichsinnig mit der Amplitude des Empfangskreises und kann durch zu starke Entdämpfung dieses Kreises oder durch Änderung der Empfangsenergie bedingt sein. Es ist leicht möglich, durch passende Wahl der Betriebsverhältnisse des Richtverstärkers den Kopplungswiderstand auf einem solchen Teil seiner Charakteristik arbeiten zu lassen, daß ein Ansteigen des Anodenstromes über den Wert, bei dem Selbsterregung der Richtverstärkerstufe eintritt, verhindert wird. Dieser Widerstand bewirkt auch eine teilweise Unabhängigkeit von Schwankungen der Empfangsenergie.

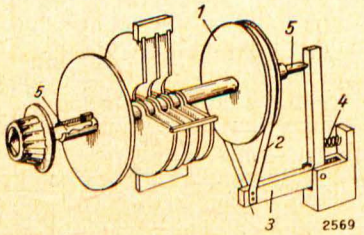
Besonders geeignet als Material für den Kopplungswiderstand ist Eisen- oder Stahldraht mit sehr geringem Querschnitt. Ein solcher Widerstand ändert seinen Wert schon beim Durchlaufen ganz schwacher elektrischer Ströme in einem bestimmten Betriebsbereich sehr stark, so daß nur geringe Schwankungen des Stromes eintreten können.

Für die Ausführung des Widerstandes hat sich eine Drahtstärke von etwa 0,01 mm als zweckdienlich erwiesen. Es kann auch ein noch feinerer Draht dazu verwendet werden, wenn die Zähigkeit des Materials seine Herstellung zuläßt. *Schr.*

Einstellvorrichtung mit selbsttätiger Festhaltung

Nach der amerikanischen Patentschrift 1 969 528 — P. Schwarzhaupt (General Electric Comp.)

In Empfängern, die an Orten aufgestellt sind, die starken Erschütterungen ausgesetzt sind, z. B. in Autoempfängern, wird durch die Erschütterungen häufig eine Verstellung der Abstimmittel und damit eine Verstimmung hervorgerufen. Die in der Abbildung dargestellte Anordnung dient zur Verhinderung dieses Übelstandes. Die Kondensatorachse ist hohl und trägt eine Scheibe 1, um die ein Stahlband 2 gelegt ist. Das Stahlband ist an dem Hebel 3 befestigt, der durch die Feder 4 nach unten gedrückt wird und das Stahl-

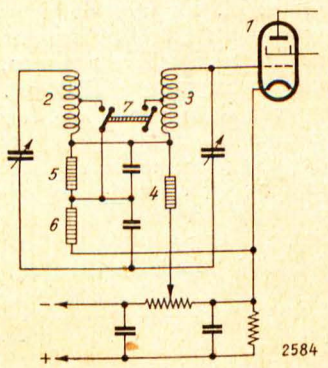


band spannt. Dieses verhindert also eine Drehung der Kondensatorachse. Der Einstellknopf ist auf einer besonderen Achse 5 befestigt, die in der Kondensatorachse verläuft, in ihr verschiebbar ist und bei Drehung die Kondensatorachse mitnimmt. Bei der Abstimmung wird zunächst der Knopf mit der Achse 5 etwas hineingedrückt, dadurch wird der Hebel 3 gegen den Druck der Feder 4 bewegt und das bremsende Stahlband gelockert. Nun kann die Abstimmung erfolgen. Nach erfolgter Abstimmung wird durch den Druck der Feder 4 das Stahlband wieder fest angezogen. *Schr.*

Wellenbereich-Umschaltung

Nach der britischen Patentschrift 415 962 — N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken

Bei der Umschaltung von Schwingungskreisen auf einen anderen Wellenbereich tritt neben der gewünschten Änderung der Wellenlänge auch eine Änderung der Empfindlichkeit des Empfängers auf, die unerwünscht ist. Die Abbildung zeigt eine Anordnung, bei der dieser Übelstand vermieden ist, und zwar dadurch, daß gleichzeitig mit der Änderung des Wellenbereiches eine Änderung der Gittervorspannung und damit des Verstärkungsgrades vorgenommen wird, die die aufgetretene Empfindlichkeitsänderung kompensiert.

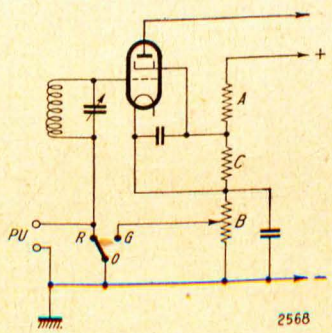


1 ist eine Röhre, in deren Gitterkreis ein aus den Kreisen 2 und 3 bestehendes Bandfilter angeordnet ist. Die beiden Kreise enthalten je ein oder mehrere Widerstände 4, 5, 6, die einen die Gitterspannungsquelle überbrückenden Spannungsteiler bilden. Die Gitterspannung wird bestimmt durch das Verhältnis des Widerstandes 4 zu den Widerständen 5 und 6. Dieses Verhältnis wird nun geändert bei Umschaltung auf kurze Wellen mittels der Schalter 7 und 8. Diese schließen nämlich nicht nur einen Teil der Spulen, sondern auch den Widerstand 5 kurz. Dadurch wird die Gittervorspannung in der oben angegebenen Weise geändert. *Schr.*

Einfache Schaltung für den Tonabnehmeranschluß

Nach der britischen Patentschrift 414 048 — R. Sowerby und A. C. Cosser Ltd.

Die Mitbenutzung eines Richtverstärkers zur Verstärkung von Tonabnehmerströmen macht in den meisten Fällen eine Änderung der Gittervorspannung der Röhre erforderlich. Die Abbildung zeigt eine Schaltung, bei der die erforderlichen Umschaltungen durch einen einfachen, dreipoligen Schalter bewirkt werden. Die Widerstände *A*, *C* und *B* bilden ein die Spannungsquelle überbrückendes Potentiometer, von dessen Widerstand *B* die negative Gittervor-



spannung für die Röhre abgenommen wird. *PU* ist der Schalldosenanschluß, *ORG* der Schalter zur wahlweisen Umschaltung von Rundfunk- auf Schallplattenwiedergabe. Verbindet der Schalter die beiden Pole *O* und *R* miteinander, so ist die Schalldose kurzgeschlossen und am Gitter liegt die gesamte am Widerstand *B* auftretende Spannung. Die Röhre wirkt als Richtverstärker. Verbindet der Schalter die Pole *O* und *G*, so tritt die Schalldose in Wirkung und am Gitter der Röhre liegt, da ein Teil des Widerstandes *B* kurzgeschlossen ist, eine geringere Gittervorspannung als vorher. Die Röhre wirkt als Verstärker für die Schalldosenströme. *Schr.*

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. — DA I. Vj. 1936 = 8300. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G. Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 88378, Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung. — Nachdruck sämtlicher Artikel verboten

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

1. Mai 1936 Heft 9

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungskosten von 1 Pfg. enthalten. Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Die Bedeutung des Trockengleichrichters für die Tonfrequenz-Meßtechnik

Von **cand. ing. Helmuth te Gude**

Unter den Messungen, die in der Rundfunk- und Verstärkertechnik am häufigsten sind, spielen die Messungen im Tonfrequenzgebiet (20 bis 10 000 Hz) eine bedeutende Rolle. Sehr oft handelt es sich dabei um die Feststellung sehr kleiner Ströme und Spannungen. Sieht man sich aber die handelsüblichen Wechselstrominstrumente in bezug auf ihre Eignung für Tonfrequenzmessungen an, so muß man feststellen, daß sie sich ihrer Unempfindlichkeit und ihres verhältnismäßig hohen Eigenverbrauches wegen nur wenig oder gar nicht für solche Messungen eignen. Das Hitzdrahtinstrument z. B., welches wegen seiner weitgehenden Frequenzunabhängigkeit gern für Messungen höherer Frequenzen benutzt wird, scheidet aus, sobald es sich um sehr kleine Ströme oder Spannungen handelt. Die schwachen Ströme vermögen den Draht, dessen Durchmesser nicht unter eine gewisse, mechanisch bedingte Grenze verringert werden kann, nicht mehr genügend zu erwärmen. Der Leistungsbedarf des Hitzdrahtinstrumentes ist etwa 100 000 bis 150 000 mal größer als der eines Drehspulinstrumentes. Vergleicht man den Eigenverbrauch anderer Instrumente, z. B. des Elektrodynamometers oder des sehr unempfindlichen Weicheiseninstrumentes, mit dem Eigenverbrauch des Drehspulinstrumentes, dann wird es verständlich, warum man in den letzten Jahren immer versucht hat, Strom- und Spannungsmessungen höherer Frequenzen auf Gleichstrom- und Gleichspannungsmessungen mit hochempfindlichen Drehspulinstrumenten zurückzuführen.

Ein großer Fortschritt war daher die Nutzbarmachung des bereits 1874 von Professor Ferdinand Braun in Straßburg entdeckten Gleichrichtereffektes von Metall-Halbmetall-Kombinationen. Lange stand man diesen sogenannten Trockengleichrichtern wegen ihrer schlechten Konstanz und ihrer Temperaturabhängigkeit sehr skeptisch gegenüber. Der langjährigen Forschungsarbeit einiger weniger Wissenschaftler und Techniker, die die zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten des Trockengleichrichters früh erkannten, verdanken wir heute die Unterlagen, die eine industrielle Herstellung von Trockengleichrichtern hoher Konstanz ermöglichen. Zahlreiche eingehende Untersuchungen ergaben auch die für den Entwurf geeigneter Temperatur- und Frequenzentzerrungsschaltungen notwendigen Gesichtspunkte. Obwohl die Trockengleichrichtung bereits in den Tonfrequenzmeßgeräten vieler Firmen angewandt wird, bleibt noch manche Frage, wie z. B. die nach der Ursache der Sperrwirkung, offen.

Zweck dieser Arbeit soll es nunmehr sein, einen Einblick in die Theorie des Trockengleichrichters sowie seiner Anwendungsmöglichkeiten für Messungen im Tonfrequenzgebiet zu geben.

Theorie des Gleichrichters

Einen Gleichrichtereffekt erhält man bekanntlich, wenn man an ein Schaltelement mit gekrümmter, zum Arbeitspunkt unsymmetrisch liegender Charakteristik eine Wechselspannung legt [1]). Abb. 1 soll diesen Vorgang veranschau-

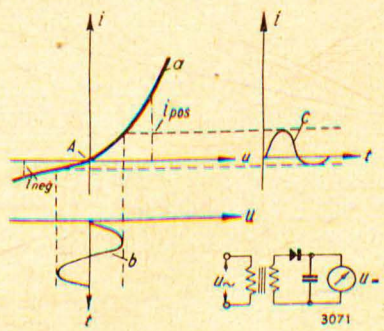


Abb. 1. Statische Kennlinie und Schaltschema eines Gleichrichters

lichen. Kurve a sei die statische Kennlinie irgendeines Gleichrichters. Man erhält sie, indem man die zu verschiedenen Gleichspannungen zugehörigen Ströme mißt

[1]) Vgl. „Funk" 1934, Heft 35, Seite 637.

und sie in Abhängigkeit von den angelegten Spannungen aufträgt. Man sieht, daß die Gleichrichterbedingung erfüllt ist, denn 1. ist die Linie gekrümmt und 2. liegt sie unsymmetrisch zu dem, z. B. im Schnitt der Koordinatenachsen angenommenen, Arbeitspunkt *A*. Eine Wechselspannung (Kurve b), die wir an den Gleichrichter legen, bewirkt einen durch den äußeren Stromkreis fließenden Strom der in Abb. 1 gezeichneten, verzerrten Kurvenform (Kurve c). Die Verzerrung ist durch die für jeden Augenblickswert der Wechselspannung verschiedene Steilheit der Kennlinie begründet. Der zeitliche Mittelwert des Stromes ist bei der positiven Halbwelle offensichtlich größer als bei der negativen. In einem im Stromkreis liegenden, hochohmigen Drehspulinstrument wird also ein dem resultierenden zeitlichen Mittelwert des Stromes entsprechender Gleichspannungsabfall u_- erzeugt. Das Drehspulinstrument zeigt einen Ausschlag, der mit der Wechselspannungsamplitude nach Maßgabe der Kennlinie wächst und demnach ein Maß für die Wechselspannung $u_\sim$ ist. Der Wirkungsgrad der Anordnung ist dabei gekennzeichnet durch das Verhältnis der zu den gleichen positiven und negativen Gleichspannungen gehörenden Ströme $i_{pos} : i_{neg}$ (s. Abb. 1).

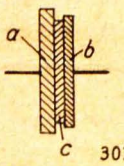


Abb. 2. Schematische Darstellung einer Gleichrichter-Zelle im Schnitt

Wenden wir uns nach diesen allgemeinen Betrachtungen dem Trockengleichrichter zu. Abb. 2 zeigt die Zelle eines solchen Gleichrichters im Schnitt. Umfangreiche Untersuchungen haben ergeben, daß Gleichrichterwirkungen zwischen Metall-Halbmetall-Kombinationen auftreten. Es sind auch schon Gleichrichtereffekte zwischen Halbmetallen untereinander beobachtet worden; zwischen zwei sauberen Metallen dagegen treten Erscheinungen dieser Art nicht auf. In Abb. 2 soll *a* ein Metall, z. B. Kupfer, sein, *c* ein Halbmetall, z. B. Kupferoxydul, und *b* stellt eine an ihrer Berührungsfläche mit Graphit überzogene Gegenelektrode aus beliebigem Metall dar.

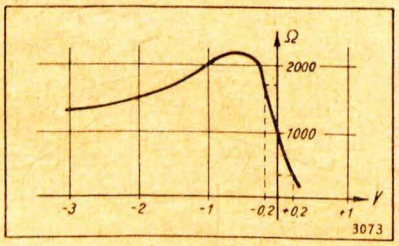


Abb. 3. Widerstandskurve eines Gleichrichters

Legt man nach Abb. 1 eine Wechselspannung an Kupfer und Gegenelektrode, dann läßt sich zwischen Kupfer und Kupferoxydul ein Sperr- bzw. Gleichrichtereffekt dahingehend beobachten, daß die Elektronen leichter vom besseren Leiter (Kupfer) zum schlechteren (Kupferoxydul) übertreten, als umgekehrt. Der Widerstand der Anordnung ist also größer, wenn der positive Pol der Spannungsquelle am Kupfer liegt. Man unterscheidet demnach eine Sperrichtung und eine Flußrichtung. Abb. 3 zeigt die Abhängigkeit des Widerstandes von der angelegten Spannung. Es beträgt bei der in der Abbildung gekennzeichneten Zelle z. B. der Widerstand für + 0,2 Volt 350 Ohm, für — 0,2 Volt dagegen 1700 Ohm, also etwa 5mal soviel. Den verschiedenen Widerständen entsprechend fließen natürlich auch verschiedene Ströme (Abb. 4). Aus der Ungleichheit der Widerstände bei verschiedenen Vorzeichen der Spannung ergibt sich die Kennlinie $i = f(u)$ der Zelle. Diese Kennlinie zeigt in weitgehendem Maße die zur Gleichrichtung erforderlichen Eigenschaften. Da der Knick in der Nähe des Nullpunktes am schärfsten ist, wird man diesen im allgemeinen als Arbeitspunkt wählen, also ohne Hilfsspannung arbeiten.

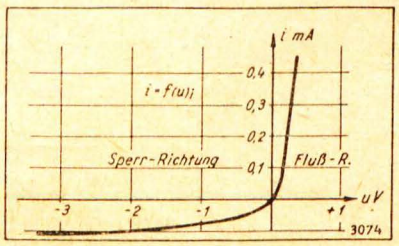


Abb. 4. Kennlinie eines Trockengleichrichters

Eine ähnliche Kennlinie erhält man bei einer Kombination von Eisen — Selen — Gegenelektrode (Abb. 5a und b). Von den vielen untersuchten Stoffen zeigen die Kupferoxydul- und die Selengleichrichter die besten Eigenschaften.

Wie oben gezeigt wurde, stellen diese Gleichrichter sämtlich einen Widerstand dar, der nicht linear arbeitet, sondern durch seine Spannungsabhängigkeit die gleichrichtende bzw. sperrende Wirkung hervorbringt. Genaue Potentialmessungen [2]) an besonders präparierten Zellen haben u. a. folgende Resultate ergeben: 1. Im Kupferoxydul herrscht eine absolut lineare Beziehung zwischen

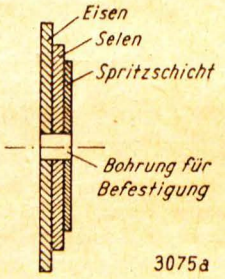


Abb. 5a. Selengleichrichterzelle im Schnitt

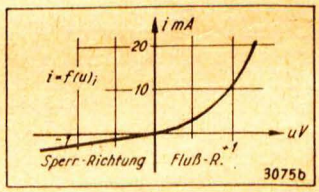


Abb. 5b. Charakteristik eines Selengleichrichters

Strom und Spannung. Im Kupferoxydul selbst tritt also keine Sperrwirkung auf. 2. Zwischen Metall und Halbmetall kann eine Schicht angenommen werden, deren Widerstand von der Spannung und der Stromrichtung abhängig ist.

Die letztgenannte Schicht bezeichnet man mit Sperrschicht. In ihr tritt also die gleichrichtende bzw. sperrende Wirkung auf. Über die Natur dieser Schicht ist man noch nicht genau orientiert, doch scheint es sich nach den Untersuchungen von Schottky, Störmer und Waibel [2]) weniger um einen durch die chemische Beschaffenheit der Halbmetalloberfläche bedingten Effekt zu handeln, als um mehr

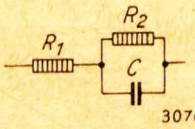


Abb. 6. Ersatzschema eines Trockengleichrichters

physikalische Ursachen, besonders um die Art eines metallisch sauberen Kontaktes mit einer kristallographisch unverletzten Oberfläche. Da man die Sperrschicht als Dielektrikum auffassen kann, erklärt sich auch die zwischen Metall und Halbmetall meßbare Kapazität, die ebenfalls

[2]) Schottky, Störmer, Waibel, Ztschr. f. Techn. Phys. 1931, 162 ff.

spannungsabhängig ist. Sie liegt in der Größenordnung von 0,002 bis 0,06 µF. Kennt man die Kapazität, dann läßt sich auch der durch die Sperrschicht gebildete Abstand Metall — Halbmetall bestimmen. Damit hat man die Dicke der Sperrschicht; sie beträgt etwa 10^{-6} cm. Wie oben bereits angedeutet wurde, ist damit noch nichts darüber gesagt, ob man sich die Sperrschicht materiell vorstellen soll oder ob sie z. B. nur durch eine Raumladung gebildet wird.

Aus diesen Betrachtungen können wir uns jetzt ein Bild machen, wie ein Trockengleichrichter schaltungsmäßig zu behandeln ist. Abb. 6 zeigt seine Ersatzschaltung. Hierin ist R_1 der rein ohmsche Widerstand des Halbmetalls, R_2 der spannungsabhängige Widerstand der Sperrschicht und C die Kapazität der Sperrschicht. C und R_2 liegen schaltungsgemäß parallel, R_1 ist der Anordnung vorgeschaltet.

Herstellungsverfahren

Die Firmen, die sich mit der Herstellung von Trockengleichrichtern befassen, haben meist ihre bestimmten, sich aus den langjährigen Erfahrungen ergebenden Herstellungsverfahren. Es kann daher hier nur ganz allgemein der Werdegang eines Trockengleichrichters angedeutet werden.

Durch Glühen einer Kupferplatte bei hoher Temperatur in Luft oder Sauerstoff erhält man einen Überzug von Kupferoxydul. Man schreckt nun ab und erwärmt zur Beseitigung der Feuchtigkeit längere Zeit auf einige 100 Grad. Die Gegenelektrode, die z. B. auch aus Kupfer besteht, wird aufgestäubt. Damit nun zwischen Gegenelektrode und Kupferoxydul kein der beabsichtigten Sperrichtung entgegengerichteter Sperreffekt auftritt, kann man als Gegenelektrode einen Anstrich von kolloidalem Graphit verwenden. Durch das erwähnte Aufstäuben der Gegenelektrode erreicht man weitgehende Unabhängigkeit des Kontaktes vom Druck. Eine künstliche Alterung der Zellen erhöht deren Konstanz.

Zur Herstellung von Selengleichrichtern wird eine Selenschicht auf vernickeltes Eisen aufgebracht. Als Gegenelektrode dient hier eine aufgespritzte Speziallegierung.

Meßschaltungen

Für den Entwurf von Meßschaltungen gilt in erster Linie folgender Gesichtspunkt: Wechselstromkreis und Gleichstromkreis sind voneinander zu trennen. Führt man nämlich diese Trennung nicht durch, dann ergibt sich für den Fall, daß der Wechselstromkreis eine Kapazität enthält, kein Ausschlag am Drehspulinstrument, da der Kondensator ja für Gleichstrom einen unendlich hohen Widerstand hat. Die Gleichstromwiderstände des äußeren

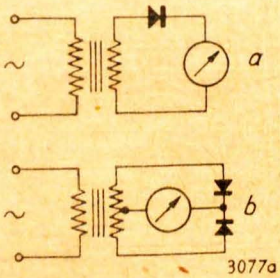


Abb. 7a und b. a = Einwegschaltung, b = Gegentaktschaltung

Kreises beeinflussen also die Höhe des gleichgerichteten Stromes. Eine weitere Forderung ist die, daß das Drehspulinstrument die gesamte Gleichstromleistung aufnehmen kann, die der Gleichrichter abgibt. Neben der Einweg- und der Gegentaktschaltung, zu deren Verwendung für Meßzwecke ein Transformator nötig ist, hat sich besonders die sogenannte Graetzschaltung bewährt (Abb. 7 c und d). Im folgenden soll daher auf ihre Wirkungsweise näher eingegangen werden.

Wie Abb. 7 c und d zeigen, besteht die Graetzschaltung aus einer sinnreichen Zusammenschaltung von vier Gleichrichterelementen. Bekanntlich strömen die Elektronen immer von Punkten niedrigen Potentials nach Punkten höheren Potentials. Abb. 7 c zeigt den Elektronenfluß für die Dauer einer halben Periode. Während dieser Zeit sei Klemme s positiv gegen Klemme t. Die Elektronen strömen also in der durch Pfeile angedeuteten Richtung. In Zelle 1 müßten sie vom Halbleiter zum Leiter übertreten. Da für diesen Fall — wie oben beschrieben — der Widerstand der Sperrschicht sehr groß ist, fließt nur ein vernachlässigbar kleiner Strom hindurch. Zelle 2 dagegen bietet keinen

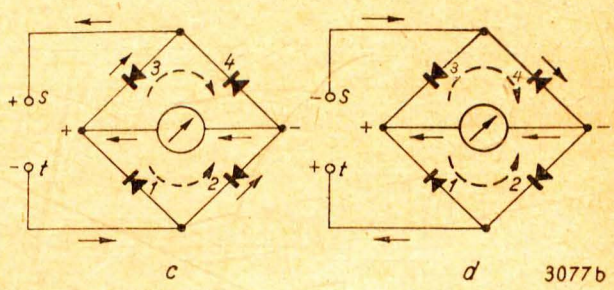


Abb. 7c und d. Wirkungsweise der Graetzschaltung

wesentlichen Widerstand, da hier die Elektronen vom Leiter zum Halbleiter übertreten können. Der größere Teil fließt also in Pfeilrichtung. Der Widerstand durch Zelle 4 ist wiederum wesentlich größer als derjenige von Drehspulinstrument und Zelle 3. Der Stromkreis schließt sich. Für die folgende Halbwelle gilt die in Abb. 7 d gezeichnete Flußrichtung der Elektronen. Wie man sieht, bleibt diese für das Instrument trotz Umkehr der Richtung des Potentialgefälles die gleiche. Das Drehspulinstrument zeigt einen der Größe des Wechselstromes entsprechenden Ausschlag. Der Gleichstromkreis schließt sich symmetrisch über beide Zweige der Schaltung in der gestrichelt gezeichneten Richtung.

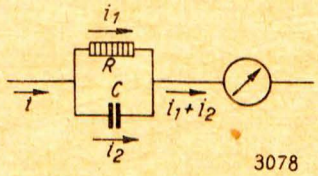


Abb. 8. Einfluß der Kapazität des Gleichrichters.

Der große Vorteil der Graetzschaltung anderen Anordnungen gegenüber ist der der völligen Symmetrie. Das macht sich besonders bei verzerrten Wechselstromkurven angenehm bemerkbar.

Eine Tatsache haben wir beim Entwurf dieser Meßschaltung noch nicht berücksichtigt, nämlich die, daß die Gleichrichterzelle eine beachtliche Kapazität besitzt. Die Wirkung dieser Kapazität und ihren Einfluß auf das Meßergebnis wollen wir uns an der vereinfachten Meßschaltung nach Abb. 8 klar machen. Diese kann als ein Zweig der Graetzschaltung aufgefaßt werden. C soll hier wiederum die Sperrschichtkapazität ersetzen, während der spannungsabhängige Widerstand durch R dargestellt ist. Der zu messende Wechselstrom i verteilt sich im Gleichrichter auf zwei Wege. Der erste führt durch die Sperrschicht mit dem Widerstand R, der zweite durch den Kondensator C. Bei steigender Frequenz nimmt der Wechselstromwiderstand des Kondensators ab, gemäß der Formel:

$$k = 1/\omega C; \qquad \omega = 2\pi f.$$

Je höher also die Frequenz des gemessenen Wechselstromes, desto größer wird i_2 auf Kosten von i_1. C bildet einen Wechselstromnebenschluß. Nun trägt aber der kapazitiv durch die Zelle fließende Strom keineswegs zur Gleichrichtung bei, verursacht also auch keinen Ausschlag.

Nur der Stromanteil i_1, der durch die Sperrschicht fließt, erfährt eine Gleichrichtung. Damit wird unsere vom Instrument angezeigte Gleichstromkomponente nicht mehr proportional i sein, sondern nur dem mit wachsender Frequenz kleiner werdenden $i_1 = i - i_2$; das Instrument hat einen „Frequenzgang", denn wir erhalten trotz gleicher Wechselstromamplitude i einen mit steigender Frequenz fallenden Ausschlag. Der Fehler ist demnach negativ und errechnet sich aus dem Schaltbild zu: Gesamter Wechselstromwiderstand der Zelle: Wechselstromwiderstand der Sperrkapazität.

$$F = \frac{\frac{R/\omega C}{R + 1/\omega C}}{\frac{1/\omega C}{}} = \frac{R}{R + 1/\omega C}\ 100\ \%.$$

Nehmen wir eine Zelle mit der Kapazität $C = 0{,}02\ \mu F$ und dem Sperrwiderstand $R = 150$ Ohm an, dann zeigt Abb. 9 den Frequenzfehler des Trockengleichrichters.

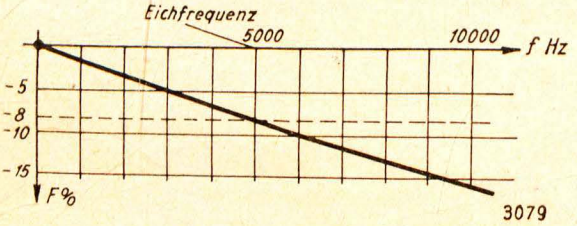


Abb. 9. Frequenzgang eines Trockengleichrichters

Kann ein maximaler Fehler von 8 % bei einem Frequenzbereich von 20 bis 10 000 Hz noch zugelassen werden, dann kommt man ohne besondere Frequenzkompensation aus, indem man bei etwa 5000 Hz eicht. Der größte Fehler ist dann bei niedriger Frequenz und bei 10 000 Hz + bzw. — 8 %. Ist aber die Kapazität des Gleichrichters größer als die angenommene, oder will man eine geringere Frequenzabhängigkeit erreichen, dann muß eine Korrekturschaltung eingeführt werden.

Zur Frequenzentzerrung stehen uns zwei Mittel zur Verfügung [3]):

1. Abb. 10 a zeigt eine Schaltung für Tonfrequenz-Spannungsmessung mit Einweggleichrichtung. R_{v1} stellt einen Vorschaltwiderstand zur Vergrößerung des Meß-

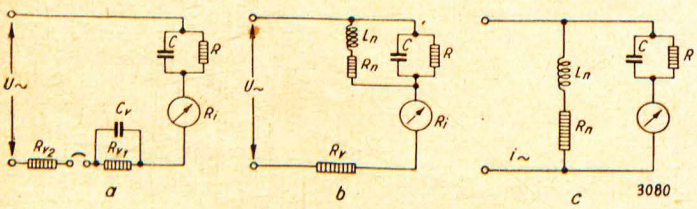


Abb. 10. Schaltungen zur Frequenzentzerrung

bereiches dar. Den Ausgleich des negativen Fehlers übernimmt im wesentlichen der Kondensator C_v. Nimmt bei wachsender Frequenz der Widerstand von C ab, dann würde, wie oben erwähnt, die Anzeige des Instrumentes sinken. Gleichzeitig nimmt aber auch der Widerstand von C_v ab; der Strom steigt. Dieser Stromzuwachs verteilt sich nun wieder nach Maßgabe der Widerstände von C und R auf die beiden Zweige. Es fließt dann auch durch R ein größerer Strom. Bei geeigneter Bemessung der Kapazität von C_v kann man den durch R fließenden Stromanteil so groß machen, daß die Stromableitung durch C ausgeglichen wird. Das trifft zu, wenn die Beziehung

$$C_v/C = R_{v1}/R,$$

deren Sinn man leicht einsieht, erfüllt ist. Genau genommen muß der Widerstand der Drehspule noch durch Vorschaltung eines entsprechenden Widerstandes R_{v_2} mit

[3]) Hormann, Ztschr. f. Techn. Phys. 1931 S. 222 ff.

der Größe

$$R_{v2}/R_i = R_{v1}/R$$

berücksichtigt werden, damit die Nachbildung analog ist. Der für Änderungen des Spannungsbereiches zuständige Vorschaltwiderstand beträgt dann:

$$R_v = R_{v1} + R_{v2}.$$

2. Die zweite Möglichkeit der Entzerrung besteht darin, daß man durch eine parallelgeschaltete Induktivität dafür sorgt, daß der Widerstandsverlust bei wachsender Frequenz, der durch $1/\omega C$ gegeben ist, dadurch ausgeglichen wird, daß der Nebenschluß entsprechend ωL_n größeren Widerstand aufweist. Es tritt also eine Stromzunahme im Gleichrichterzweig auf, die den durch C abfließenden Strom gewissermaßen ersetzt (Abb. 10 b). Diese Methode eignet sich besonders auch für Strommessungen (Abb. 10 c). Die Größe von R_n richtet sich hierbei nach dem beabsichtigten Strombereich.

Eine weitere Quelle von Meßfehlern liegt in der Temperaturabhängigkeit der Trockengleichrichter. Der negative Temperaturkoeffizient der gleichgerichteten Substanz im Trockengleichrichter verursacht bei zunehmender Temperatur einen durch Abnahme des Widerstandes begründeten zu großen Ausschlag am angeschlossenen Instrument. Es beträgt z. B. bei einem Selengleichrichter der Widerstand bei + 40° C nur noch etwa 88 % des Widerstandes bei + 20° C. Bei 0° C dagegen ist er um 13 % größer. Die Beziehung zwischen Temperatur und Widerstand ist zwar nicht völlig linear, doch kann man den Fehler mittels eines dem Gleichrichter wechselstromseitig vorgeschalteten Widerstandes mit linearer, positiver Temperaturcharakteristik ziemlich klein halten. Man bemißt diesen Widerstand so, daß bei zunehmender Temperatur seine Widerstandszunahme ungefähr gleich dem Widerstandsverlust des Trockengleichrichters ist. Das ist annähernd der Fall, wenn man R_v 0,3- bis 0,4mal so groß macht wie R [4]).

Sollten diese Ausführungen Veranlassung zum Bau eines Tonfrequenzmeßinstrumentes mit Trockengleichrichter sein, so würde ich einen genauen Abgleich der Widerstände — auch für die Frequenzentzerrung — an Hand von Messungen empfehlen. Die genannten Werte können wegen der Verschiedenheit der handelsüblichen Meßgleichrichter nur Anhaltspunkte sein.

Anwendung des Trockengleichrichters

Die Anwendungsmöglichkeiten für Trockengleichrichter in der Meßtechnik sind sehr groß. Die Industrie baut schon seit Jahren hochwertige Tonfrequenz-Strom- und Spannungsmesser, die bereits Ströme von etwa 0,5 mA und Spannungen von 50 mV zuverlässig anzeigen. Die Meßgenauigkeit liegt dabei zwischen + und — 3 bis 4 %. Die bevorzugte Schaltung ist hierbei die Graetzschaltung.

In Richtspannungszeigern wird die verstärkte Wechselspannung mittels Trockengleichrichtern in Gegentaktschaltung an hochempfindlichen Galvanometern nachgewiesen. Bei Dämpfungsmessungen legt man z. B. an den Eingang des zu messenden Vierpols eine Normalspannung an und läßt die Ausgangs-Wechselspannung über eine Graetzschaltung von Trockengleichrichtern auf ein Drehspulinstrument wirken. Dieses kann dabei direkt in Neper geeicht werden.

In transportablen Geräten ersetzt der Trockengleichrichter oft den Röhrengleichrichter, wodurch das betreffende Gerät meist unabhängig von Hilfsspannungen und wesentlich unempfindlicher gegen mechanische Einflüsse wird. Eine weitere erfolgreiche Einführung der Trockengleichrichter in die Meßtechnik dürfte nach den bisherigen guten Erfahrungen zu erwarten sein. *Zeichnungen vom Verfasser*

[4]) Können die Messungen immer in Zimmertemperatur (15 bis 25° C) vorgenommen werden, dann ist m. E. in vielen Fällen eine Temperaturkompensation überflüssig, da der Fehler nur maximal + bzw. — 3 % beträgt.

Eichbarer Einkreis-Allstromempfänger mit 55-Volt-Röhren

Von

Walter Stockhusen

Einkreisempfänger lassen sich mit genügender Genauigkeit in ihrer Senderskala eichen, wenn stets dieselbe Antenne benutzt und eine unveränderliche Antennenkopplung angewandt wird. Eine solche unveränderliche Ankopplung ergibt jedoch im unteren Rundfunkwellenbereich eine zu geringe Trennschärfe, wenn im oberen Teil dieses Bereiches noch eine ausreichende Lautstärke erzielt werden soll. Die Antennenkopplung muß also zwangsläufig mit der Bedienung des Abstimmkondensators geändert werden. Einige Bauanleitungen, die diese Forderung berücksichtigen, sind schon veröffentlicht worden; darin wurden jedoch vorwiegend Anordnungen mit beweglichen Spulen gebracht, die nicht immer einfach nachzubauen waren. Da der Einkreisempfänger gerade wegen seines einfachen Nachbaues und der geringen Anschaffungskosten immer noch zu den verbreitetsten Selbstbau-Empfängern gehört, wollen wir hier einen solchen beschreiben, der neben den Vorzug der Eichfähigkeit noch den des sparsamen Allstrombetriebs besitzt.

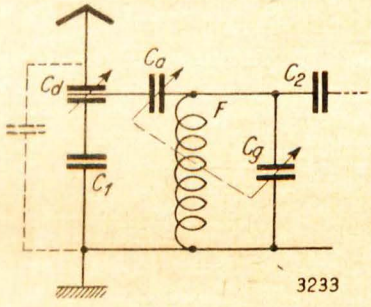


Abb. 1. Eingangsschaltung des Einkreis-Empfängers

Da die Eingangsschaltung dieses Empfängers sich ohne weiteres auch für Batteriebetrieb oder nur Wechsel- bzw. Gleichstromröhren eignet und auch ein Umbau vorhandener Geräte nach der hier behandelten Schaltung ohne Schwierigkeiten möglich ist, sei zunächst diese Eingangsschaltung kurz beschrieben. Die Antenne wird kapazitiv angekoppelt; die Abb. 1 gibt dazu das Prinzipschema.

Die kapazitive Ankopplung mit einem Blockkondensator ist auch bei Zweikreisempfängern vielfach angewandt worden. Bekanntlich weist jedoch eine feste Kapazität für die obere Grenz-Wellenlänge des Mittelwellenbereiches etwa den dreifachen Hochfrequenzwiderstand auf, wie für die untere Grenz-Wellenlänge dieses Bereiches. Um nun einen ungefähr gleichbleibenden Ankopplungswiderstand zu erhalten, ist man (auch bei einigen Industriegeräten) dazu übergegangen, für die Ankopplungskapazität einen kleinen Drehkondensator einzusetzen und diesen derart mit dem Abstimmkondensator zu kuppeln, daß in beiden gleichlaufend eine Kapazitätszunahme bzw. -abnahme bewirkt wird.

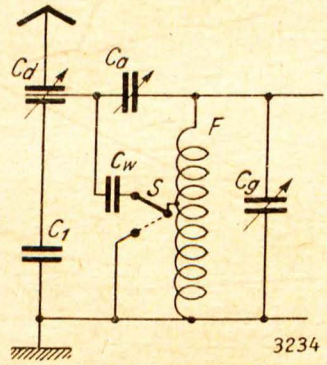


Abb. 2. Zuschaltung einer Kopplungskapazität C_w beim Übergang auf den Langwellenbereich

Die zahlreichen Großsender lassen eine Lautstärkeregelung selbst bei einem Einkreisempfänger erforderlich erscheinen, und die Regelung schon der Hochfrequenzenergie ist auch hier die beste. Eine besonders frequenzunabhängige Regelung könnte mit einem Ohmschen Spannungsteiler er-

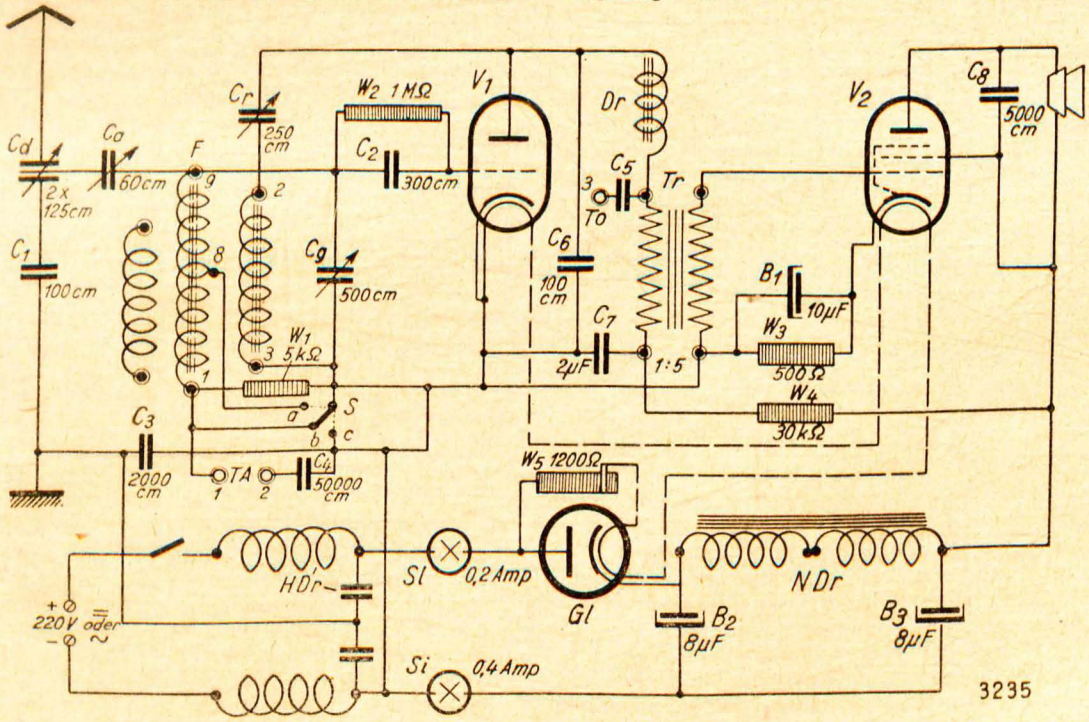


Abb. 3. Gesamtschaltung des Zweiröhren-Allstromempfängers

reicht werden; der dann aber in wechselnder Größe zwischen dem Ankopplungskondensator C_a und der Erdleitung liegende Ohmsche Widerstand würde die Trennschärfe des mit Hochfrequenz-Eisenkernen und einem verlustarmen Luftdrehkondensator so sorgfältig aufgebauten Abstimmkreises wieder unerwünscht herabsetzen, weil ja der erwähnte Ohmsche Widerstand dem Abstimmkreis über C_a parallelgeschaltet wäre. Wird dagegen, wie in den Abb. 1 bis 3 vorgeschlagen, zur Lautstärkeregelung ein Differential-Drehkondensator benutzt, so geht dessen Teilkapazität, die ebenfalls in verschiedener Größe zwischen C_a und Minusleitung liegen kann, mit in die Abstimmkapazität des Audiongitterkreises ein, ohne dessen Trennschärfe wesentlich zu beeinflussen. Eine hinderliche Verstimmung des Abstimmkreises durch die je nach dem Grad der Lautstärkeregelung verschieden große Teilkapazität des C_a macht sich aus zwei Gründen kaum bemerkbar; erstens, weil die verhältnismäßig kleine Kapazität C_a mit der Teilkapazität von C_a im Hinblick auf C_g hintereinandergeschaltet ist, und zweitens, weil der Differential-Drehkondensator einen gewissen Ausgleich mit der Eigenkapazität der Antenne bewirkt. Zur Verdeutlichung ist deshalb die Antennenkapazität in Abb. 1 gestrichelt eingezeichnet. Die Eigenkapazität der Antennen ist allerdings verschieden groß, und um hierfür eine Ausgleichsmöglichkeit zu bieten, ist der Blockkondensator C_1 noch zwischengeschaltet worden; er kann 100 bis 500 cm groß sein. Die übrigen sich als günstig erwiesenen Werte der Eingangsschaltung sind in Abb. 3 eingetragen.

Für den Langwellenempfang kann die Schaltung nach Abb. 1 noch einen kleinen Nachteil ergeben, weil ja die Ankopplungskapazität auch mit der Wellenbereich-Umschaltung zunehmen müßte. Dies kann nach Abb. 2 gleichzeitig mit dem Umschalter erreicht werden, wenn dafür ein einfacher Stufenschalter eingesetzt wird. Damit kann dann ein zusätzlicher Kopplungskondensator C_w direkt an die Langwellenspule gelegt werden, wenn auf diesen Bereich umgeschaltet wird. C_w kann 50 bis 100 cm groß sein. Diese Art der Umschaltung kann besonders für den Empfang des Deutschlandsenders im südlichen und östlichen Reichsgebiet nützlich sein; in Mittel- und Norddeutschland ist sie dagegen hierfür kaum erforderlich.

Das vollständige Schaltbild für einen Allstromempfänger mit der beschriebenen Eingangsschaltung zeigt Abb. 3. Hierbei wird durch die Anwendung der neuen 55-Volt-Röhren der V-Reihe ein sehr geringer Leistungsverbrauch erzielt, der nur etwa 16 Watt beträgt und damit z. B. nur ¼ des Stromverbrauchs eines normalen Gleichstromempfängers erreicht. Die Betriebskosten-Ersparnis gegenüber anderen Empfängern ist leicht aus den verschiedenen Leistungs- und Stromtariftafeln, die in der „Funktechnischen Kartei" veröffentlicht wurden, zu ersehen.

Um bei diesem Einkreisempfänger eine genügend große Empfindlichkeit zu erzielen, wurde Gittergleichrichtung angewandt. Die Fünfpol-Endröhre V_2 wird in bekannter Weise transformatorisch angekoppelt, wobei die Hochfrequenzeisen-Drossel Dr das Eindringen schädlicher Hochfrequenz in die Niederfrequenzstufe verhindern soll. Am Widerstand W_3 wird die erforderliche Gittervorspannung für die Endröhre abgegriffen. Um dabei auch für die tieferen Frequenzen keine Schwierigkeiten zu bereiten, wurde mit B_1 ein großer Elektrolytblock zur Überbrückung von W_3 vorgesehen.

Die Anschaltung eines Tonabnehmers ist beim Allstromempfänger nicht ganz so einfach wie beim Wechselstromempfänger. Vielfach wird dafür ein Spezialtransformator eingebaut; da dieser jedoch noch nicht im Handel erhältlich ist, gibt Abb. 3 eine Anordnung wieder, die sich gut bewährt hat und sich ohne erhebliche Mehrkosten ausführen läßt. Sie leistet ebenfalls der Forderung Genüge, daß beim Allstrombetrieb die Tonabnehmerbuchsen zur Sicherheit in keiner leitenden Verbindung mit dem Netzstromkreis des Empfängers stehen dürfen. Für die Verstärkung der von der Schallplatte abgenommenen Schwingungen können nach Wahl beide Röhren oder auch die Endröhre allein benutzt werden. Es hat sich nämlich gezeigt, daß auch bei Anwendung der normalen Tonabnehmer manche Schallplatten schon mit der Endröhre allein in ausreichender Lautstärke wiedergegeben werden können. Soll nur die Endröhre wirksam werden, so wird der Tonabnehmer an die Buchsen 2 und 3 angeschlossen, der Niederfrequenztransformator wird also mitbenutzt. Die Blockkondensatoren C_4 und C_5 sorgen dabei für die geforderte elektrische Trennung vom Lichtnetz.

Die Anschaltung eines Tonabnehmers an die erste Röhre erscheint etwas ungewöhnlich; in dieser Weise konnte jedoch eine besonders störungsfreie Schallplattenwiedergabe erzielt werden, weil das Steuergitter der Eingangsröhre nicht wie sonst üblich eine besondere Zuleitung für den Tonabnehmeranschluß besitzt. Die Tonschwingungen werden im Gegenteil dem Gitter über die Abstimmspule zugeleitet. Der Widerstand W_2 hat sich dabei nicht als schädlich erwiesen (größere Hochohmwiderstände werden ja oft zur Entkopplung vor das Gitter von Niederfrequenzröhren gelegt). Um den Gitterkreis auch beim falschen Schalten nicht ganz zu öffnen, liegt der Widerstand W_1 parallel zu den Tonabnehmerbuchsen. Beim Rundfunkempfang wird dieser Widerstand durch den Wellenbereichschalter S kurzgeschlossen. Soll Schallplattenmusik wiedergegeben werden, so wird der einfache Stufenschalter S auf Kontakt c geschaltet; damit ergibt sich als weiterer Vorteil, daß der Tonabnehmer auch beim Rundfunkempfang angeschlossen bleiben und von der Frontplatte des Gerätes leicht eingeschaltet werden kann. Ist beabsichtigt, den Tonabnehmer ständig am Empfänger zu belassen, so ist ein gleicher Blockkondensator wie C_4 vor die Buchse TA_1 zu schalten.

Soll auch die oben beschriebene Umschaltung des Ankopplungskondensators für den Langwellenempfang angewandt werden, so ist dafür ein besonderer kleiner Schalter einzubauen, oder es ist für S ein passender Mehrfachschalter (Nockenschalter) zu verwenden. Die manchmal beschriebene Schwierigkeit einer Schallplattenwiedergabe mit Allstromgeräten, insbesondere bei Betrieb mit Wechselstrom, hat sich bei der hier vorgeschlagenen Schaltung nicht ergeben; jedenfalls solange nicht, als nicht längere Zuleitungen vom Tonabnehmer benutzt wurden, wie an diesen meistens schon vorhandenen (also etwa 2 m).

Die Abschirmung der Tonabnehmerzuleitung ist dabei mit an die Buchse TA_2 zu legen.

Der Netzanschlußteil dieses Gerätes ist verhältnismäßig einfach aufgebaut, sogar einfacher, als der eines normalen Wechselstromempfängers. Die Hochfrequenz-Drossel HDr soll in Verbindung mit den beiden zugehörigen Überbrückungskondensatoren das Eindringen von Hochfrequenzstörungen aus dem Lichtnetz verhindern, ebenso das Eindringen irgendeiner Sendeenergie aus dem Netz, um nicht die Eingangsschaltung unwirksam werden zu lassen. Si und Sl sind kleine Sicherungen, wovon Sl gleichzeitig zur Skalenbeleuchtung benutzt werden kann. Eine indirekt geheizte Gleichrichterröhre dient zur Gleichrichtung bei Anschluß an Wechselstrom. Es ist auch bei Anschluß an Gleichstrom vorteilhaft, die Gleichrichterröhre im Apparat zu belassen, weil dann unbedenklich für die Beruhigungsblockkondensatoren des Netzteiles größere Elektrolytblocks verwendet werden können.

Der Heizstromkreis ist in Abb. 3 zunächst ohne Spannungsumschaltung vorgeschlagen, weil sich so ein besonders leichter Nachbau ergibt und man das Gerät ohne jegliche Umschaltung an Wechsel- oder Gleichstromnetze von 220 Volt anschließen kann. Gerade die Spannungsumschaltung bei Allstromgeräten hat manchem Bastler zunächst Schwierigkeiten bereitet und zuweilen zu Mißerfolgen geführt, weil hier mit besonderer Aufmerksamkeit gearbeitet werden muß.

Wird nämlich beim Spannungsumschalter etwas verschaltet, so kann u. U. dabei ein Satz Röhren verlorengehen. Es sei deswegen vorgeschlagen, erst den Empfänger nach Abb. 3 zu schalten (wenn es die betr. Netzspannungsverhältnisse erlauben), und den Spannungsumschalter erst dann einzubauen, wenn der Empfänger im übrigen einwandfrei arbeitet.

Nach Einbau des Spannungsumschalters gemäß Abb. 4 kann der Empfänger durch einfache, aber achtsame Bedienung des Schalters *SU* an Gleich- oder Wechselspannungsnetze von 110 bis 240 Volt angeschlossen werden. Bei Spannungen bis herab zu 150 V bleiben alle drei Heizfäden der beiden Empfangs- und der Gleichrichterröhre hintereinandergeschaltet. Bei 240 Volt Netzspannung wird ein Drahtwiderstand (W_5) von 1500 Ohm vorgeschaltet; von diesem Widerstand bleiben bei 220 Volt nur 1100 Ohm eingeschaltet. Ohne Vorschaltwiderstand arbeitet das Gerät bei 150 V; die geringe Unterspannung, mit der die Heizfäden dann beheizt werden, ist gerade noch erträglich. Spannungen von 110 und 125 V erfordern eine Parallelschaltung der beiden Empfängerröhren einerseits und der Gleichrichterröhre mit Vorwiderstand andererseits. Bei 125 Volt erhalten auch die Empfängerröhren mit W_6 noch einen Begrenzungswiderstand von 150 Ohm, der auch noch mit für die Gleichrichterröhre wirksam wird. Als Vorwiderstand für *Gl* wird bei Spannungen von 125 und 110 V der ursprüngliche Gesamtwiderstand W_5 zur Anwendung gebracht. Für den Umschalter *SU* kann ein zweifacher Stufenschalter mit 2 × 5 Kontakten benutzt werden; dann ist aber unbedingt darauf zu achten, daß die beiden Schleifkontakte sicher voneinander und von der Schalterachse isoliert sind!

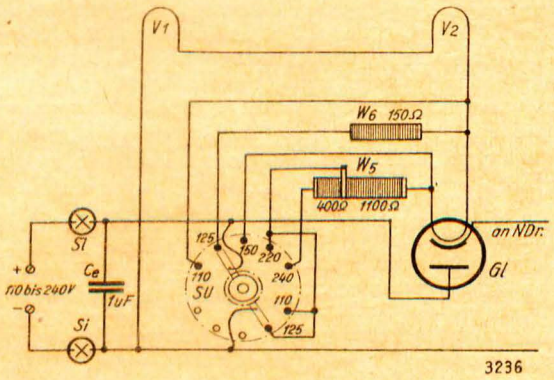


Abb. 4. Spannungsumschaltung

In Abb. 4 ist auch gezeigt, wie die Hochfrequenznetzdrossel durch einen Blockkondensator von etwa 1 µF ersetzt werden kann; ein solcher Ersatz kann allerdings nicht ganz die Aufgaben der Netzhochfrequenzdrossel erfüllen. Über die genaue Einstellung der Vorwiderstände sind im Abschnitt „Inbetriebnahme" noch nähere Angaben gemacht. Es sei hier aber nochmals auf die Notwendigkeit sorgfältiger und aufmerksamer Verdrahtung des Umschalters mit den zugehörigen Einzelteilen hingewiesen.

Für den praktischen Aufbau sind in den Abb. 5 bis 8 einige Vorschläge gemacht. Von der Wiedergabe eines ausführlichen Verdrahtungsplanes kann für diesen einfachen Empfänger Abstand genommen werden, um so mehr, als für solche Geräte oft vorhandene Einzelteile benutzt werden, die dann doch von den vorgeschriebenen abweichen würden. In diesem Sinne gilt die Einzelteil-Liste auch nur als Anhaltepunkt und zur Bekanntmachung mit den erforderlichen Werten. Die Verdrahtung ist ohne besondere Schwierigkeiten auszuführen; nur die Außenkontaktsockel der Röhren werden vielleicht etwas ungewohnt sein. Die Sockelschaltung der 55-Volt-Röhren ist daher in Abb. 8 mit besonderer Berücksichtigung des Heizstromkreises (bei Netzspannungen von 150 bis 220 Volt) wiedergegeben.

Für die Montageplatte kann 6-mm-Sperrholz oder 2-mm-Aluminium verwendet werden. Wer die erforderlichen Metallbearbeitungs-Werkzeuge nicht besitzt, wird ohne nennenswerten Nachteil Sperrholz benutzen können. Bei Verwendung von Aluminium besteht bei diesem Gerät neben der Wärmebeständigkeit vor allem der Vorteil, daß alle Minusleitungen durch die Metallplatte ersetzt werden. Um Blockkondensatoren usw. unter dem Empfangsgestell unterbringen zu können, ist es zweckmäßig, die seitlichen Stützbrettchen 6 cm breit zu wählen. Die vordere und rückwärtige Hartpapierleiste wird mit einigen Holzschrauben an den erwähnten Stützleisten befestigt. Die

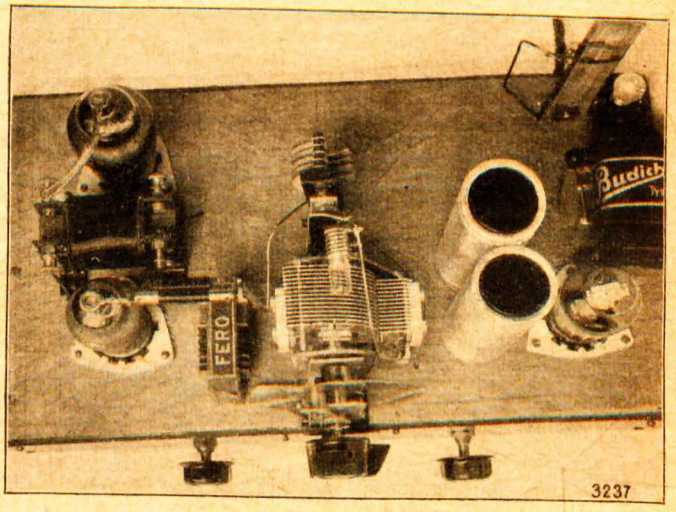


Abb. 5. Der sehr weiträumig aufgebaute Empfänger, von oben gesehen

drei Ausschnitte für die Röhrenfassungen sind mit 40 mm Durchmesser vor dem Zusammenfügen des Empfangsgestells aus der Montageplatte herauszusägen. Sämtliche Teile für den Netzanschluß werden vorteilhaft dicht zusammen an einem Ende des Empfangsgestells eingebaut, wie dies die Lichtbilder Abb. 5 bis 7 vorschlagen. Etwaige Störfelder des Netzteiles können dann auf den Empfangsteil keinen merklichen Einfluß mehr gewinnen, und das ganze Gerät erhält so eine schöne Übersichtlichkeit.

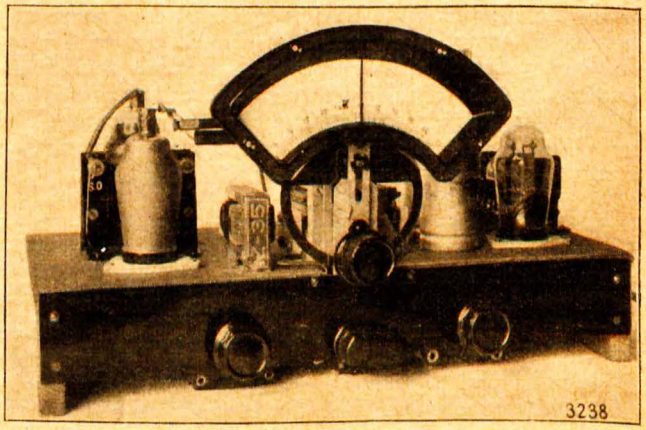


Abb. 6. Vorderansicht des Gerätes

Die praktische Ausführung der mitlaufenden Antennenkopplung zeigt besonders Abb. 5. Der kleine Kopplungskondensator C_a darf nicht mit einem Metallwinkel auf der Montageplatte befestigt werden, sondern hierfür ist ein Winkel aus Isoliermaterial anzufertigen. Sehr gut eignet sich dafür Trolitul, das zunächst mit den erforderlichen Bohrungen versehen wird und dann in einen Schraubstock

gespannt wird, worin es sich leicht biegen läßt, wenn die Biegekannte mit einem Lötkolben oder dergl. vorsichtig etwas erhitzt wird. Die Achse des Kondensators C_a ist dann mit einer Isolierkupplung fest mit der Achse des Abstimmkondensators C_g zu verbinden. Bei einigen Feinstellkondensatoren ist die Anfangskapazität so klein, daß die Ankopplung bei den Wellen von 200 bis etwa 300 m zu schwach erscheint. Abhilfe ist hier leicht zu erreichen, wenn entweder die erste Platte des Kondensators C_a so verstellt wird, daß sie den übrigen um etwa 90° vorauseilt, oder — falls sich dies nicht machen läßt — indem man dem Kondensator einen verlustarmen Blockkondensator (z. B. aus Calit) parallelschaltet. Als Spulensatz kann ein fertiges Fabrikat eingebaut werden, oder auch ein nach den in dieser Zeitschrift des öfteren gebrachten Beschreibungen selbstgebauter. Im letzteren Fall ist es zweckmäßig, die Antennenkopplungsspulen — die ja nicht benötigt werden — fortzulassen.

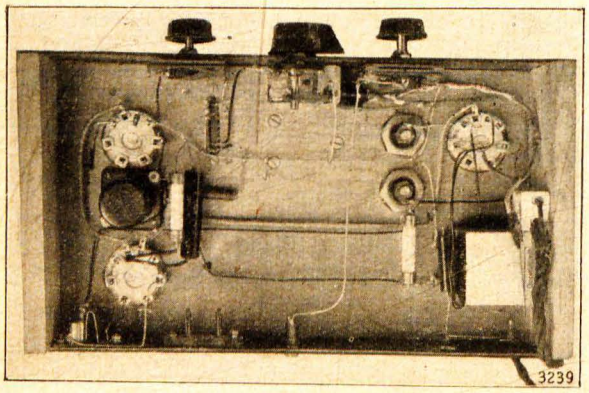


Abb. 7. Ansicht des Empfängers von unten. Wird, wie beim Mustergerät, eine hölzerne Grundplatte benutzt — wir können hierzu nicht raten, — so ist die Isolation aller stromführenden Teile mit größter Sorgfalt auszuführen. Genau wie bei einer Metallplatte sind überall hochwertige Isolierteile erforderlich; das Holz darf als Isolation nicht benutzt werden!

Für die Befestigung des Abstimmkondensators ist die diesem beiliegende Bohrschablone zu beachten; auch ist C_g so zu befestigen, daß die große Segmentskala noch genügend Platz findet. Für die Anbringung der Skala ist in die Montageplatte ein Ausschnitt von ca. 20 × 30 mm vor C_g einzusägen. Wie Abb. 5 zeigt, ist die Lampe zur Skalenbeleuchtung etwas anders angebracht, als die Skalenschablone vorschreibt. Wird nämlich S_1 nach Abb. 5 an C_a direkt mittels des mitgelieferten Isolierteiles befestigt, so läßt sich das Empfängergestell zu Prüfungen und dgl. aus dem Gehäuse herausnehmen, ohne daß erst Verbindungen zur Skala gelöst zu werden brauchen.

Die Heizleitungen (in Abb. 3 gestrichelt) werden am besten zuerst verlegt. Diese und die Leitungen zum Ausschalter sind in abgeschirmten Isolierschlauch zu verlegen, dessen Abschirmung mit der Minusleitung zu verbinden ist. Für diese Leitungen kann unbedenklich billigster abgeschirmter Isolierschlauch benutzt werden, da eine größere Kapazität hier nicht schädlich ist. Weitere abgeschirmte Leitungen haben sich nicht als notwendig erwiesen. Zweckmäßig ist es jedoch, über dem Gitteranschluß der Röhre V_1 und dem danebenliegenden Widerstand W_2 mit C_2 ein U-förmig gebogenes Kupferblech anzuordnen und dieses mit der Minusleitung zu verbinden. Es kann z. B. an der mit der Minusleitung in Verbindung stehenden Klemme s des Niederfrequenz-Transformators befestigt werden. Damit können meist auch die letzten Brummreste beseitigt werden. Das Mustergerät z. B. arbeitete sowohl an einem ungünstigen Gleichstromnetz (Quecksilberdampfgleichrichter), als auch am Wechselstromnetz fast ebenso brummfrei wie ein Batterieempfänger. Ergibt sich nach Anschluß der Antenne wieder ein stärkeres Brummen, so ist eine abgeschirmte Antennenzuleitung zu benutzen bzw. auch die Netzhochfrequenzdrossel HDr einzubauen, falls dies noch nicht geschehen sein sollte. Ebenso kann die Verwendung abgeschirmter Litze für die Netzzuleitung eine weitere Minderung eines restlichen Brummtones bringen.

Beim Verdrahten der Elektrolyt-Kondensatoren ist unbedingt auf richtigen Anschluß zu achten. Bei B_2 und B_3 ist der Gehäuseanschluß mit der Minusleitung zu verbinden, bei B_1 ist der Minusanschluß besonders gekennzeichnet. Wird der Lautsprecher nicht mit dem Empfänger zusammen in ein Gehäuse eingebaut, so ist für den Lautsprecheranschluß mindestens eine Schutzbuchse erforderlich; eine solche genügt, wenn für den Lautsprecheranschluß ein Doppelstecker benutzt wird. Der Einbau eines besonderen Ausgangstransformators ist meist überflüssig, da fast alle neueren dynamischen Lautsprecher schon einen Anpassungstransformator enthalten. Bei Bedarf ist jedoch dafür noch reichlich Platz auf der Montageplatte vorhanden. Abb. 5 und 7 zeigen ja, wie viel Raum noch frei ist; die Montageplatte wurde nämlich von vornherein etwas größer gewählt, als unbedingt notwendig, weil dann die Möglichkeit besteht, den Empfänger später auf Wunsch zum Zweikreiser zu erweitern. Eine solche Erweiterungsmöglichkeit ist aber gerade mit ein Vorteil des Selbstbaues.

Die Inbetriebnahme dieses Empfängers ist recht einfach, da keinerlei Spulenabgleichungen usw. vorzunehmen sind. Nur der Heizstrom ist mit Hilfe eines Strommessers einmal auf 50 mA einzustellen. Vorher sind natürlich alle Verbindungen noch einmal auf richtigen Anschluß und guten Kontakt zu prüfen. Der Heizstrom muß an einer Unterbrechung der Zuleitungen zum Heizwiderstand W_5 gemessen werden. Die Abgreifschelle am Streifenwiderstand W_5 wird nach Einschaltung des Milliamperemeters so lange vorsichtig verschoben, bis das Instrument den vorgeschriebenen Wert von 50 mA anzeigt. Wer zu dieser Messung nicht das geeignete Meßinstrument besitzt und die Messung auch nicht von seinem Funkhändler ausführen lassen möchte, kann für W_5 auch einen fertigen Drahtwiderstand von 1200 Ohm einschalten, wenn eine Netzspannung von 220 V vorliegt. Dann erhalten die Röhren nur einige mA weniger, als vorgeschrieben. An sich ist es gleichgültig, bei welcher Stromart diese Heizstrommessung ausgeführt wird, doch ist zu beachten, daß bei Anschluß an Gleichstrom während der Messung einfachere Meßinstrumente benutzt werden können.

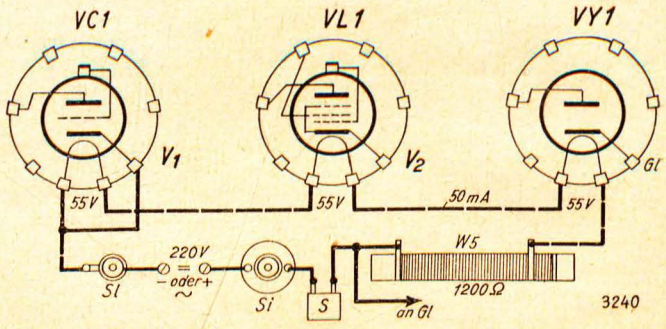


Abb. 8. Der Heizkreis

Nach dieser einmaligen Einstellung des Heizstromes können die ersten Empfangsproben vorgenommen werden. Ist dabei der Rückkopplungseinsatz nicht weich genug, so kann W_4 auf 50 kΩ (höchstens 0,1 MΩ) erhöht werden. Zeigt es sich, daß nach einer Herunterregelung der Lautstärke durch C_a der eingestellte Sender erst wieder genau abgestimmt ist, wenn die Skala etwas weiter eingedreht werden muß, so ist dies ein Beweis, daß C_1 zu klein ist; der Kondensator muß dann durch einen etwas größeren ersetzt werden.

Die Skala nach Abb. 6 besitzt genügend Raum zum Eintragen der gut hörbaren Sender; die Eichgenauigkeit entspricht etwa der guter Einkreisempfänger der Industrie. Wenn also auch keine Punkteichung erreicht wird, so geht sie doch soweit, daß leicht jeder eingetragene Sender wieder eingestellt werden kann. Hierbei besteht dann noch der Vorteil einer gleichmäßig guten Ankopplung im ganzen Wellenbereich. Zur Orientierung sei noch erwähnt, daß der Eichstrich etwa 2 bis 4 mm lang sein wird.

Ein guter Einbau-Sperrkreis — der in der Nähe eines Großsenders wie bei jedem anderen Einkreisempfänger erforderlich ist — wird am einfachsten auf der Rückwand des Empfängergehäuses mit seinen Steckerbuchsen befestigt. Lose angekoppelte Sperrkreise mit Hochfrequenz-Eisenkernen ergeben eine so geringe Dämpfung, daß z. B. ein etwa 18 kHz vom ausgesperrten Sender entfernter Fernsender noch einwandfrei empfangen werden kann.

Bei der Befestigung sämtlicher Einstellknöpfe ist sorgfältig darauf zu achten, daß keine Metallteile berührbar bleiben, es sind also z. B. die Befestigungsschrauben, soweit sie berührt werden können, mit Isolierlack o. ä. gut zu isolieren. Es muß auch bei Prüfungen usw. stets bedacht werden, daß unser Gerät unmittelbar mit der Netzspannung in Verbindung steht; bei Allstromgeräten ist also besondere Vorsicht angezeigt, wenn daran im Betriebszustand im Innern irgendeine Einstellung vorgenommen werden soll.

Ein Klangfarbenregler kann wie üblich parallel zu den Lautsprecherbuchsen angeschaltet werden. Noch billiger und wirksamer kann dafür aber auch ein 500-cm-Drehkondensator parallel zur Sekundärseite des Niederfrequenztransformators geschaltet werden. Die Zuführungen zu diesem Drehkondensator sind in abgeschirmten Isolierschlauch zu verlegen.

Als Lautsprecher eignet sich für diesen Einkreisempfänger am besten ein permamentdynamischer (sehr gut hat sich dafür z. B. das Gemeinschaftsfabrikat G. Pm. bewährt).

Die hier wiedergegebene Allstromschaltung eignet sich wegen des leichten Nachbaues und des geringen Stromverbrauchs besonders auch für eine praktische Ausführung als Kofferempfänger, der dann an jedes Lichtnetz angeschlossen werden kann. Eine ausführliche Bauanleitung zu einem solchen Empfänger bringen wir demnächst als Fortsetzung zu diesem Aufsatz. *Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser*

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt.

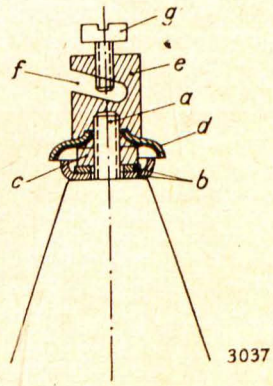
Liste der Einzelteile

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 3	Größe
1	1	Drehkondensator mit keram. Isolation ohne Trimmer	C_g	500 cm
2	1	Segmentskala zu Nr. 1		
3	1	Feinstellkondensator	C_a	max. 60 cm
4	1	Differential-Drehkondensator	C_d	2 × 125 cm
5	1	Rückkopplungs-Drehkondensator	Cr	250 cm
6	1	Blockkondensator, induktionsfrei	C_1	100 ÷ 500 cm
7	1	desgl.	C_2	300 cm
8	1	desgl.	C_3	2000 cm
9	1	desgl.	C_4	50000 cm
10	1	desgl.	C_5	20000 cm
11	1	desgl.	C_6	100 cm
12	1	desgl.	C_7	2 µF
13	1	desgl.	C_8	5000 cm
14	1	Spulensatz mit Hochfrequenz-Eisenkern	F	
15	1	Hochfrequenzdrossel	Dr	
16	1	Netz-Hochfrequenzdrossel mit Überbrückungskondensatoren	HDr	
17	1	Niederfrequenztransformator 1:4 ÷ 1:6	Tr	
18	1	Hochohmwiderstand 0,5 Watt	W_1	5 kΩ
19	1	desgl.	W_2	1 MΩ
20	1	desgl. 2 Watt	W_3	500Ω
21	1	desgl.	W_4	30 ÷ 50 kΩ
22	1	Streifenwiderstand mit Abgreifschelle	W_5	1200 Ω, 150 mA
23	1	Elektrolytkondensator 30 Volt	B_1	10 µF
24	2	desgl. 450 Volt	B_2, B_3	je 8 µF
25	1	Netzdrossel (Doppeldrossel)	NDr	
26	1	Stufenschalter mit angebautem Netzschalter	S	
27	1	Zwerglampe als Sicherung	Si	0,4 Amp.
28	1	desgl. zur Skalenbeleuchtung	Sl	(= 0,1 Amp., ~ 0,2 Amp.)
29	3	Achtpol-Röhrenfassungen		
30	1	Schutzbuchse		
31	1	Sperrholz- oder Aluminiumplatte 320 × 180 mm		
32	6	Steckerbuchsen mit Isolierkopf		
33	—	Schrauben, Schaltdraht u. a. Kleinteile		
		Röhren:		
34	1	Empfangsgleichrichter VC 1	V_1	
35	1	Endröhre VL 1	V_2	
36	1	Gleichrichterröhre VV 1	G_1	

Anschluß von Aluminium-Antennenlitzen an Blitzschutzgeräte

Seit Kupfer- und Bronzelitzen für den Bau von Außenantennen nicht mehr zur Verfügung stehen, werden neben dem für diese Zwecke ganz besonders vorteilhaften Nirosta-Antennendraht vor allem Aluminium- und Stahlaluminiumlitzen verwendet. Hierbei machen sich nun hinsichtlich des Anschlusses an die vorhandenen bzw. neu zu beschaffenden Blitzschutzgeräte Schwierigkeiten bemerkbar, und zwar insofern, als die Aluminiumleitungen an Klemmen aus Kupfer oder Messing nicht angeschlossen werden dürfen. Beide Metalle liegen in der elektrolytischen Spannungsreihe ziemlich weit auseinander; Kupfer besitzt ein Normalpotential von + 0,35, Aluminium ein solches von — 1,3. Schließt man eine Aluminiumleitung an eine Kupferklemme an, so verfügt man, sobald die Verbindungsstelle feucht wird, also ein Elektrolyt vorhanden ist, über ein elektrisches Element, das über eine stets vorhandene trockene Kontaktstelle kurz geschlossen ist. Eine Zersetzung oder „Korrosion" ist die unausbleibliche Folge. Die Anschlußstelle wird schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit zerstört.

Diesen Mangel kann man nur beseitigen, wenn man auch die Anschlußklemmen der Blitzschutzgeräte, an die ja die Antennenleitung meist herangeführt wird, ebenfalls aus Aluminium herstellt. Dadurch wird ein solches Gerät aber ausschließlich für Aluminiumleitungen verwendbar; Litzen aus Kupfer oder Bronze dürfen nicht angeschlossen werden, weil sich sonst ebenfalls Korrosion einstellt. Um diesem sich vor allem bei der Herstellung und bei der Lagerführung im Handel auswirkenden Nachteil abzuhelfen, ist man neuerdings dazu übergegangen, normal mit Kupferklemmen versehene Blitzschutzgeräte nachträglich mit abnehmbaren Aluminiumklemmen auszurüsten und die Kupfer- und die Aluminiumklemme durch ein sogen. Zweimetallblech voneinander zu trennen. Soll an ein solches Gerät eine Litze aus Aluminium oder Stahlaluminium angeschlossen werden, so läßt man die Aluminiumklemme aufgeschraubt und schließt die Litze an sie an; soll aber eine Kupfer- oder Bronzelitze angeklemmt werden, so schraubt man die Aluminiumklemme ab und befestigt die Litze an der Kupferklemme.



Klemme eines Blitzschutzgerätes, für Kupfer- bzw. Bronze- und Aluminiumleitungen geeignet

Interessant ist die konstruktive Lösung, die aus der beistehenden Abbildung hervorgeht. *a* ist der übliche Kupferbolzen, auf dem sich die Klemmscheiben *b* und die Mutter *c* befinden. Der Bolzen *a* ist ferner so lang gehalten, daß unter Zwischenlage der Scheibe *d* die Aluminiumklemme *e* aufgeschraubt werden kann. Soll eine Kupfer- oder Bronzelitze angeschlossen werden, so nimmt man Klemme *e* und Scheibe *d* herunter, löst die Mutter *c* und klemmt die Litze zwischen den Scheiben *b* ein. Soll aber eine Aluminiumlitze angeschlossen werden, so wird die Mutter *c* fest angezogen, die Scheibe *d* aufgelegt, und die Aluminiumklemme *e* aufgeschraubt; die Litze wird nun in den Schlitz *f* eingelegt und mit der Schraube *g* festgeklemmt.

Die große Scheibe *d* besteht aus sogen. Zweimetall- oder Cupal-Blech, das ist ein Aluminiumblech mit aufgewalzter Kupferschicht. Kupfer und Aluminium sind unlösbar miteinander verbunden; die Verbindungsfläche befindet sich hier unter Feuchtigkeits- und Luftabschluß, so daß Korrosion nicht auftreten kann. Sie wäre höchstens an den Kanten der aus Cupal-Blech gestanzten Scheiben möglich, richtet hier aber kein Unheil an, da sich Feuchtigkeit an der dünnen Linie zwischen dem Kupfer und dem Aluminium nicht halten kann. Außerdem ist die Scheibe so geformt, daß die innere Übergangsstelle luftdicht in die Klemme eingebettet ist; die äußere Begrenzungsstelle ist durch Umbördelung der Scheibe nach unten ebenfalls geschützt. Die Scheibe ist ferner so geformt und wird so eingelegt, daß ihre Kupferseite mit der Kupferklemme, die Aluminiumseite aber mit der Aluminiumklemme in Verbindung steht.

Diese neue Ausführung eines Blitzschutzgerätes dürfte beim Handel großen Beifall finden, da er so an ein- und dasselbe Gerät beide Arten von Antennenlitzen anklemmen kann. Daß die zusätzliche Aluminiumklemme das Blitzschutzgerät natürlich nicht verteuert, sei nur nebenbei erwähnt.

Zeichnungen vom Verfasser *Schw.*

Über die Erzeugung von Dezimeterwellen

Von **Dr. Saic**

Die für die praktische Verwendung der Dezimeterwellen wichtigsten Eigenschaften sind kleine, im wesentlichen durch die optische Sicht begrenzte Reichweiten und leichte Reflektierbarkeit und Bündelungsfähigkeit. Die letztere erlaubt einen sehr ökonomischen Betriebsaufwand, das heißt einen hohen Senderwirkungsgrad, und darüber hinaus die Aussendung eines Strahles, der u. U. so zusammengefaßt sein kann, daß sein Strahlungswinkel so klein wird, daß seitlich von der Strahlrichtung ein Empfang der Sendung unmöglich wird. Damit haben wir auch die Hauptanwendungsgebiete dieser Strahlenart angedeutet: Peilung, Nachrichtenübermittlung und Sicherungsdienst.

Zur Erzeugung der Dezimeterwellen sind grundsätzlich drei Möglichkeiten gegeben: die Rückkopplungsschaltung, die Barkhausen-Kurz-Schaltung und die Habann-Schaltung. Sie seien nachstehend etwas ausführlich besprochen.

Die Rückkopplungsschaltung

Die frequenzbestimmenden Kapazitäten müssen bei Verwendung der normalen Rückkopplungsschaltung sehr klein sein. Im Grenzfall bestehen sie nur aus den inneren Röhrenkapazitäten und den Kapazitäten der Zuleitungsdrähte (Röhrensockelstifte). Wird nun die gewünschte Frequenz so klein, daß sie in die Größenordnung der Elektronenlaufzeit gerät oder gar noch kleiner als diese wird, so kann das Elektron aus dem Wechselfeld, das dann während des Elektronenfluges seine Richtung geändert hat, eine zusätzliche Energie erhalten, die es befähigt, gegen das negativ vorgespannte Steuergitter anzulaufen, bzw. evtl. umzukehren. Es fließt dann ein Gitterstrom; der Steuerungsvorgang ist nicht mehr leistungslos, und die zusätzliche Energie, die das Elektron aufnimmt, muß vom Schwingungskreis geliefert werden, der dadurch eine hohe Dämpfung erhält, die zum Aussetzen der Schwingungen führt. Weiterhin treten Phasenverschiebungen auf, die zu vollkommen unübersichtlichen Verhältnissen führen können.

Als Senderschaltungen für Dezimeterwellen werden solche Anordnungen kaum mehr verwendet, als Empfangsschaltungen sind sie für diese Wellenlängen aber nach wie vor von Bedeutung.

Die Barkhausen-Kurz-Schaltung

Diese Schaltung benutzt gerade die endliche Laufzeit der Elektronen zur Erzeugung von Schwingungen in der bekannten Bremsgitterschaltung: Die Anode erhält ein niedrigeres Potential als das Gitter. Die Elektronen werden zur Umkehr gezwungen und führen Pendelbewegungen aus, deren Frequenz durch die Laufzeit der Elektronen bestimmt wird. Diese kann demnach durch Veränderung der angelegten Betriebsspannung und der Elektrodenabstände verändert werden. Der Schwingungsanstoß erfolgt z. B. durch die Wärmebewegung der Elektronen. Der Nachteil der Schaltung ist der sehr kleine Wirkungsgrad, weil nur Bruchteile der emittierten Elektronen phasenrichtig laufen. Außerdem ist die Wellenlänge nicht eindeutig bestimmbar; ein trennscharfer Empfang modulierter Wellen ist daher jedenfalls sehr schwierig.

Die Habannschaltung

In Abb. 1 sei *A* die Anode einer Röhre, die überall den gleichen Abstand von der Kathode *K* habe. In Richtung der Kathodenachse wirke ein homogenes magnetisches Feld *q*. Die Anode *A* sei über eine Spannungsquelle mit der Kathode verbunden, die an *A* die Spannung $+U$ aufrechterhält. Wird nun die Kathode geheizt, so treten aus ihr Elektronen aus. Der Austrittsweg ist allgemein senkrecht von der Kathodenfläche weg gerichtet, in Richtung des Pfeiles *X* in der Zeichnung. Im Augenblick des Austrittes des Elektrons aus der Kathode sei seine Geschwindigkeit Null. Nach dem Austritt gelangt aber das Elektron in das „Fallfeld" der zwischen Anode und Kathode liegenden Spannung und erhält eine Beschleunigung in Richtung zur Anode. Wäre das Spannungsfeld zwischen Anode und Kathode homogen, oder anders ausgedrückt: wäre der Span-

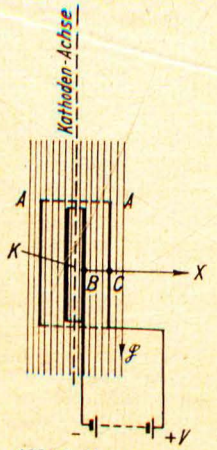


Abb. 1. Spannungsverteilung zwischen K u. A—A

nungsabfall je Längeneinheit auf der Strecke BC konstant, so wäre die Strecke BC durch einen Ohmschen Widerstand ersetzt zu denken. Nun aber ist der Spannungsabfall

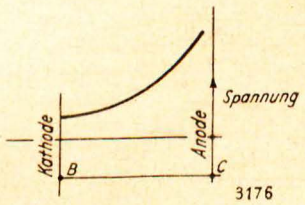


Abb. 2. Spannungsverteilungs-Gesetz

über der betrachteten kleinen Teilstrecke um so größer, je mehr wir uns der Anode — von der Kathode auf der Strecke BC kommend — nähern.

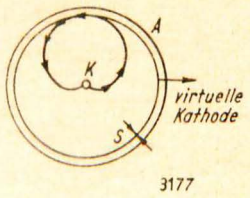


Abb. 3. Elektronenbahn

Es ist an Hand einer einfachen Rechnung leicht nachweisbar, daß die Verteilung der Spannungen entlang des Weges BC einem logarithmischem Gesetz folgte, wie das durch Abb. 2 durch die über der Strecke BC aufgetragene logarithmische Kurve angedeutet werden soll. Es ergibt

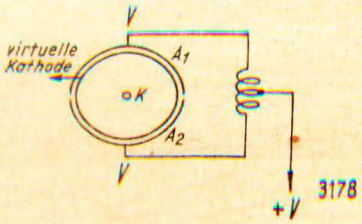


Abb. 4. Magnetron-Schaltung

sich also folgendes Bild: in der Nähe der Kathode herrscht (in Annäherung) eine einheitlich niedrige Spannung, die erst in größerer Entfernung von ihr in Richtung der Anode rasch zunimmt. In unmittelbarer Nähe der Anode wird ebenfalls ein homogenes Spannungsfeld sich vorfinden.

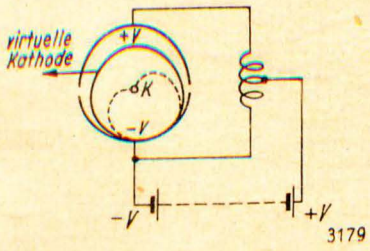


Abb. 5. Umschaltung von Abb. 4

Was tut nun das magnetische Feld? Wir wissen, daß es zur Beschleunigung des Elektrons nichts beitragen kann, es versucht aber die Bahn des Elektrons senkrecht zur ursprünglichen Richtung abzubiegen, wie wir das ja aus den Grundsätzen der magnetoelektrischen Theorie her noch kennen werden. Diese Wirkung wird sich um so stärker auswirken können, je geringer die Beschleunigung des Elektrons ist, also am stärksten in der Nähe der Kathode. Die Folge davon wird sein, daß die Bahn des Elektrons nach seinem senkrechten Austritt aus der Kathode stark gekrümmt sein muß, auf dem weiteren Wege sich aber verflacht und — falls die Spannung V nicht ausreicht, um das Elektron bis zur Anode zu ziehen — in eine Kreisbahn übergeht (vgl. Abb. 3 und 6). Da der Radius dieser Kreisbahn aber kleiner ist als der halbe Radius des Anodenzylinders, so muß das Elektron

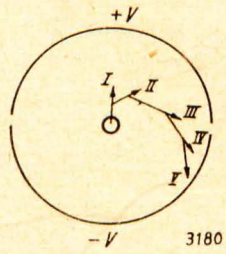


Abb. 6. Bewegungsrichtung des Elektrons: I—II—III—IV—V

auf diesem Wege wieder in Gebiete niedrigerer Spannungswerte oder, was gleichbedeutend ist, höherer magnetischer Ablenkungswirkungen kommen und in immer stärkerer Krümmung zum Schluß wieder auf der Kathode landen. Verfolgen wir den Weg des Elektrons, so sehen wir, daß es eine herzförmige Kurve beschrieben hat (Abb. 3).

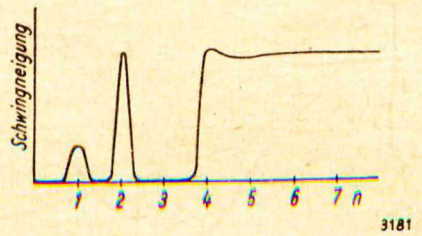


Abb. 7. Abhängigkeit der Schwingneigung von der Zahl der Elektronenumläufe je Periode

Wie kommt nun die Leistungsabgabe der Röhre zustande bzw. wie entstehen die Schwingungen? Wir stellen uns eine Schaltung gemäß Abb. 4 her, wobei die Anode in zwei gleiche Teile unterteilt ist. An beiden Anoden-

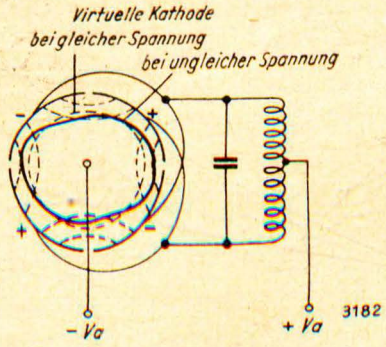


Abb. 8. Der Steuervorgang im Vierschlitz-Magnetron

hälften liege zunächst die gleiche Spannung V. Diese sei noch nicht groß genug, um die virtuelle Kathode bis an die Anode heranzuziehen. Dann ergeben sich dieselben Verhältnisse, wie wir sie bei einer geschlossenen Anode besprochen haben; ein Anodenstrom kann nicht auftreten. Erhält nun aber die obere Anodenhälfte auf irgendeinem Weg eine höhere Anodenspannung als die untere Anodenhälfte (Abb. 5), so tritt nun ein Anodenstrom auf, und zwar an der Anode mit der kleineren Spannung.

Die Erklärung für dieses Verhalten der Röhre ist folgende: Wir wissen, daß das Elektron nach seinem senkrechten Austritt aus der Kathode den größeren Teil seiner Laufbahn in deren Nähe, also in einem Felde geringerer Spannung, verbleiben muß. Je nach der Höhe der angelegten Anodenspannung wird der Aufenthalt des Elektrons in der Nähe der Kathode einen kleineren oder größeren Teil der Gesamtlaufzeit betragen. Endlich aber wird in jedem Falle das Elektron in der Richtung der Anode mit der höheren Spannung eine zusätzliche Beschleunigung erfahren (Abb. 6). Durch die Einwirkung des magnetischen Feldes, von der wir schon gesprochen haben, hat sich aber seine Bahnrichtung geändert (I, II, III, IV in Abb. 6). Die Bewegung ist nun nicht mehr gegen die Anode mit der höheren Spannung gerichtet, sondern in Richtung nach der Anode mit der niedrigeren Anodenspannung. Das Elektron wird also nicht die Anode mit der höheren Spannung erreichen, sondern die mit niedrigerer Anodenspannung; d. h.: je höher die wirksame Anodenspannung, um so geringer ist der zur Anode fließende Strom. Das ist bekanntlich das Kennzeichen für eine negative Charakteristik; ein angeschlossener Schwingungskreis wird sich also erregen: die Röhre gibt Leistung ab.

Nun fliegen aber die Elektronen nicht nur in Richtung nach der positiveren Anode, sondern nach a l l e n Richtungen ab, demnach auch nach der weniger positiven Anode. In diesem Falle wird das abfliegende Elektron weniger beschleunigt werden und einen geringeren Maximalabstand von der Kathode erreichen, der aber nunmehr — wie leicht zu erkennen ist — in Richtung der positiveren Anode liegt. Es geht also auch hier der stärkere Strom zur w e n i g e r p o s i t i v e n Anode.

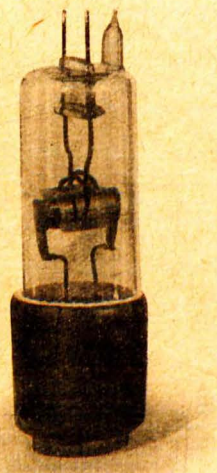


Abb. 9. Vierschlitz-Magnetron für eine Wellenlänge von 25 cm V_a = 1000 Volt, Leistung = 60 Watt

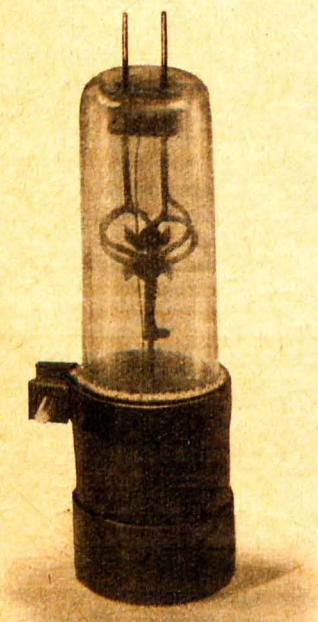


Abb. 10. Vierschlitz-Magnetron für eine Wellenlänge von 25 cm V_a = 1000 Volt, Leistung = 15 Watt

Wir müssen uns nun vorstellen, daß alle Elektronen ähnliche Bahnen beschreiben, die gegeneinander aber verschoben sind, denn der Austrittsort des einzelnen Elektrons ist ja stets ein verschiedener. Die ganze, zylindrisch gedachte Kathodenfläche emittiert, es wird sich demnach aus der ungeheuren Zahl von Einzelbahnen ein Zylindermantel ergeben, wie er in Abb. 3 angedeutet ist. Der Durchmesser dieser „virtuellen" Zylinderkathode muß offensichtlich gleich dem vierfachen Krümmungsradius der einzelnen Elektronenbahn sein. Weil nun aber die Anfangsgeschwindigkeit der austretenden Elektronen tatsächlich nicht Null ist, weist diese zylindrische Kathode eine gewisse Stärke S auf. Das hat zur Folge, daß der Anodenstrom nicht schlagartig in größter Stärke, sondern allmählich einsetzt.

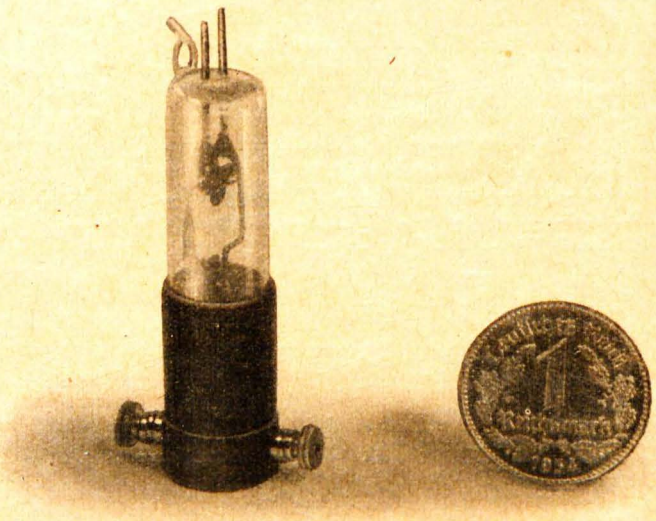


Abb. 11. Vierschlitz-Magnetron für eine Wellenlänge von 25 cm V_a = 200 Volt, Leistung = 50 mW

Nicht berücksichtigt wurde bisher der Einfluß der Elektronenlaufzeit. Nennen wir das Verhältnis der erzeugten Frequenz zur Umlaufzeit „n" und bestimmen wir die Schwingfähigkeit der gezeigten Systeme bei $n = 1, 2, 3$ usw., so erhalten wir die Kurve Abb. 7. Für große Werte von n erhalten wir eine konstante Schwingungsneigung. Wird n kleiner, z. B. $n = 4$, so tritt eine geringe Schwingneigungserhöhung auf, kurz darunter reißt die Schwingung ab. Die Erhöhung der Schwingneigung bei $n = 4$ ist vielleicht so zu erklären: ein von seinem Umlauf zurückkehrendes Elektron wird zufolge der vorhandenen Störungen nicht die Kathode treffen, sondern an ihr vorbeischießen. Die neue Bahn wird unter einem Winkel von 90° gegen die frühere begonnen. Ist die herzustellende Frequenz ($n = 4$) das Vierfache der Umlaufzeit des Elektrons, so wird nach jeder Viertelperiode der Berg der virtuellen Kathode um 90° in Richtung des Elektronenumlaufes vorrücken. Nach einer halben Periode (180°) haben also Berg und Tal ihre Plätze gewechselt. Gleichzeitig haben aber auch bei der betrachteten Frequenz die Anodenhälften ihre Polarität gewechselt. Es ergibt sich nun das Bild, daß Elektronen, die im ersten Umlauf nicht an die Anode gelangen konnten, diese im zweiten doch noch erreichen. Man nennt diesen Vorgang akkumulative Steuerung.

Aus diesen Erkenntnissen hat man die vierfach geschlitzte Anode geschaffen. Auf der virtuellen Kathode bilden sich dann, wie es Abb. 8 zeigt, zwei Berge und zwei Täler aus. Nun vertauschen schon nach einem Umlauf Berg und Tal ihre Plätze, es tritt also schon bei $n = 2$ die akkumulative Steuerung auf.

Man erhält dann aus einfachen rechnerischen Zusammenhängen, die übergangen werden müssen, für eine Röhre des ca. 20-cm-Wellenbereiches nachstehende Daten:

$n = 2$, $\psi = 1070$ Gauß, $r = 0{,}1$ cm, $U_a = 250$ Volt.

Das bedeutet aber schon tragbare Geräte, weil das erforderliche Magnetfeld schon durch permanente Magnete herstellbar ist. In den Abb. 9,10 und 11 werden noch einige Magnetron-Röhren gezeigt, die von Telefunken gebaut wurden.

Zeichnungen vom Verfasser. Abb. 7 bis 11 Werkbilder

Kapazitive und induktive Fernabstimmung mit Hilfe abgeschirmter Kabel

Vorschläge für Kraftwagen-, Wochenend- und Heimempfänger

Von **Heinz Boucke**

Während das kürzlich beschriebene[1]) neue Fernabstimmungsverfahren durch Vormagnetisierung von Eisenkernspulen über praktisch beliebige Entfernungen vorgenommen werden kann, läßt sich das nachfolgende Abstimmprinzip zwar nur innerhalb begrenzter Entfernungen (bis höchstens 10 m) anwenden, erfordert dafür aber keinen Strom und ist mit verhältnismäßig geringem Aufwand durchzuführen; auch läßt es sich bei manchen Empfangsgeräten nachträglich anbringen. Das Prinzip besteht darin, die Abstimmelemente (Drehkondensatoren oder veränderliche Selbstinduktionen) außerhalb des Empfängers anzuordnen und sie über abgeschirmte Leitungen mit dem Empfangsgerät zu verbinden (Abb. 1). Wie weiter unten näher erörtert, ist dieses Fernabstimmprinzip für Empfangsgeräte in Kraftwagen und Booten und für manche anderen Zwecke praktisch brauchbar. Zur Anwendung gelangt in allen Fällen eines der modernen kapazitäts- und verlustarmen Kabel zum Bau abgeschirmter Antennen.

Bei der Fernabstimmung über Kabel sind grundsätzlich vier Faktoren vorhanden, die eine wesentliche Benachteiligung der Empfangsgüte bewirken können, dies sind:

1. Dämpfungserhöhung durch Ohmsche Verluste und dielektrische Verluste im Kabel,

2. Unstabilität der elektrischen Werte des Kabels, die vor allem durch mechanische Lageveränderung hervorgerufen werden kann,

3. Erhöhung der Anfangskapazität des fernabgestimmten Schwingungskreises und damit Einengung des ohne Umschaltung vorhandenen Frequenzumfangs,

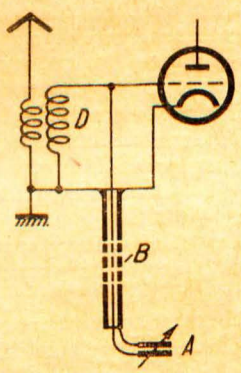


Abb. 1. Schema eines über ein abgeschirmtes Kabel fernabgestimmten Empfangskreises. D = Selbstinduktion des Schwingungskreises, B = abgeschirmte Leitung, A = Abstimmkondensator

4. Erhöhung der Schwingkreis-Selbstinduktion durch die Selbstinduktion der Abstimmleitung.

Bei den vom Verfasser vorgenommenen Messungen erwies sich die Dämpfungserhöhung, die durch Anwendung des Kabels entstand, als recht gering. Benutzt wurde hierzu ein Fabrikat, das sich durch besonders geringe Eigenkapazität von etwa 22 cm je Meter Länge auszeichnet. Die abgeschirmte Leitung hatte dabei einen äußeren Durchmesser von etwa 10 mm, während der Leiter selbst 0,3 mm stark war. Zur Messung stand ein empfindliches Röhrenvoltmeter zur Verfügung.

Abb. 2 zeigt die benutzte Meßanordnung. *A* ist der Fernabstimmkondensator, *B* die abgeschirmte Leitung, *C* der Vergleichskondensator, *D* die Schwingkreisspule (eine hochwertige Eisenkern-Spule). Durch den Schalter *S* konnten abwechselnd der Kondensator *A* + Kabelkapazität und der Vergleichskondensator eingeschaltet werden, die beide auf Resonanz eingeschaltet sind. Es ergab sich bei einem 3 m langen Kabel für verschiedene Frequenzen des Rundfunkbereichs eine Dämpfungszunahme von nur etwa 2,5 %. Das ist also pro Meter eine Dämpfungserhöhung von kaum 1 %. Bei Verwendung weniger hochwertiger Spulen würde der Verlustzuwachs sich in noch geringerem Maße bemerkbar machen. Auch ist im Langwellenbereich entsprechend dem höheren Ohmschen Widerstand der Langwellenspulen die prozentuale Verlustzunahme noch wesentlich geringer; sie bewegt sich dort in den Grenzen der Meßgenauigkeit.

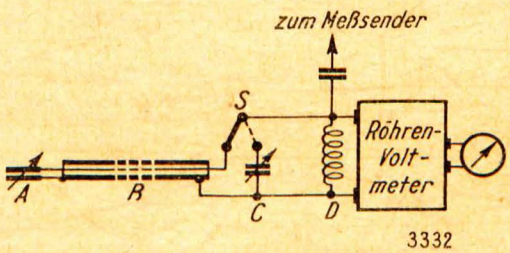


Abb. 2. Anordnung zur Messung der durch die Fernabstimmung auftretenden Dämpfungserhöhung. A = Fernabstimmkondensator, B = abgeschirmtes Kabel, C = Vergleichskondensator, D = Spule des Schwingungskreises, S = Schalter zur wahlweisen Schaltung auf Nah- und Fernabstimmung.

Beim Langwellenempfang spielt also die Dämpfungszunahme selbst bei Kabellängen von 10 m praktisch kaum eine Rolle, dagegen ist es beim Rundfunkwellenbereich u. U. angebracht, die Dämpfungszunahme durch geringes Anziehen der Rückkopplung auszugleichen. Das richtet sich im übrigen nach der Art des Empfängers.

Bei Überlagerungsempfängern ist die Dämpfungszunahme, die bei der Fernabstimmung über Kabel auftritt, hinsichtlich des Oszillators gewöhnlich ohne Belang, sofern die Leitung 5 m Länge nicht übersteigt. Höchstens beim Einbereichsuperhet kann es infolge der hohen Überlagerungsfrequenz schon bei kurzen Abstimmleitungen notwendig sein, die Anodenspannung des Schwingsystems etwas zu erhöhen oder die Rückkopplung sonstwie zu verstärken. Beim abgestimmten Eingangskreis normaler Superhetempfänger, der durch die Antenne ohnehin schon etwas gedämpft ist, ist eine Dämpfungszunahme in der oben genannten Größenordnung für die Trennschärfe und Lautstärke ohne wesentliche Bedeutung. Das gleiche trifft für Ein- und Zweikreiser zu. Der Audionkreis kann dort ohne weiteres entsprechend mehr entdämpft werden, sofern das überhaupt notwendig erscheint. Bei Bandfilterkreisen wird man die zur Vermeidung von zu spitzen Flanken häufig angewendete zusätzliche Dämpfung der Bandfilterspulen (Widerstandswicklung) gemäß der hier hinzukommenden Dämpfung kleiner halten. Mehrstufige Gerade-

[1]) Vgl. „Funk" 1936, Heft 8, S. 225.

ausempfänger mit mehr als zwei abgestimmten Kreisen eignen sich aus anderen Gründen (siehe unten) schlecht zur Durchführung des neuen Abstimmprinzips. Alles in allem kann man annehmen — was auch durch praktische Empfangsversuche erhärtet wurde —, daß die Ohmschen und dielektrischen Verluste bei Anwendung geeigneten Kabels bei Entfernungen bis etwa 10 m den Erfolg der Abstimmung nicht in Frage stellen.

Auch der zweite Faktor, durch den die Empfangsgüte theoretisch eine Verschlechterung erfahren könnte, nämlich die Abhängigkeit der Kabelkapazität von der Lage, wurde untersucht und gleichfalls als nicht bedeutungsvoll festgestellt. Zu diesem Zweck wurden die Enden des 3 m langen Kabelstücks im Abstand von etwa 1 m voneinander am Experimentiertisch mechanisch gesichert, um die Verbindung mit den Abstimmelementen bei der Bewegung nicht zu ändern. Darauf wurde das U-bogenförmig nach unten hängende Kabel kräftig hin und her geschwenkt und in sich verbogen, mit dem Erfolg, daß die Frequenz des auf 360 m eingestellten Schwingungskreises sich um maximal 300 Hertz änderte. Bei den geringen Bewegungen, wie sie der Praxis entsprechen, wurde

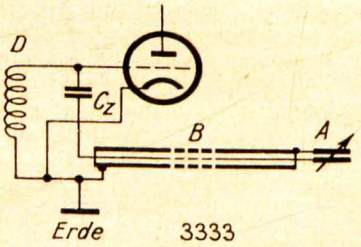


Abb. 3. Verringerung der Kabel-Kondensatorkapazität im Hinblick auf ihre Wirkung als Schwingkreiskapazität durch einen Serienkondensator C_z

keine die Abstimmung beeinträchtigende Frequenzänderung wahrgenommen, obwohl hierbei das empfindliche Interferenzmeßverfahren zur Anwendung kam. Es ist daher nicht zu fürchten, daß der Empfang durch die Erschütterungen, denen das Kabel in Fahrzeugen ausgesetzt ist, benachteiligt wird, um so weniger, als zu vermuten ist, daß die an einzelnen Stellen des Kabels auftretenden Lage- und Kapazitätsänderungen sich in ihrem Einfluß auf die Gesamtkapazität des Kabels gegenseitig aufheben.

Als wichtigster Faktor ist die Erhöhung der Anfangskapazität der fernabgestimmten Schwingungskreise anzusehen, die durch die Kabelkapazität bedingt ist. Bei Abstimmkondensatoren rechnet man im allgemeinen mit einer Anfangskapazität von etwa 35 bis 40 cm. Dazu addieren sich noch die Eigenkapazität der Spule und die Kapazität der gitterseitigen Leitungen, des Gitters und des Gitterkontakts gegen Erde mit zusammen etwa 20 cm, so daß die Kleinstkapapzität des Schwingungskreises etwa 60 cm beträgt, während die Größtkapazität ca. 520 cm zählt. Die Höchstkapazität ist also etwa 9 mal größer, als die Kleinstkapazität, was dem entspricht, daß sich die Hochfrequenzen des Wellenbereichs wie 1 zu 3 verhalten (500 kHz zu 1500 kHz). Bei Erhöhung der Festkapazität des Kreises verkleinert sich nun der einzustellende Bereich nicht unerheblich. In welchem Umfang dies bei der Kabel-Fernabstimmung der Fall ist, sei an einem Beispiel erörtert:

Die Kabellänge pro Abstimmelement soll dabei als Durchschnittswert mit 5 m angenommen werden. Die Eigenkapazität des Kabels betrage 22 cm je m Länge. Die Anfangskapazität erhöht sich demnach von 60 auf 170 cm, während die Endkapazität auf 630 cm steigt. End- und Anfangskapazität verhalten sich also etwa wie 3,7 zu 1. Die obere Wellenlänge des Bereichs ist demnach nur um das 1,9 fache größer, als die untere Grenzwelle. Dieser Bereich erstreckt sich aber nicht wie vordem von 600 m abwärts, sondern er verschiebt sich wegen der höheren Endkapazität in das Gebiet längerer Wellen. Die Rechnung ergibt für unser Beispiel eine Verschiebung und gleichzeitige Verkleinerung des Bereichs von 600 bis 200 m auf 660 bis 347 m. Da die Reihe der empfangssicheren Sender etwa bei 750 m (Wilna = 560 m) beginnt, würde sie für den praktischen Fall genügen, wenn dieser Wert als oberer Grenzwert des Rundfunkwellenbereichs genommen wird. Dies läßt sich durch Einschaltung eines Serienkondensators gemäß Abb. 3 erreichen, durch den die Kabel- + Kondensatorkapazität von zusammen 610 cm in ihrer Wirkung auf die Schwingkreiskapazität vermindert werden kann. Um die Größe dieses Zusatzkondensators C_z (Abb. 3) festzustellen, muß zunächst ermittelt werden, bei welchem Wert der Schwingkreiskapazität C_s die Resonanzwelle $\lambda\ 1_2 = 570$ m beträgt. In der Annahme, daß bei $C_{s1} = 520$ cm eine Resonanzwelle $\lambda_1 = 600$ m vorhanden ist, ergibt sich für C_{s2} eine Größe von 500 cm auf Grund der Formel

$$C_{s2} = \lambda^2{}_2/\lambda^2{}_1 \cdot C_{s1}$$

Nach Abzug der durch den Serienkondensator nicht zu beeinflussenden Schaltkkapazität von 20 cm folgt, daß die Gesamtkapazität des Kabels + Kondensator in Gemeinschaft mit dem Serienkondensator 450 cm betragen muß. Der Wert des Zusatzkondensators C_z berechnet sich nach folgender, einfacher Formel: $C_z = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 - C_2}$, worin C_1 die vorhandene Kabel- + Kondensatorkapazität (610 cm) und C_2 die verlangte Gesamtkapazität (450 cm) bedeuten. Der gesuchte Wert ist hier 1710 cm. Der Zusatzkondensator bewirkt ferner ein Verschieben der unteren Grenzwelle des Bereichs von 347 m nach 325 m. Der Langwellenbereich erstreckt sich jetzt von 1900 bis 1085 m und umfaßt dort die wichtigsten Sender. Hier muß man sich nun entscheiden, ob man sich mit dem eingeschränkten Frequenzbereich begnügt oder ob durch eine weitere Kapazitäts- oder Spulenumschaltung auf den fehlenden Frequenzbereich umgeschaltet werden soll. Die Entscheidung wird man je nach Art des Empfängers und der Länge des Abstimmkabels treffen.

Umschaltung auf einen anderen Frequenzbereich mittels Zusatzkondensatoren stellt die einfachste Lösung dar, die im besonderen dann in Frage kommt, wenn, wie bei Industriegeräten, die Fernabstimmung nachträglich angebracht werden soll, ohne daß wesentliche Eingriffe in das Schaltgefüge des Geräts vorgenommen werden sollen. Es wird dabei der Serienkondensator C_z auf einen kleineren Wert umgeschaltet (Abb. 4). Um einen lückenlosen Anschluß des oberen Wellenbereiches an den unteren Bereich zu erhalten, muß der Kondensator C_{z2} so bemessen werden, daß er in Verbindung mit der Höchstkapazität des Fernbedienungskondensators + Kabelkapazität die gleiche Schwingkreiskapazität ergibt, wie der Serienkondensator C_{z1} in Verbindung mit der Kleinstkapazität des Abstimmkondensators + Kabelkapazität ergab. Die Berechnung erfolgt in der für den Serienkondensator C_{z1} angegebenen Weise. Sie dient nur zur ungefähren Feststellung des Wertes, da man in der Praxis hierzu einen abgleichbaren Luft-, Trolitul- oder Glimmerkondensator verwendet. Dieser Kondensator wird so eingestellt, daß der Sender kleinster Wellenlänge des oberen Bereichs zum Sender größter Wellenlänge in dem unteren Bereich wird. Der Kondensator muß im vorliegenden Fall etwa 190 cm groß sein. Man wird also einen veränderlichen Kondensator von 250 cm Höchstkapazität nehmen. Der durch den Serienkondensator C_{z2} eingeschaltete Bereich erstreckt sich von 325 bis etwa 263 m. Die Gleichwellensender im unteren Wellenband des Rundfunkbereiches und einige Großstationen sind dann noch vom Empfang ausgeschlossen. Um sie zu empfangen, wäre es bei der genannten Kabellänge bzw. Kabelkapazität erforderlich, entweder einen dritten Zusatzkonden-

sator noch kleinerer Kapazität anzuwenden, oder die Bereiche nach oben hin zu verkürzen. In vielen Gegenden ist ein befriedigender Empfang der eigentlich nur für den Orts- und Bezirksempfang bestimmten Gleichwellenstationen ohnehin nicht zu erhalten, so daß man in diesem Fall auf eine Erweiterung des Frequenzbandes nach kürzeren Wellen zu Verzicht leistet.

Die Umschaltung kann durch einen in das Gerät einzubauenden dreipoligen Rastenschalter S_1 geringer Eigenkapazität erfolgen. In Stellung I (siehe Abb. 4) ist der Nah-Abstimmkondensator eingeschaltet, während er in Stellung II und III auf die beiden Teilbereiche der Fernbedienung eingestellt ist. Um die Fernbedienung vollständig zu machen, ist die Anwendung eines Fernschalters zur Wellenbereich-Umschaltung praktisch. Dieser müßte dann aber auch die Umschaltung von Lang- auf Mittelwellenempfang mit übernehmen. Dies läßt sich bei fertigen Geräten ohne erheblichen Umbau nicht durchführen, ganz abgesehen davon, daß in den meisten Fällen der Platz zur Unterbringung der dazu erforderlichen Fernschalter nicht vorhanden ist. Man wird sich darauf beschränken müssen, bei Industrieempfängern eine Fernschaltung für die Aus- und Einschaltung des Empfängers vorzusehen oder allenfalls auch für die wahlweise Einstellung der beiden Teilwellenbereiche. In gewissen Grenzen kann man eine Änderung des Wellenbereichs auch durch Zusatzkondensatoren bewirken, die am Fernbedienungskondensator selbst zugeschaltet werden. Wenn man, wie oben erwähnt, gezwungen ist, zugunsten der Wellen zwischen 200 und 263 m das Empfangsband dafür oben entsprechend abzuschneiden — z. B. bei 500 m—, so läßt sich durch wahlweise Zuschaltung eines Parallelkondensators unmittelbar zum Fernbedienungskondensator erreichen (Abb. 4), daß der fehlende Bereich von 500 bis 600 m ergänzt wird. Auch läßt sich eine Verringerung der Minimalkapazität des Fernabstimmkondensators durch einen ihm zugeschalteten Serienkondensator erzielen. Dem Parallelkondensator wird man einen Wert von etwa 150 bis 200 cm geben, während der Serienkondensator in unserem Fall mit etwa 100 bis 150 cm bemessen ist.

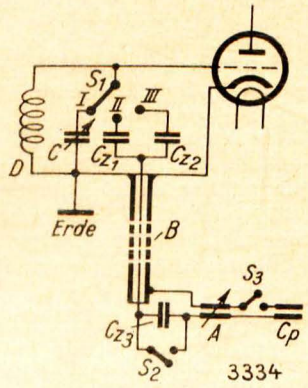


Abb. 4. Zusammenstellung von Möglichkeiten, durch Zusatzkondensatoren den durch die Kabelkapazität eingeengten Wellenbereich zu erweitern und die dämpfende Wirkung der Kabelkapazität zu vermindern. C = Nahabstimmkondensator, C_{z1} und C_{z2} = Serienkondensatoren zur Verkürzung der Kabel-Kondensatorkapazität und zur Wellenbereichumschaltung, S_1, S_2, S_3 = Wellenbereichumschalter, C_{z3} = Serienkondensator zur Verringerung der Anfangskapazität des Fernabstimmkondensators, C_p = Parallelkondensator zur unmittelbaren Wellenbereichumschaltung (ohne Fernschalter)

Es besteht ferner noch die Möglichkeit, den Wellenbereich durch Anwendung von Abstimmkondensatoren größerer Endkapazität zu erweitern, um ihn gegebenenfalls auch ohne Umschaltung auf das bei Nahbedienung mit dem 500 cm Kondensator vorhandene Maß zurückzuführen. Im allgemeinen empfiehlt sich das nicht, da die Dämpfung sich dadurch erhöht und die Abstimmkondensatoren mit größerer Endkapazität als 500 cm ungebräuchlich und teuer sind (in der modernen verlustfreien Ausführung dürften derartige Kondensatoren wohl nur auf besondere Bestellung hin erhältlich sein). Bei Anwendung eines Kondensators größerer Endkapazität muß zur richtigen Ausnutzung des größeren Kapazitätsintervalls eine Verkleinerung der Selbstinduktion stattfinden, um trotz der erhöhten Endkapazität zur gleichen oberen Grenzwelle des Bereichs zu gelangen. Das macht aber einen komplizierten Eingriff in das Gerät notwendig, den man nur bei selbstgebauten Empfängern wagt. Hier jedoch stellt die Anordnung zusätzlicher Spulenumschaltung nicht nur eine elektrisch weit günstigere Lösung dar, sondern sie ermöglicht auch eine viel bedeutendere Erweiterung des Frequenzbereichs, als durch Anwendung von Abstimmkondensatoren von z. B. 1000 cm Endkapazität gegeben wäre.

Die zusätzliche Wellenbereich-Umschaltung, die durch die Fernabstimmung über abgeschirmte Kabel notwendig wird, kann auf eine Unterteilung des Rundfunkwellenbereichs in zwei Teilbereiche beschränkt bleiben, da sich die wichtigsten Langwellensender ohnehin auf einen verhältnismäßig kleinen Raum verteilen. Die zusätzliche Unterteilung des Rundfunkbereichs kommt auch dem Empfang bei Nahabstimmung zugute, da die Sender auf der Skala weiter voneinander entfernt liegen und somit bequemer einzustellen sind. Damit sich aber bei Nahabstimmung die Frequenzbereiche nicht überlappen, ist es erforderlich, dem im Gerät befindlichen Abstimmkondensator einen Kondensator in Größe der Kabelkapazität parallel zu schalten. Wenn der Fernabstimmkondensator plus Kabelkapazität über einen Serienkondentsator angeschaltet wird, ist der Kondensator zur Nahabstimmung über den gleichen Serienkondensator an das gitterseitige Ende der Schwingkreisspule zu legen. Bei einer Unterteilung des Rundfunkwellenbereiches in zwei Teilbereiche kommt man zur größten Kabellänge, d. h. derjenigen Kabellänge, bei der noch alle Teilfrequenzen der beiden Bereiche einzustellen sind, auf Grund folgender Berechnung:

Zuerst ist die Wellenlänge zu ermitteln, bei der die beiden Teilbereiche zusammenstoßen. Die obere Wellenlänge und die untere Wellenlänge des Gesamtbereiches liegen mit 570 bzw. 200 m fest. Aus dem bei symmetrischer Unterteilung des Wellenbereiches vorhandenen Verhältnis der mittleren Grenzwelle zu der unteren λ_u und oberen Welle λ_o des Gesamtbereichs gemäß $\lambda_o / \lambda_m = \lambda_m / \lambda_u$ folgt für $\lambda_m = \sqrt{\lambda_o} \cdot \sqrt{\lambda_u} = 322$. Die untere und oberen Welle jedes Teilbereichs verhalten sich dann wie 1 zu 1,6, die kleinste und die größte Schwingkreiskapazität müssen sich demnach wie 1 zu $1{,}6^2$ = 1 zu 2,56 verhalten. Die Anfangskapazität C_a und die Endkapazität C_e sowie die Schaltkapazität C_s sind bekannt. Aus dem Ansatz

$$\frac{C_e + C_s + C_k}{C_a + C_s + C_k} = 2{,}56,$$

worin C_k die gesuchte Kabelkapazität darstellt, folgt für C_k die Formel:

$$C_k = \frac{C_e - 2{,}56 \cdot C_a - 1{,}56 \cdot C_s}{1{,}56}$$

Danach hat in unserem Fall C_k eine Größe von 228 cm, was bei einer Kapazität von 22 cm je m einer Länge von mehr als 10 m gleichkommt. Diese Länge läßt sich auch hinsichtlich der Dämpfungserhöhung noch praktisch durchführen, beträgt diese doch nur etwa 8 %.

Es ist ferner möglich, einen größeren Teil der Selbstinduktion des abzustimmenden Kreises mit dem Fernabstimmungskondensator zusammen außerhalb des Geräts anzuordnen (Abb. 5). Im Empfänger selbst verbleibt dann ein kleiner Teil der Selbstinduktion zur Ankopplung an den

Vorkreis oder zur Herstellung der Rückkopplung. Dadurch wird man in die Lage versetzt, die Spulenumschaltung unmittelbar vorzunehmen statt durch fernbestätigte Relais. Allerdings erhöhen sich dadurch die Unkosten, da für jede Fernbedienungsstelle Spulen und Kondensatoren notwendig sind. Der Vorschlag gilt also im besonderen für solche Empfänger, die nur für einseitige Fernabstimmung gedacht sind und bei denen auch eine Nahabstimmung nicht vorgesehen ist.

Bei Verlegung eines größeren Teils der Schwingkreisselbstinduktion an den Fernabstimmort läßt sich die Abstimmung auch ganz oder zum Teil durch eine Änderung der Selbstinduktion erreichen. Die Schwingkreiskapazität wird dabei in der Hauptsache durch die Kabelkapazität dargestellt (Abb. 5). Es ist auf diese

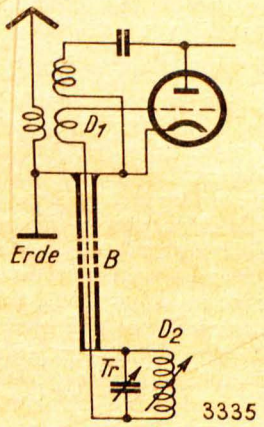


Abb. 5. Induktive Fernabstimmung. Der größere Teil der Schwingkreisspule ist außerhalb des Empfängers angeordnet und steht mit ihm über ein abgeschirmtes Kabel in Verbindung. D_1 = Restteil der Selbstinduktion, D_2 = Hauptteil der Selbstinduktion (veränderlich, z. B. durch Permeabilitätsabstimmung nach Polydoroff), Tr = Trimmer

Weise möglich, selbst bei verhältnismäßig großen Kabellängen den Rundfunkwellenbereich ohne Spulenumschaltung zu überstreichen. In dieser Hinsicht spielt nun die Frage der Kabelselbstinduktion eine Rolle; denn wäre diese von erheblicher Größe, so würde dadurch die Einstellung innerhalb größerer Intervalle in ähnlicher Weise beeinträchtigt, wie dies bei der kapazitiven Fernabstimmung durch die Kabelkapazität geschieht.

Die Selbstinduktion des abgeschirmten Leiters ist aber bei den hier verwendeten Längen unverhältnismäßig viel kleiner als die Spulenselbstinduktion. Das rührt daher, weil die Abschirmung des Kabels gleichfalls eine Selbstinduktion darstellt. Beide Leiter werden aber von Strömen durchflossen, die um 180 Grad phasenverschoben sind, so daß sich die induktiven Wirkungen ähnlich wie bei bifilar gewickelten Widerständen weitgehend gegenseitig aufheben. Da ferner die Fernabstimmung über Kabel hier nur für Wellen über 200 m vorgeschlagen wird, wobei als oberstes Maß für die Länge des Abstimmkabels etwa 10 m zu gelten hat, ist auch das Auftreten von Resonanzerscheinungen und von stehenden Wellen im Kabel nicht zu befürchten. Praktische Versuche und Messungen ließen ebenfalls keinen Einfluß der Kabelselbstinduktion auf die Abstimmung erkennen. Es folgt daraus, daß die Induktivitätsabstimmung bei langen Kabeln praktisch tatsächlich zu einem größeren ohne Umschaltung umfaßbaren Frequenzbereich führt — sofern der zur Ankopplung bestimmte Windungsteil D_1 (siehe Abb. 5) klein ist gegenüber dem Hauptteil der Selbtsinduktion D_2, als es bei Kapazitätsabstimmung möglich ist. Die seit Jahren bereits bekannte, aber bislang ohne größere praktische Anwendung gebliebene Permeabilitätsabstimmung (z. B. nach Polydoroff) steht hier vielleicht vor ersprießlichen Aufgaben.

Die Anwendungsmöglichkeiten für derartige Fernabstimmungen sind in der Empfängerpraxis recht vielseitig. So läßt sich eine Abstimmung desselben Empfängers von verschiedenen Räumen aus durchführen. Das Bedürfnis dazu ist besonders dann sehr groß, wenn man bereits über Zusatzlautsprecher oder Anschlüsse dafür in verschiedenen Räumen verfügt, da der Wert eines solchen Zusatzlautsprechers nicht unerheblich steigt, wenn man in der Lage ist, von dem betreffenden Ort aus auch die Wahl der Station vornehmen zu können. Es ist anzunehmen, daß durch die Möglichkeit einer vollkommenen Fernbedienung der Zusatzlautsprecher zumal in größeren Wohnungen und Einzelhäusern an Bedeutung gewinnt und die Fernabstimmung zur Anschaffung von mehreren Lautsprechern führt, auf die man sonst verzichten würde. Mit den genannten Kabellängen lassen sich bei günstiger Leitungsführung schon beachtliche Entfernungen überbrücken. So ist es z. B. möglich, von einem im ersten Stock befindlichen Gerät aus Bedienungsleitungen in das Erdgeschoß und in den zweiten Stock zu legen. Hier zeigt sich ein weiterer Vorteil moderner abgeschirmter Kabel, nämlich ihre dauerhafte und wetterbeständige Konstruktion, die erlaubt, die Leitung an der Außenwand des Hauses zu verlegen, was für die Kürze der Leitung von großer Bedeutung sein kann. Die Bedienungsanlagen und der Empfänger sind dabei möglichst in der Nähe des Fensters anzuordnen. Die für die Übertragung der Lautsprecherenergie und für die Bedienung der Schaltrelais bestimmten Leitungen verlegt man dabei zweckmäßig innerhalb des Hauses. Wenn man mehrere Fernabstimmanlagen vorsieht, so ist es notwendig, die Anschaltung an den Empfänger so zu treffen, daß stets nur eine Abstimmleitung in Betrieb ist, damit die Kapazität des fernabgestimmten Kreises sich nicht unzulässig erhöht. Aus diesem Grunde soll auch die Leitungsführung zu verschiedenen Abstimmanlagen im allgemeinen strahlenförmig vom Gerät aus erfolgen und nicht etwa von der einen Abstimmanlage zur anderen gehen. Die Umschaltung auf die jeweils gewünschte Abstimmanlage kann vom Gerät aus vorgenommen werden. Eleganter ist natürlich die Verwendung besonderer Schaltrelais, die gestatten, die Einschaltung der Fernabstimmung von dem betreffenden Abstimmort aus vornehmen zu können. Der Empfangsapparat wird dann irgendwo, z. B. in einem Schrank (mit genügenden Luftlöchern!), untergestellt.

Sehr wichtig dürfte das neue Abstimmverfahren für den Autoempfänger sein. Einesteils sind hier die zu überbrückenden Entfernungen gering, so daß die genannten Nachteile des Verfahrens kaum eine Rolle spielen, zum anderen hat gerade hier eine Fernbedienung großen Wert. Beim Autoempfänger liegen die Dinge so, daß dieser wenigstens in Deutschland und für die nächste Zeit in erster Linie für große Wagen Anwendung findet. Hier aber sitzt der Fahrgast (oder die Fahrgäste), für den die Musik bestimmt ist, meist nicht am Steuer, sondern im Fond des Wagens und müßte bei der heutigen Anordnung der Empfänger dem Wagenführer die Programmwahl überlassen, der aber seine Aufmerksamkeit wichtigeren Dingen zu widmen hat. Eine zweifache Bedienungsmöglichkeit, die eine im Fond, die andere am Steuer, ist deshalb für die Einführung des bisher bei uns so wenig erfolgreichen Autoempfängers gewiß von ziemlicher Bedeutung. Dazu kommt noch, daß der jetzige Fernantrieb der Abstimmelemente über eine biegsame Welle nicht so fehlerfrei funktioniert, wie es bei der kapazitiven oder induktiven Fernabstimmung der Fall ist. Entscheidend dürfte aber ein weiterer Vorteil sein, den diese Fernabstimmung bietet, und der darin besteht, daß ihre Anwendung die Platzfrage für den Autoempfänger löst. Man kann ihn dann statt im begrenzten Raum unter dem Schaltbrett nun im Fond des Wagens, z. B. unter einem der Sitze, anbringen oder ihn in den Gepäckraum miteinbauen. Ja, es ließe sich sogar ermöglichen, den in ein vollkommen staub- und

feuchtigkeitssicheres Gehäuse erschütterungsfrei eingebauten Empfänger außen am Wagen zu befestigen. Dadurch würde der Empfänger auch leicht auswechselbar und könnte — während die Abstimmanlagen im Wagen verbleiben — in die Wohnung, ins Wochenendhäuschen oder Boot mitgenommen werden, wo er an eine bereits dort vorhandene Abstimmanlage geschaltet wird. Die Kupplung zwischen Empfänger und Abstimmleitung und die Umschaltung auf eine andere Art der Stromversorgung lassen sich dabei ohne weiteres derart gestalten, daß jeder Laie damit fertig wird. Durch diese vielseitige Verwendbarkeit würde die Wirtschaftlichkeit des Autoempfängers so erheblich gesteigert, daß dies in Verbindung mit günstiger Lösung der Platzfrage sehr wohl dazu führen kann, dem Autobesitzer auch das Interesse der Kleinwagenbesitzer zu erschließen.

Eine solche sich auf verhältnismäßig kurze Entfernungen erstreckende Fernabstimmung ist auch für Heimempfänger innerhalb eines Raumes von Wert. In der Unterbringung größerer Empfangsapparate stößt man bekanntlich häufig auf Schwierigkeiten insofern, als dort, wo man den Apparat gut bedienen könnte, z. B. am Schreibtisch, kein rechter Platz für ihn freigemacht werden kann. Auch soll es Leute geben, die überhaupt keine Neigung für einen großen Rundfunkempfänger haben, weil sein Äußeres nicht mit dem Stil des Zimmers harmoniert. Hier läßt sich nun leicht Abhilfe schaffen, indem man den Empfänger, der aus akustischen Gründen ohnehin nicht mit dem Lautsprecher zusammengebaut werden sollte, in einem Schrank oder einer Nische versteckt aufstellt, während die Abstimm- und Bedienungselemente in einem kleinen Abstimmpult untergebracht werden, das durch ein zwei bis drei Meter langes Kabel mit dem Empfänger in elastischer Verbindung steht und das infolgedessen immer von dort aus bedient werden kann, wo man jeweils für einige Zeit Platz genommen hat. Der Lautsprecher erhält dann seinen Platz z. B. hinter einer Schallwand als Deckenecklautsprecher.

Für die Anwendung des Kabel-Abstimmprinzips sind insonderheit solche Empfänger geeignet, die mit einem oder zwei veränderlichen Abstimmkreisen arbeiten. Der Einbereichsuper erscheint also hierfür wie vorherbestimmt, besonders allerdings bei relativ kurzen Kabellängen, da bei ihm infolge der höheren Oszillatorfrequenz die Verlustzunahme größer ist als bei anderen Empfängern. Grundsätzlich läßt sich natürlich das Abstimmprinzip auch bei Geräten mit vielen Abstimmkreisen, z. B. beim Vierkreis-Geradeausempfänger, anwenden, nur steigen dabei die Kosten für die Anordnung nicht unbeträchtlich: denn es muß nicht nur in jeder Abstimmanlage die gleiche Vielzahl von Abstimmelementen vorhanden sein, schon die für jedes Abstimmelement gesondert vorhandenen Kabel sind einigermaßen kostspielig. Beim fernabgestimmten Geradeausempfänger wird man deshalb über ein bis zwei normale Kreise (keine Bandfilter!) nicht hinausgehen. Der beste Erfolg ist mit normalen Überlagerungsempfängern zu erzielen, bei denen außer dem Oszillator nur noch der Eingangskreis abgestimmt wird, während die festeingebauten Bandfilter der Zwischenfrequenz für genügende Trennschärfe sorgen.

Noch aus einem anderen Grunde ist der Superhet bei mehrgliedrigen Fernabstimmungen zu bevorzugen. Werden nämlich mehrere Stufen eines Geradeausempfängers über mehrere längere parallel geführte abgeschirmte Leitungen abgestimmt, so besteht einige Möglichkeit, daß sich zwischen den Kreisen eine unerwünschte Kopplung, eine Rückkopplung, einstellt, die darauf zurückzuführen ist, daß bei langen Kabeln und hohen Frequenzen keine quasistationäre Erdung der Kabel mehr vorhanden ist, und daher auch die Abschirmung nicht mehr hundertprozentig wirkt. Inwieweit dieser Nachteil tatsächlich praktisch in Erscheinung tritt, muß noch geklärt werden. Abhilfe, sofern diese notwendig werden könnte, ließe sich durch mehrfache Erdung des Kabels an verschiedenen Punkten, insbesondere am Anfang und am Ende, schaffen. Außerdem ist es grundsätzlich möglich, etwaige Kopplungen durch Anordnung von Gegenkopplungen in ihrer Auswirkung unschädlich zu machen. Bei Superhetempfängern würden wegen der verschiedenen Frequenzen der beiden Kreise in geringem Umfang auftretende Kopplung sich nicht nachteilig auswirken. Bei festverlegten Kabeln läßt sich die Kopplung im übrigen ganz vermeiden, indem man die einzelnen Abstimmkabel in einigem Abstand voneinander verlegt.

Eine besondere Frage betrifft die Erzielung des Gleichlaufs zwischen den beiden Abstimmelementen einer Abstimmanlage. Hier ergibt sich bei der Unterteilung des Rundfunkbereiches in zwei Teilbereiche u. U., daß eine richtige Abgleichung nur auf einem der Bereiche vorhanden ist, während die Einstellung auf dem anderen Bereich an einigen Stellen etwas differiert. Sind im Einzelfall die Differenzen zu groß, so ist wie bei den älteren Einknopfempfängern eine Nachregelung durch Verstellung eines Staters vorzusehen. Dieses Hilfsmittel läßt sich aber durch richtige Bemessung aller Teile vermeiden.

Durch die Kapazität des Kabels ändert sich auch der Frequenzgang der Abstimmung. Je größer sie ist, desto mehr vergrößert sich bei gleichem Plattenschnitt der Abstand der Stationen hoher Frequenzen, während die Sender niedriger Frequenzen im Verhältnis dazu dichter gedrängt sind. Dies ist jedoch nur ein kleiner Schönheitsfehler, der bei industriemäßigen Ausführungen unschwer durch Wahl eines anderen Plattenschnittes beseitigt werden kann.

Bei der praktischen Ausführung der Fernabstimmung sind noch einige Punkte zu beachten: Die Abschirmung ist sorgfältig zu erden. Dort, wo eine unmittelbare Erdung nicht möglich ist — wie z. B. beim Autoempfänger —, muß die Abschirmung mit dem erdseitigen Ende der Spule unmittelbar oder über einen größeren Blockkondensator verbunden werden. Die Leitungen müssen beim Empfänger und beim Abstimmpult in abgeschirmten Steckern oder Schraubanschlüssen endigen. Auch sind die Leitungen innerhalb des Geräts, die vom gitterseitigen Ende der Selbstinduktion zu dem Schalter und von dort zu den Kondensatoren führen, in abgeschirmter Leitung zu verlegen, sofern diese Teile nicht unmittelbar einander benachbart sind. Die im Handel erhältlichen Kabelendverschlüsse mit Steck- oder Schraubanschluß sind für unsere Zwecke brauchbar. Da die Kabel gegen äußere Einflüsse ziemlich gut geschützt sind, kann man sie unmittelbar an der Wand entlang verlegen und dort mittels umgebogener Drahtstifte (Krampen) befestigen. Das Kabel wird an diesen Stellen mit etwas Isolierband umwickelt, das Schutz gegen mechanische Beschädigung bietet und dem glatten Kabel einen besseren Halt verleiht. Infolge der Starrheit des Kabels genügt es, die Befestigung im Abstand von 1 bis 1,5 m vorzunehmen. Außer den abgeschirmten Leitungen sind zur Zuführung der Lautsprecherenergie, zur Bedienung der Umschaltungen und gegebenenfalls zur Regelung der Rückkopplung, die durch Aenderung der Audion-Anodenspannung erfolgt, noch eine Reihe weiterer einfacher Leitungen erforderlich. Lautstärke- und Klangfarbenregelung geschieht unmittelbar am Zusatzlautsprecher und nicht wie sonst üblich in einer der Vorstufen des Geräts. Dadurch werden niederfrequente Kopplungen zwischen parallel geführten Leitungen, die zu verschiedenen Niederfrequenzstufen gehören, vermieden.

Durch geschickte Anordnung ist es im übrigen möglich, einige Leitungen mehrfach auszunutzen, um so die Zahl der notwendigen Leitungen zu vermindern. Die Abb. 6 gibt dafür ein Beispiel an Hand eines Einkreisempfängers (Audion). Das Relais R_1 dient zur Wellenbereichumschaltung. Es ist so gebaut, daß es bei Stromdurchgang die Kontakte schließt und beim Oeffnen des Stromkreises selbsttätig um eine Schaltstellung weiterrückt, so daß die Bereiche I, II und III in gleichbleibender Reihenfolge eingeschaltet werden.

Seinen Betriebsstrom entnimmt dies Relais aus dem Anodenstromkreis der Audionröhre, in den seine hochohmige Wicklung kathodenseitig geschaltet ist. Bei Batteriegeräten läßt sich mit dem Relais R_1 das Relais R_2 zur Einschaltung des Geräts kombinieren, wobei dann der Strom aus der Heizquelle entnommen wird, was sich wegen der Kürze der Abstimmleitungen ohne weiteres einrichten läßt. Bei Netzanschluß ist jedoch ein weiteres Relais erforderlich, das seinen Strom über einen Transformator aus dem Netz nimmt. Dazu ist nur eine weitere Leitung notwendig,

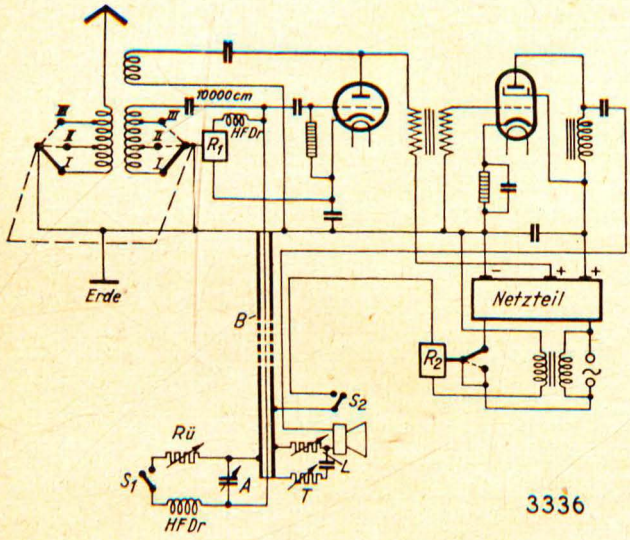


Abb. 6. Anordnung eines Einkreis-Zweiröhrenempfängers mit kapazitiver Kabel-Fernabstimmung, R_1 = Ruhestromrelais für Wellenbereichumschaltung (hochohmige Wicklung), R_2 = Momentschaltrelais zur Einschaltung, HF-Dr. = Hochfrequenzdrossel, B = abgeschirmte Leitung, S_1 = Schalter für Relais 1, S_2 = Momentschalter für Relais 2, Rü = kathodenseitig geschalteter Anodenwiderstand zur Regelung der Rückkopplung, A = Abstimmkondensator, L = Lautstärkeregler, T = Klangfarbenregler

da die Abschirmung als Rückleitung herangezogen wird. Um Induktion des Wechselstroms auf die benachbarten Leitungen zu vermeiden, ist dieses Relais als Momentschalter auszuführen. Der Lautsprecherwechselstrom wird vom Anodengleichstrom getrennt und dem Zusatzlautsprecher über eine einfache Leitung zugeführt. Der andere Pol des Lautsprechers ist mit der Abschirmung zu verbinden. Es ist also außer dem Abschirmkabel nur noch eine einfache Doppelleitung (oder zwei Einzeldrähte) zu verlegen, wovon bei Anwendung zweier Abstimmkabel noch eine Leitung eingespart oder zum Betrieb des Abstimmanzeigers verwendet werden kann. Als Relais-Momentschalter sind die handelsüblichen Quecksilberrelaisschalter brauchbar. Statt des beschriebenen Ruhestromrelais mit selbsttätiger Stufenschaltung können auch drei einfache Ruhestromrelais benutzt werden, die ziemlich leicht selbst zu bauen sind.

Um das Abstimmpult trotz einer großen Skala gedrängt auszuführen, ist es bei Verwendung mehrerer Abstimmkondensatoren zweckmäßig, diese nicht hintereinander, sondern nebeneinander anzuordnen. Ein anderer Weg, zu einer langen, schmalen und deshalb die Verwendung einer großen Linearskala gestattenden Form des Abstimmgehäuses zu gelangen, besteht darin, die Kondensatoren so anzubringen, daß ihre Achsen parallel zur Skala liegen, so daß der Antrieb durch einen seitlichen Knopf erfolgt (Abb. 7). Die Drehbewegung des Antriebs ist dabei durch einen rechtwinklig umgeknickten Seilzug auf den Skalenzeiger zu übertragen. Das Abstimmpult enthält ferner noch Regler für die Lautstärke, Klangfarbe und eventuell für die Rückkopplung sowie die Schalt- und Druckknöpfe für die Relais und schließlich den Anschluß für einen oder mehrere Zusatzlautsprecher. Das Abstimmpult kann auch mit dem Zusatzlautsprecher vereinigt werden. Wenn die Skala aus dem Lichtnetz beleuchtet werden soll, was wegen ihrer Größe nicht unbedingt notwendig erscheint, so sind — sofern es sich um Wechselstrom handelt — die betreffenden Leitungen gut miteinander zu verdrillen, um Kopplung auf die niederfrequenten Leitungen zu vermeiden. Als Abstimmkondensatoren lassen sich übrigens in vielen Fällen die Quetschkondensatoren mit Trolitulisolierung gut verwenden, die einen sehr gedrängten Aufbau der Abstimmanlage ermöglichen. Das Abstimmpult wird zweckmäßig so eingerichtet, daß man es wahlweise hinstellen oder an die Wand hängen kann.

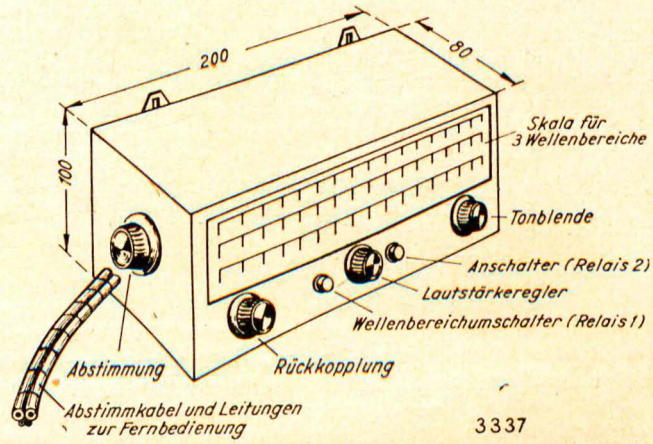


Abb. 7. Abstimmpult zur Fernabstimmung und Fernbedienung von Rundfunkempfängern. Die äußeren Abmessungen gelten bei Verwendung von Luftdrehkondensatoren und sind bei Trolitulkondensatoren erheblich zu verkleinern. Zur Erzielung einer flachen Gehäuseform sind die beiden Abstimmkondensatoren so eingebaut, daß ihre Achsen zur Skala parallel stehen

Die beschriebene Fernabstimmung über Kabel ist auch bei Entfernungen über 10 m anwendbar, wenn man sie mit einer mechanischen Grobabstimmung — stufenweise Spulen- oder Kondensatorabstimmung — kombiniert. Das Kabel wird dazu über einen Kondensator von etwa 100 bis 200 cm dem Abstimmelement des Geräts parallel geschaltet. Für solche Feineinstellungen ist das Abstimmverfahren auch im Bereich der kurzen Wellen in beschränktem Umfang anwendbar, wenngleich man dort mit der magnetischen Fernabstimmung bessere Ergebnisse erzielt, deren Bedeutung gerade mit Kürze der Wellenlänge zunimmt. Die beiden Arten unmechanischer elektrischer Fernabstimmung, die Abstimmung durch Vormagnetisierung und die durch abgeschirmte Kabel, erübrigen sich somit gegenseitig nicht, sondern haben jede für sich ihre eigene praktische Bedeutung.

Zeichnungen vom Verfasser

Rundfunkausstellung nach der Olympiade

Die „Große Deutsche Rundfunkausstellung Berlin 1936" findet in der Zeit vom 28. August bis 6. September statt. Dieser Termin liegt besonders günstig im Hinblick auf die Hunderttausenden von Besuchern der Olympischen Spiele, die erwartungsgemäß noch einige Zeit nach Schluß der Olympiade in Deutschland bleiben werden. So kann damit gerechnet werden, daß die diesjährige Rundfunkausstellung, die einen umfassenden Überblick über den hohen Stand der deutschen Sende- und Empfänger-Technik des Rundfunks und des Fernsehens geben wird, einen besonders großen Besuch mit stark internationalem Einschlag erwarten kann.

Das Magneton-Instrument

Eine neue vielstimmige Tonradorgel

Es ist wiederholt vorgeschlagen worden, zur Erzeugung elektrischer Töne für akustische Prüfzwecke oder auch für Musikinstrumente elektrische Sirenen zu verwenden, sei es nun in Form lichtelektrischer oder magnet-elektrischer Anordnungen. Solche der zweiten Art werden in dem nachstehend beschriebenen Instrument benutzt.

Die grundsätzliche Wirkungsweise eines elektrischen Tonradgenerators zeigt Abb. 1. Zwischen den schmal zugefeilten Polen eines permanenten Magneten (für die Erzeugung kleiner Leistungen wird ein Telephonmagnet verwendet) taucht der äußere Rand eines Zahnrades ein, das mit gleichbleibender Geschwindigkeit um seine Achse gedreht wird.

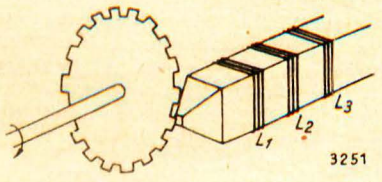


Abb. 1. Aufbau eines Tonrades

Schiebt sich ein Zahn zwischen die beiden Pole, wird das magnetische Feld verstärkt; es wird aber sofort wieder schwächer, sobald sich die darauffolgende Nut zwischen den Polen befindet. Diese stetig wechselnden magnetischen Kräfte induzieren Wechselströme gleicher Wechselzahl in den Spulen (L_1, L_2), welche über den Magnetkern geschoben sind. Ist das Rad rechteckig ausgezähnt, so hat auch der induzierte Wechselstrom rechteckige Wellenform und ist daher reich an ungeraden Oberwellen (3. 5. . . Ordnung). Werden dagegen die Zähne und Nuten sinusförmig ausgefeilt, so wird in den angeschlossenen Spulen nur die Grundfrequenz, ohne Beimischung von Oberwellen, erzeugt. In Abb. 2 a und 2 b sind die Wellenformen in Schaubildern dargestellt.

Tonräder dieser Art sind in der neuen elektromagnetischen Orgel, dem „Magneton", verwendet. Sämtliche Räder, die sich sowohl in der Zahl als auch in der Form ihrer Zähne voneinander unterscheiden, sind auf 12 Wellen angeordnet. Auf jeder Welle sind zwei Gruppen von je fünf Tonrädern aufgezogen, und zwar besitzt jedes Rad einer Gruppe doppelt soviel Zähne als das vorhergehende, und es erzeugt daher in seiner Magnetspule (L_1 von Abb. 1) die nächsthöhere Oktave. Während die eine Gruppe reine Töne nach Abb. 2 a erzeugt, ist durch die Form der Zähne in der anderen Gruppe dafür gesorgt, daß auch obertonreiche Klänge gespielt werden können. Jede der 12 Wellen mit ihren nach Oktaven abgestimmten Tonrädern entspricht einem der 12 Halbtöne an der wohltemperierten Tonskala: c, cis, d, dis . . . Diese Abstimmung wurde in der Weise ermöglicht, daß jede Welle ein wenig rascher rotiert als die vorhergehende; und zwar müssen die Umdrehungszahlen der aufeinanderfolgenden Wellen im Verhältnis $\sqrt[12]{2}$ zunehmen. Um diese feine Abstufung betriebssicher durchzuführen, werden alle Wellen durch einen einzigen Motor angetrieben; sie sind durch elastische Riemengurte mechanisch miteinander gekuppelt. An den Wellenköpfen sind Riemenscheiben aufgezogen, deren Durchmesser von Welle zu Welle um den $\sqrt[12]{2}$ten Teil abnimmt. Durch den gemeinsamen Antrieb ist Gewähr gegeben dafür, daß die Umdrehungsgeschwindigkeiten der Wellen im gewünschten Verhältnis abnehmen und daß die letzte Welle gerade doppelt soviel Umdrehungen macht, wie die erste. Ändert sich die Drehzahl des Motors, so kann wohl die Skala in eine andere Tonart transponiert werden, doch ist es unmöglich, daß einzelne Töne verstimmt werden, wie dies z. B. an Instrumenten mit mechanischer Tonerzeugung (Klavier, Orgelpfeifen) geschehen kann.

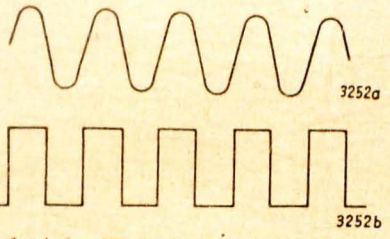


Abb. 2. Verlauf des Wechselstroms in Abhängigkeit von der Form der Zähne

In dichter Reihe sind unterhalb der Tonräder die zugehörigen Erregermagnete mit ihren Spulengruppen angeordnet, so daß die Einrichtung für die Erzeugung von Tönen verschiedener Klangfarbe über zwei mal fünf Oktaven in einem 1½ m hohen Kasten von ungefähr 2 m Breite und 1 m Tiefe untergebracht werden kann. Das Instrument ist, ähnlich wie die mit Stimmpfeifen betriebene Orgel, mit zwei Klaviaturen ausgestattet. Durch den Druck auf eine dieser Tasten muß der gewünschte Ton hervorgebracht werden; d. h. aber, eine unter den Hunderten von Spulen, die über die zahlreichen Magnete gezogen sind, wird angeschlossen und die Wechselströme, die durch das zugehörige Tonrad in ihren Windungen induziert wird, muß an den Eingangstransformator des Verstärkers geleitet werden. Um dies zu erreichen, ist eine Schaltanordnung von über 6000 Kontakten erforderlich, deren grundsätzlicher Plan jedoch recht einfach und übersichtlich durchdacht ist.

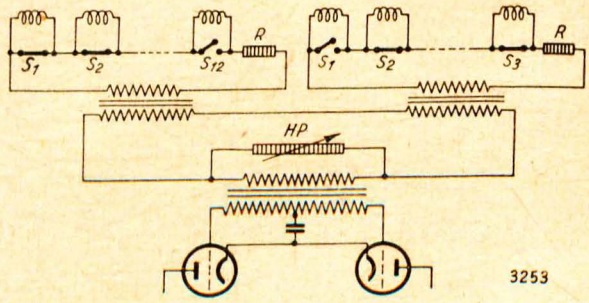


Abb. 3. Anschluß der einzelnen Erregerspulen an den Verstärker

Nach Abb. 3 sind die 12 Spulen je einer Oktave über einen Dämpfungswiderstand R an die Primärwicklung eines Transformators geschaltet. Im Ruhezustand sind sämtliche Spulen kurzgeschlossen, sie können daher auch keine Streufelder erzeugen und zu Störungen Anlaß geben, obwohl die Tonräder dauernd zwischen den Polen ihrer Elektromagnete rotieren. Erst durch den Druck der betreffenden Taste wird der Kurzschlußhalter (S_1, S_2 . . . in Abb. 3) geöffnet und dadurch der Spulenstrom in die Primärwicklung des Transformators geleitet. Die Sekundärwicklungen der einzelnen Transformatoren sind teils in Reihe, teils parallel miteinander leitend verbunden, und sie sind gemeinsam an die Primärwicklung des großen Transformators geschaltet, der im Eingang eines dreistufigen Kraftverstärkers liegt. Da das Instrument über je fünf Oktaven von Tönen mit und ohne Oberwellen verfügt, sind zehn derartige Schaltreihen mit ihren zugehörigen Transformatoren notwendig.

Abgesehen von der Erzeugung der einzelnen Töne ist auch noch die Möglichkeit vorgesehen, so wie bei der mit Stimmpfeifen betriebenen Orgel verschiedene Register zu ziehen, d. h. die Klangfarbe einzelner Töne oder Akkorde

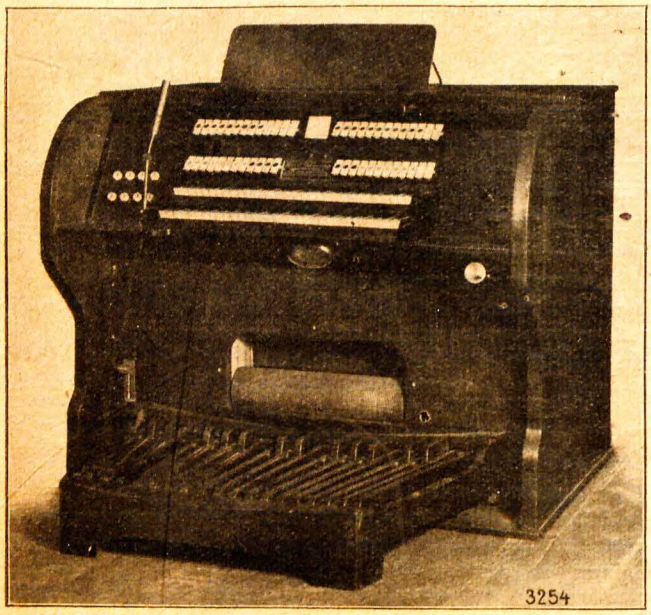


Abb. 4. Das Magneton, geöffnet

zu ändern. Durch diese Einrichtung erst wurde das neue Instrument zu einer Orgel ausgestaltet. Durch das Umlegen eines der Schalter, den „Registern", die sich oberhalb der Klaviaturen (s. Lichtbild Abb. 4) befinden, wird bewirkt, daß mit dem Grundton einzelne Oberwellen oder Gruppen von Obertönen, oder auch die tiefer liegenden Oktaven und Quinten, die Subharmonischen also, mitklingen. Um diese schaltungstechnisch zu ermöglichen, sind, wie in Abb. 1 angedeutet, zusätzliche Erregerspulen (L_2 $L..$) an jedem Tonrad vorgesehen, die dann durch das betreffende Register für die Erzeugung der Ober- oder Unterwellen zugeschaltet werden. Es läßt sich auf diese Weise jede der Klangfarben erzeugen, die wir von musikalischen Darbietungen an großen Orgeln gewöhnt sind; da zwei Klaviaturen zur Verfügung stehen, können auch die verschiedenen Klangfarben gemischt werden, so daß die Führung einzelner Stimmen anders klingt als die Begleitung. Der Aufwand an technischen Einrichtungen zur Erzeugung der verschiedenen „Orgelstimmen" ist hier mit weit weniger Erfordernis an Kosten und Platz durchführbar; auch ist dem Musiker die Möglichkeit gegeben, nach eigenem Geschmack neue Klangfärbungen zu bilden, während an der Stimmpfeifen-Orgel jede „Stimme" beim Bau des Instrumentes vorgesehen und dann unveränderlich festgelegt ist.

Die Lautstärke wird durch einen Spannungsteiler *HP* (Abb. 3) geregelt, der vom Spielenden mit dem Fuß betätigt wird. Abgesehen von dieser Regelung sind noch zwei weitere Spannungsteiler vorgesehen, welche nur die Obertöne bzw. die Grundtöne schwächen und die durch zwei Hebel oberhalb der Klaviatur bedient werden. Diese Potentiometer ermöglichen einen stetigen Übergang von einer Klangfarbe in die andere. Auch ist die Möglichkeit vorgesehen, besondere Dämpfungsdrosseln in die Zuleitung von den Erregerspulen zu den Transformatoren zu schalten, welche bewirken, daß der Klang nicht sofort mit voller Lautstärke einsetzt, sondern allmählich anschwillt.

Die Wechselströme in den einzelnen Erregerspulen sind so kräftig, daß die Darbietungen auf der neuen Orgel auch ohne Verstärker im Kopfhörer gut vernehmlich sind. Es genügt daher ein einfacher Kraftverstärker, der bei reichlicher Bemessung der Röhren und Kopplungsglieder praktisch verzerrungsfrei ausgeführt werden kann, um Klangstärken zu erzeugen, die eine große Halle oder Kirche füllen und im Freien über eine Entfernung von 1½ km vernommen werden.

Der Einbau der neuen Orgel ist auch unter ungünstigen akustischen Verhältnissen ohne Mühe durchzuführen, da die Schallquellen nicht unmittelbar beim Instrument aufgestellt werden müssen, sondern die einzelnen Lautsprecher beliebig im Raum verteilt werden können und sowohl deren Lautstärke als auch deren Richtwirkung nach einigen Versuchen entsprechend gewählt werden kann. Gerade in dieser Hinsicht zeigt sich das neue Instrument der Stimmpfeifen-Orgel überlegen, da beim Einbau der einzelnen Pfeifen deren Klangwirkung nicht immer vorausgesehen werden kann und öfters kostspielige und zeitraubende Umbauten erforderlich sind, bis ein befriedigendes Ergebnis erzielt werden kann.

Zeichnungen und Aufnahme vom Verfasser Dr. P.

Litzendrähte und ihre Verwendung für Spulenkonstruktionen

Der im „Funk" 1935, Heft 21, erschienene Beitrag gab vereinzelt Veranlassung zu einer mißverständlichen Auffassung. Ich möchte deshalb die grundsätzliche Annahme für diese rein theoretischen Vorbetrachtungen nochmals deutlicher wiederholen, als das vielleicht in der betreffenden Arbeit geschehen ist. Ich bin ausgegangen von einem gestreckten Litzendraht, der sich ausschließlich nur in seinem eigenen elektrischen Feld befindet. Die nun folgenden Untersuchungen beziehen sich zunächst auf eine Längeneinheit dieses Drahtes unter der Annahme, daß alle Größen, die den Hochfrequenzwiderstand dieses Stück getreckten Drahtes beeinflussen können, nacheinander verändert werden. Dann ging ich wieder einen Schritt weiter und betrachtete nicht mehr eine beliebige Längeneinheit, sondern jene Länge (Abb. 11) des Drahtes, die erforderlich ist, um eine bestimmte Selbstinduktion sicherzustellen. Nach wie vor war aber die Grundlage der Rechnung der gestreckte, nicht der gewickelte Draht.

In einer späteren Arbeit sollte ursprünglich — die Absicht konnte aus Zeitmangel nicht durchgeführt werden — auf Grund der so erkannten rein theoretischen Grundlagen auf praktische Verhältnisse übergegangen werden.

Es ist also nicht möglich, auf Grund der errechneten Angaben etwa Gütefaktoren von bestimmten Spulen errechnen zu wollen, weil die Kupferverluste, die aus der gegenseitigen Beeinflussung der Wicklung selbst entstehen, noch nicht berücksichtigt sind, ganz zu schweigen von den dielektrischen Verlusten. Trotzdem gibt auch dieser erste Teil wesentliche Anhaltspunkte hinsichtlich des Litzendrahtes als solchen, die sich natürlich sinngemäß bei Spulenkonstruktionen auswirken.

Allerdings darf gerade mit Bezug auf Abb. 11 der angezogenen Arbeit, in der die Spule behandelt wird, nicht vergessen werden, daß auch bei dieser Gegenüberstellung von Litzendraht gegenüber Volldraht die Unterstellung gemacht wurde, daß jeder Draht für sich allein da sei und die Eigenschaften eines gestreckten Drahtes besitze. Es muß also nochmals darauf hingewiesen werden, daß bei Übergang auf wirkliche Verhältnisse die Verluste solcher Drähte ein Mehrfaches der theoretischen Werte durch die gegenseitige Beeinflussung der Drähte untereinander erreichen werden.

Dr. Saic

NEUERUNGEN FÜR DEN BASTLER

Neue Großsichtskalen

Der Bastler, der sich nicht an dem laboratoriumsmäßigen Aufbau und der versuchsweisen Erprobung neuer Empfängerschaltungen genügen läßt, sondern dessen Ziel es ist, ein leistungsfähiges Empfangsgerät besonders hochwertiger Eigenschaften zu bauen, strebt in den elektrischen Werten wohl immer über die entsprechenden Empfänger der Industrie hinaus; in der Formgebung und äußeren Gestaltung müssen ihm die Industriegeräte jedoch häufig Vorbild bleiben, das er nicht ganz erreichen kann. Der Grund liegt vor allem darin, daß dem Bastler nur verhältnismäßig einfache Skalenvorrichtungen zur Verfügung stehen, während die Empfängerfabriken gerade auf die Ausbildung der Skalen sehr viel Arbeit und technischen Aufwand verwenden. Nur ein kleiner Teil der Bastler ist soweit Mechaniker und verfügt über eine so gut eingerichtete Werkstatt, daß er auch im Skalenbau mit der Industrie wetteifern kann; die Mehrzahl ist hier genau wie beim Drehkondensator auf die Erzeugnisse der Einzelteileindustrie angewiesen.

Die herstellungstechnischen Schwierigkeiten beim Bau hochwertiger Empfängerskalen sind nun aber viel größer als zum Beispiel bei der Erzeugung von Spulensätzen oder anderen elektrischen Einzelteilen; daraus erklärt es sich, daß die im Handel befindlichen Skalen denen der Industrieempfänger immer in einem gewissen Abstand folgen. Man muß hierbei berücksichtigen, daß die Skala für den Bastler viel strengeren Anforderungen zu genügen hat, als die der Empfängerfabrik: während die letztere eine Skala nur für einen bestimmten Empfänger oder doch für eine kleine Gruppe von zwei bis vier Empfängern zu konstruieren braucht, muß die Skala für den Bastler so durchgebildet sein,

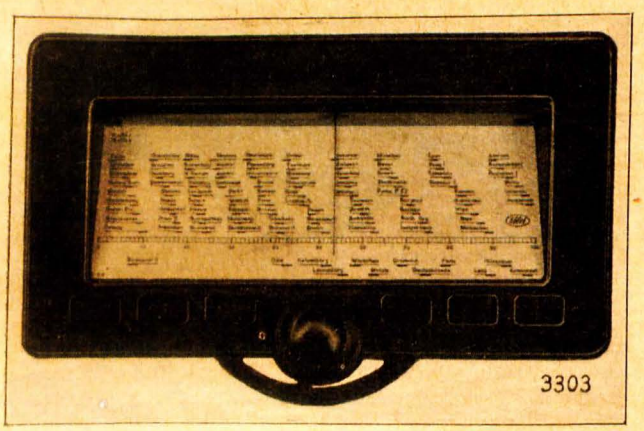


Abb. 1. Großsichtskala in der Vorderansicht

daß sie bei Empfängern der verschiedensten Art verwendet werden kann. Außerdem aber soll sich die Bastlerskala so leicht wie möglich anbringen lassen, sie soll auch den Aufbau des Gerätes und den späteren Ausbau in keiner Weise hindern, und sie soll es vor allem gestatten, daß man den Empfänger leicht aus dem Gehäuse herausnehmen kann, um Messungen und Versuche an ihm durchzuführen, ohne daß die Skala erst umständlich von ihm abgebaut werden muß.

Eine Skala, die den Bedürfnissen des Bastlers in jeder Hinsicht entsprechen dürfte, wurde vor kurzem auf den Markt gebracht. Es ist eine große waagerechte Linearskala, deren Fenster eine Größe von 87×216 mm besitzt, während der Preßstoffrahmen, der zur Skalenabdeckung dient, rund 160×285 mm groß ist. Abb. 1 zeigt die Skala mit aufgesetztem Abdeckrahmen (aber herausgenommener Glasscheibe, um die Lichtreflexe bei der Aufnahme nicht zu bekommen), Abb. 2 bei abgenommenem Rahmen und Abb. 3 in einer Rückansicht. Der eigentliche Skalenkörper *K* stellt ein ziemlich kompliziertes Preßteil dar, in dem die Achse des Drehknopfes A_1 und die Achse für den Kondensatorantrieb A_2 gelagert sind; auf der letzteren sitzt ein ebenfalls aus Preßstoff bestehendes großes Rad R, in das ein Stahlring *Ri* eingelegt ist, der als Friktionsscheibe dient. Er steht mit der eingedrehten Achse A_1 im Eingriff, die an dieser Stelle eingedreht und gehärtet ist und durch eine kräftige Feder gegen den geschliffenen Ring gedrückt wird. Auf diese Weise wird ein zuverlässiger, aber weicher und doch keinen toten Gang aufweisender Antrieb der Kondensatorachse erreicht, die bei A_2 von einer 6-mm-Bohrung aufgenommen und durch zwei Madenschrauben festgespannt wird.

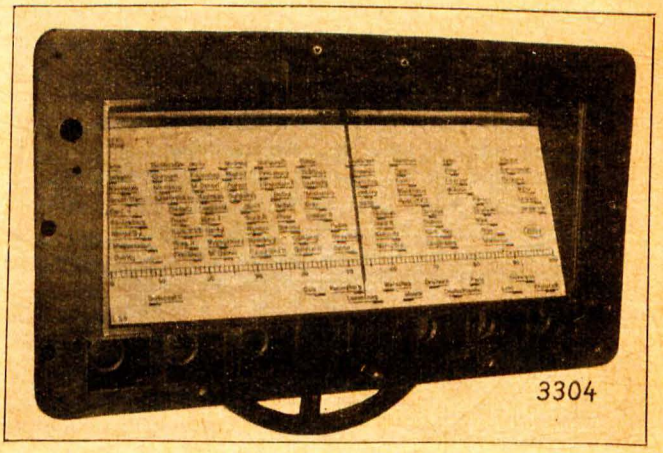


Abb. 2. Die Skala der Abb. 1 in der Ansicht von vorn, Abdeckrahmen abgenommen

Die große Isolierstoffscheibe *R* dient außerdem zum Antrieb des Skalenzeigers. Sie besitzt zu diesem Zweck an ihrem Umfang zwei eingedrehte Nuten, in der zwei Stahlseile laufen. Diese Seile sind mit je einem Ende an dem Zeigerschlitten *Z* befestigt, während das andere Ende an je eine Schraube Sch am Rad selbst geführt ist. Die Schrauben sind mit einem kleinen Schnurrad ausgestattet, um das das Seilende herumgeschlungen ist; dreht man die Schrauben, so läßt sich das Seil auf gleiche Weise spannen, wie es bei einer Geige mit den Saiten geschieht. Die wirbelähnlichen Schrauben können in ihrer endgültigen Stellung durch Gegenmuttern festgelegt werden. Der Zeigerschlitten ist zweiteilig ausgeführt; die beiden Teile werden durch kleine Spiralfedern auseinandergespreizt; auf diese Weise erreicht man, daß der Schlitten zu beiden Seiten an die Wände der Führungsnut anliegt.

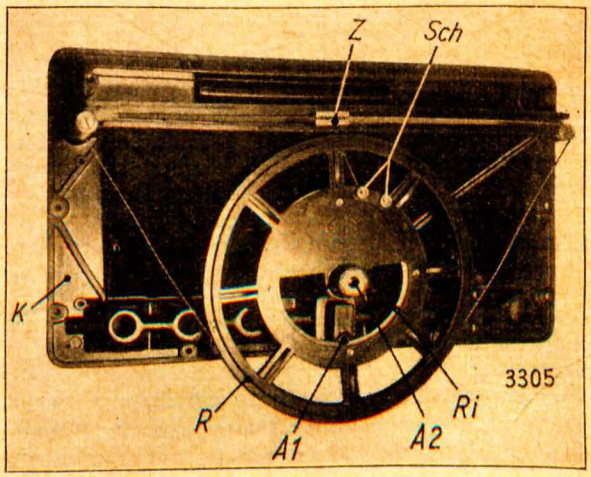


Abb. 3. Die Skala in der Rückansicht

Auch die Beleuchtungseinrichtung der Skala wird allen Ansprüchen gerecht. Die Senderskala, die zum besseren Ablesen schräg gestellt ist, wird zunächst von oben, durch eine Mattscheibe hindurch, von drei Sofittenlampen beleuchtet, die eine gleichmäßige Ausleuchtung der Skalenfläche ergeben. Unterhalb der Skalenfläche sind sechs tiefe Aussparungen vorgesehen, in die je eine Zwerglampenfassung eingesetzt werden kann. Zu der Skala sind farbige Wellenbereich-Schildchen lieferbar, die den Aufdruck „Mittel 200—600 m", „Lang 800—2000 m", „Kurz", „Ultrakurz" und „Tonabnehmer" aufweisen; diese Schildchen werden von hinten auf die Durchbrechungen des Abdeckrahmens aufgeklebt, die jedoch nur markiert sind

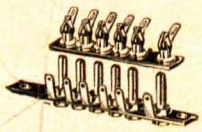


Abb. 4. Stecker- und Buchsenleiste

und die sich der Bastler dann in der benötigten Anzahl selbst ausbricht. Ebenso befindet sich über der Skalenfläche im Hauptkörper eine Aussparung für eine Abstimm-Glimmlampe, während aus der Abdeckung ein schmaler Schlitz ausgebrochen werden kann. Die Wellenbereich-Meldelampen und die Abstimmröhre sind nach dem Abschrauben des Abdeckrahmens von vorn zugänglich. Der Antriebsknopf wird nicht durch eine Madenschraube gehalten, sondern er wird einfach auf die mit einer angefrästen Fläche versehene Achse aufgeschoben; eine Feder hält ihn fest.

Die Skala ist dafür bestimmt, von hinten an die Frontplatte oder an die vordere Gehäusewand eines Empfängers angeschraubt zu werden. Will man den Empfänger aus dem Gehäuse herausziehen, so braucht man die Skala nicht umständlich vom Gehäuse abzunehmen, sondern man braucht nur die beiden Madenschrauben lösen, die die Kondensatorachse halten; die Leitungen zu den Skalenlampen und zur Abstimmröhre sind über Stecker- und Buchsenleisten (Abb. 4) geführt, von denen die Steckerleiste an der Skala angebracht wird, während die Buchsenleiste an den zum eigentlichen Empfänger führenden Leitungen hängt. Man braucht also nur die beiden Buchsenleisten von den Steckern herunterzuziehen, um die Verbindung zu trennen.

Für die Skala wird ein unbeschriftetes Skalenblatt oder aber ein dreifarbig mit den Sendernamen bedrucktes Blatt geliefert, wie es aus Abb. 1 und 2 ersichtlich ist. Zwischen den Namen des Mittel- und des Langbereiches ist eine 100-teilige Skala untergebracht. Vielleicht ist es möglich, auf das Skalenblatt in Zukunft wenigstens für den Mittel- und Langbereich Wellenlängenskalen aufzudrucken, die nur die waagerechten Begrenzungslinien und die Meter- bzw. kHz-Zahlen enthalten und in die sich der Bastler die senkrechten Eichstriche dann selbst einträgt.

*

Eine andere einfachere und preiswertere, aber sehr stabile und in der Wirkung sehr schöne waagerechte Linearskala, die ebenfalls kürzlich herausgebracht wurde, geht aus Abb. 5 hervor; Abb. 6 zeigt die Rückansicht dieser Skala. Ein Rahmen R, aus Flacheisen zusammengenietet, bildet die Grundlage der Konstruktion. An ihn ist in der Mitte ein aus Isolierstoff gepreßter Träger *T* für die Knopfachse A_1 und die Kondensatorachse A_2 angeschraubt. Auf der letzteren befinden sich außer der Buchse zur Aufnahme der eigentlichen Kondensatorachse eine große Scheibe *Sch*, von der durch ein Seil der Zeigerschlitten bewegt wird, und eine hinter dieser sitzende und deshalb nicht sichtbare Zahnscheibe, die von einem Zahntrieb auf der Knopfachse angetrieben wird. Die Skala selbst ist in Buntdruck auf einer starken Glasplatte G angebracht, die von den Seiten her beleuchtet wird; *F* sind die Beleuchtungsvorrichtungen, in deren Fassungen röhrchenförmige Glühlampen eingesetzt werden. Einen Wellenbereichmelder enthält diese Skala

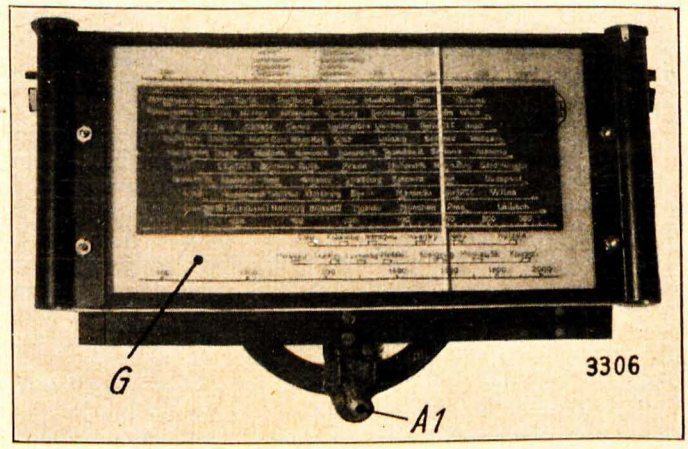


Abb. 5. Großsichtskala mit starker, von den Seiten beleuchteter Glasplatte; Abdeck-Rahmen abgenommen

nicht. Sie ist im übrigen so eingerichtet, daß sie mit Hilfe beigegebener Eisenwinkel auf das Empfängergestell aufgeschraubt und mit diesem aus dem Gehäuse herausgezogen

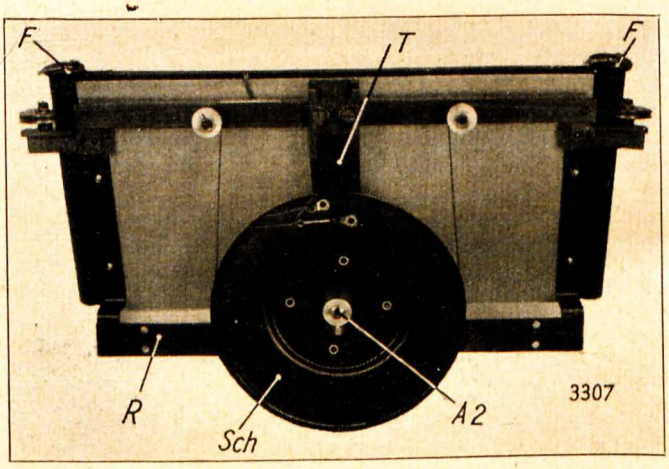


Abb. 6. Rückansicht der Skala Abb. 5

werden kann. Die Öffnung in der Frontplatte bzw. in der Vorderwand des Gehäuses wird durch einen Rahmen aus Preßstoff abgedeckt; die Fensteröffnung dieser Skala ist 104 × 175 mm groß. *Schw.*

Aufnahmen vom Verfasser, Abb. 4 Werkbild

Billiges Besprechungsmikrophon

Für hochwertige Sprach- und Musikübertragungen steht seit Jahren eine große Zahl verschiedenartiger Mikrophone zur Verfügung, die alle Ansprüche zu erfüllen vermögen. Sie liegen jedoch durchweg viel zu hoch im Preis, wenn sie nur für ganz gelegentliche Ansagen, vielleicht auch für eine mehr scherzhafte Verwendung zusammen mit dem Niederfrequenzteil eines Rundfunkempfängers, gebraucht werden sollen. Für diesen Zweck eignet sich ein kürzlich in neuer Form auf den Markt gebrachtes Kohlemikrophon, das in einer kleinen Isolierstoffhülle von etwa 60 mm Durchmesser und 30 mm Tiefe mit einem sich daran schließenden konischen Ansatz eine Mikrophonkapsel und einen winzigen Mikrophon-Transformator enthält. Außerdem ist dieses Gerät mit einem Gewinde-Schraubstöpsel ausgerüstet, wie ihn die Zwerg-Glühlampen besitzen, und mit zwei Steckbuchsen zur Verbindung mit dem Verstärker bzw. dem Niederfrequenzteil eines Empfängers (Abb. 1).

Will man das Mikrophon verwenden, so schraubt man es mit seinem Gewindeansatz einfach in die Fassung einer

normalen Taschenlampe ein; die Taschenlampenbatterie dient dann als Mikrophonbatterie. Die beiden Buchsen des Mikrophons werden mit den Tonabnehmerbuchsen des Empfängers bzw. den Eingangsbuchsen des Niederfrequenz-

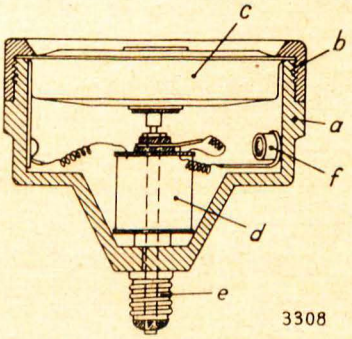


Abb. 1. Neuartiges Mikrophon mit eingebautem Übertrager und Gewindestöpsel im Schnitt. a) Isolierstoff-Hülle, b) aufschraubbarer Isolierstoff-Gewindering, c) Mikrophonkapsel, d) Übertrager, e) Gewindesockel, f) Anschlußbuchsen

verstärkers verbunden. Schaltet man den Schalter an der Taschenlampe ein, so ist der Mikrophonstromkreis geschlossen und man kann das Mikrophon besprechen. Bei normaler Besprechung wurde an den Ausgangsklemmen dieses kleinen und billigen Mikrophons eine Wechselspannung von 0,2 bis 0,5 Volt gemessen. Trotz der kleinen Ab-

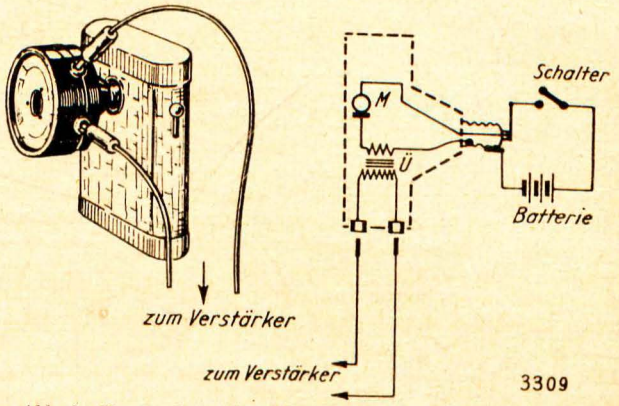
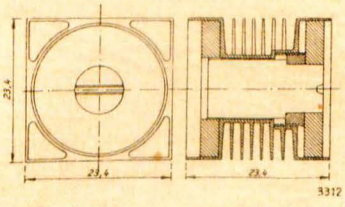


Abb. 2. Verwendung des Mikrophons in einer normalen Taschenlampe, rechts die Prinzipschaltung

messungen des eingebauten Anpassungs-Übertragers und der einfachen Ausführung der ganzen Anordnung liefert das Gerät eine überraschend gute Sprachwiedergabe. Das kleine Gerät ist so billig, daß es sich jeder, der sich mit Übertragungsversuchen befaßt, leicht beschaffen kann; er hat dann immer ein zwar nicht erstklassiges, für viele Versuche aber vollkommen ausreichendes Mikrophon zur Hand, das zusammen mit einer gewöhnlichen Taschenlampe eine hübsche Besprechungsanlage darstellt (Abb. 2).

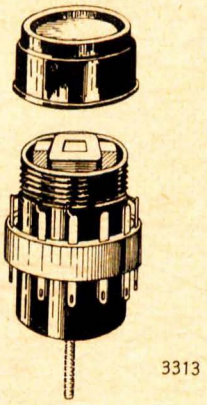
Eisenkernspule in würfelförmigem Trolitulkörper. Ein neuer für den Selbstbau von Eisenkernspulen bestimmter Spulenkörper macht von einem aus Draloperm-Hochfrequenzeisen gepreßten garnrollenförmigen Kern Gebrauch, bei dem der Kern mit dem einen Flansch zusammengekittet und gegen den anderen



Flansch drehbar angeordnet ist. Der selbständige Flansch ist in den aus Trolitul bestehenden Wickelkörper eingekittet; der Kern mit dem aufgekitteten Flansch wird in diesen Körper eingeschraubt. Durch Verdrehen des Kernes, das durch leichtgängiges Gewinde und durch zwei Schraubenschlitze möglichst bequem gemacht ist, läßt sich die Selbstinduktion der Spule in gewissen Grenzen ändern und so ein Abgleich der Spulen eines Mehrkreisempfängers vornehmen. Der Wickelkörper aus Trolitul weist insgesamt sieben Kammern auf, in die je nach Bedarf Hochfrequenzlitze und auch Volldraht eingewickelt werden kann. Den Spulensätzen werden Wickeltafeln beigegeben, mit deren Hilfe man sich Spulen für Einkreis- und Mehrkreisempfänger, Überlagerer - Spulensätze und Zwischenfrequenz-Bandfilter für Superhets, Sperrkreisspulen und abstimmbare Bandfilter selbst bauen kann; sie werden aber auch fertig gewickelt geliefert. Ein besonderer Vorzug der Würfelspulen sind die kleinen Abmessungen — der Würfel besitzt eine Kantenlänge von 23,4 mm — und die weitgehenden Möglichkeiten beim Zusammenbau mehrerer Spulen.

*

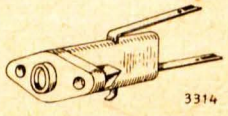
Abgleichbare Spulensätze mit Ferrocart-Kern. In einen aus mehreren gespritzten Trolitulteilen zusammengesetzten Körper sind aus Hochfrequenzlitze gewickelte Eisenkernspulen für den Mittel- und den Langwellenbereich eingebaut, von denen die Mittelwellenspule abgleichbar gemacht ist. Es kommen gepreßte Fer-



rocart-Spulenkerne zur Anwendung, und zwar ein L-Kern für den Langwellenteil und ein E-Kern für den Mittelwellenteil. Die Enden der Spulen sind an 10 Lötösen geführt, die in einem bundförmigen Trolitulring angeordnet sind, der auf den eigentlichen Spulenbehälter aufgekittet ist. Dieser Spulenbehälter ist an dem Ende, das die Mittelwellenspule enthält, mit Gewinde ausgerüstet; hier kann eine Kappe aufgeschraubt werden, in der sich eine Ferrocart-Scheibe befindet. Durch Verdrehen der Kappe läßt sich die Selbstinduktion ändern und so ein Abgleich der Mittelwellenspule vornehmen. Die Spulen sind auch mit angebautem Schalter lieferbar.

*

Amenit - Schaltbuchse. Empfänger mit eingebauter Lichtnetzantenne werden meist so eingerichtet, daß der die Lichtnetzantenne bildende Kondensator selbständig abgeschaltet wird, wenn man einen Bananenstecker in die Antennenbuchse einführt. Der Bastler war bisher darauf angewiesen, sich solche Buchsen aus einer normalen Steckbuchse und einer geeigneten Kontaktfeder selbst herzustellen;



nicht immer erhielt er das zuverlässige Arbeiten des Schaltkontaktes, das für eine solche Anordnung wünschenswert ist. Diesem Mangel hilft eine neue aus Amenit gefertigte und infolgedessen besonders verlustarme Schaltbuchse ab, in die ein zuverlässiger Schaltkontakt eingebaut ist. Im Ruhezustand ist dieser Kontakt geschlossen; führt man einen Bananenstecker in die Buchse ein, so wird er geöffnet. *Zeichnungen der Schriftleitung*

*

Die Herstellerfirmen der „Neuerungen für den Bastler" werden von der Schriftleitung auf Wunsch gern mitgeteilt

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Ultra-Kurzwellen-Röhren

Einen interessanten Überblick über die zur Erzeugung ultrakurzer Wellen geeigneten Röhrenkonstruktionen geben C. E. Fay und A. L. Samuel. In dem Gebiet zwischen 1 und 6 m werden Röhren mit zylinderförmigen Elektroden verwendet mit geringem Elektrodenabstand zur Herabsetzung des Elektronenweges. Gitter und Anode werden von kurzen und starken Zuleitungen getragen, um den induktiven und Ohmschen Widerstand der Zuleitungen herabzusetzen und die Kapazitäten zwischen den Elektroden zu verringern. Dabei vermindert das völlige Fehlen von Haltegliedern auch die Verluste. Die Röhre ist aus Hartglas und die Anode aus Graphit, um hohe Energieabstrahlung zu vermeiden. In dem Bereiche unterhalb 1 m werden die Barkhausen-Kurz-Röhren verwendet, von denen eine mit einem sog. Käfiggitter versehene, im Bereich von 50 bis 67 cm arbeitende näher beschrieben wird. Unterhalb 50 cm nimmt der Wirkungsgrad dieser Röhren stark ab. Man erreicht aber eine weitere Herabsetzung der Wellenlänge durch Verwendung eines Spiralgitters, zwischen dessen beide Enden die Schwingkreiselemente geschaltet werden. Mit diesen Röhren wurden Wellen von 12 cm Länge erzeugt.

Proceedings of the Institute of Radio Engineers, New York, Bd. 23, Nr. 3, Seite 199

Netzanschluß für mehrstufige Gegentaktverstärker

Ein dreistufiger Gegentaktverstärker für Niederfrequenzverstärkung mit Netzanschlußbetrieb wird von C. B. Eddie beschrieben. Der Verfasser empfiehlt, außer den gewöhnlichen Beruhigungsmitteln in allen nicht zur Endstufe gehörigen Kreisen besondere Widerstands-Kapazitäts-Siebketten anzuordnen. Die in den Anodenkreisen liegenden bestehen, um eine große Verminderung der Anodenspannung zu vermeiden, aus verhältnismäßig kleinen Widerständen (20 000 Ohm) und großen Kapazitäten (8 μF). In den Ketten, die die vom Anodengleichstrom durchflossenen, der Erzeugung der Gitterspannung dienenden Widerstände überbrücken, können die Widerstände zugunsten einer Verringerung der Kapazität vergrößert werden.

Radio World, London, Band 26, Heft 13, Seite 3

Der Durchgriff durch enge Steggitter

Die in der Literatur verbreitete Formel für den Durchgriff durch ebene Steggitter versagt, wie F. Ollendorff berichtet, für enge Gitter, indem sie formal negative Durchgriffswerte liefert. Es wird deshalb an Hand einer verschärften Durchgriffsdefinition auf potential-theoretischem Wege der Durchgriff durch beliebig enge Steggitter berechnet. Das Feld eines Flachsteggitters wird behandelt, dessen Durchgriff durch einen einfachen Ausdruck geschlossen dargestellt werden kann. Der Durchgriff durch ein solches Gitter hängt außer vom Anodengitterabstand nur von zwei Zahlen ab, die als Funktion der Gitterabmessungen in einfachen Formeln und Kurven mitgeteilt werden.

Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien, 52. Jahrgang, Heft 50, Seite 585

Empfindlichkeitsmessungen an Rundfunkempfängern

Eine Anordnung zur Messung der Empfindlichkeit von Rundfunkempfängern wird von H. Baumgartner beschrieben. Ein modulierter Meßsender, dessen Ausgangsleistung an einem Spannungsteiler beliebig eingestellt werden kann, liefert Schwingungen an den Empfänger, in dessen Ausgangskreis sich ein Meßinstrument zur Messung der Ausgangsspannung befindet. Durch Verstellung des Potentiometerabgriffes im Sender wird der Ausschlag des Meßinstrumentes auf einen bestimmten Wert eingestellt. Ausschlag des Instrumentes und Stellung des Spannungsteiler-Abgriffes sind ein Maß für die Empfindlichkeit des Empfängers. Um auch die durch die Antenne bedingte Dämpfung zu berücksichtigen, wird zwischen Sender und Empfänger eine Antennennachbildung geschaltet. Diese Nachbildung besteht z. B. für eine Antenne von 4 m effektiver Höhe aus der Serienschaltung eines Widerstandes von 25 Ohm, einer Spule von 20 μH und eines Kondensators von 200 $\mu\mu$F.

Radio Amateur, Wien, 12. Jahrg., Heft 3, Seite 122

Die neuere Entwicklung der Trägerstromtelephonie

H. Budzinski stellt in einer zusammenfassenden Arbeit den heutigen Stand der Technik auf dem Gebiete der Hochfrequenztelephonie längs Leitungen dar. Wenn man die Entwicklung von Trägerstromsystemen für Freileitungen im wesentlichen als abgeschlossen ansehen kann, so bedürfen die Systeme für belastete und unbelastete Kabel noch weiterer Vervollkommnung. Die Lösung der Frage der automatischen Pegelregelung ist gerade bei der mehrfachen Ausnutzung von Kabeln sehr wichtig, weil mit der hohen Verstärkerfelddämpfung auch relativ hohe Pegelschwankungen auftreten.

Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Leipzig, Band 45, Heft 2, Seite 42

Ein Feldstärke-Meßgerät

Das von T. C. Macnamara beschriebene Gerät zur Feldstärkemessung arbeitet nach folgendem Prinzip: Eine Richtantenne wird zunächst auf maximalen Empfang eingestellt und der in einem Röhrenvoltmeter mit kompensiertem Gleichstrom sich ergebende Ausschlag festgestellt. Nach Drehung der Antenne um 90° wird ein geeichter Hilfssender, der auf die gleiche Wellenlänge abgestimmt ist, eingeschaltet, und dessen Energieabgabe so eingeregelt, daß das Röhrenvoltmeter den gleichen Ausschlag ergibt. Das Gerät wird nach Aufbau und Wirkungsweise eingehend beschrieben.

Wireleß World, London, Band 36, Heft 1, Seite 6

Die Behebung von Bildfehlern beim Fernsehen mit Braunschen Röhren

Die beim Fernsehen mit Braunschen Röhren auftretenden Fehler und Mittel zu ihrer Behebung werden von E. Hudec behandelt. Der Seitenzugfehler ist auf eine seitliche Beschleunigung der Elektronen, die durch ungenaue Zentrierung der Kathode und des Wehnelt-Zylinders bedingt ist, zurückzuführen. Das Ionenkreuz, die Zusammendrängung der Zeilen in der Bildmitte, wird aus einer Raumladung durch die infolge Stoßionisation zwischen den Ablenkplatten gebildeten Ionen erklärt. Dieser Fehler kann durch Krümmung des Röhrenhalses oder durch Hilfsablenkplatten beseitigt werden. Ablenkfehler werden durch unsymmetrische Verteilung des Feldes zwischen den Ablenkplatten, die gegenseitige Beeinflussung der Ablenkfelder durch Anbringung einer Abschirmplatte zwischen den Ablenkplatten behoben. *Schr.*

Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin, 56. Jahrgang, Heft 2, Seite 28

CQ
MITTEILUNGEN DES DEUTSCHEN AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGS-DIENSTES e. V.
JAHR 1936 (DASD e.V.) JAHR 1936
HERAUSGEBER: DEUTSCHER AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGSDIENST e.V.
ANSCHRIFT: BERLIN-DAHLEM, SCHWEINFURTHSTRASSE 78, FERNRUF: G 6 (BREITENBACH) 4941/42
DIE BEILAGE „CQ" ERSCHEINT MONATLICH / GESONDERT DURCH DEN DASD e.V. BEZOGEN VIERTELJÄHRLICH 3,— RM

Aus der Technik des Röhrensenders

Immer wieder auftauchende Fragestellungen, vielfach — selbst in Kreisen erfahrener Amateure vorherrschende, irrtümliche Auffassungen und uneinheitliche Behandlung mancher Fragen in der einschlägigen Literatur lassen es angebracht erscheinen, über einige grundlegenden Fragen, die beim Betrieb und Einregeln eines Röhrensenders — nur solche kommen ja für Kurzwellen in Betracht — auftauchen können, einmal zusammenfassend zu berichten. So läßt sich eine Grundlage für richtige Behandlung der Röhren im Sender, für Erzielung guter Wirkungsgrade und vernunftgemäßen Einsatz der richtien Typen schaffen und in die Fragen der Dimensionierung Klarheit bringen. Die Deutung der bei der Einstellung eines Senders auftauchenden Erscheinungen wird ebenfalls auf diese Weise verständlicher gemacht.

Um nicht den Umfang dieser Arbeit ins Uferlose wachsen zu lassen, müssen einige Kenntnisse vorausgesetzt werden. Ein Schwingungskreis wirkt bei Resonanz mit einem Wechselstrom diesem gegenüber wie ein rein Ohmscher Widerstand, also als reiner Wirkwiderstand, er unterscheidet sich nur dadurch vom Ohmschen Widerstand, daß dieser einen gleich hohen Widerstand für Gleich- und Wechselstrom hat, während der auf Resonanz mit einem Wechselstrom bestimmter Frequenz gebrachte Kreis nur für diesen einen hohen, für Wechselströme aller anderen Frequenzen aber einen niedrigen und für Gleichstrom praktisch gar keinen Widerstand aufweist. — Die Arbeitskennlinien einer Röhre lassen sich für reelle Widerstände — am besten im Anodenstrom — Anodenspannungs-Kennlinienfeld — durch gerade Linien darstellen, deren Neigung von der Größe des Widerstandes abhängig ist. Ähnlich kommen die Innenwiderstände der Röhren in diesen Gleichungen als Kennlinienneigungen vor (daher auch die Bezeichnung „Innenwiderstandsdiagramm" für das *Ia-Ua*-Kennlinienfeld!). Ein Widerstand, beispielsweise der Widerstand einer Antenne (Verlustwiderstand + Strahlungswiderstand) kann durch einen Hochfrequenztransformator „in den Anodenkreis eines Senders hineingekoppelt" werden. Wie groß er als parallel zu dem Kreis liegender Widerstand erscheint, hängt außer von dem Windungsverhältnis der Spulen auch noch vom Kopplungsgrad ab.

An erster Stelle müssen die verschiedenen Grundtypen des Senders besprochen werden, um eine Vorstellung über die erreichbaren Wirkungsgrade zu bekommen.

Die drei Grundtypen des Senders

Die amerikanische Bezeichnung „A"-, „B"- und „C"-Verstärker hat sich gut bewährt und sie soll daher auch im folgenden beibehalten werden. Das Innenwiderstandsdiagramm für den A-Verstärker (Abb. 1) zeigt, worauf es ankommt. Hier gibt der Anodenstrom die Form der Gitterspannung wieder, solange die Gitterspannung in ihrer Amplitude nicht die Grenz-Gitterlinien Ug_1 und Ug_3 überschreitet. Der Arbeitspunkt *P* liegt in der Mitte des aussteuerbaren Bereiches der Arbeitskennlinie *A*, das senkrecht schraffierte Dreieck gibt die erzielbare Hochfrequenz-Leistung an, das schräg schraffierte Rechteck die Anoden-Gleichstromleistung, die zugleich Verlustleistung ist, da sie aufgebracht werden muß, gleichgültig, ob die Röhre gesteuert wird oder nicht. Da das Verhältnis von Wechselstrom- zu Gleichstromleistung Wirkungsgrad (η) heißt, leuchtet ein, daß hier η recht bescheiden ist. Der Grund hierfür liegt darin, daß man nur den Teil u_a der gesamten

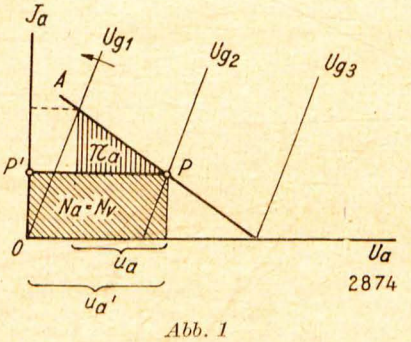


Abb. 1

verfügbaren Anodenspannung u_a' ausnutzen kann und dementsprechend auch nicht bis auf die theoretisch maximale Stromamplitude kommt. Hinderlich ist der schwache Anstieg der Ug_1-Kennlinie der Röhre, die auf einen relativ hohen Innenwiderstand deutet. Um die Anodenspannung bis Null Volt herunter- und entsprechend einen größeren Strom durchsteuern zu können, müßte die Kennlinie in der Pfeilrichtung gedreht werden, bis sie (Abb. 2) mit der

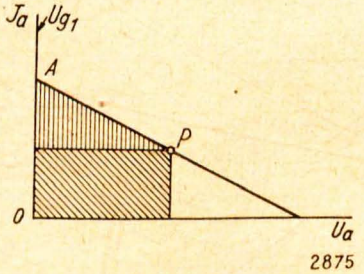


Abb. 2

Ordinate zusammenfällt, also der Innenwiderstand der Röhre zu Null wird (theoretischer Grenzfall!). Die abgebbare Leistung (Wechselstromleistung würde dann gerade gleich der Hälfte der zugeführten (Gleichstromleistung), mithin $\eta = 50\ \%$. Zu berücksichtigen ist dabei, daß hier wie in den folgenden Darlegungen die Annahme getroffen ist, daß der abgestimmte Anodenkreis des Senders sich allen Wechselströmen gegenüber wie ein Ohmscher Widerstand be-

nimmt, daß er also sowohl für die Grundwelle wie deren Oberwellen gleichen Widerstand besitzt, während das ja in Wirklichkeit nicht zutrifft, also η bezogen auf die Grundwelle stets kleiner wird als hier festgestellt!

Denkt man sich die Abscisse in Abb. 1 bis zur Lage PP' hochgeschoben (Abb. 3), so hat man einen Verstärker, dessen Arbeitsbild dem des „A"-Verstärkers stark

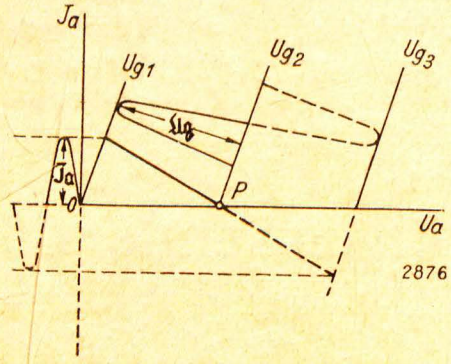


Abb. 3

ähnelte, wenn die Möglichkeit bestünde, daß auch negative Anodenströme fließen. Da das nicht der Fall ist, ergibt sich bei diesem („B")-Verstärker, daß nur während des einen (positiven) Halbwechsels der Gitterwechselspannung U_g ein Anodenwechselstrom J_a fließen kann, während der negative Halbwechsel unterdrückt wird. In dieser Zeit kann die Röhre also keine Leistung abgeben. Die abgegebene Leistung ist mithin nur gleich dem halben Flächen-

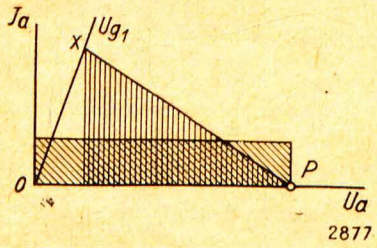


Abb. 4

inhalt des schraffierten Dreiecks der Abb. 4. Da der Mittelwert des auf diese Weise „gleichgerichteten" bzw. pulsierenden Anodenstromes $1/\pi$ des Spitzenwertes ist, entspricht die Gleichstromleistung dem schraffierten Rechteck. Macht man auch hier wieder den Innenwiderstand der Röhre zu Null, so ergibt sich ein größerer theoretischer Wirkungsgrad des „B"-Verstärkers als beim „A"-Verstärker, außerdem ist hier die Verlustleistung nicht mehr gleich der Gleichstromleistung, sondern gleich der Differenz zwischen dieser und der Wechselstromleistung, was sich daraus ergibt, daß die Röhre ja keine Leistung aufnimmt, wenn sie nicht gesteuert wird, da dann voraussetzungsgemäß der Anodenstrom gesperrt ist.

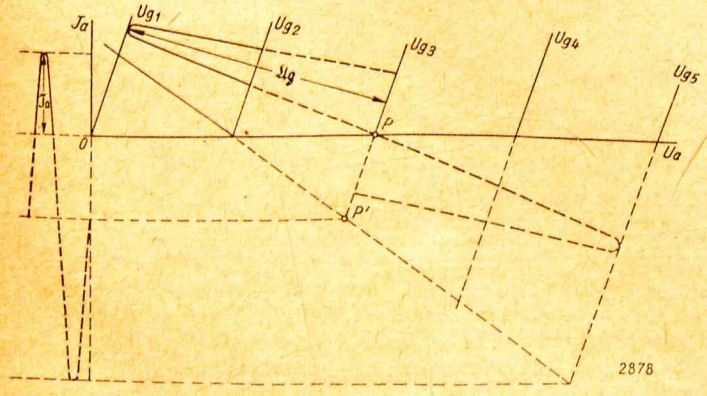


Abb. 5

Erhöht man die negative Gittervorspannung noch weiter, so kommt man in den Arbeitsbereich des „C"-Verstärkers (Abb. 5), bei dem der Anodenstrom während noch kürzerer Intervalle von Null verschieden ist, so daß die Gleichstromleistung noch geringer wird. Die Wechselstromleistung ist gegenüber dem „B"-Verstärker — gleiche Röhren und Betriebsspannung vorausgesetzt — zwar ebenfalls geringer geworden, aber der Wirkungsgrad ist gestiegen. Es sind sehr große Gitterwechselspannung zu voller Aussteuerung erforderlich. Das hinsichtlich der Drehung der Kennlinie U_{g1} (bis $Ri = 0$) oben Gesagte hat auch hier Gültigkeit.

Die Röhren im Sender

Die Vor- und Nachteile der in Sendern gebräuchlichen Röhrentypen [Dreipolröhren (Trioden), Vierpol-Schirmröhren (Tetroden) und Fünfpol-Schirmröhren (Pentoden)] interessieren nach der Sendetype am meisten, zumal ihre typischen Eigenschaften ja dort bereits eine ausschlaggebende Rolle spielen. Es war weiter oben darauf hingewiesen worden, daß zur Erzielung großer Wirkungsgrade die Anodenspannung möglichst weit ausgesteuert werden soll. Das setzt eine weitgehende Herabsetzung des Innenwiderstandes der Röhre voraus. Zwar kann man durch erhebliche Vergrößerung der Steilheit etwas erreichen und den nicht ausgesteuerten Prozentsatz der Anodenspannung durch sehr hohe Betriebsspannungen prozentual klein halten, besteht aber letztere Möglichkeit aus isolationstechnischen Gründen nicht, so ist eine weitere Erniedrigung von Ri nur durch Vergrößerung des Durchgriffs möglich. Das ist aber bei Röhren, die in selbsterregten Schaltungen arbeiten sollen, unangenehm, weil hier gerade ein kleiner Durchgriff erwünscht ist. Betrachtet man zunächst die Dreipolröhre (Triode), so ergibt sich auch bei Röhren mit kleinem Durchgriff, also relativ hohem Innenwiderstand, bei negativen Gitterspannungen, bzw. bei $U_g = 0$ die Möglichkeit, durch Aussteuerung in den Bereich positiver Gitterspan-

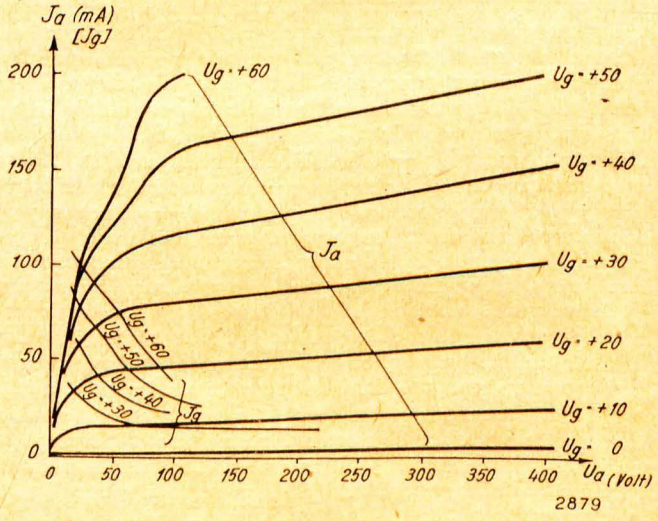


Abb. 6

nungen (Abb. 6) bei kleinen Anodenspannungen große Ströme zu erhalten. Wie aus den Abb. 1 bis 5 hervorgeht, hat für die Leistungsabgabe nur der steil ansteigende Zweig der Kennlinie Bedeutung, während der oberhalb des Knicks flach weiterverlaufende Teil kein Interesse beansprucht. Die Neigung des steil ansteigenden Astes ist ein Maß für den Innenwiderstand der Röhre: je steiler der Anstieg, desto geringer Ri. Da dieser Teil der Kennlinie für die Leistungsbetrachtungen wichtig ist, nennt man den ihm entsprechenden Ri auch Ri_L (L = Leistung). Durch Aufwendung einer Wechselstromleistung (Aussteuerung ins Positive,

daher Gitterstrom, s. Abb. 6) am Gitter kann man demnach einen kleinen Ri_L und eine weitgehende Ausnutzung der Anodenspannung erreichen. Bei Röhren mit großem Durchgriff und großer Steilheit, also an sich bereits geringem Ri, ist zwar im allgemeinen eine größere Steuerwechselspannung erforderlich, dafür aber geringere Gitterströme. Es ist möglich, bei Röhren großen Durchgriffs (in fremdgesteuerten Sendern!) u. U. mit geringeren Steuerleistungen auszukommen als bei Röhren kleinen Durchgriffs, doch gilt das nur für spezielle Fälle. Die Dreipolröhren müssen neutralisiert werden, wenn ihr Anodenkreis auf die Betriebsfrequenz abgestimmt ist, also keine Frequenzverdopplung angewandt wird. Wie die Kennlinien für + 50 und + 60 Volt Gitterspannung in Abb. 6 erkennen lassen, ist es nicht möglich, über eine bestimmte „Grenzgitterspannung" hinauszugehen, weil dann das Gitter zeitweilig positiver wird als die Anode (die ja im Augenblick größter positiver Gitterspannungsamplitude ihren kleinsten Wert hat, s. a. Abb. 1 bis 5!). Dann aber nimmt das Gitter den größeren Teil der Elektronen auf und es ergibt sich eine Einsattelung in der Kennlinie, die mit steigender Gitterspannung immer ausgeprägter wird. Schließlich kommt bei einer Gitterspannung, die erheblich oberhalb der Anodenspannung liegt, die bekannte Dynatron-Kennlinie zustande (Abb. 7 für konstante

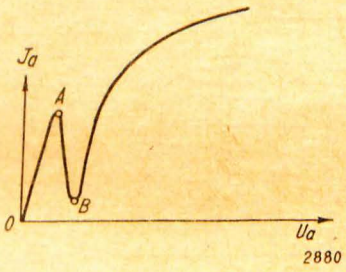


Abb. 7

Gitterspannung), die darauf hindeutet, daß die über das Gitter infolge ihrer hohen Beschleunigung hinausfliegenden Elektronen, die mit großer Geschwindigkeit auf die Anode prallen, dort Sekundärelektronen auslösen, die zum Gitter mit seiner hohen positiven Spannung fliegen und den Gitterstrom vergrößern. Zwischen A und B liegt sogar ein Gebiet fallender Kennlinie (negativen Widerstandes!).

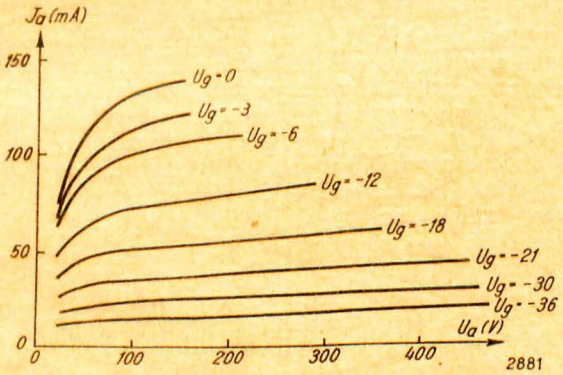


Abb. 8

Die Dreipolröhre erfordert also Neutralisation, große Steuerleistung (Gitterleistung) und möglichst hohe Betriebsspannung zur Erreichung eines hohen Wirkungsgrades.

Betrachtet man Abb. 8, so wird die Ähnlichkeit der Kennlinien, insbesondere des Ri_L-Bereiches, mit denen der Abb. 6 klar. Der Unterschied ist lediglich, daß für die Kennlinie, die in Abb. 6 etwa + 40 Volt Gitterspannung entspricht, hier die Gitterspannung Null (oder genauer — 1,5 V) gilt. Das heißt also, daß man bei der Röhre mit einer Kennlinie nach Abb. 8 ohne Leistungsaufwand am Steuergitter bis zum gleichen Anodenstrom aussteuern kann und einen etwa gleichen Wirkungsgrad (Anodenwechselstromleistung zu Anodengleichstromleistung) erreicht wie bei der Dreipolröhre (Abb. 6). Die Kennlinien der Abb. 8 gehören zu einer Fünfpolendröhre (Penthode) und die charakteristische Form mit dem kleinen Ri_L bekommt man auch nicht geschenkt: man muß eine zusätzliche Leistung am Schirmgitter (Schutzgitter) aufbringen, die aber direkt der Batterie entnommen wird, also nicht als Wechselstromleistung dem Gitter zugeführt werden muß. Der Verlauf der Kennlinien für den Schirmgitterstrom entsprechen denen für die Gitterströme in Abb. 6 ungefähr nach ihrer Lage. Der Steuersender kann wesentlich schwächer dimensioniert sein, denn selbst wenn man Fünfpolröhren etwas ins Positive steuert, um eine noch bessere Ausnutzung zu erzielen, wird die aufzuwendende Steuerleistung minimal sein. Man kann z. B. mit Steuerleistungen unter 2 Watt Sender mit etwa 200 Watt Nutzleistung aussteuern.

Eine Zwischenstellung zwischen Dreipol- und Fünfpolröhre nimmt die Vierpol-Schirmröhre (Tetrode) ein, bei der das Bremsgitter, das die Fünfpolröhre zwischen Schutzgitter und Anode aufweist, fehlt. Während bei der Fünfpolröhre also die Anodenspannung ruhig erheblich unter die Schirmgitterspannung sinken kann, ohne daß infolge Auftretens von Sekundärelektronen bzw. Stromübernahme Unregelmäßigkeit in der Kennlinie auftreten, hat die reine Vierpolröhre typische Dynatron-Kennlinien, wie aus Abb. 9 deutlich zu ersehen ist. Es bedarf keiner weiteren Erklärung, daß der Anodenspannungsbereich, der

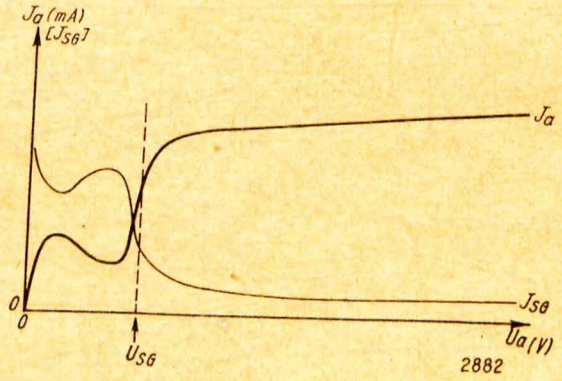


Abb. 9

unterhalb etwa der Schirmgitterspannung liegt, in der Paxis ausfällt, so daß man in der Praxis den links von der gestrichelten, senkrechten Geraden liegenden Teil des Kennlinienfeldes unberücksichtigt lassen kann. Es ist einleuchtend, daß der Wirkungsgrad bei Vierpolröhren nicht so groß werden kann wie bei anderen Röhrentypen, und daß man eine hohe Anodenspannung braucht, wenn man — relativ niedrige Schirmgitterspannungen vorausgesetzt — eine gute Ausnutzung der Anodenspannung erreichen will.

Während bei Fünfpolröhren, wie sie in Tonfrequenzverstärkern verwendet werden, auf kleine Gitter-Anoden-Kapazität nicht geachtet wird, so daß sie neutralisiert werden müssen, hat man bei speziell für Senderzwecke gebauten Fünfpolröhren auf kleine schädliche Kapazitäten gewöhnlich größten Wert gelegt, so daß hier eine Neutralisation fast durchweg entbehrlich ist. Bei Vierpolröhren, die ja in ihrer ursprünglichen Form für Empfänger gebaut wurden, unterscheidet man zwei Arten von Senderöhren. Wird eine Aussteuerbarkeit mit möglichst geringen Gitterleistungen gewünscht, so verwendet man große Steilheiten und ziemlich große Durchgriffe des Schirmgitters durch

das Steuergitter. Dadurch ergibt sich meist eine ziemlich große Gitter-Anoden-Kapazität, so daß diese Typen trotzdem neutralisiert werden müssen, während bei Röhren, die speziell — zur Vereinfachung des Aufbaus und der Handhabung — für nichtneutralisierte Verwendung gebaut werden, die Steilheiten und die Schirmgitter/Steuergitterdurchgriffe geringer sind, demzufolge also auch eine größere Steuerleistung erforderlich wird.

Leistung und Anodenspannung

Ist für eine Röhre die Grenzgitterspannung U_{grenz} feststehend (Abb. 10) und liegt damit die entsprechende Kennlinie fest, so wird man eine um so größere Leistung

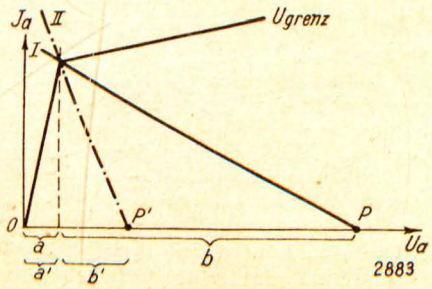


Abb. 10

und eine um so bessere Ausnutzung der Anodenspannung (a/b) bekommen, je höher man die Anodenspannung — im Rahmen der Möglichkeiten — wählt. Ist nur eine geringere Anodenspannung anwendbar, so verschiebt sich der Arbeitspunkt von P nach P' und die Arbeitskennlinie aus der Lage I in die Lage II, die Ausnutzung der Anodenspannung wird schlechter (a'/b'), ebenso der Wirkungsgrad und die gesamte, abgebbare Leistung. In der Praxis sieht die Sache allerdings meist anders aus, weil man bei hohen Anodenspannungen geringere Ströme zur Erreichung einer bestimmten Leistung benötigt, als bei niedrigen Anodenspannungen. Kommt man also (Abb. 11) zur

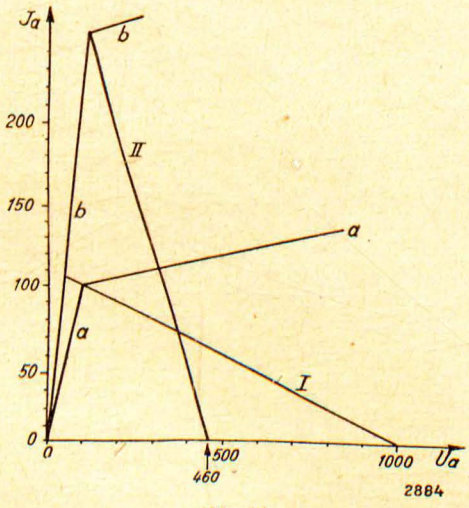


Abb. 11

Erzielung einer vorgegebenen Leistung mit der Arbeitskennlinie I und der entsprechenden Gitterspannungskennlinie a—a aus (Anodenspannung zu 90 % durchgesteuert), so wird man bei einer niedrigeren Anodenspannung zur Erzielung der gleichen Leistung bis auf wesentlich größere, positive Gitterspannungen aussteuern müssen. Dann bekommt man beispielsweise die Arbeitskennlinie II und die Gitterspannungskennlinie b—b. Die Ausnutzung der Betriebsspannung und der Wirkungsgrad sind kleiner geworden, gleichzeitig erkennt man, daß gegenüber der Kennlinie I der Belastungswiderstand der Röhre (wirksamer Anodenwiderstand) wesentlich kleiner sein muß, je geringer die Anodengleichspannung wird. Da die Aussteuerung auf erheblich positive Gitterspannungen — vorausgesetzt, daß man dann noch nicht in den Bereich jenseits der Grenzgitterspannung kommt — auch erhebliche Gitterströme bedingt, ist die zur Erzielung einer bestimmten Leistung erforderliche Steuerleistung um so größer, je niedriger die verfügbare Anodenspannung ist. Der Vorteil von Fünfpolröhren liegt hier besonders klar auf der Hand: bei ihnen kann man ja den größten Teil der zur Erzielung der erwünschten Kennlinienformen notwendigen Leistung als Gleichstromleistung auf das Schutzgitter schicken und braucht weit weniger Steuerleistung. Die Steuerleistung wird ja zwar auch — auf dem Umweg über die Steuerröhre nämlich — der Batterie entnommen, aber der Wirkungsgrad ist stets geringer. Insbesondere bei transportablen und Notanlagen also, wo mit den Batterien wirtschaftlich gearbeitet werden soll und nur niedrige Spannungen zur Verfügung stehen, ist der Gebrauch von Fünfpolröhren angebracht.

Die weit verbreitete Meinung, daß man mit geringen Anodenspannungen nicht auch große Leistungen erzielen könne, ist also irrig, lediglich der Aufwand ist hier u. U. größer. Es ist immer vor Errichtung einer Anlage zu prüfen, ob man eine gegebene Leistung billiger mit hoher Spannung und geringerem Aufwand an Steuerstufen, dafür aber mit teuren Netzteilen oder mit niedrigeren Spannungen, billigeren Netzteilen und größerem Aufwand an Steuerstufen erreicht. Es wird sich meist ergeben, daß eine mittlere Betriebsspannung günstig ist, die für die normalerweise bei Amateuren in Betracht kommenden Leistungen wohl zwischen 600 und 800 V zu suchen sein dürfte. Für kommerzielle Sender sind andere Erwägungen maßgebend, weil bei diesen auch die Betriebskosten sehr wichtig sind, die man bei Amateursendern meist nicht in die Kalkulation einzubeziehen braucht.

Die Steuerleistung

Über die Steuerleistung, die für die entsprechende, volle Aussteuerung eines Senders gitterseitig aufgebracht werden muß, mit anderen Worten also über die richtige Dimensionierung der Steuerstufen, herrschen meist noch völlig unklare Vorstellungen. Betrachtet man die Abb. 6 und weiß man, daß im Augenblick, in dem die Gitterspannung ihren positivsten Wert erreicht, Gitter- und Anodenstrom ihr Maximum, die Anodenspannung ihr Minimum haben, so ist klar, daß der Steuersender in der Lage sein muß, diese Spitzenleistung zu liefern, die sich also als Produkt aus Gitterstromamplitude und Gitterspannungsamplitude ergibt. Nimmt man bei großen Anodenspannungen des zu steuernden Senders an, daß 90 % der Anodengleichspannung ausgesteuert werden, bei mittleren Anodenspannungen 80 % und bei niedrigen Anodenspannungen rund 60 %, weiß man ferner, eine wie große Leistung erzielt werden muß, so kann man auch den Anodenstrom (Amplitude) festlegen, bis zu dem die Röhre ausgesteuert werden muß, mithin den Punkt X in Abb. 4 und Gitterspannung und Gitterstromamplitude durch eine Wechselstrommessung einigermaßen genau bestimmen.

Die Bilanz des Senders

In ähnlicher Weise, wie man bei Tonfrequenzverstärkern von der erforderlichen Leistung und der Endstufe aus nach den Vorstufen zurückrechnet, kann man das auch bei einem Sender tun und die „Bilanz" des Senders aufstellen, aus der hervorgeht, welchen angenäherten Wirkungsgrad man ungefähr erreicht und wie stark die Vorstufen sein müssen usw. Aus dieser Bilanz ergeben sich auch Anoden- und Schirmgitter-Gleichstromleistungen sowie die Heizleistungen, so daß man sich ein Bild von dem Gesamtwirkungsgrad (nutzbare Leistung zu gesamter, aus dem Netz aufgenommener Leistung) machen kann.

Der Außenwiderstand, das Verhältnis von Selbstinduktion zu Kapazität

Es war weiter oben die Rede vom optimalen Außenwiderstand der Röhre im Sender. Es ist das derjenige Widerstand, der die Arbeitskennlinie in eine Lage bringt, in der das Leistungsdreieck größten Flächeninhalt hat, also die Leistung ein Maximum unter den gegebenen Betriebsverhältnissen wird, bzw. die Leistung erzielt wird, die die Röhre sicher abzugeben imstande ist! Ist, wie das bei sehr vielen Röhren zutrifft, der maximale Anodenstrom gegeben (Gleichstrom), so wird man also die Lage der Kennlinie und damit den Außenwiderstand so wählen, daß der Maximalwert nicht überschritten wird, während bei gegebener Leistungsgrenze der Außenwiderstand danach eingestellt werden muß. Bei Röhren, die eine ausgesprochene Sättigung haben (Wolframfaden!) ist durch diese die Aussteuerungsgrenze und damit auch der mittlere Anodenstrom gegeben. Das ist auch der Grund, weshalb man nicht in allen Fällen nach Abb. 11 durch Aussteuerung einer Röhre auf größere Stromwerte bei niedrigen Spannungen eine gleiche Leistung mit der gleichen Röhre erreichen kann wie mit höheren Anodenspannungen!

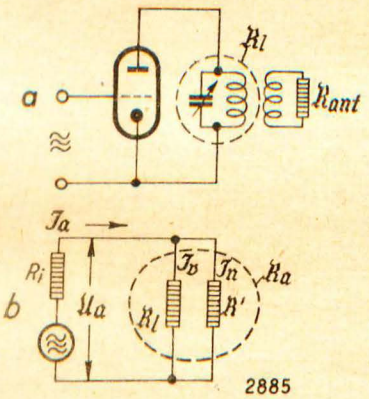


Abb. 12

Die Abb. 12a gibt ein einfaches Schaltbild des Senders mit der am Gitter zugeführten Steuerleistung und dem im Anodenkreis liegenden Außenwiderstand R_a, der sich zusammensetzt aus dem Wechselstromwiderstand $\Re_l = \frac{L}{C \cdot R}$ des Anoden-Schwingkreises und dem über die Antennenkopplung in den Abstimmkreis „hineingekoppelten" Antennenwiderstand $\Re_{ant}$. Fehlt letzterer, so ist nur der „Leerlauf" auf den Widerstand $\Re_l$ vorhanden. Im Ersatzschaltbild erscheint demnach $\Re_l$ parallel zu dem herübergekoppelten Antennenwiderstand $\Re'$ zusammen als wirksamer Anodenwiderstand $\Re_a$ (Abb. 12b). Stimmt man den Sender ohne Belastung durch die Antenne ab, also im Leerlauf, so wird der Anodenwechselstrom bei Resonanz auf außerordentlich kleine Werte absinken, demzufolge also auch der Anodengleichstrom. Der bei Resonanz noch fließende Anodenstrom ist ein Maß für die Höhe des Resonanzwiderstandes, den der Anodenkreis erreicht: je niedriger der Anodenstrom bei Resonanz, desto höher der Wechselstromwiderstand $\Re_l$, desto verlustärmer also der Kreis. Wären die Verluste ($\Re$ in obiger Formel) völlig Null, so würde bei Resonanz $\Re_l$ unendlich groß werden und gar kein Anodenstrom mehr fließen. Daraus erhellt, daß der durch $\Re_l$ fließende Anodenwechselstrom ein reiner Verluststrom ist (in Abb. 12b daher mit $\mathfrak{J}_v$ bezeichnet) und lediglich zur Deckung der Verluste im Anodenschwingkreis dient. Der Strom durch den Antennenwiderstand $\Re'$ kann als Nutzstrom ($\mathfrak{J}_n$) bezeichnet werden, da er ja zur Speisung der Antenne verwendet wird. An dem gesamten Außenwiderstand $\Re_a$ liegt die Anodenwechselspannung U_a, er wird vom gesamten Anodenwechselstrom $\mathfrak{J}_a$ durchflossen.

Die Anwendung des Kirchhoff'schen Gesetzes ergibt also als Forderung, daß man $\Re_l = \frac{L}{C \cdot R}$ so groß wie nur irgend möglich machen muß, wenn man einen möglichst großen Anteil der von der Röhre gelieferten Leistung der Antenne zuführen will. Man muß also (wenn nicht — wie bei selbsterregten Sendern — andere Forderungen im Vordergrund stehen!) L immer so groß als möglich und C und R so klein als möglich machen, um die „Wechselstromverlustleistung" $\mathfrak{J}_v^2 \cdot \Re_l$ (nicht mit der Verlustleistung der Röhre zu verwechseln!) so klein wie möglich gegenüber der Nutzleistung $\mathfrak{J}_n^2 \cdot \Re'$ zu halten. In der Praxis bereitet es gewisse Schwierigkeiten, auf sehr große L-Werte zu gehen, weil einerseits die Schalt- und Röhrenkapazitäten Grenzen ziehen, andererseits die Vergrößerung der Spulen u. U. konstruktiv Schwierigkeiten macht. Wie wichtig aber die richtige Erkenntnis dieser Dinge ist, sei an einigen Zahlenwerten erläutert (s. a. W. Schramm, S. 75 des Sonderheftes). Angenommen, es sei ein günstigster Außenwiderstand $\Re_a$ von 8000 Ohm ermittelt worden. Angenommen sei ferner, daß auf einer Frequenz von etwa 3,5 kHz gearbeitet werde und daß der verwendete Abstimmkondensator in jedem Falle vernachlässigbar kleine Verluste habe. Bei einer extrem kleinen Abstimmkapazität von ca. 28 pF und einer aus relativ schwachem Draht ausgeführten Selbstinduktion von etwa 70 bis 72 μH ist R annähernd 3 bis 4 Ohm, so daß $\Re_l \approx$ ¾ Megohm ergibt. Bei Verwendung einer — selbst vorteilhafter ausgeführten — Spule von nur ca. 4,5 μH und einer entsprechend größeren Kapazität von über 400 pF ergibt sich ein nur wenig über 20 000 Ohm liegender $\Re_l$, der also einen erheblich größeren Leistungsanteil aufnimmt als der vorherige Wert. Es ist einleuchtend, daß infolge des hier geringeren Verlustwiderstandes ($R \approx$ ½ Ohm), noch ein relativ guter Leerlaufwiderstand bei der niedrigen Selbstinduktion erreicht wird. Damit dürfte die Frage nach dem günstigsten Verhältnis L zu C sich dahingehend beantworten, daß man die kleinste Kapazität und die größte Selbstinduktion verwenden sollte, die man praktisch noch erstellen kann, da u. U. selbst eine elektrisch schlechtere Spule noch einen größeren Leerlaufwiderstand ergibt. Vollkommen abwegig ist es nach den vorhergehenden Betrachtungen, wenn man als Außenwiderstand nur $\Re_l$ betrachtet und dann nach der oben gegebenen Formel ausrechnet, wie groß C noch werden darf, um $\Re_l$ gerade gleich dem optimalen Wert des Außenwiderstandes zu machen. Bemerkt sei, daß die Anodenwechselspannung an $\Re_l$ allein im Grenzfall gleich der doppelten Anodengleichspannung werden kann. Man muß sich also bei der Dimensionierung der Einzelteile danach richten.

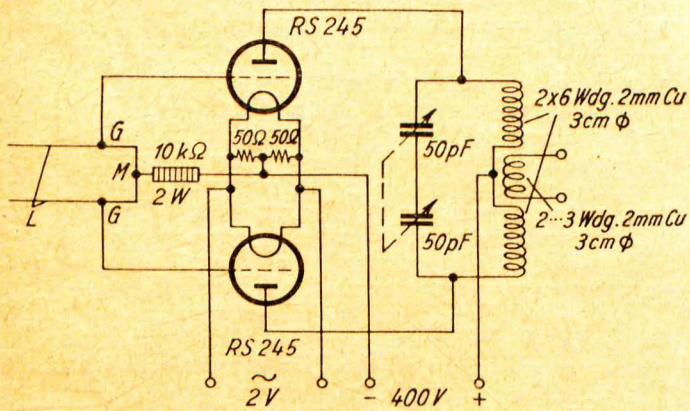
Fremdsteuerung oder Selbsterregung?

Wer bis hierher aufmerksam gefolgt ist, wird leicht die Folgerungen ziehen können, die sich auf diese Frage beziehen. Der Sender braucht stets Steuerleistung. Bei selbsterregten Sendern wird diese aus dem Anodenkreis entnommen, in Abb. 12 wäre also parallel zu $\Re_a$ noch der dieser Gitterbelastung entsprechende Widerstand zu denken. Bei hohen Anodenspannungen und Verwendung von Fünfpolröhren wird diese Zusatzbelastung des Außenwiderstandes nicht so sehr groß sein, am größten wird er bei Dreipolröhren und niedrigen Anodenspannungen. Der Wirkungsgrad wird aber meist noch dadurch erheblich vermindert, daß man bei selbsterregten Sendern meist darauf angewiesen ist, ziemlich erhebliche Parallelkapazitäten in den Schwingkreisen zu verwenden, um die erforderliche Stabilität zu erzielen. Man kann mithin kaum mit größeren Wirkungsgraden als etwa 30 bis maximal 35 % Wirkungsgrad rechnen, während bei fremdgesteuerten Sendern etwa die doppelten Wirkungsgrade möglich sind. Mithin ist es zweckmäßiger, die ja in jedem Sender vorhandene, selbsterregte (evtl. quarzgesteuerte) Sendestufe nicht zu groß zu machen und größere Röhren lieber fremd zu steuern.

Zeichnungen vom Verfasser *Rolf Wigand D 4 cxf*

Einfacher 10-m-Sender

Das überall wachsende Interesse an der 10-m-Welle ließ den nachstehend beschriebenen, kleinen Versuchssender entstehen, der einfach nachzubauen ist und eine recht große Frequenzkonstanz zu erreichen gestattet. Wie die Abb. 1 zeigt, handelt es sich um einen Gegentaktsender in Huth-Kühn-Schaltung, bei dem der Gitterkreis durch eine ¼-Welle lange Doppelleitung *L* ersetzt wird, bei der am kurzgeschlossenen Ende *(M)* die Gittervorspannung (automatisch durch einen Gitterwiderstand erzeugt) zugeführt wird. Die Gitter der beiden Röhren werden — in gleichen Abständen von *M* — bei *G*, *G* an einen passenden Punkt der Doppelleitung angeschlossen. Gegenüber den normalerweise verwendeten Resonanzdrosseln oder Abstimmkreisen hat die Doppelleitung einen wesentlich höheren Resonanzwiderstand. Dadurch wird eine größere Frequenzstabilität ermöglicht (ähnlich der eines Quarzes, wenn auch nicht so eindeutig bestimmt wie bei diesem, so daß Änderungen der Betriebsfrequenz bei Störungen leichter möglich sind). Der Anodenkreis wird aus einem Doppelkondensator und einer in der Mitte geteilten Spule gebildet, die Antenne oder nachfolgende Verstärkerstufe wird mittels einer kleinen Kopplungsspule angekoppelt. Es wurden Röhren der Type RS 245 verwendet, doch sind auch die Typen TC 03/5, TC 04/10, TC 1/75 mit oben herausgeführtem Gitter- und Anodenanschluß bzw. die RS 276 verwendbar. Andere Röhren, mit untenliegenden Anschlüssen, die also nicht speziell für sehr hohe Frequenzen bestimmt sind, bedingen einen entsprechend geänderten Aufbau und haben meist einen schlechteren Wirkungsgrad infolge der Verluste im Sockel und Quetschfuß der Röhre.



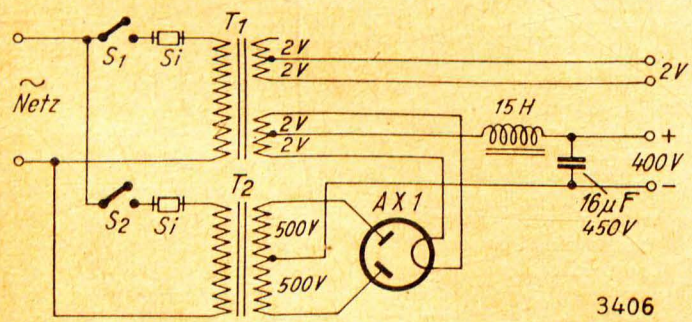


Abb. 1

Die Betriebsspannungen für den Sender liefert ein Netzanschlußgerät mit einer AX 1 (bei 2,5 V Heizspannung für die Gleichrichterröhre kann auch die RGQZ 1,4/0,4 verwendet werden), bei voller Belastung ist die an den Sender abgegebene Gleichspannung rund 380 bis 400 Volt. Der Schalter S_1 schaltet den Heiztransformator T_1 ein, nach Anheizen der Röhren (mindestens 10 Sekunden) wird mittels S_2 der Anodentransformator T_2 eingeschaltet.

Den Versuchsaufbau des Senders zeigt die Abb. 2. Links auf dem Isolator sind Abstimmkondensator und Spule angebracht, die Anoden der Röhren sind durch breite Bänder aus dünner Kupferfolie angeschlossen. Rechts ist die — mäanderförmig zusammengelegte — Doppelleitung L sichtbar, die aus 2×2,5 m 2 mm Draht mit 10 mm gegenseitigem Abstand mit Halte- und Abstandsisolatoren aus Trolitul ausgeführt ist. Aus Stabilitätsgründen und um die Wirkung der Doppelleitung zu verbessern, ist es ratsam, hier etwa 5 bis 8 mm starkes Rohr zu verwenden. Das eine Ende *(M)* wird durch einen Isolator getragen. Da an dieser Stelle starke Ströme auftreten, ist es ratsam, die beiden Leitungen hier mit einer kleinen Metallplatte gut zu verlöten. Der Gitterwiderstand und der Mittelpunktsspannungsteiler (2×50 Ohm) sind in Abb. 2 ebenfalls zu erkennen, ebenso die Leitungen, die mittels Klammern die Gitter an die Doppelleitung anzuschließen gestatten. An Stelle des Mittelpunktspotentiometers könnte bei den Röhren RS 245 und RS 276 auch der oben auf der Röhre herausgeführte Mittelanschluß des Heizfadens verwendet werden.

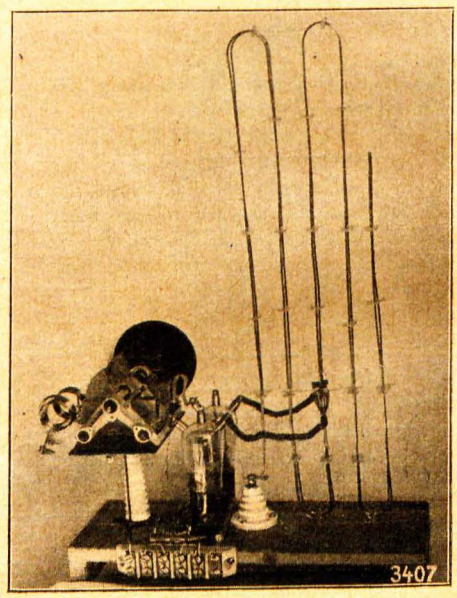


Abb. 2

Ein ungefähres Bild über die Wirkungsweise des Senders (mit zwei RS 245) wurde durch Ankoppeln einer Glühlampe von 15 Watt (110 V) erhalten. Die Helligkeit bei Hochfrequenz wurde mittels Photoelement und Galvanometer festgestellt und dann die gleiche Helligkeit durch Betrieb der Lampe mit Gleichstrom wieder eingestellt. Da die Lampe nicht entsockelt war und die Sockelkapazität zweifellos einen ungünstigen Einfluß bei etwa 30 MHz hat, ist die auf diese Weise ermittelte Hochfrequenzleistung eher etwa zu klein. Es ergaben sich für etwa 22 Watt gesamter Anodenleistung rund 7,5 Watt Hochfrequenz, was einem Wirkungsgrad von etwa 34 % entspricht. Die Verlustleistung ist dann 14,5 Watt, also innerhalb der zulässigen Grenze von 20 Watt für beide Röhren zusammen.

Die Größe der Erregung für die Röhre läßt sich dadurch regeln, daß die Gitteranschlüsse mehr oder weniger weit vom Punkte *M* entfernt angebracht werden; zeigt sich, daß sie nahe den Enden angebracht werden müssen, so findet man ein Ansteigen der Betriebswelle, so daß dann eine entsprechende Verkürzung der Doppelleitung unerläßlich ist, um auf die richtige Welle zu kommen.

Zeichnung und Aufnahme vom Verfasser *Rolf Wigand, D 4 cxf*

Ein Beitrag zum Problem der Kristallsteuerung großer Sender

Die Quarzsteuerung größerer Leistungen erfordert gewöhnlich einen verhältnismäßig großen Aufwand an Vorstufen, in denen die vom Steuersender erzeugte Wechselspannung allmählich soweit verstärkt wird, daß sie zur Aussteuerung einer größeren Röhre ausreicht.

Solange für die deutschen Kurzwellenamateure Schirmgittersenderöhren größerer Leistungen nicht zu gleichen Preisen erhältlich sind wie für die amerikanischen Amateure, bleibt der ECO (elektronen-gekoppelte Oszillator) großer Leistung nur ein Wunsch vieler OMs. Es gilt also, vorerst noch nach anderen geeigneten Methoden zu suchen, um die größeren Dreipolsenderöhren ohne zu großen Aufwand an Vorstufen stabil zu betreiben.

Außer der im Aufsatz „Quarzsteuerung größerer Leistungen“ [1]) ausführlich behandelten Methode und der im gleichen Aufsatz kurz erwähnten Steuermethode mit Vorröhre gibt es noch eine andere Art der Quarzsteuerung großer Leistungen, von deren Existenz nur wenige Amateure wissen und die daher selten angewendet wird.

Diese unter dem Namen „Locked power amplifier“ in England und als „Goyder lock system“ in USA bekannte Schaltung wird in Übersee und besonders in England von vielen Amateuren mit bestem Erfolg verwendet. Über die Wirkungsweise dieser Methode, die verschiedenen Schaltungen und Versuche sei hier berichtet.

Arbeiten zwei miteinander gekoppelte Oszillatoren auf Frequenzen, die nur einen sehr geringen Unterschied aufweisen, so haben sie das Bestreben, auf einer dieser Frequenzen synchron zu arbeiten, d. h. der weniger stabile Oszillator wird von dem stabileren gezwungen, in der von diesem erzeugten Frequenz mitzuschwingen. Diese Eigenschaft kann ausgenutzt werden, um einen Oszillator größerer Leistung (also einen selbsterregten Sender) mit geringer Stabilität durch einen verhältnismäßig kleinen aber stabilen, quarzgesteuerten Oszillator (*CO*) steuern zu lassen. Die sonst zur Erzielung gleicher Leistung für einen neutralisierten Verstärker erforderlichen Vorstufen können dadurch in Wegfall kommen, so daß der Bau eines Senders mittlerer und größerer Leistung sehr viel billiger wird. Es ist z. B. ohne weiteres möglich, einen selbsterregten 100-Watt-Sender mit einem 10-Watt- *CO* zu synchronisieren. Bei Erfüllung bestimmter Voraussetzungen können damit sogar 2—300 Watt ausreichend stabilisieren.

Der Oszillator-Verstärker (*OV*) kann z. B. ein einfacher TNT [2]) sein, der mit seiner Gitterspule lose mit einem *CO* oder mit dem Schwingkreis einer Pufferstufe gekoppelt wird (Abb. 1). Um Kristallkontrolle zu erhalten, wird der *OV* auf die Frequenz des *CO* bzw. der Pufferstufe abgestimmt. Infolge der oben erwähnten Eigenschaft der gekoppelten Oszillatoren, auf gleicher Frequenz zu arbeiten, übernimmt der *CO* die Kontrolle des *OV*.

Das Ergebnis ist ein Ton mit allen charakteristischen Eigenschaften eines normalen quarzgesteuerten Senders. Es entfällt jedoch eine Neutralisation des Verstärkers und die Sorge für eine ausreichende Erregung (Steuerenergie) desselben. Als *CO* bzw. *CO* mit Puffer kann jede beliebige der an dieser Stelle beschriebenen Schaltungen benutzt werden.

Eine andere Art der Kopplung zwischen *CO* und *OV* zeigt Abb. 2. Der Vorteil dieser Schaltung besteht darin, daß die beiden Teile des Senders (*CO* und *OV*) in einem Abstand von 1—2 m getrennt voneinander aufgestellt werden können. Außerdem wird durch diese Methode die Pausenwelle des CO hinreichend geschwächt. Die Anordnung der Kopplungspule *K* zur Gitterspule ist nicht kritisch. Der Abgriff an der Schwingungskreisspule des *CO* wird so eingestellt, daß der *CO* mit normaler Anodenstromaufnahme arbeitet.

Eine ähnliche Kopplungsart zwischen *CO* und *OV* zeigt Abb. 3. Die aus 2—3 Windungen bestehenden Kopplungsspulen werden einfach durch eine verdrillte Litze von 1 bis 2 m Länge verbunden.

Ein TNT-Oszillator mit normal gefiltertem Anodenstrom, der immer noch einen modulierten Ton *(rac)* liefert, wird sofort einen reinen *(dc-)* Ton liefern, wenn ein *CO* mit ihm in der geschilderten Weise gekoppelt wird, so daß u. U. auch eine Ersparnis an Siebmitteln im Gleichrichter erzielt werden kann. Außerdem steigt die vom TNT abgegebene Leistung etwas bei Ankopplung eines *CO*. Selbstverständlich kann als *OV* außer dem TNT auch ein TPTG [3]) verwendet werden. Auch ein Gegentaktsender nach diesen Schaltungen wird die gleichen Ergebnisse zeigen.

Wie Versuche ergeben haben, ist es für die Besitzer von selbsterregten Sendern mit Hartley-Schaltung [4]) nicht notwendig, diesen erst in einen TNT bzw. TPTG umzubauen, da auch ein größerer Hartley mit der Synchronmethode betrieben werden kann. Die Schaltung zeigt Abb. 4. Die Energieleitung wird hier mit einer Spule *K*, die aus 3 Windungen besteht, induktiv mit dem *CO* bzw. Puffer gekoppelt. Das andere Ende der Energieleitung, die ebenfalls 1—2 m lang sein kann, wird direkt über etwa ein Drittel der Windungen mit der Hartley-Schwingkreispule gekoppelt. Auch bei dieser Schaltung ist neben dem Krystall- (*CC*-) Toncharakter eine Leistungssteigerung des Hartley erzielbar.

Zu einem Versuch, eine 100-Watt-Röhre RS 243 in einem TNT zu steuern, wurde nach Schaltung Abb. 5 eine vorhandene *CO-FD*-Stufe benutzt. Der *CO* war mit einer RE 084, der FD mit einer RE 134 bestückt. Die Energieleitung aus verdrillter Litze wurde an den *FD* an an die Gitterspule des TNT mit je 3 Windungen angekoppelt. Sie war ca. 60 cm lang, wurde jedoch im Laufe des Versuchs bis auf 2,50 m verlängert. Die Eingangsleistung der *CO*-Stufe war etwa 2 Watt, die der *FD*-Stufe etwa 4 Watt, mit angekoppelter Energieleitung 6 Watt. *CO* und *FD* wurden normal eingestellt, der Kreis $C_1 L_1$ aus Stabilitätsgründen etwas neben der Resonanz.

Die Abstimmung wird wie folgt vorgenommen: Gitterspule des *OV* lose mit der Schwingkreisspule des *CO* bzw. *FD* koppeln. Heizung aller Röhren einschalten. Anoden-

[1]) „CQ“ 1935, Heft 3.
[2]) Abart des Huth-Kühn-Senders mit Resonanzdrossel im Gitterkreis.
[3]) Huth-Kühn-Sender.
[4]) Dreipunkt.

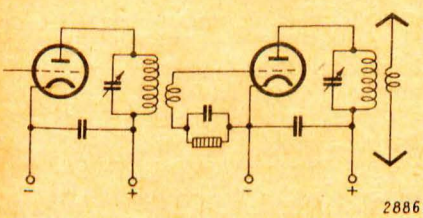


Abb. 1. Normale Kopplung zwischen Oszillator CO und einem TNT

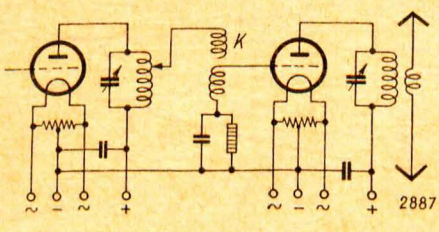


Abb. 2. Kopplung über eine einseitig angeschlossene Spule

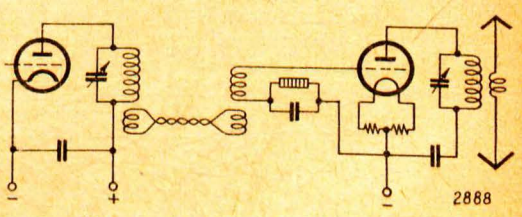


Abb. 3. Beiderseitige induktive Kopplung über eine verdrillte Energieleitung

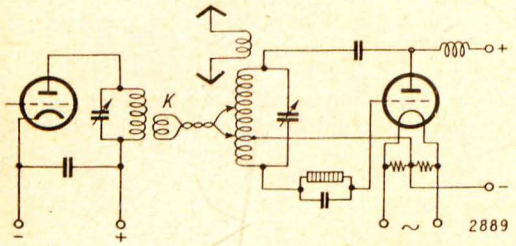


Abb. 4. Ankopplung eines CO an einen Hartley-Sender

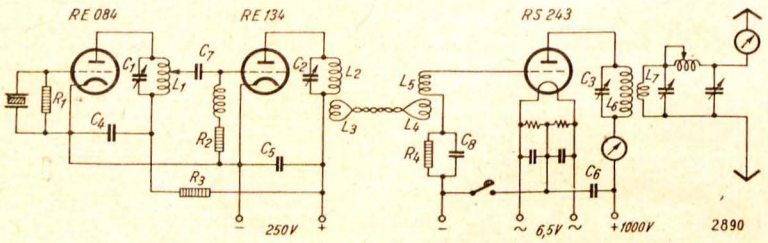


Abb. 5. Versuchsschaltung zur Steuerung einer 100-Watt-Röhre. C_1, C_2, C_3 = 100 cm, C_4, C_5, C_6 = 2000 cm, C_7, C_8 = 250 cm, R_1 = 10 T Ohm, Watt, R_2 = 25 T Ohm, 2 Watt, R_3 = 7 T Ohm, 10 Watt, R_4 = 3 T Ohm, 50 Watt, L_1 (3,5 MHz) = 30 Windungen 3,80 cm ∅, L_2 (7 MHz) = 20 Windungen 3,80 cm ∅, L_3 und L_4 = 3 Windungen über L_2 und L_5 gewickelt, L_5 (7 MHz) = 15 Windungen 2,50 cm ∅, L_6 (7 MHz) = 10 Windungen 6 cm ∅ 10 mm, Cu-Rohr, L_7 (7 MHz) = 3 Windungen 8 cm ∅, 3 mm Cu-Draht.

spannung für *CO* und *FD* einschalten. Anodenspannung des *OV* bleibt durch die geöffnete Taste unterbrochen. *CO* und *FD* in der bekannten Weise abstimmen. *CO*-Frequenz im Monitor abhören und auf Schwebungslücke einstellen. Anodenspannung des *CO* — *FD* abschalten, durch Tastendruck Anodenspannung des *OV* einschalten und nun den *OV* auf die im Monitor eingestellte *CO*-Frequenz (ebenfalls Schwebungslücke) abstimmen. Wiedereinschalten der Anodenspannung für *CO*—*FD*. Wenn nötig, *OV* etwas nachstimmen und eventuell Kopplung zwischen *FD* und *OV* etwas fester machen, bis nur ein reines, kristallkontrolliertes Zeichen im Monitor hörbar ist. In dieser Stellung übernimmt der *CO* die Kontrolle des *OV*. Die Abstimmung ist übrigens gar nicht so kritisch, selbst Frequenzabweichungen bis zu 5—10 kHz werden glatt synchronisiert. Beim Öffnen der Taste des OV ist im Monitor, ähnlich wie bei mehrstufigen Sendern, die *CO*-Frequenz durchzuhören. Eine zu starke *CO*-Frequenz (Pausenwelle) kann durch losere Ankopplung der Energieleitung herabgedrückt werden.

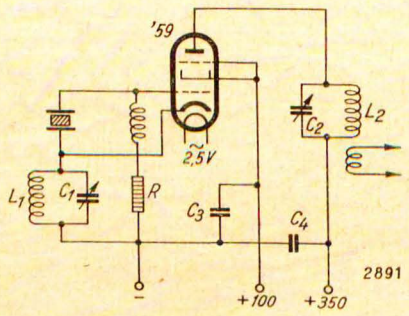


Abb. 6. Oszillator zur Mehrfachausnutzung eines 7 MHz-Kristalls
C_1, C_2 = 100 cm, C_3, C_4 = 5000 cm, R = 50 T Ohm 5 Watt, L_1 (14 MHz) = 7 Windungen 4 cm ∅, L_2 (14 KHz) = 8 Windungen 4 cm ∅, L_1 (7 MHz) = kurzgeschlossen, L_2 (7 MHz) = 16 Windungen 4 cm ∅, L_1, L_2 (3,5 MHz) wie für 7 MHz

Es ist empfehlenswert, den Monitor während des Betriebes zur Überwachungen des Senders mitlaufen zu lassen. Bei einwandfreiem Aufbau des Senders und guter Einstellung genügt jedoch eine einmalige Kontrolle der Zeichen im Monitor vor der jeweiligen Inbetriebnahme des Senders.

Ein weiterer nicht zu unterschätzender Vorteil dieser Anordnung ist ferner, daß es mit ihr möglich ist, auch auf einer niedrigeren Frequenz als der Eigenfrequenz des Kristalls im *CO* zu arbeiten. Man kann also z. B. mit einem 7-MHz-Kristall im *CO* auch auf 3,5 MHz kristallgesteuert arbeiten. An der ganzen Anordnung ändert sich dabei nur, daß im Gegensatz zur Frequenzverdopplung, der *OV* auf die halbe Frequenz des *CO* eingestellt und abgestimmt wird. Hierbei wird der *OV* von jeder 2. Periode der *CO*-Frequenz kontrolliert.

Bei Verwendung eines *CO* nach Abb. 6 ist sogar eine Mehrfachausnutzung des Kristalls möglich. Im *CO* wird eine indirekt geheizte Fünfpolröhre (die auch von vielen deutschen Amateuren benutzte amerikanische 59) verwendet. Mit nur einem 7-MHz-Kristall ist es möglich, auf 14, 7 und 3,5 MHz kristallgesteuert zu arbeiten. Für 14 MHz ist der Kreis L_1 C_1 auf die Kristallfrequenz und der Kreis L_2 C_2 auf die doppelte Frequenz, also 14 MHz, abgestimmt, der *OV* ebenfalls auf 14 MHz. Für 7 MHz wird der Kreis L_1 C_1 kurzgeschlossen (dies wird einfach durch entsprechendes Biegen einer Rotorplatte von C_1 erreicht, die dann bei volleingedrehtem Rotor mit dem Stator von C_1 Kurzschluß herstellt) und C_2 L_2 sowie der *OV* werden auf die Kristallfrequenz abgestimmt. Für 3,5 MHz bleibt der *CO* wie für 7 MHz eingestellt, der *OV* wird jedoch wie oben angegeben, auf die halbe Frequenz, also 3,5 MHz abgestimmt. Dieser Vorteil ist sonst mit keiner der normalen Schaltungen erzielbar.

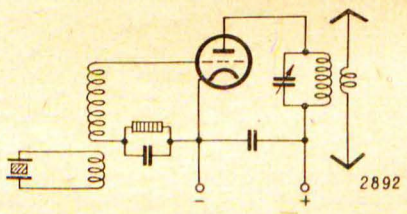


Abb. 7. Direkte Kristallkontrolle eines mittleren selbsterregten Senders

Eine sehr einfache Methode (ähnlich wie bei der „*R*"-Schaltung[1])), einen *OV* mittlerer Leistung (bis ca. 50 Watt) mit einem Kristall zu kontrollieren, soll hier noch kurz erwähnt werden.

Mit dem „kalten" Ende der Gitterspule eines TNT-Oszillators wird nach Abb. 7 ein Quarzkristall gekoppelt. Die Spule *K* wird auf einen Röhrensockel gewickelt (6 bis 8 Windungen) und ziemlich fest mit der Gitterspule, die den gleichen Durchmesser wie der Röhrensockel haben soll, gekoppelt. Der Schwingkreis des TNT wird dann auf die Kristallfrequenz abgestimmt. Der erforderliche Kopplungsgrad ist experimentell leicht zu ermitteln. Die Kopplung soll, um den Kristall vor Beschädigung zu schützen, nicht fester als notwendig gemacht werden.

Der geringe Aufwand für eine CO-Stufe und die damit verbundenen Vorteile werden aber sicher zur Bevorzugung einer der eingangs beschriebenen Schaltungen führen. Leider fällt die Wahl zwischen einem kleinen kristallgesteuerten Sender und einem größeren selbsterregten noch allzu oft zugunsten des letzteren aus. Hoffentlich veranlaßt dieser Hinweis recht viele Amateure, sich im Interesse einer guten Tonqualität die Vorteile der angegebenen Schaltung zunutze zu machen. *J. E. Brey D 4 DDC*

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für „CQ": Rolf Wigand, Berlin. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. DA I. Vj. 1936 = 8300. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G., Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94, Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78. Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung.
Nachdruck sämtlicher Artikel verboten

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

15. Mai 1936 Heft 10

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungskosten von 1 Pfg. enthalten
Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Der Gleichstrom-Transformator

Von
Erich Schwandt

Der Gleichstrom-Transformator ist eines der alten und wichtigen Probleme der Elektrotechnik; seine Lösung erschien Jahrzehnte hindurch unmöglich. Der unwidersprochenen Geltung des Satzes: „Gleichstrom läßt sich nicht transformieren" ist die beherrschende Verbreitung des Wechselstromes in erster Linie zu danken. Wechselstrom kann man transformieren; mit Hilfe ruhender, keinem Verschleiß unterworfener Anlagen kann man eine vorhandene Spannung ganz nach Wunsch in eine beliebig hohe oder beliebig niedrige andere Spannung umwandeln, und was das Wichtigste ist: man kann das mit einem außerordentlich hohen Wirkungsgrad tun. Die Energieversorgung ganzer Städte, Bezirke und Länder baut sich auf der aus einem einfachen Eisenkern mit zwei oder mehreren Kupferwicklungen bestehenden Anordnung auf, die wir Transformator nennen. Gewiß spielen die Verluste im Wechselstrom-Transformator bei kraftwerkegleichen Energien schon eine preisbeeinflussende Rolle; sie sind aber doch beispiellos klein (je nach Größe des Transformators 1 bis 10 %), so daß der Transformator ohne Zweifel das wirtschaftlichste Umwandlungsgerät für elektrische Energien darstellt.

Die moderne Technik hat die Mittel geschaffen, um auch Gleichspannungen transformieren zu können. Allerdings dürfen wir uns hier nicht ganz streng an das Vorbild des Wechselstrom-Transformators halten, der ausschließlich aus unbewegten Teilen besteht. Der Gleichstromwandler weist bewegte Teile auf; trotzdem ist es berechtigt, und es ist deshalb auch im Sprachgebrauch üblich geworden, von einem Gleichstrom-Transformator zu sprechen. Welche Anwendungsmöglichkeiten diesem Gerät, über das die Technik seit ungefähr zwei Jahren verfügt, offenstehen, welchem Leistungsumfang es gewachsen ist, läßt sich heute noch nicht übersehen. Aber schon heute wird es für Zwecke verwendet, an die man bei seiner Schaffung gar nicht gedacht hat, und es hat sich bereits Leistungsbereiche erobert, die vor zwei Jahren unwahrscheinlich erschienen: ist es heute doch möglich, Gleichstrom-Transformatoren für Spannungen bis zu 50 000 Volt und für Leistungen bis zu 500 Watt zu bauen. Dabei stellen diese Zahlen keineswegs Grenzwerte dar, sondern sie kennzeichnen lediglich praktisch gebaute Ausführungen.

Für die Umwandlung von Gleichstrom in solchen anderer Spannung wurden bisher in der Hauptsache Umformer verwendet, die als Motor-Generatoren wie als Einanker-Umformer gebaut werden. Bei ihnen ergeben sich vor allem dann technische und wirtschaftliche Schwierigkeiten, wenn es sich um niedrige Primärspannungen (Betrieb aus einer Anlasserbatterie), hohe Sekundärspannungen (z. B. für Sender, Braunsche Röhren u. dgl.) und kleinere Leistungen (etwa unterhalb 2 kW) handelt. Niedrige Primärspannungen bedingen infolge der großen Stromstärken sehr beträchtliche Kommutator-Abmessungen, hohe Sekundärspannungen verlangen große Kollektoren, da die Spannung zwischen zwei Kollektor-Lamellen über einen bestimmten, überraschend niedrigen Wert nicht gesteigert werden kann, und kleine Leistungen sind zwangsläufig mit niedrigen Wirkungsgradziffern verbunden (bei 2 kW z. B. liegt der Gesamtwirkungsgrad einer solchen Maschine noch unter 60 %, um nach kleineren Leistungen zu weiter stark abzusinken). Ein Nachteil sind auch die verhältnismäßig hohen Anschaffungspreise und Instandsetzungskosten, die sich vor allem bei Hochspannungsmaschinen ergeben. Immerhin war der rotierende Umformer bisher die wichtigste Einrichtung zur Umwandlung von Gleichspannungen. Für sehr kleine Leistungen — unter 100 Watt — wurde außerdem eine Einrichtung gebräuchlich, die aus einem mechanischen Wechselrichter und einem nachgeschalteten Röhren- oder Trockengleichrichter besteht, eine Einrichtung, von der man z. B. für die Anodenstromversorgung von Kraftwagenempfängern Gebrauch macht und die schon infolge des Umweges über den Wechselstrom unwirtschaftlich sein muß, es vor allem aber auch wegen des nicht gerade günstigen Wirkungsgrades ihrer einzelnen Bestandteile ist.

Neben diese beiden Arten von Gleichspannungswandlern ist nun der sogen. Gleichstrom-Transformator getreten, der sich vor allem durch seinen verhältnismäßig einfachen Aufbau, durch sein sicheres Arbeiten und durch seine hohe Wirtschaftlichkeit auszeichnet. Ähnlich, wie der Wechselstrom-Transformator magnetische Felder zur Übertragung der Leistungen anwendet, macht der Gleichstrom-Transformator von elektrostatischen Feldern Gebrauch. Sein Prinzip ist gar nicht neu; man verwendet es seit Jahren in der Hochspannungstechnik, und in der vorliegenden Zeitschrift ist es bereits ausführlich beschrieben und zum Selbstbau eines Hochspannungsgerätes für Kurzwellensender vorgeschlagen worden [1]). Es besteht darin, daß man mehrere Kondensatoren in Parallelschaltung an die vorhandene niedrige Gleichspannung legt und sie mit dieser auflädet, um sie unmittelbar darauf hintereinander und an den Verbraucher zu schalten, der die hohe Gleichspannung erfordert. Die Kondensatoren werden also in Parallelschaltung aufgeladen und in Hintereinanderschaltung entladen. In dem Gerät muß man nun soviel Kondensatoren anwenden, wie die niedrige Ladespannung in der

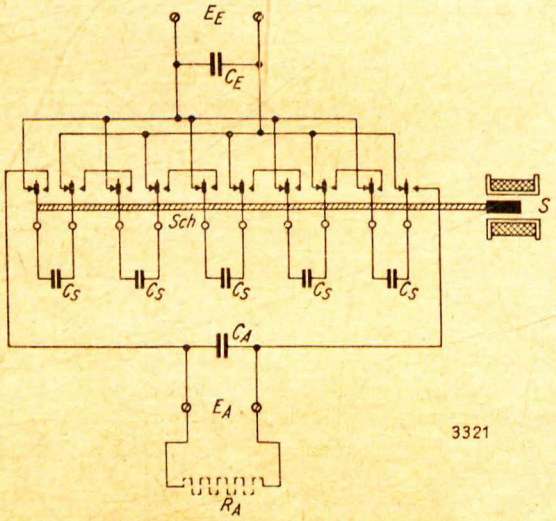


Abb. 1. Einfaches Schemabild des Gleichstrom-Transformators

gewünschten hohen Entladespannung enthalten ist. Wünscht man also eine Gleichspannung von 1100 Volt und steht ein Gleichstromnetz von 220 Volt zur Verfügung, so sind fünf Kondensatoren erforderlich.

Die — entsprechend vereinfachte — Prinzipschaltung einer solchen Anordnung geht aus Abb. 1 hervor. An den Klemmen E_E sei die niedrige Eingangsspannung vorhanden, und an den Klemmen E_A wünscht man die hohe Ausgangsspannung abzunehmen. C_E ist der Eingangs-Kondensator, der zum Aufladen der Schaltkondensatoren C_S dient; C_A

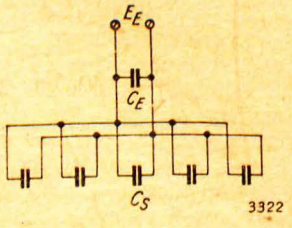


Abb. 2. Lade-Schaltung des Gleichstrom-Transformators

ist der Ausgangs-Kondensator, an den die Schaltkondensatoren in Hintereinanderschaltung ihre Ladung abgeben. *Sch* ist das Schaltorgan, das durch ein Solenoid S gesteuert wird. Liegen die Schaltfedern sämtlich in der gezeichneten Stellung, also nach links, so sind die Schaltkondensatoren sämtlich parallel geschaltet und mit dem Eingangs-Kondensator — den wir auch Lade-Kondensator nennen können — C_E verbunden; sie laden sich infolgedessen bis zur Spannung dieses Kondensators auf (Abb. 2). Liegen die Schaltfedern aber nach rechts, so entsteht die Anordnung der Abb. 3, in der die Schaltkondensatoren sämtlich hintereinander geschaltet und mit dem Ausgangs-Kondensator C_A verbunden sind. Sie laden diesen Kondensator auf die Spannung $n \cdot C_E$ auf, worin n die Zahl der Schaltkondensatoren bedeutet.

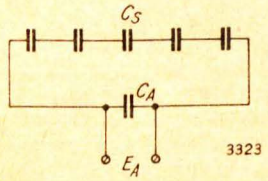


Abb. 3. Entlade-Schaltung des Gleichstrom-Transformators

Es lassen sich nun einige gesetzmäßige Beziehungen mitteilen, nach denen man vor allem die erforderliche Kapazität der Kondensatoren errechnen kann [2]). Wir müssen uns vor allem darüber klar werden, daß durch den eigentlichen Verbraucher, der in Form des in Abb. 1 gestrichelt gezeichneten Widerstandes R_A an den Ausgangs-Kondensator C_A geschaltet ist, eine stetige Entladung des Ausgangs-Kondensators stattfindet. Solange die Schaltkondensatoren mit dem Eingangs-Kondensator C_E verbunden sind, nimmt deshalb die Ausgangsspannung E_A ab, denn während dieser Zeit wird ihnen keine Ladung zugeführt. In der Zeit aber, in der die Schaltkondensatoren mit dem Ausgangs-Kondensator verbunden sind und in der sie ihre eigene Ladung auf diesen übertragen, nimmt die Ausgangsspannung wieder zu. Die Spannung am Kondensator C_A verläuft also nach der Kurve Abb. 4; die höchste Spannung sei mit E_{Ah}, die niedrigste Spannung mit E_{An} bezeichnet.

Es ist leicht einzusehen, daß bei gegebener Stromentnahme, also bei gegebener Leistung des Gleichstrom-Transformators, der Unterschied zwischen E_{Ah} und E_{An} mit den Kapazitäten der Kondensatoren und außerdem mit der Frequenz anwächst, in der das Schaltorgan *Sch* in Abb. 1

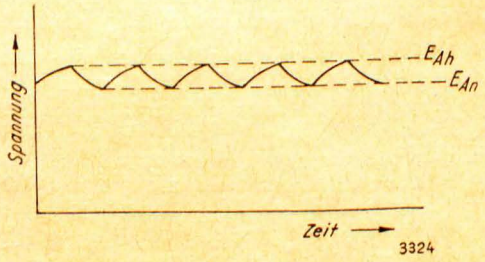


Abb. 4. Spannungsverlauf am Ausgangs-Kondensator

betätigt wird. Aus praktischen Versuchen hat sich ergeben, daß die günstigste Schaltfrequenz eine solche von 50 Hertz ist; bei dieser Frequenz lassen sich alle Bedingungen, die beim Betrieb des Schaltorgans auftreten, einwandfrei beherrschen, und die Kondensatoren bleiben in wirtschaftlich vertretbaren Größen. Nach einer sehr einfachen Formel läßt sich zunächst der Ausgangs-Kondensator, der für den Unterschied zwischen E_{Ah} und E_{An} und damit für die Welligkeit der Gleichspannung ausschlaggebend ist, berechnen:

$$C_A = \frac{I_A}{(E_{Ah} - E_{An})\, f}$$

I_A ist hier der der Anordnung ständig entnommene Strom in Amp., f ist die Frequenz; die Bedeutung der übrigen

[1]) Vgl. „Funk" 1931, Heft 39, Seite 619.

[2]) Die Unterlagen über die Gleichstrom-Transformatoren wurden dem Verfasser von dem Inhaber der in Frage kommenden Schutzrechte, B. Springer, zur Verfügung gestellt.

Formelzeichen ist uns bekannt. Die Spannungen werden in Volt eingesetzt; dann ergibt sich die Kapazität in Farad. Ein praktisches Beispiel soll uns die Verhältnisse deutlicher machen:

Es stehe ein 220-Volt-Gleichstrom-Netz zur Verfügung; benötigt werde eine Gleichspannung von 1000 Volt bei einem Höchststrom von 0,1 Amp. Als „Welligkeit", d. h. als Differenz $E_{Ah} - E_{An}$, seien 10 % der Spannung, also 100 Volt, zugelassen. Die Schaltfrequenz betrage 50. Dann ergibt sich: $C_A = \frac{0.1}{(1100-1000)\cdot 50}$ = 0,00002 Farad = 20 µF. Läßt man dagegen nur eine Welligkeit von 10 Volt zu, so steigt die Kapazität auf 200 µF.

Die übrigen Kondensatoren sind in ihrer Größe insofern von dem Ausgangs-Kondensator C_A abhängig, als sie in ihrer resultierenden Kapazität mit ihm übereinstimmen müssen. D. h. die Schaltkondensatoren C_S müssen in Hintereinanderschaltung dem Ausgangs-Kondensator C_A entsprechen. In unserem Beispiel, in dem die Eingangs-

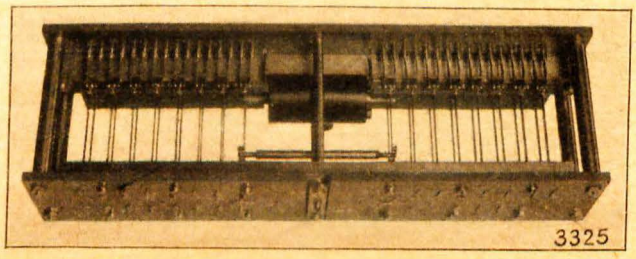


Abb. 5. Schaltorgan des Gleichstrom-Transformators

Spannung verfünffacht werden muß, wozu wir infolgedessen fünf Schalt-Kondensatoren benötigen, müssen diese je 100 µF groß sein; sie haben dann in Hintereinanderschaltung eine resultierende Kapazität von 20 µF. Der Eingangs-Kondensator C_E hingegen muß in seiner Größe den parallelgeschalteten Schalt-Kondensatoren entsprechen, d. h. er müßte in unserem Beispiel $5 \times 100 = 500$ µF groß sein; in der Praxis begnügt man sich aber mit etwa dem halben Wert. Die Spannungsfestigkeit der Kondensatoren muß der höchsten an ihnen liegenden Spannung entsprechend, d. h. C_A muß für 1000 Volt, C_S und C_E müssen für 220 Volt bemessen sein.

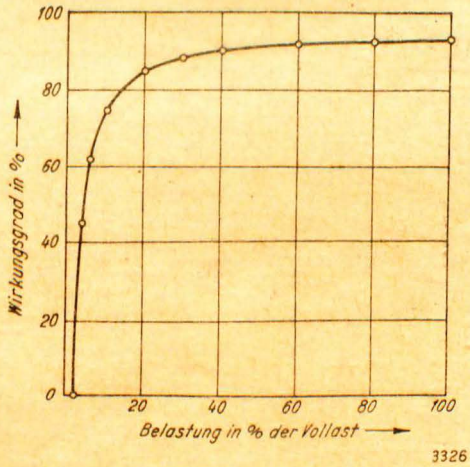


Abb. 6. Errechnete Wirtschaftlichkeitskurve des Gleichstrom-Transformators

Das Schalten der Kondensatoren wurde bisher mit rotierenden Schaltanordnungen versucht, ohne daß man zu einem praktisch brauchbaren Erfolg gekommen wäre; nicht zuletzt erwies sich der notwendige Leistungsaufwand für das Schaltorgan als nachteilig. In den heutigen Gleichstrom-Transformatoren verwendet man hierfür eine schwingende Kontaktanordnung gemäß Abb. 5, die aus einer Anzahl mechanisch gekuppelter, durch ein Solenoid angetriebener gegenläufig schwingender Pendel gebildet wird. Diese Anordnung, die jetzt in einer betriebssicheren, praktisch keiner Abnutzung unterworfenen Form vorhanden ist — Lebensdauer-Versuche erstrecken sich schon über mehr als 4 Jahre, ohne daß Betriebsstörungen eingetreten wären —, konnte erst auf Grund umfangreicher Studienarbeiten geschaffen werden, die sich vor allem mit dem

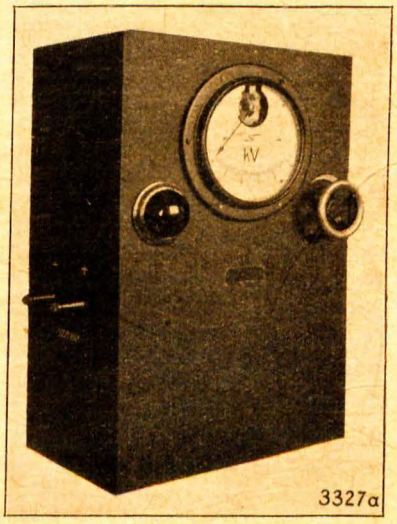


Abb. 7a. Außenansicht eines für Prüfzwecke gebauten Gleichstrom-Transformators 220/5000 Volt

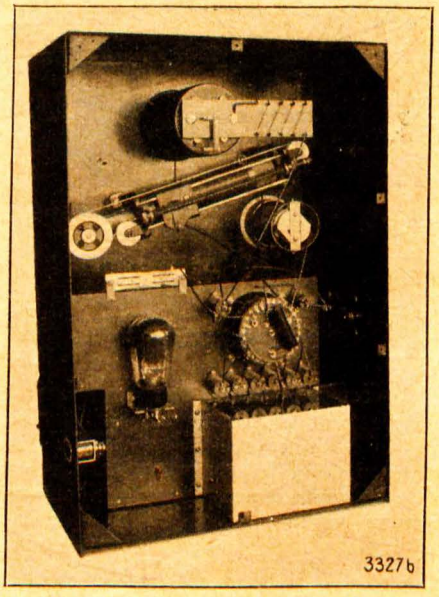


Abb. 7b. Innenansicht des Gleichstrom-Transformators der Abb. 7a

Verhalten der Kontakte während der Schaltzeiten befaßten; diese Untersuchungen wiederum wurden überhaupt erst durch den Kathodenstrahl-Oszillographen ermöglicht. Es kam darauf an, zu erreichen, daß die Kontakte vollkommen gleichmäßig arbeiten, so daß ein gleichzeitiges Schalten sämtlicher Kondensatoren erreicht wird. Die praktisch unbegrenzte Lebensdauer der Kontakte ist der Tatsache zu danken, daß von ihnen keine Selbstinduktionen, sondern nur Kondensatoren geschaltet werden; da die Öffnung der Kontakte aber erst bei vollzogenem Ladungs-Ausgleich der Kondensatoren, also beim Strom Null, erfolgt, kann sich der kontaktzerstörende Öffnungs-

funken gar nicht ausbilden. Ferner sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, daß die Spannung, die an zwei Kontakten liegt, nicht von der Ausgangsspannung, sondern von der Eingangsspannung abhängt, von der sie rund 10 % beträgt. Damit ergeben sich aber als Kontaktspannungen nur solche von 10 bis 20 Volt.

Da die Gleichspannungs-Umwandlung in der Übertragung ruhender Felder besteht, erfolgt sie mit sehr hohem Wirkungsgrad. Die einzigen Verluste sind die, die in den Kondensatoren entstehen; diese gehen aber selbst dann, wenn man für den Aufbau des Gleichstrom-Transformators die kleinen und billigen Elektrolyt-Kondensatoren benutzt, nicht über 5 % hinaus, so daß man bei Voll-Last mit einem Wirkungsgrad von mindestens 95 % rechnen kann. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß der Transformator eine konstante Leistung für die Betätigung des Schaltorgangs von rund 2 Watt benötigt. Diese Schaltleistung ist von der entnommenen Leistung unabhängig. Man kann so eine Kurve errechnen, die die Abhängigkeit des Wirkungsgrades von der entnommenen Leistung angibt; Abb. 6 gibt eine solche Kurve für einen 100 Watt-Gleichstrom-Transformator wieder.



Abb. 8. Koffer-Ausführung eines Gleichstrom-Transformators

Gleichstrom-Transformatoren können in Leistungen bis zu 500 Watt hergestellt werden, und zwar für Spannungen bis zunächst 50 000 Volt. Besonders günstig lassen sich die Transformatoren dann bauen, wenn man von einem 110- oder 220-Volt-Gleichstromnetz ausgehen kann und eine hohe Gleichspannung verlangt wird. Für Primär-Spannungen unter 100 Volt ist der Gleichstrom-Transformator ungünstiger, da die erforderlichen Kapazitätswerte dann so hoch werden, daß die Anordnungen zu hohe Preise bedingen. Wie wir gesehen haben, sind z. B. fünf Schaltkondensatoren erforderlich, um von 220 Volt auf rund 1000 Volt zu kommen; würde man von 4 Volt ausgehen wollen, so müßte man allein zur Erzielung einer Gleichspannung von 100 Volt 25 Stufen einsetzen. Allerdings besteht bei einem großen Verhältnis zwischen Primär- und Sekundär-Spannung die Möglichkeit, die Kaskaden-Schaltung anzuwenden, d. h. z. B. erst in fünf Stufen von 4 auf 20 Volt, dann in weiteren fünf Stufen von 20 auf 100 Volt, in nochmal fünf Stufen von 100 auf 500 Volt, in weiteren fünf Stufen auf 2500 Volt usw. zu gehen, aber die Anordnung wird dann doch verhältnismäßig teuer. Günstiger ist es schon, wenn man von 100 oder 200 Volt ausgehen kann. Handelt es sich hierbei um kleine Ströme, wie sie z. B. bei Isolations-Prüfungen nur erforderlich sind, so kann man den primären Gleichstrom ohne Schwierigkeiten auch einer Anoden-Trockenbatterie entnehmen.

Abb. 7 zeigt einen Gleichstrom-Transformator in der Außen- und Innenansicht, wie er für Isolations-Prüfungen an elektrischen Geräten und Teilen verschiedener Art, z. B. an Transformatoren, Kondensatoren und dgl., gebaut wird; durch dieses Gerät wird den Kondensatorenfabriken die serienmäßige Prüfung mit höheren Gleichspannungen außerordentlich leicht gemacht. Das Gerät ist zum Anschluß an Gleichstrom (oder auch Wechselstrom) 220 Volt eingerichtet und liefert an den Ausgangsklemmen eine zwischen 0 und 5000 Volt regelbare Gleichspannung; die Regelung

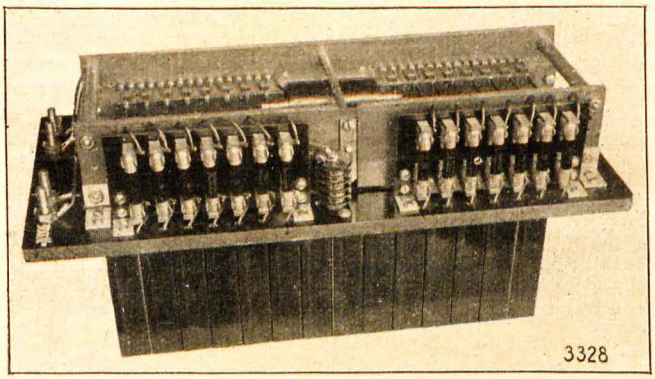


Abb. 9. Gleichstrom-Transformator neuer Bauart

wird netzseitig vorgenommen, indem man den Eingangsklemmen des Gleichstrom-Transformators eine zwischen 0 und 220 Volt veränderliche Spannung zuführt. Aus der Außenansicht sind die Prüfklemmen (an der linken Seitenwand), eine Signal-Lampe, die durch ihr Leuchten den Einschalt-Zustand anzeigt, ein Voltmeter 0 bis 5000 Volt und der Griff für die Spannungsregelung zu erkennen; er bedient den in der Innenansicht in Schräglage sichtbaren Spannungsteiler, der an die Netzklemmen geschaltet ist und an dem

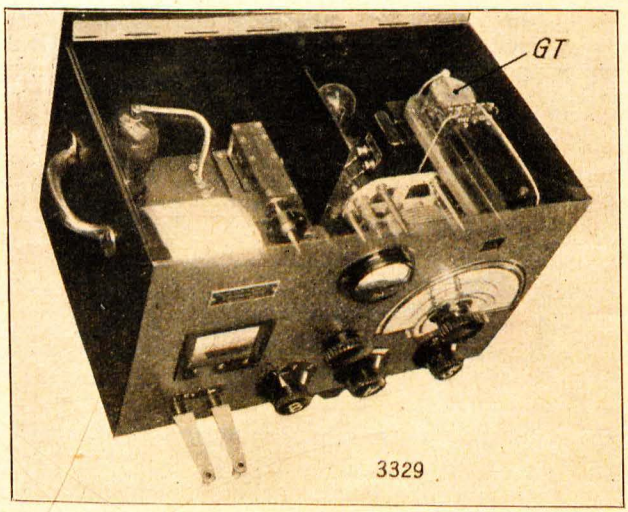


Abb. 10. Innenansicht eines Meßgerätes mit einstufigem Gleichstrom-Transformator (GT)

man die dem Gerät zuzuführende Spannung abgreift. Die Innenansicht läßt ferner rechts unten den Kondensatoren-Block erkennen, darüber das Schaltorgan, das hier noch in runder Bauart angewendet wird. Links befindet sich eine Gleichrichterröhre, mit deren Hilfe der Anschluß des Gerätes auch an Wechselstromnetze möglich ist. Eine ähnliche Ausführung wird auch in Kofferform geliefert; sie

wird aus einer 100 Volt-Anodenbatterie gespeist und liefert eine Gleichspannung bis zu 5000 Volt. Sie ist bestimmt, um Spannungsprüfungen an Kabeln und anderen schwer beweglichen Prüflingen durchzuführen. Dieses Gerät, das aus Abb. 8 hervorgeht, zeigt wohl am besten die praktische Bedeutung des Gleichstrom-Transformators, denn in einem kleinen Handkoffer der Maße 175×290×440 mm hält man eine Spannungsquelle für 5000 Volt Gleichspannung in der Hand, die als primäre Stromquelle lediglich eine normale Anoden-Trockenbatterie erfordert.

Die neueste Ausführung eines Gleichstrom-Transformators zeigt schließlich Abb. 9; wir erkennen hier das langgestreckte Schaltsystem mit seinen vielen Kontaktfedern, das unmittelbar auf den Kondensatorblock aufgebaut ist, der sich aus einer entsprechenden Anzahl von Trocken-Elektrolyt-Kondensatoren zusammensetzt. Gleichstrom-Transformatoren dieser Art wurden z. B. hergestellt, um auf Schiffen bequeme Hochspannungsquellen für Echolote und drahtlose Einrichtungen zur Verfügung zu haben. Die Gleichstrom-Transformatoren treten hier an die Stelle rotierender Maschinen, sie mußten zum Teil sogar so geformt und bemessen werden, daß sie in den Gußgehäusen Platz fanden, in denen sich bisher die Maschinen befanden; gerade auf Schiffen erweisen sie ihren Hauptvorzug des wartungsfreien, störungsfreien Betriebes, da die Überwachung von Hochspannungsmaschinen hier besonders unangenehm ist.

Ein anderes Anwendungsbeispiel veranschaulicht Abb. 10; es läßt einen Blick in ein neuzeitliches Kondensator-Meßgerät werfen, das füe Gleichstromanschluß 220 V bestimmt ist und bei dem die an einer Stelle des Gerätes notwendige Gleichspannung von 440 Volt mit Hilfe eines kleinen, einstufigen Gleichstrom-Transformators (*GT* in Abb. 10) hergestellt wird.

So lassen sich Gleichstrom-Transformatoren mit Vorteil überall dort verwenden, wo hohe Gleichspannungen erforderlich sind, gleichgültig, ob als primäre Stromquelle Gleich- oder Wechselstrom zur Verfügung steht; an Gleichstromquellen wird die Einrichtung unmittelbar angeschlossen, an Wechselstromquellen über einen Gleichrichter, der die Wechselspannung in eine Gleichspannung von 220 Volt umwandelt. Bei der Notwendigkeit hoher Gleichspannungen z. B. von 5000 Volt ist die Anwendung eines Gleichstrom-Transformators auch bei Vorhandensein eines Wechselstromnetzes nicht selten vorteilhafter, als die Anwendung eines Gleichrichters für die hohe Spannung, da dieser schon hinsichtlich seines Transformators Aufwendungen verlangt, die über die für die viel leichter für hohe Spannungen zuverlässig herstellbaren Kondensatoren hinausgeht. Im Gleichstrom-Transformator ist der Technik ein neues Mittel gegeben, um bestimmte Aufgaben mit höherer Vollkommenheit zur Lösung zu bringen.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Bemerkungen zum selbsttätigen Lautstärkeausgleich

Von

Hans Zimmer

Der selbsttätige Lautstärkeausgleich geschieht in den neuzeitlichen Geräten dadurch, daß man durch selbsttätige Erhöhung der Gittervorspannung der Hoch- bzw. Zwischenfrequenzröhren deren Verstärkung herabsetzt. Das hat natürlich nur in solchen Empfängern Zweck, die eine genügend große Verstärkungsreserve besitzen und äußerst trennscharf sind. Als geregelte Röhren kommen nur solche mit Exponential-Kennlinie in Frage. Die Höhe der Regelspannung wird aus der Abweichung der mittleren Anodenspannung der Gleichrichterstufe von dem zugehörigen Anodenruhewert gewonnen.

Die Wirkungsweise bei gesteuerten Empfangsgleichrichtern ist kurz folgende: Abb. 1a zeigt, daß die Anode des Audions das gleiche Potential hat, wie die Kathode der gesteuerten Röhre. Damit kein dämpfender Gitter-

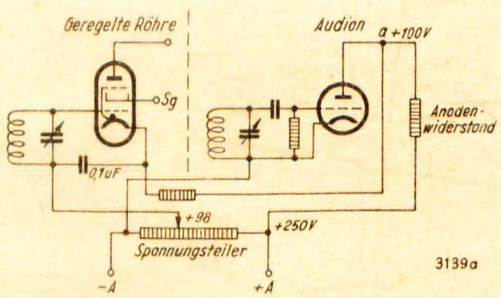


Abb. 1a. Schwundausgleich bei gesteuertem Empfangsgleichrichter (Audion)

strom auftritt, gibt man dem Steuergitter zweckmäßig noch ein negatives Potential. Bei der Gittergleichrichtung wird die Kathode der geregelten Röhre mit der Anode des Empfangsgleichrichters, bei Anodengleichrichtung wird der Gitterkreis der geregelten Röhre mit der Anode verbunden. Gelangt nun an das Gitter des Audions eine Hochfrequenzspannung, so entsteht, da der Anodenstrom zurückgeht, ein Spannungsabfall am Anodenwiderstand. Der Punkt a und damit die Kathode der geregelten Röhre werden positiver, das Potential zwischen Steuergitter und Kathode wird mehr negativ, die Verstärkung wird also heruntergeregelt. Bei Anodengleichrichtung ist der Vorgang entsprechend, also Punkt a in Abb. 1b wird negativer

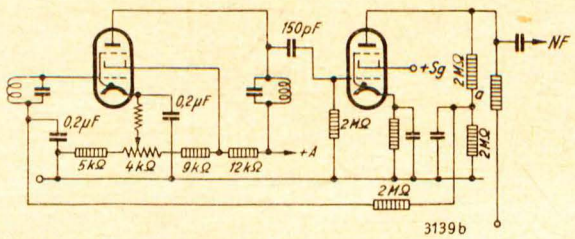


Abb. 1b. Schwundausgleich bei Anodengleichrichtung (Nora W 322 L)

und damit steigt die negative Gittervorspannung. Der große Nachteil dieser soeben beschriebenen Methoden ist der, daß man für die geregelten Röhren eine besondere Heizwicklung benötigt.

Will man als Zwischenfrequenz- bzw. Hochfrequenz-Gleichrichter eine Dreipolröhre verwenden, die über einen Transformator an die erste Niederfrequenz-Stufe ange-

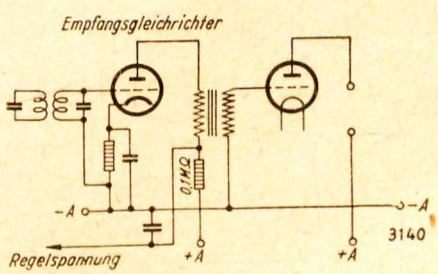


Abb. 2. Schwundausgleich bei Empfangsgleichrichter mit Dreipolröhre

koppelt ist, so muß man die Regelspannung zwischen Transformator und Beruhigungswiderstand abnehmen, da der Transformator einen zu geringen Gleichstromwiderstand hat und der mittlere Spannungsabfall zur Regelung nicht genügen würde. Einer Gleichrichterstufe, die ein Steuergitter verwendet, haften verschiedene Nachteile an, und zwar: 1. Übersteuerungsgefahr, 2. Dämpfung des an das Steuergitter angeschlossenen Schwingungskreises, da

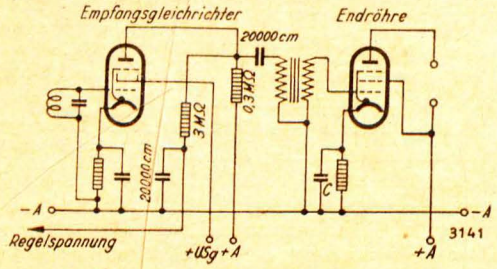


Abb. 3. Schwundausgleich bei Empfangsgleichrichter mit Fünfpolröhre

über die Gitter-Anodenkapazität eine zusätzliche Dämpfung bewirkt werden kann. Man hat sich daher entschlossen, zur Gleichrichtung eine Zweipolröhre zu verwenden.

Bekanntlich sind solche Zweipolsysteme mit einem Dreipol- bzw. Vierpolsystem zusammen gebaut; vor allem aber stellt man sie als Doppel-Zweipolröhren her.

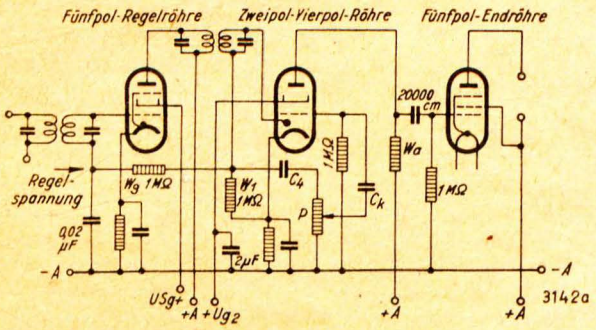


Abb. 4a. Schaltung mit Verbundröhre

In Abb. 4 ist die Schaltung einer Zweipol-Vierpol-Verbundröhre gezeichnet. Die vom Primärkreis des 2. Filters auf den Sekundärkreis induzierten Zwischenfrequenzspannungen werden an die Hilfsanode geführt und erzeugen im Widerstand W_1 eine Gleichspannung, der die Niederfrequenzspannung der Modulation überlagert ist. Während nun die Wechselstrom-Komponente über C_k abgenommen

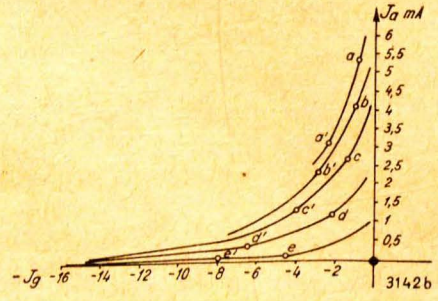


Abb. 4b. Arbeitskennlinien der Regelröhre

und an das Steuergitter des Schirmgittersystems gebracht wird, um von dort aus weiter verstärkt zu werden, wird die Gleichspannung über einen Beruhigungswiderstand mit einem nachfolgenden Überbrückungskondensator auf das Gitter der geregelten Röhre zurückgeleitet. Die Gittervorspannung wird nun um so mehr erhöht, je größer die Zwischenfrequenzspannung ist; dadurch verschiebt sich der Arbeitspunkt in das Gebiet geringerer Verstärkung. Um die Lautstärke außerdem noch mit der Hand zu regeln, wird die Niederfrequenzspannung an den Dreh-Spannungsteiler P geführt. Der Schleifer nimmt die Spannung dann erst ab und führt abermals über einen Block C_k die Niederfrequenzspannung an das Gitter des Schirmgittersystems. Dadurch, daß P doppelseitig durch Blockkondensatoren abgeriegelt wird, ist mit Sicherheit jedes Krachen beim Betätigen des Lautstärkereglers, das durch zusätzliche Gleichstrombelastung auftreten könnte, vermieden. Hierdurch werden jedoch bei großen Modulationsgraden unter Umständen nichtlineare Verzerrungen erzeugt.

Bei Geradeausempfängern sind allerdings einige Schaltungsänderungen vorzunehmen, die aus Abb. 5 zu ersehen sind. Über einen Kopplungskondensator C_k wird der Hilfsanode die gleichzurichtende Hochfrequenz zugeführt.

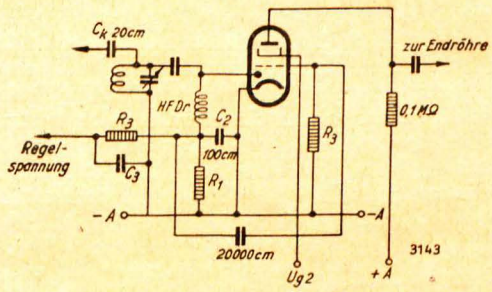


Abb. 5. Regelschaltung mit Verbundröhre für Geradeausempfänger

Die am Arbeitswiderstand R_1 auftretende Gleichspannung mit der überlagerten Niederfrequenz-Komponente wird in bekannter Weise weitergeführt. Die Drossel Dr hält die Hochfrequenz ab, das gleiche bezweckt C_2. C_3 ist der Überbrückungskondensator, R_3 der Beruhigungswiderstand.

Bis jetzt wurde immer angenommen, daß die geregelten Röhren Exponential-Fünfpolröhren sind. Nimmt man zur Regelung dagegen Regelsechspolröhren, so gibt man dem ersten Steuergitter die Vollregelspannung, dem 2. Steuergitter dagegen nur die halbe Regelspannung. Dadurch wird erreicht, daß der Arbeitspunkt günstiger zu liegen kommt.

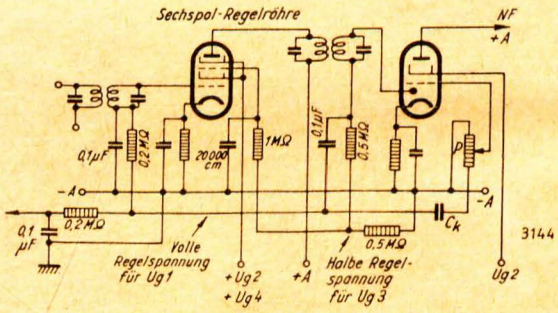


Abb. 6. Regelschaltung mit Sechspolröhre

Das Kennlinienfeld (Abb. 4 b) zeigt, daß bei einer Vergrößerung der negativen Vorspannung des 3. Gitters (Dosierungsgitter) sich der Arbeitspunkt nach einer flacheren Kennlinie verschiebt. Wird nun auch die negative Vorspannung des 1. Gitters (Steuergitter) im gleichen Maß vergrößert, dann verschiebt sich der Arbeitspunkt auf eine weniger gekrümmte Stelle der Kennlinie (Punkte a, b, c, d, e). Wie schon oben gesagt, wird dieses noch günstiger, wenn sich die Spannung am Dosierungsgitter zur Spannung am Steuergitter wie 1 : 2 verhält. Der Arbeitspunkt kommt, wie die Punkte a', b', c', d' und e' zeigen, noch günstiger zu liegen. Abb. 6 und 7 zeigen die auf diese Sonderheit abgeänderten Schaltungen 4 und 5.

Wird nun zur Erzeugung der Regelspannung und zur Gleichrichtung der Hochfrequenz bzw. Zwischenfrequenz die gleiche Zweipolstrecke genommen, so macht sich ein Nachteil bemerkbar: Schon beim Eintreffen der geringsten Hochfrequenzspannung beginnt die Regelung, und die Höchstempfindlichkeit wird herabgesetzt. Will man dieses verhüten und die Regelung verzögert wirken lassen, also erst dann, wenn die eintreffende Zwischenfrequenzspannung am letzten Bandfilter eine gewisse Größe ereicht hat, die zur vollen Aussteuerung des Empfängers mit Sicherheit ausreicht, so muß man eine andere Schaltung verwenden. Wird die Zwischenfrequenzspannung höher, als zur Aussteuerung nötig ist, so beginnt die Regelung zu wirken. Der Empfänger wird also voll ausgenutzt, und das Herabsetzen der Höchstempfindlichkeit wird durch eine verzögerte Regelung ausgeschaltet. Diese erreicht man durch Benutzung einer

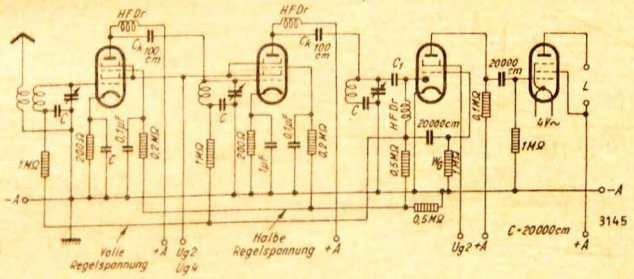


Abb. 7. Regelschaltung mit zwei Sechspolröhren

besonderen Zweipolsystems zur Gewinnung der Regelspannung. Eine Röhre mit zwei Zweipolsystemen ist bekanntlich die Doppelzweipolröhre. Die Verwendung einer solchen Röhre hat noch den Vorteil, daß man sich nicht nach dem in der Schirmgitter-Verbundröhre enthaltenem Schirmgittersystem richten muß, sondern mit der Wahl der Niederfrequenz-Röhre freie Hand hat. In Abb. 8 wird eine solche Schaltung gezeigt. Für die Gewinnung der Regelspannung wird im letzten Zwischenfrequenzkreis über einen Kondensator die Zwischenfrequenz abgenommen und zur 2. Anode geführt. Zwischen dieser Anode und dem Bezugspunkt liegt ein Widerstand W_1. Die an diesem Widerstand auftretende Gleichspannung wird von ihren Niederfrequenz-Spannungen durch die Siebkette W_2/C_2 befreit. Der Widerstand W_1 wird möglichst groß

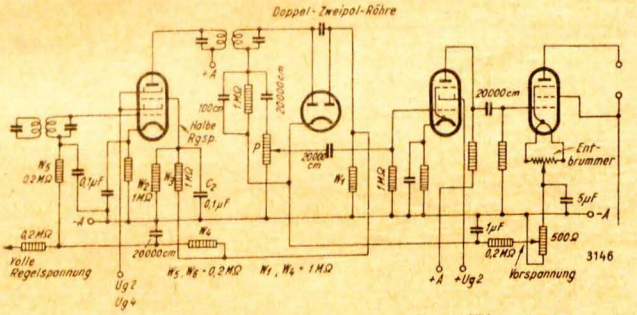


Abb. 8. Schaltung mit verzögertem Einsatz

gewählt, um eine recht hohe Regelspannung zu bekommen. Die ersten Steuergitter erhalten über W_4 und W_5 die volle Regelspannung, die zweiten Steuergitter durch die Anordnung von W_2 und W_3 die halbe Regelspannung. Dadurch, daß die Kathode der Zweipolröhre gegenüber dem Bezugspunkte ein positives Potential erhält, ist dem Zweipolsystem, das zur Gewinnung der Regelspannung dient, eine Vorspannung erteilt. Dies hat zur Folge, daß die Regelung erst beginnt, wenn die Zwischenfrequenz-Spannung am letzten Bandfilter eine gewisse Größe erreicht hat. Die positive Vorspannung wird beispielsweise am Kathodenwiderstand der Endröhre abgenommen.

Leider weist auch die letzte Schaltung einen Nachteil auf: Da der Anodenstrom der geregelten Röhren erst bei einer bestimmten Höhe der Hochfrequenz-Spannung sinkt und da man dieses Sinken des Anodenstroms am Abstimmanzeiger sichtbar macht, spricht dieses Instrument infolge der verzögerten Regelung beim Empfang solcher Sender nicht an, die unter die die Regelung bewirkende Feldstärke absinken.

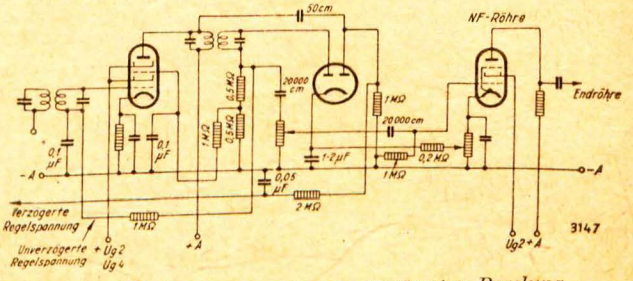


Abb. 9. Schaltung mit teilweise verzögerter Regelung

Ein genaues Abstimmen wird so erschwert. Abhilfe ermöglicht Abb. 9. Die Röhre, in deren Anodenkreis das Abstimm-Meter liegt, wird verzögert geregelt, die Regelung der anderen Röhren dagegen ist unverzögert. Leider fällt die Höchstempfindlichkeit etwas ab, dafür ist aber ein genaues Abstimmen möglich, da schon die kleinste Zwischenfrequenz-Schwankung eine Regelung bewirkt, die das Instrument ansprechen läßt. Die Gewinnung der Regelspannung für die ersten Röhren wird wie nach Schaltung Abb. 8 bewirkt. Die Regelspannung für die letzte Zwischenfrequenz-

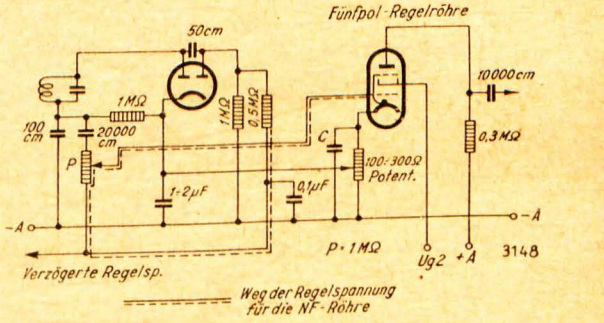


Abb. 10. Regelung der Niederfrequenzstufe

röhre wird dagegen von der gleichen Anode, die die Zwischenfrequenz für den Niederfrequenz-Teil gleichrichtet, gewonnen.

Um die Lautstärkeregelung umfangreicher zu machen, wendet man auch eine Regelung in der Niederfrequenz-Stufe an. Abb. 10 zeigt diese Schaltung. Die Niederfrequenz-Fünfpolröhre ist eine Regelröhre, z. B. RENS 1294. Einzelheiten sind aus der Abbildung zu ersehen.

Zum Schluß soll noch eine Regelmöglichkeit mit Trockengleichrichtern erwähnt werden; diese werden viel in englischen Geräten verwendet (Westector), aber auch eine deutsche Firma hat ähnliche Metallgleichrichter herausgebracht (Sirutor). Abb. 11 a zeigt die Anwendung eines

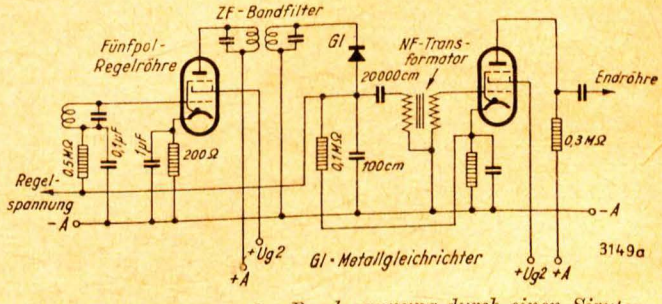


Abb. 11a. Erzeugung der Regelspannung durch einen Sirutor

solchen Gleichrichters in der Zwischenfrequenz-Gleichrichterstufe mit Abnahme der Regelspannung [1]).

Zu einem einwandfreien Arbeiten der selbsttätigen Lautstärkeregelung benötigt man oft eine höhere Regelspannung, als sie die Zweipolröhre bei der Gleichrichtung der empfangenen Hochfrequenz-Spannung abgeben kann. Besonders bei Kurzwellen-Überlagerungsempfängern macht sich,

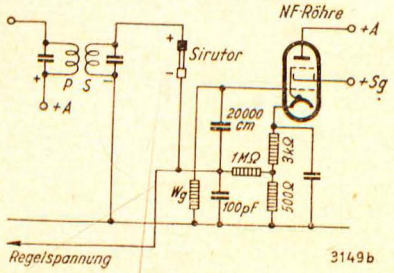


Abb. 11b. Schaltung nach Abb. 11a ohne Transformatorkopplung. Zur Erreichung einer besseren Gleichrichterwirkung erhält der Sirutor eine kleine Vorspannung

da der Empfangsschwund stärker eintritt, die zu schwache Regelung meist unangenehm bemerkbar; die eingestellte Station verschwindet z. B. vollständig, durch Nachdrehen des Lautstärkeregelers kann sie jedoch wieder hörbar gemacht werden. Die Verstärkungsreserve würde also genügen; es muß nur der Schwundausgleich stärker sein.

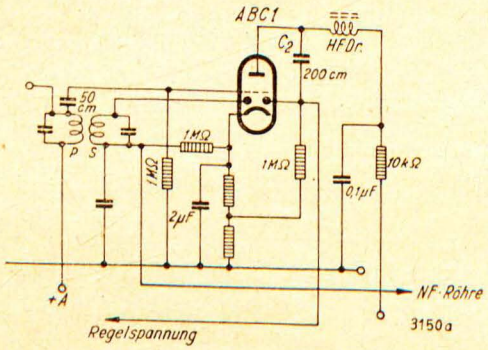


Abb. 12a. Verstärkter Schwundausgleich

Die abgegebene Regelspannung kann nun dadurch erhöht werden, daß man sie, bevor man sie aus der Hochfrequenzspannung durch Gleichrichtung gewinnt, nochmals verstärkt. Eine der vielen Schaltungsmöglichkeiten soll kurz

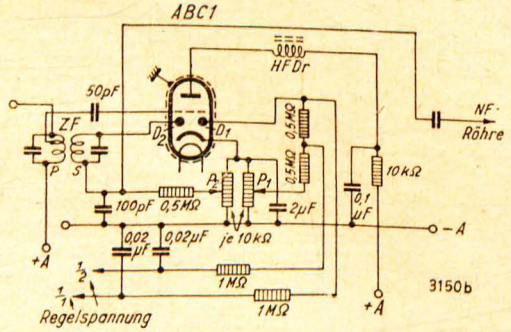


Abb. 12b. Schaltung zur Verstärkung der Regelspannung mit von Hand regelbarem Krachtöter und verzögertem Schwundausgleich

beschrieben werden. Vorweg muß jedoch erwähnt werden, daß die Regelung verzögert arbeiten soll, da sonst die Empfindlichkeit des Apparates eine zu geringe ist. Das Prinzipschaltbild ist aus Abb. 12 zu ersehen. Als Verstärker- und Gleichrichterröhre findet eine ABC 1 Verwendung. Vom letzten Bandfilter aus wird die Zwischenfrequenz-Spannung dem einen Zweipolsystem zugeführt, um gleichgerichtet zu werden, die Wechselstromkomponente wird an das Steuergitter der Niederfrequenz-Röhre gebracht und wird dort weiter verstärkt. Von der Primärseite aus wird die Zwischenfrequenz-Spannung über einen kleinen Block dem Steuergitter des Dreipolsystems der ABC 1 aufgedrückt, im Anodenkreis kann die verstärkte Spannung dann abgenommen werden. Die im Anodenkreis als Spannungabfall an der dort vorhandenen Drossel auftretende Zwischenfrequenz wird über einen Block C_2 dem noch freien Zweipolsystem zugeführt. Nach der Gleichrichtung kann man die erhaltene verstärkte Regelspannung den Steuergittern der Hochfrequenz- und Zwischenfrequenz-Verstärkerröhren zuleiten. Bildet man den Kathodenwiderstand als Spannungsteiler aus und legt man den Arbeitswiderstand an den Mittelabgriff, dann kann der Einsatz der Regelung dadurch, daß dem Zweipolsystem eine Vorspannung erteilt wird, wahlweise festgelegt werden. Letztgenannte Besonderheit ist aus Abb. 12 ersichtlich; hier wurde jedoch der Kathodenwiderstand aus zwei Spannungsteilern P_1 und P_2 gebildet. Am Mittelabgriff von P_2 liegt das Zweipolsystem D_2. Erteilt man diesem Zweipolsystem eine Vorspannung, dann erhält man die einfachste Krachtöterschaltung, da die Gleichrichtung erst nach Überschreiten einer gewissen Zwischenfrequenzspannung einsetzen kann. *Zeichnungen vom Verfasser*

Umtausch alter Rundfunkgeräte

Gemeinsame Vereinbarung zwischen Reichsrundfunkkammer und Rundfunkwirtschaft

Um den Rundfunkempfang im olympischen Jahr besonders zu fördern und allen Volksgenossen die Möglichkeit zu geben, die bevorstehenden großen politischen und sportlichen Ereignisse im Rundfunk mitzuerleben, hat die deutsche Rundfunkwirtschaft im Einvernehmen mit der politischen Rundfunkführung soeben eine „Umtauschaktion für alte Rundfunkgeräte" eingeleitet. Wie im Amtsblatt der Reichsrundfunkkammer, „Archiv für Funkrecht", mitgeteilt wird, ist dieses Abkommen im Einvernehmen mit der Reichsrundfunkkammer zwischen der Rundfunkindustrie, dem Rundfunkgroß- und -einzelhandel zustandegekommen.

Danach kann jedes vor dem 31. 7. 31 auf den Markt gebrachte Empfangsgerät bei einer in Berlin errichteten Sammelstelle gegen einen Gutschein umgetauscht werden. Dieser Gutschein wird vom Einzelhändler beim Erwerb eines neuen Gerätes auf den Kaufpreis in Anrechnung gebracht. Es ist hierbei gleichgültig, um welches Fabrikat des gebrauchten Gerätes es sich handelt, auch der Zeitpunkt, zu dem das Gerät von seinem jetzigen Besitzer erworben wurde, hat auf den Umtausch keinen Einfluß. Über die Anschrift der Sammelstelle, an die alte Geräte zur Vermeidung von Nachnahmen nur frankiert abgesandt werden sollen, sowie über alle weiteren Einzelheiten kann sich der Besitzer eines vor dem 31. 7. 1931 hergestellten Rundfunkgerätes bei jedem Rundfunkhändler unterrichten.

Die Umtauschmöglichkeit besteht nur für die Zeit vom 1. Mai 1936 bis einschließlich 30. Juni 1936. Volksempfänger und der DAF.-Empfänger 1011 sind von diesem Umtauschabkommen ausgeschlossen.

Bekanntlich werden in diesem Jahr die früher im Sommer üblichen Preisherabsetzungen für Rundfunkgeräte nicht erfolgen. Dafür ist jedoch durch vorstehendes Abkommen den Besitzern alter Rundfunkgeräte in den Monaten Mai und Juni Gelegenheit geboten, neue Rundfunkgeräte zu besonders günstigen Bedingungen zu erwerben.

[1]) Die Anwendung von Transformatoren-Kopplung hinter dem Trockengleichrichter dürfte allerdings wegen der bei handelsüblichen Teilen sehr schlechten Anpassung nicht empfehlenswert sein; auch erzeugen Trockengleichrichter wegen ihrer gekrümmten Kennlinie Verzerrungen.

Ein Dreiröhren-Superhet-Empfänger
mit drei Baumöglichkeiten

Von
Erich Herbold

Auch bei dem nachfolgenden Gerät handelt es sich um einen „wachsenden" Superhet — allerdings einen solchen mit nur drei Röhren, der ferner von vornherein die endgültige Röhrenzahl besitzt. Dieser Empfänger wächst schaltungsmäßig — nämlich von der einfacheren zur schwierigeren Schaltung.

Des Bastlers Wunsch geht wohl immer dahin, einen Empfänger mit mehreren Möglichkeiten zu besitzen. Die nachfolgende Baubeschreibung gestattet es, auf einer Grundlage drei Geräte aufzubauen:

1. Der Ursprungsempfänger ist ein erprobter Dreiröhren-Überlagerungsempfänger, der

2. als erste Änderung mit einem automatischen Schwundausgleich versehen werden kann.

3. Die letzte Erweiterungsmöglichkeit besteht in dem Ausbau zu einem Reflex-Superhet, der hinsichtlich seiner Empfindlichkeit einem Vierröhren-Superhet kaum nachsteht und infolge seiner größeren Leistungsreserve auch einen entsprechenden Schwundausgleich besitzt. Das Gerät ist mit einem Schattenzeiger versehen, der zur Kontrolle der richtigen Abstimmung sehr willkommen sein dürfte. Die große Empfindlichkeit der Reflexausführung ermöglicht es, das Gerät mit einem Krachtöter zu versehen, der es gestattet, die Empfindlichkeit dem Störpegel des Aufstellungsortes anzupassen.

Gerade der stufenweise Aufbau dürfte den Bastler reizen, aber auch dem weniger Geübten den Mut geben, ein Gerät zu bauen, wie es bei Verwendung von drei Röhren wohl kaum trennschärfer und leistungsfähiger erstellt werden kann. Der Reflexteil wird normalerweise erst dann in Angriff genommen, wenn der Erbauer mit dem einfachen Superhet vertraut ist und dieser einwandfrei arbeitet. Dadurch werden die Schwierigkeiten, die die gleichzeitige Anwendung des Überlagerungs- und Reflexprinzipes bringen, auch von dem weniger Geübten auf einfache Weise umgangen.

Aufbau des Gerätes

Der eben erwähnte Gedankengang der Zerlegung des Baues ist klar und eindeutig durchgeführt. In den Schaltbildern A und B der Abb. 8 ist die Grundschaltung, die allen drei Ausführungen gemeinsam ist, mit dünneren Linien wiedergegeben. Die zur Vollendung des Gerätes notwendigen Teile und Leitungen sind durch starke Linien deutlich hervorgehoben.

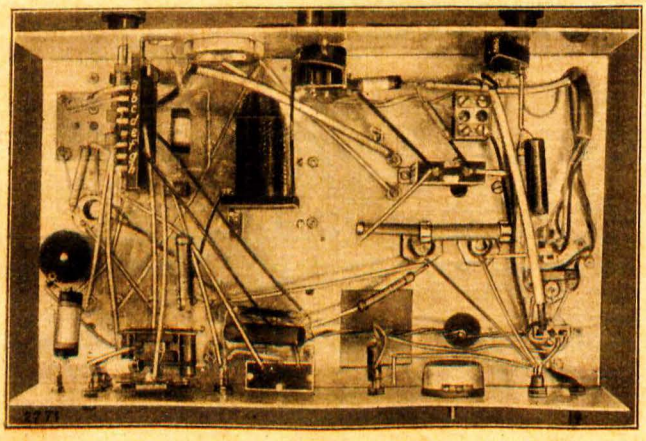


Abb. 1. Verdrahtung des Normal-Superhets

Die Verdrahtungsaufnahmen zeigen in Abb. 1 den normalen Superhet und in Abb. 2 den durch Schwundausgleich erweiterten Empfänger. Die Leitungen für die Ergänzung sind mit schwarzem, die für den Schwundausgleich entsprechend — dem „- - -" des Normalschaltbildes Abb. 8 — mit schwarz-gelbem Rüschschlauch überzogen.

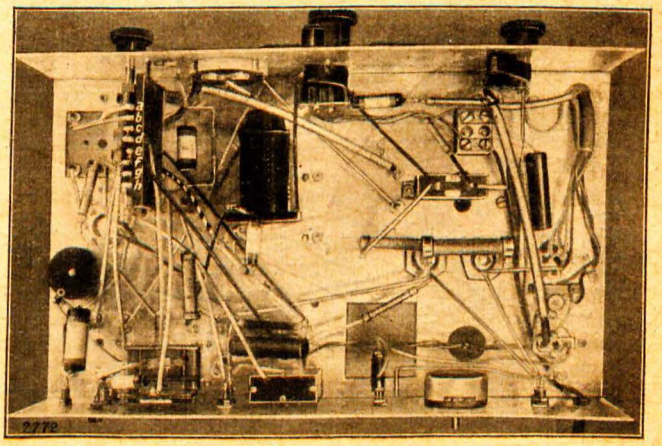


Abb. 2. Verdrahtung des Normal-Superhets mit Schwundausgleich

In beiden Aufnahmen ist bereits der für die Empfindlichkeitsregelung des Reflex-Superhets benötigte Dreh-Spannungsteiler zu sehen, damit der Bastler beim Aufbau des Gerätes daran denkt, den hierfür nötigen Raum freizulassen. Angeschlossen wird er erst beim Reflex-Superhet, den Abb. 3 zeigt. Er ist durch Zufügung der im zugehörigen

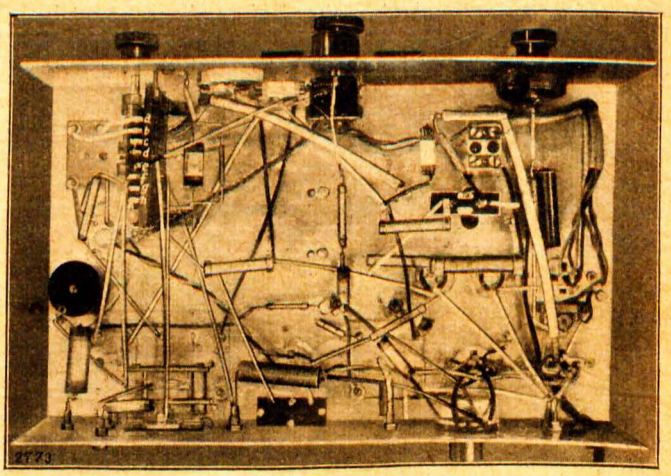


Abb. 3. Verdrahtung des Reflex-Superhets

Schaltbild B (Abb. 8) stark gezeichneten Teile und Leitungen aus der Grundschaltung entstanden. Auch hier sind die neuen Leitungen in der Aufnahme durch schwarzen Rüschschlauch besonders gekennzeichnet.

Leitungen, die allen Ausführungen gemeinsam sind, die also der Grundschaltung entsprechen, heben sich durch die Benutzung gelben Rüschschlauches auch auf den Aufnahmen deutlich hervor.

Die Liste der Einzelteile ist durchgehend numeriert; die Nummern sind in die Schaltbilder Abb. 8 eingetragen. Es enthält Teil I die Bestandteile der Grundschaltung, Teil II die für den Normal-Superhet und Teil III die für seinen Schwundausgleich hinzukommenden Teile. Teil IV verzeichnet schließlich die Bauelemente, um welche die Grundschaltung für den Bau des Reflex-Superhets ergänzt werden muß.

An Röhren wurden die folgenden Typen verwandt: Achtpolröhre AK 1, Fünfpolröhre RENS 1284 bzw. H 4128 D und Fünfpolendröhre RES 964 bzw. L 496 D. Für die Reflexausführung kommt die Doppelzweipolröhre AB 1 hinzu. Die AK 1, AB 1 und RES 964 /L 496 D können bei Einbau entsprechender Außenkontakt-Fassungen ohne weiteres durch die neuen Röhren AK 2, AB 2 und AL 1 ersetzt werden, da zwischen diesen Röhren eine praktisch vollkommene Übereinstimmung hinsichtlich der elektrischen Daten besteht. Es empfiehlt sich jedoch, die 1284 nicht nur wegen ihrer größeren Steilheit, sondern auch wegen ihrer Bewährung in Reflexschaltungen auf jeden Fall beizubehalten, da für die AF 7 noch keine Erfahrungen auf diesem Gebiet vorliegen.

Die Schaltung

Die Grundschaltung besteht aus der für die Achtpolröhre gebräuchlichen Mischschaltung. Hierbei bilden Gitter 1 und 2 nebst der Kathode das mit dem Überlagererkreis verbundene Schwingröhrensystem, wobei die Gitterkombination (Widerstand 50 kΩ und Blockkondensator 100 cm) für Konstanthaltung der Schwingungen sorgt. Gitter 4 ist das eigentliche von der Empfangsfrequenz gesteuerte Gitter, 3 und 5 sind Schirmgitter zur Entkoppelung des als Hilfsanode für das Schwingröhrensystem dienenden Gitters 2 und der eigentlichen Anode 7. Gitter 6 arbeitet als Bremsgitter.

Die für einen Kleinsuper wichtige Vermeidung von Spiegelbildern ist mit großer Sorgfalt durchgeführt. Hierher gehören:

1. Besonders verlustfreier Aufbau (Sirufereisen mit Hochfrequenzlitze, Verwendung von keramischem Material),

2. hohe Zwischenfrequenz von 440 kHz (Spiegelbilder fallen außerhalb des Bereiches von 200 bis 600 m),

3. wirksamer Sperrkreis mit Siruferspule (Schwächung des am stärksten einfallenden und daher für die Spiegelbildbildung besonders gefährlichen Senders des Mittelwellenbereiches),

4. bei Umschaltung auf Langbereich selbsttätig eingeschaltete Interferenzsperre.

Antennenanschlüsse sind drei vorgesehen, wobei A_3 unter Umgehung des Sperrkreises direkt zur Antennenspule führt, während die normalerweise benutzte Buchse A_1 mit lose angekoppeltem Sperrkreis arbeitet. Für lange Antenne ist A_2 bestimmt, welche über einen Verkürzungskondensator die volle Sperrkreisankopplung benutzt. A_3 dürfte für den praktischen Empfang kaum in Frage kommen, wurde jedoch angebracht, um dem Bastler interessante Vergleichsmöglichkeiten über das Auftreten der Spiegelbilder und die Wirkung des Sperrkreises zu gestatten.

Die Einknopfbedienung erfordert Gleichlauf der beiden mechanisch gekoppelten Kreise. Dieser wurde erzielt durch zwei fest in den Überlagerer eingebaute Kondensatoren, welche jeweils die um die Zwischenfrequenz höhere Überlagererfrequenz erzeugen.

Zwei besondere Schalterstellungen kommen vielseitigen Bastlerwünschen entgegen: Es handelt sich um die Umschaltung auf Tonabnehmer und Ortsempfang. In beiden Fällen wird zwecks Schonung der Röhre die Emission der hierfür nicht benötigten AK 1 durch Einschaltung eines Widerstandes in die Kathodenleitung stark vermindert. Die Stellung „Ortsempfang" gestattet es, bei genügend starkem Sendereinfall den Ortssender ohne Nachstimmen zu empfangen, da die vom Sperrkreis abgezweigte Energie dem Gitter der RENS 1284 direkt zugeführt wird.

Die Gleichrichtung der Zwischenfrequenz ist bei den einzelnen Geräteausführungen verschieden und wird daher an den entsprechenden Stellen besprochen.

Die Endröhre wird mittels Kondensator-Widerstand angekoppelt. Ein an ihrem Gitter liegender Drehkondensator dient zur Änderung der Klangfarbe, kann aber auch zur Schwächung von Störgeräuschen benutzt werden.

Der Netzteil arbeitet mit Doppelweggleichrichtung und Widerstandssiebung; bei Entnahme von Felderregung wird der Siebungswiderstand von 2 kΩ durch die Erregerspule des Lautsprechers ersetzt. Es ist daher darauf zu achten, daß der Widerstand der genannten Spule dem obigen Wert entspricht.

Brummfreies Arbeiten des Gerätes wird durch Entbrummer, statische Abschirmung des Netztransformators und reichlich dimensionierte Elektrolytkondensatoren gewährleistet.

Beim normalen Superhet wird die Zwischenfrequenz über das erste Zwischenfrequenzbandfilter dem Gitter der RENS 1284 zugeführt und hier gleichgerichtet. Zur Ankopplung an die Endröhre wird ein Potentiometer benutzt, welches gleichzeitig zur Lautstärkeregelung dient. Eine Zwischenfrequenzdrossel sperrt der Zwischenfrequenz den Weg zur Endröhre, sie unterstützt aber auch die Wirkung der Rückkopplung des Zwischenfrequenz-Bandfilters. Eine weich einsetzende Rückkopplung bei kleinem und daher wenig verstimmenden Wert des Rückkopplungskondensators ist die Folge.

Der Schwundausgleich für das vorstehende Gerät ist im Schaltbild A gestrichelt wiedergegeben. Wir greifen die hierfür benötigte Regelspannung von der Anode der RENS 1284 ab und legen sie über einen Kopplungsblock an eine aus Sirutor und Belastungswiderstand bestehende Gleichrichterkombination, an welcher die dem Steuergitter der AK 1 zugeführte Gleichspannung entsteht. Eine feste Vorspannung von etwa 2 Volt über den Kathodenwiderstand der RENS 1284 bewirkt einen Einsatz der Regelung erst bei stärkeren Sendern. Dieselbe Vorspannung — jetzt jedoch negativ — wird bei Umschaltung auf Tonabnehmer wirksam.

Beim Reflex-Superhet wird die Zwischenfrequenz in der RENS 1284 nicht gleichgerichtet, da die aus dem Kondensator 200 cm und dem Widerstand 2 MΩ bestehende Gleichrichterkombination entfernt ist, sie gelangt vielmehr durch die Fünfpolröhre verstärkt über das zweite (neue) Zwischenfrequenz-Bandfilter zur Doppelzweipolröhre. Die hier gebildeten tonfrequenten Wechselspannungen werden an dem jetzt zur Lautstärkeregelung dienenden 1 MΩ-Spannungsteiler abgegriffen und über den zweiten Kreis des ersten Bandfilters auf das Gitter der RENS 1284 reflektiert. Die so verstärkten niederfrequenten Schwingungen werden, wie beschrieben, auf die Endröhre übertragen. Der vor dem Gitter der RENS 1284 liegende Widerstand von 1000 Ω dient zur Unterdrückung etwa auftretender ultrakurzer Schwingungen. Die an der Gleichrichterkombination der AB 1 abgegriffene Gleichspannung wird zur Schwundregelung benutzt und zu diesem Zweck über einen Siebwiderstand von 1 MΩ und seinen Beruhigungsblock von 50 000 cm dem Steuergitter der AK 1 zugeführt.

Durch die Verwendung der AB 1 ist gleichzeitig die Möglichkeit eines wirksamen Krachtöters gegeben. Wir verwenden zu diesem Zweck an Stelle des zur Erzeugung der Gittervorspannung für die RENS 1284 dienenden 500-Ohm-Widerstandes einen Dreh-Spannungsteiler desselben Wertes. Sein Mittelabgriff wird mit der Anode der Doppelzweipolröhre verbunden. Hierdurch ist es möglich, diese mit einer wählbaren Spannung vorzuspannen, so daß nur solche Wechselspannungen gleichgerichtet werden, die diese Vorspannung überschreiten. Die hierdurch gegebene Anpassung der Empfängerempfindlichkeit an den örtlichen Störpegel wird sicherlich sehr willkommen sein.

Winke für Aufbau und Verdrahtung

Bei Verzicht auf die Reflexerweiterung kann das Metallgestell 70 mm kürzer als in der Teilliste angegeben gewählt werden. Die bei Reflexerweiterung hinzukommenden Ausschnitte im Gestell (2. Zwischenfrequenz-Bandfilter, Röhrenfassung AB 1, 500-Ohm-Dreh-Spannungsteiler) nebst den zugehörigen Befestigungslöchern sind möglichst zusammen mit den Ausschnitten des Normal-Superhets herzustellen, damit bei späterer Bearbeitung der Normal-Superhet nicht durch Späne oder Erschütterungen Schlüsse oder Unterbrechungen bekommt. Diese Vorsichtsmaßnahme ist infolge gleicher Abmessungen aller Spulentöpfe und auch der fünfpoligen Röhrenfassungen ohne Beschaffung der entsprechenden Teile durchführbar. Weiter beachte man die spätere Anschlußmöglichkeit der Heizung für die AB 1 durch entsprechende Führung der Heizleitung.

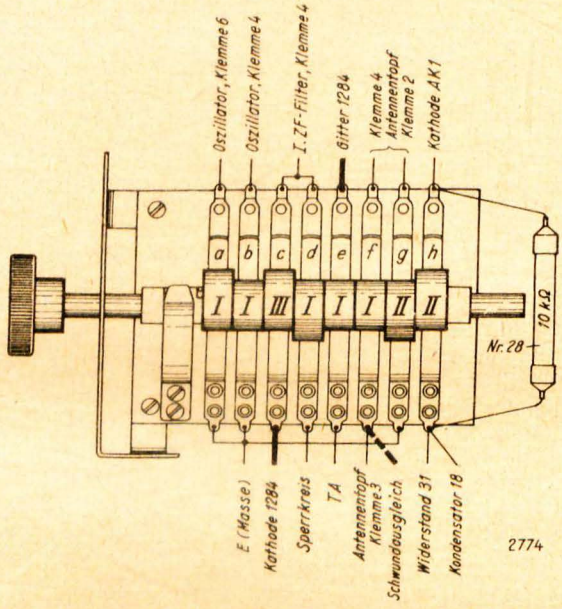


Abb. 4. Nockenschalteranschlüsse bei der Normalausführung

Die Elektrolytkondensatoren für Anodenspannungssiebung werden ohne Isolierung direkt auf das Metallgestell geschraubt, wobei der mitgelieferte zackige Drehsicherungsring zwischen Gestell und der von unten angeschraubten Mutter liegt. Infolge Fortlassens des Isolierringes ist das Aluminiumgehäuse (Minuspol) ohne weitere Verbindung geerdet. Bei den Elektrolytkondensatoren niedriger Spannung achte man auf richtigen Anschluß des Pluspoles, desgleichen beim Sirutor. Das Brummpotentiometer ist vom Gestell isoliert zu montieren.

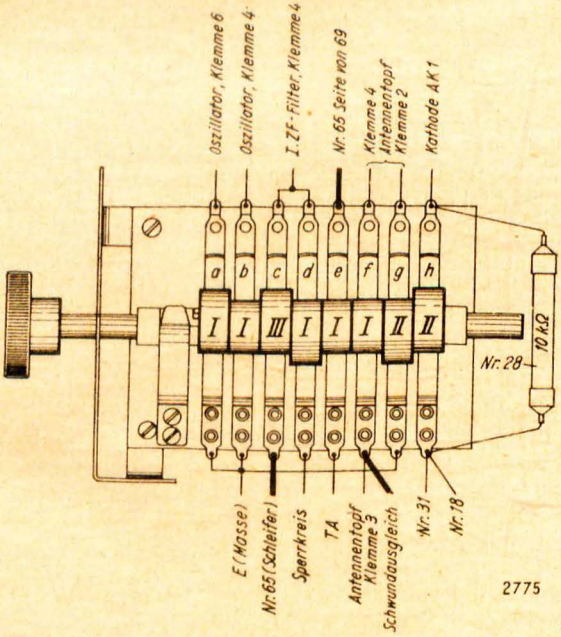


Abb. 5. Nockenschalteranschlüsse bei der Reflexausführung

Für den zur Klangfarberegelung dienenden Drehkondensator kann ohne Bedenken die billigere Ausführung mit nicht isolierter Achse gewählt werden. Man achte jedoch in diesem Fall darauf, daß die zum Gitter der Endröhre führende Leitung nicht an die mit der Achse in Verbindung stehende Belegung angeschlossen wird.

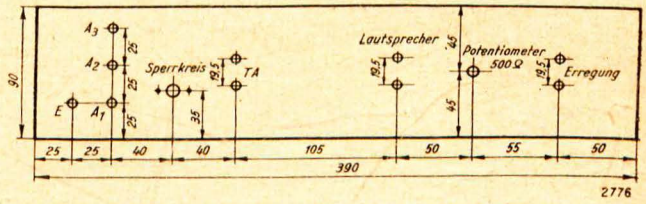


Abb. 6. Buchsenleiste an der Rückseite

Die Zahlen am Transformator stimmen mit den im Schaltbild eingetragenen Zahlen überein. Hinsichtlich der Abschirmung richte man sich nach den Angaben des Schaltbildes. Die Anschlüsse am Nockenschalter sind in Abb. 4 und 5 besonders herausgezeichnet, so daß hier Fehlschaltungen kaum möglich sind. Die Anordnung der rückseitigen Buchsen ist in einer besonderen Skizze Abb. 6 gegeben, während die Verteilung der Spulentöpfe und Röhren aus den Lichtbildern hervorgeht.

Der Schattenzeiger zeigt bei richtiger Abstimmung die größten Änderungen der Schattenfläche. Er arbeitet am günstigsten, wenn der rot gezeichnete Spulenanschluß mit Klemme 2 des ersten Zwischenfrequenzbandfilters verbunden wird. Die gelben Anschlüsse führen zur Beleuchtungslampe und werden an die Röhrenheizleitung angeschlossen.

Die Rückkopplung fällt beim Reflex-Superhet selbstverständlich fort, daher ist die aus dem ersten Zwischenfrequenztopf heraustretende Rückkopplungsleitung, die beim Normal-Superhet mit der Anode der RENS 1284 verbunden war, beim Umbau zum Reflex-Superhet unter Isolierung des Endes abzuschneiden.

Inbetriebnahme

Nach Durchprüfung des fertig geschalteten Gerätes an Hand des Schaltbildes, wozu auch die Kontrolle der Übereinstimmung der vorhandenen Netzspannung mit der Schaltung des Netztransformators gehört, setze man die vor-

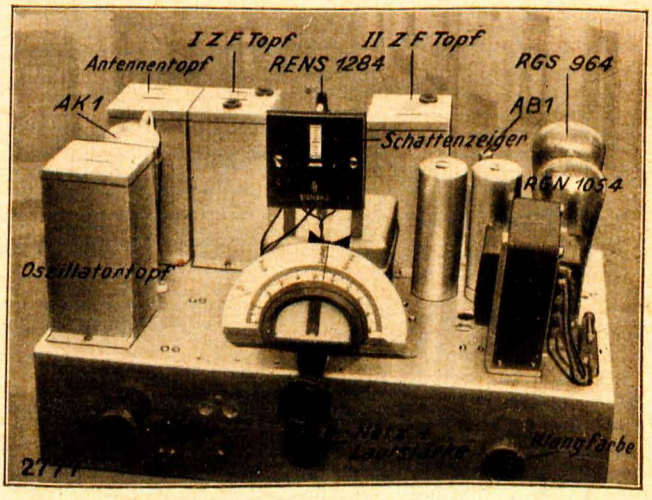


Abb. 7. Aufbau des Reflex-Superhets

geschriebene Sicherung ein, schließe Antenne, Erde und Lautsprecher an und füge zuletzt den Netzstecker in die Steckdose. Durch den mit dem Lautstärkeregler verbundenen Netzschalter wird das Gerät eingeschaltet. Sofern eine Einrichtung für Schallplattenabtastung zur Verfügung steht, wird man durch sie zuerst die niederfrequente Verstärkung prüfen und gleichzeitig mittels des Brummpotentiometers etwaige Brummgeräusche beseitigen. Das richtige Arbeiten des Lautstärkereglers kann ebenfalls in diesem Betriebszustand festgestellt werden. Steht er nach dem Einschalten nicht auf kleinster Lautstärke, so sind die äußeren Anschlußleitungen — nicht die des Mittelabgriffes — zu vertauschen.

Nun wird man bei genügend starkem Ortssendereinfall auf Ortsempfang umschalten, anderenfalls gehe man gleich zum Fernempfang über. Wichtig ist langsame Abstimmung, um nicht infolge der großen Trennschärfe eines Überlagerungsempfängers die Sender einfach zu überdrehen.

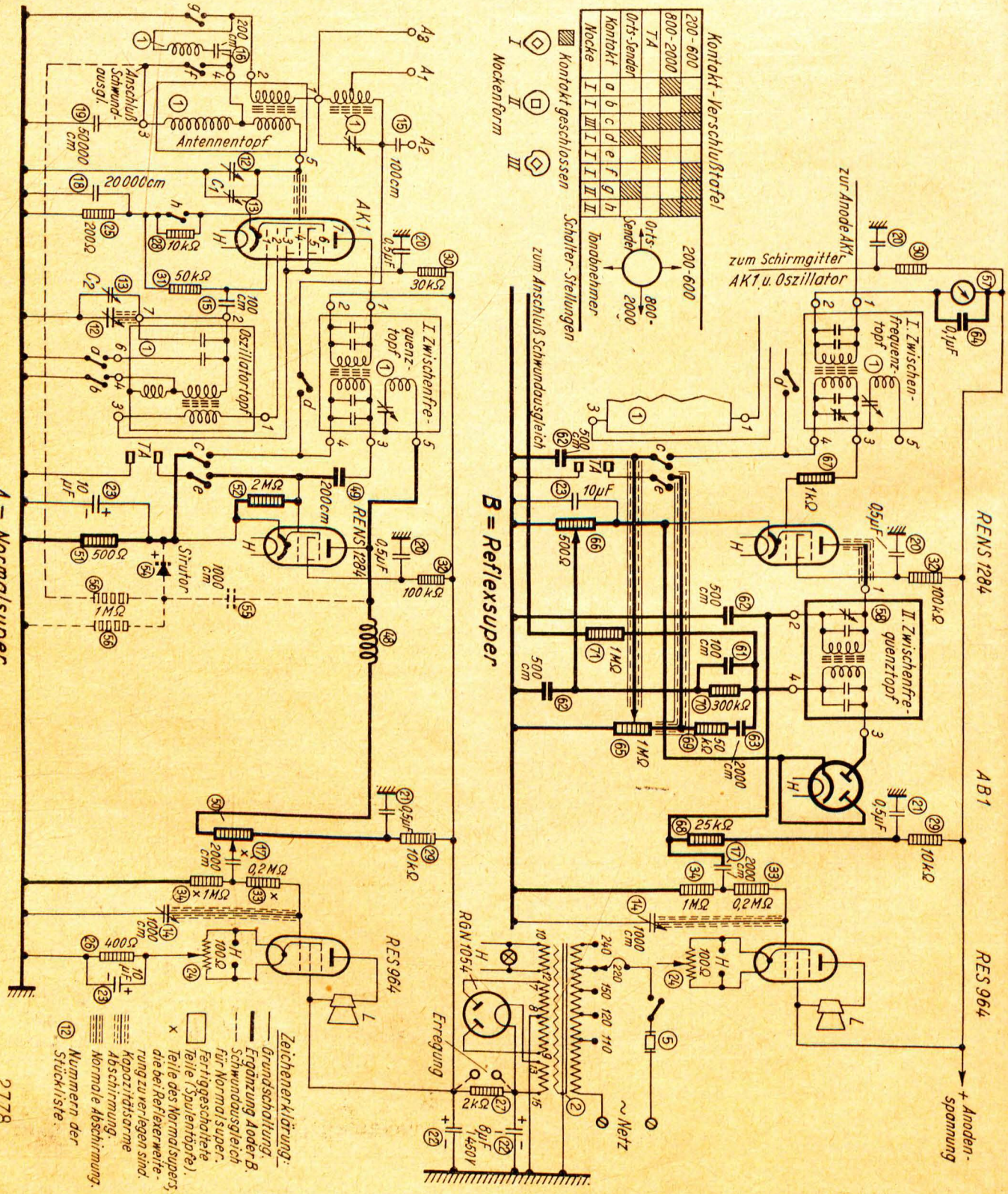


Abb. 8. Gesamtschaltung des Empfängers. Unten Schaltbild A: Normal-Superhet, oben Schaltbild B: Reflex-Superhet

2778

Abgleich der Kreise

Der Abgleich stellt die letzte, dafür aber auch die interessanteste Arbeit dar, die zusammenhängend mit der Einstellung der Rückkopplung und des Sperrkreises vorgenommen werden muß. Der zunächst einzustellende Rückkopplungskondensator ist durch eine entsprechend gezeichnete Öffnung des Zwischenfrequenz-Bandfilters zugänglich. Seine Einstellschraube wird mittels eines isolierten Schraubenziehers oder besser mittels eines entsprechend zugeschärften Isolierstabes verstellt. Bei zu weitem Anziehen wird der Empfang unrein, ja, er kann sogar ganz verschwinden. In diesem Falle ist die Rückkopplung zurückzudrehen und erneut bis kurz vor den Schwingungseinsatz einzustellen.

Die Einstellung des durch die Schaltkapazitäten beeinflußten Gleichlaufes erfolgt durch den Doppeltrimmer (Nr. 13 der Einzelteilliste). C_1 gehört zum Eingangskreis und beeinflußt in der Hauptsache den Gleichlauf, während der zum Oszillator gehörende Trimmer C_2 die Verteilung der Sender auf der Skala und den vom Gerät bestrichenen Wellenbereich regelt. Es empfiehlt sich, C_2 so einzustellen, daß Leipzig etwa auf der Mitte der Skala liegt, da dann die Sender auf dieser richtig verteilt sind.

Der Abgleich selber wird im Bereich von 200 bis 600 m, und zwar unter Benutzung eines Senders der Wellenlänge von etwa 300 bis 350 m, vorgenommen. Wir verstellen den Trimmer C_1 so lange, bis größte Lautstärke erzielt worden ist. Jetzt wird der Gleichlauf auch auf den anderen Wellen stimmen.

Nun wird man an die Einstellung des Sperrkreises gehen, die sehr scharf ist und mit großer Sorgfalt vorgenommen werden muß, da von ihr die Vermeidung der Spiegelbilder einschließlich der Pfeifstellen abhängt.

Sobald man mit dem Arbeiten des Gerätes einigermaßen vertraut ist, empfiehlt sich eine nochmalige Überprüfung des Abgleiches, da durch immer kleiner werdende Änderungen von C_2 und C_1 die Abgleichgenauigkeit so lange erhöht werden kann, bis die für das Gerät günstigste Einstellung gefunden ist. Man beachte, daß die Änderung der Trimmer sich gegenseitig beeinflußt, so daß immer der andere Trimmer auch nachgestellt werden muß. Ebenso ist ein leichtes Nachregeln des Sperrkreises notwendig.

Der Abgleich des Reflex-Superhets ist wie vorbeschrieben durchzuführen. Da die bei der Reflexschaltung zur Schließung der einzelnen Zwischenfrequenzkreise notwendigen 500-cm-Blockkondensatoren in einzelnen Fällen eine kleine Verstimmung der Bandfilter hervorrufen können, sind, und zwar nur beim Reflex-Superhet, die entsprechenden Trimmer durch die mit „Korrektur" bezeichneten Öffnungen der Zwischenfrequenz-Bandfiltertöpfe zugänglich. Es kann somit dem Gerät durch vorsichtiges Nachgleichen der allerletzte Schliff gegeben werden. Wenn auch der Schattenzeiger zur Abgleichkontrolle herangezogen werden kann, so sei doch ausdrücklich darauf hingewiesen, daß der ungeübte Bastler lieber seine Finger von dieser letzten nur selten notwendigen und auch nur kleinen Korrektur lassen soll, da er sehr leicht mehr verderben als verbessern kann.

Man vergesse auch die Einstellung des die Empfindlichkeit beeinflussenden Krachtöters nicht.

*

Bei einem hochwertigen Gerät sind sorgfältiger Aufbau und überlegte Leitungsführung unbedingt notwendig. Aber auch Abgleich und Einstellung des Sperrkreises sind von maßgebendem Einfluß auf das Arbeiten des Empfängers. Die aufgewandte Mühe wird jedoch durch die hervorragenden Leistungen des vorschriftsmäßig aufgebauten und abgeglichenen Empfängers reichlich belohnt.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

I Grundschaltung = Teile, die in jedem Fall benötigt werden

Nr.	Stück	Einzelteil (Nr. 1—47)	Größe
		a) Fertige Bauteile	
1	1	Oktodensupersatz, auf Gleichlauf abgeglichen, mit Sirufersperrkreis, Interferenzsperre und Achtfach-Nockenschalter	—
2	1	Netztransformator	—
3	1	Netzschnur mit Stecker	—
4	1	Sicherungshalter	—
5	1	Sicherung 0,3 Amp. für 220/240 V, 0,6 Amp. für 110/150 V	—
6	1	Aluminium-Gestell, 2 mm stark, zweiseitig abgebogen	390 × 235 × 90 mm
7	1	Röhrenfassung 7polig	—
8	2	Röhrenfassungen 5polig	—
9	1	Röhrenfassung 4polig	—
10	1	Sechspolröhrenkappe m. Sinepert-Leitung	110 mm lang
11	1	Kondensator-Antrieb	—
		b) Kondensatoren	
12	1	2-Gang-Drehkondensator	2 × 500 cm
13	1	Doppeltrimmer	—
14	1	Drehkondensator, Glimmer oder Hartpapier	1000 cm
15	2	Röhrchenkondensatoren (induktionsarm) 1500 V	100 cm
16	1	Röhrchenkondensator (induktionsarm) 1500 V	200 cm
17	1	Röhrchenkondensator 1500 V	2000 cm
18	1	Röhrchenkondensator (induktionsarm) 1500 V	20 000 cm
19	1	Röhrchenkondensator (induktionsarm) 1500 V	50 000 cm
20	1	Becherkondensator 750 V	2 × 0,5 µF
21	1	Becherkondensator 750 V	0,5 µF
22	2	Elektrolytkondensatoren 450/500 V	8 µF
23	2	Elektrolytkondensatoren 30 V	10 µF
		c) Widerstände	
24	1	Brummpotentiometer	100 Ω
25	1	Widerstand 0,5 Watt	200 Ω
26	1	Widerstand 1 Watt	400 Ω
27	1	Widerstand 6 Watt	2 kΩ
28	1	Widerstand 1 Watt	10 kΩ
29	1	Widerstand 2 Watt	10 kΩ
30	1	Widerstand 2 Watt	30 kΩ
31	1	Widerstand 1 Watt	50 kΩ
32	1	Widerstand 1 Watt	0,1 MΩ
33	1	Widerstand 1 Watt	0,2 MΩ
34	1	Widerstand 0,5 Watt	1 MΩ
		d) Kleinmaterial	
35	3	Knöpfe mit Markierungspfeil	—
36	5	isolierte Buchsen, bei Entnahme von Felderregung 7	—
37	2	einfache Buchsen	—
38	1	Fünfpolröhren-Schutzbuchse	—
39	2	Kerama-Durchführungen (Drehkondensator-Stator)	—
40	je 1	Netzdurchführung, Schelle f. Netzkabel, Anschlußleiste f. Netzkabel	—
41	3	Haltewinkel (Nockenschalterbefestigung)	20 · 20 mm
42	ca. 6 m	Schaltdraht 1—1,2 mm ∅, bei blankem Draht dieselbe Länge passenden Isolierschlauch	—
43	ca. 4 cm	Isolierschlauch 6 mm ∅ (Transformatordurchführungen)	—
44	ca. 0,5 m	kapazitätsarme Panzerleitung	—
45	ca. 2 m	verdrallte Litze (Heizleitungen und Netzzuführung)	—
46	div.	Kabelschuhe, Lötösen, Schrauben 3 mm mit Mutter	—
47		Beleuchtungslämpchen nach Skala	4 V; 0,3 A

Nr.	Stück	Einzelteil	Größe
		II Zu I für Normalsuper hinzukommende Teile (Nr. 48—53)	
		a) Fertige Bauteile	
48	1	Zwischenfrequenzdrossel	—
		b) Kondensatoren	
49	1	Röhrchenkondensator (induktionsarm) 1500 V	200 cm
		c) Widerstände	
50	1	Drahtpotentiometer logarithmisch mit Netzschalter	25 kΩ
51	1	Widerstand 1 Watt	500 Ω
52	1	Widerstand 0,5 Watt	2 MΩ
		d) Kleinmaterial	
53	1	Haltewinkel (ZF-Drossel)	20·20 mm
		III. Für Einbau des Schwundausgleiches hinzukommende Teile (Nr. 54—56)	
54	1	Sirutor-Rundfunkdetektor	—
55	1	Röhrchenkondensator 1500 V	1000 cm
56	2	Widerstände 0,5 Watt	1 MΩ

Röhren

Für die Normalausführung: je 1 AK 1, RENS 1284 bzw. H 4128 D, RES 964 bzw. L 496 D, RGN 1054 bzw. G 1054.

Für die Reflexausführung kommt hinzu: 1 AB 1.

Nr.	Stück	Einzelteile	Größe
		IV. Zu I für Reflexsuper hinzukommende Teile (57—73)	
		a) Fertige Bauteile	
57	1	Schattenzeiger mit Glühlampe	—
58	1	Zwischenfrequenzsatz	—
59	1	Röhrenfassung 5polig (AB 1)	—
60	ca. 0,2 m	Sinepertleitung	—
		b) Kondensatoren	
61	1	Röhrchenkondensator (induktionsarm) 1500 V	100 cm
62	3	Röhrchenkondensatoren (induktionsarm) 1500 V	500 cm
63	1	Röhrchenkondensator (induktionsarm) 1500 V	2000 cm
64	1	Röhrchenkondensator (induktionsarm) 1500 V	0,1 μF
		c) Widerstände	
65	1	Potentiometer logarithm. m. Netzschalter	1 MΩ
66	1	Draht-Dreh-Spannungsteiler linear	500 Ω
67	1	Widerstand 0,5 Watt	1000 Ω
68	1	Widerstand 2 Watt	25 kΩ
69	1	Widerstand 0,5 Watt	50 kΩ
70	1	Widerstand 0,5 Watt	0,3 MΩ
71	1	Widerstand 0,5 Watt	1 MΩ
		d) Kleinmaterial	
72	ca. 2 m	Schaltdraht (vergl. Nr. 42)	
73	ca. 0,75 m	Panzerkabel	

Neue Wege im Röhrenbau

Vierpolröhren — Anwendung der Elektronenoptik — Eine neue amerikanische Endröhre

Die Verwendbarkeit von Vierpolröhren für die Endstufen der Verstärker scheiterte bekanntlich zunächst daran, daß bei weitgehender Aussteuerung der Anodenspannung, wie sie zur Erzielung eines guten Wirkungsgrades in Endstufen unbedingt erforderlich ist, die Anodenspannung zeitweilig unter die Schutzgitterspannung sank und Sekundärelektronen, die von der Anode auf das Schutzgitter gelangen, unerwünschte Erscheinungen hervorriefen. Dieser Umstand führte s. Z. zur Einführung eines Bremsgitters, das — auf Kathodenpotential liegend — zwischen Schutzgitter und Anode angebracht, die Sekundärelektronen abbremste und zur Anode zurückgelangen ließ. Unerwünschte Eigenschaften der Fünfpolendröhre sind die über die gesamte Gitterspannungs-Anodenstromkennlinie vorhandene Krümmung bezw. die in dem Anodenspannungs-Anodenstrom-Kennlinienfeld feststellbare Inhomogenität. Die starke Krümmung, mit der der mehr oder weniger horizontal verlaufende Kennlinienteil (U_a—I_a-Kennlinie) in den steil ansteigenden Ast übergeht, ist weiterhin unerwünscht, da dadurch der Aussteuerbereich eingeengt wird. Einen Schritt auf dem Wege zur Verbesserung der Endröhren ging die „High Vacuum Valve Company", London, die — wohl nicht zuletzt, um die patentrechtlich geschützte Anwendung des Bremsgitters zu umgehen — eigene Untersuchungen anstellte, die zu dem Ergebnis führten, daß bei einem bestimmten sog. „kritischen" Abstand der Anode vom Bremsgitter die Sekundärelektronen — infolge einer sich zwischen Schutzgitter und Anode anhäufenden Schicht von Elektronen (Raumladung) — nicht mehr auf das Schutzgitter gelangen können. Auf Grund dieser Untersuchungen ausgeführte Röhren („Wireless World", 1935, Nr. 831, 2. August, S. 105) zeigten einen scharfen Übergang zwischen steilem und flachem Kennlinienteil und eine weit bessere Homogenität des Kennlinienfeldes, also eine weitergehende Aussteuerbarkeit und geringere Verzerrungen als Fünfpolröhren.

Die Erkenntnis, daß starke Ströme zu irgendwelchen im Wege der Elektronen liegenden ständig oder zeitweilig positiv werdenden Gittern teils durch die erhöhte „Auffangwirkung" der Gitterstege (Halterungen für die Gitterspiralen), teils durch die Tatsache verursacht werden, daß an den Stellen, an denen die Elektronen nicht senkrecht zu den Gitterdrähten fliegen, eine erhöhte „Auffangwirkung" (und damit eine erhöhte Stromaufnahme des Gitters) auftritt, veranlaßte bei der Entwicklung der unlängst erschienenen Doppel-Dreipolröhre KDD 1 (für „B"-Verstärker mit zeitweilig positiv gesteuertem Steuergitter) eine besondere Elektrodenanordnung. Um die Elektronen zu zwingen, den Weg zur Anode nicht an den Gitterstegen und damit

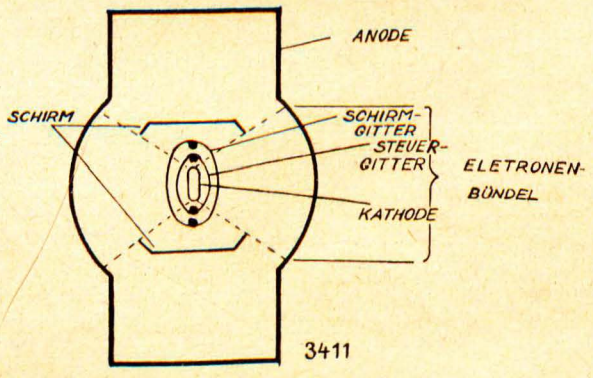


Abb. 1

auch durch Teile des Gitters zu nehmen, wo sie nicht senkrecht zu den Gitterdrähten gerichtet sind, wurde zu beiden Seiten der Kathode je ein auf Kathodenpotential liegender „Hilfssteg" eingeführt, der parallel zu den ebenfalls auf den Schmalseiten liegenden Gitterstegen verläuft.

Die beiden „Hilfsstege" wirken gewissermaßen elektronenoptisch auf den Elektronenstrom ein und man erreicht auf diese Weise eine nicht unerhebliche Herabsetzung des Steuergitterstromes und des Steuerleistungsbedarfs.

In der amerikanischen Zeitschrift „Electronics" (1936, April, S. 18) berichtet J. F. Dreyer jr. über einen Vortrag von O. H. Schade vor der New Yorker Sektion des Institute of Radio Engineers. Schade hat — soweit aus der genannten Veröffentlichung hervorgeht — die beiden beschriebenen Effekte ausgenutzt, um eine Vierpol-Endröhre für erhebliche Leistungen zu konstruieren, die in Amerika unter der Typenbezeichnung 6 L 6 als Metallröhre herauskommt. In Abb. 1 ist die Röhre im Schnitt gesehen skizziert. Die kritischen Stellen, also die Schmalseiten der elliptischen Gitter, sind durch einen — im Gegensatz zur KDD 1 — außerhalb des Schirmgitters angebrachten, auf Kathodenpotential liegenden beiderseitigen „Schirm" so weitgehend abgeschirmt, daß hier keine Elektronen austreten. Sie fliegen vielmehr in zwei Bündeln von der abgeflachten (indirekt geheizten) Kathode zur Anode. Die beiden „Schirmplatten" könnte man hier wieder als „Elektronenoptik" bezeichnen. Wie aus der Beschreibung hervorgeht, scheint auch hier die Anode im „kritischen Abstand" vom Schutzgitter zu sein, da von den in diesem Zwischenraum auftretenden, relativ großen Elektronendichten und dem daraus resultierenden „Potential-Minimum" die Rede ist, das ein Gegenanlaufen der Sekundärelektronen unmöglich macht. Als Besonderheit ist zu verzeichnen, daß das Schirmgitter mit der gleichen Steigung wie das Steuergitter ausgeführt und so angeordnet ist, daß Gitter- und Schirmgitterdrähte hintereinander liegen, so daß der zum Schirmgitter gelangende Stromanteil weiterhin herabgesetzt wird. Wie aus den angegebenen Kennlinien (Abb. 2) hervorgeht, ist der gewünschte Effekt (Verbesserung der Kurven gegenüber denen der Fünfpolröhre) weitgehend erreicht worden. Zwei Röhren im Gegentakt können bei „AB"-Betrieb ohne Aussteuerung in den Gitterstrom etwa 34 Watt Sprechleistung bei einem Klirrfaktor von nur 2 % abgeben, die Anodenspannung beträgt dabei nur 400 Volt (Schirmgitterspannung etwa 300 V). Bei geringer Aussteuerung in den positiven Bereich wird die Sprechleistung 60 W (2% Klirrfaktor und gleiche Anodenspannung). Die benötigte Steuerleistung ist sehr klein, die Steilheit der Röhre wird zu 8 mA/V angegeben.

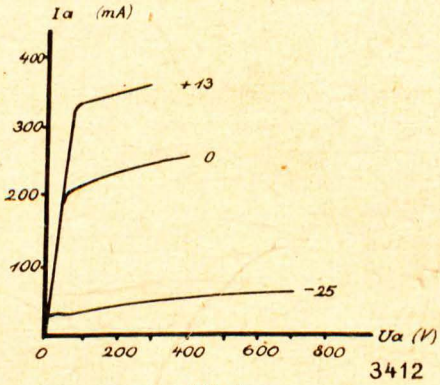


Abb. 2

Durch die genannten Röhrentypen scheint eine neuere Entwicklungsrichtung im Röhrenbau sich langsam durchzusetzen, die eine Vervollkommnung speziell auch der Endröhren ermöglicht. Ob für den Bau von Anfangsstufenröhren Vorteile aus der Anwendung der neuen Prinzipien zu ziehen sein werden, bleibt abzuwarten; vielleicht besteht die Möglichkeit, die Bremsgitter zu sparen und dadurch zu billigeren Aufbauten zu kommen, außerdem wäre eine Herabsetzung der Schirmgitterströme kein Fehler, wenn man an Batteriegeräte denkt, bei denen jedes gesparte Milliampere willkommen ist. Allerdings fragt es sich, ob durch Einsparung des Bremsgitters die Röhrenabmessungen nicht zu stark wachsen werden. Fest steht, daß auch auf dem Gebiete der Elektronenröhren (unabhängig von den „Elektronen-Vervielfachern") noch mancherlei interessante Neuentwicklungen zu erwarten sein werden. *Rolf Wigand*

Der wachsende Hexoden-Superhet

Sechste Baustufe (Schlußteil)

Veränderliche Bandbreite — Nah-Fern-Umschalter — Meßergebnisse — Störungen

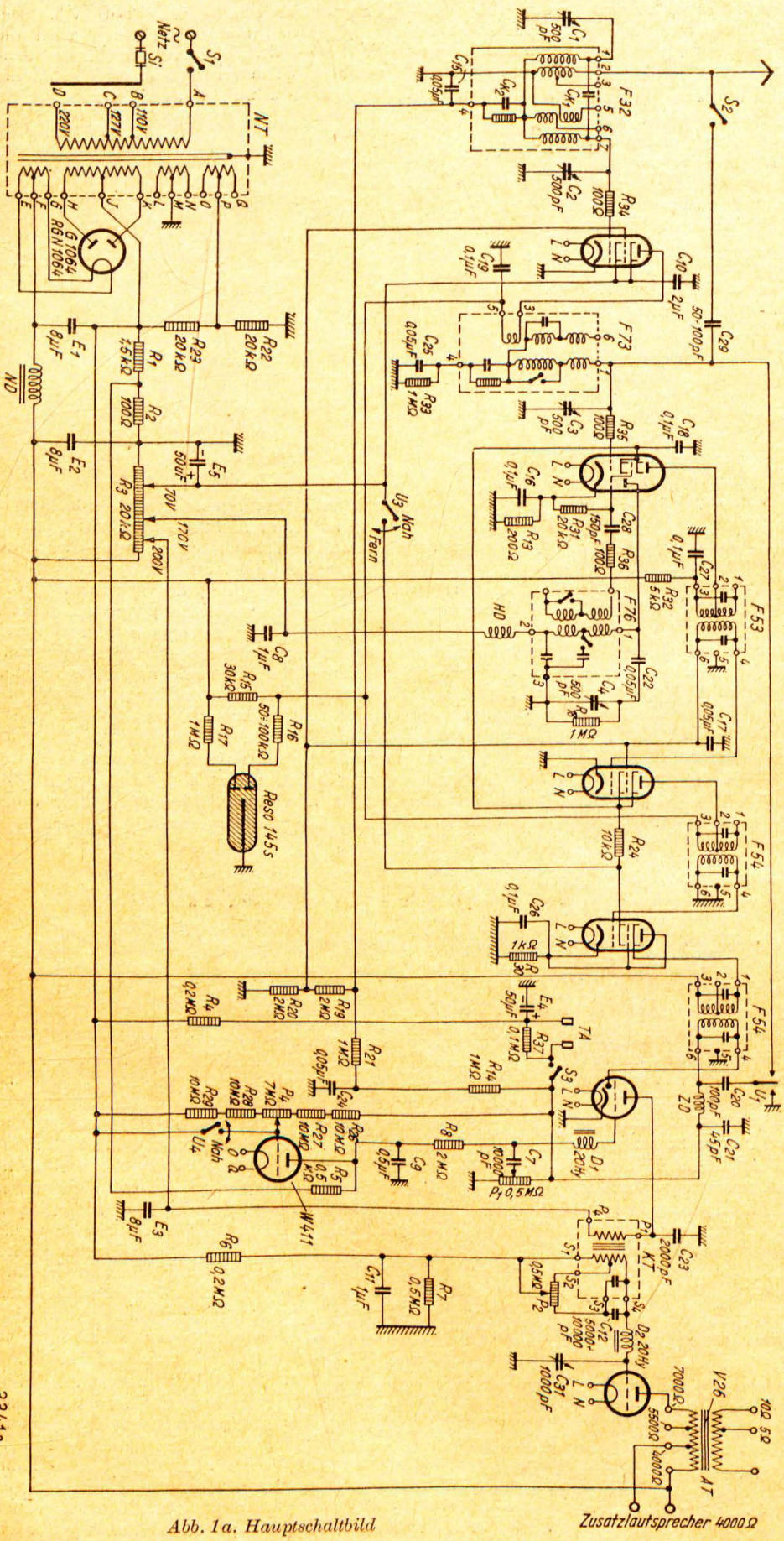
Von **Theo Sturm**

Die in den letzten Jahren erschienene Beschreibung des wachsenden Hexoden-Superhet [1]) hat einen außergewöhnlich großen Anklang gefunden, wie aus den überaus zahlreichen Zuschriften aus dem Leserkreise ersichtlich war. Hierdurch hat sich ein sehr großes Erfahrungsmaterial angesammelt, dessen auszugsweise Mitteilung sicherlich für die zahlreichen Nachbauer von Interesse sein wird. Außerdem ist dabei von vielen Seiten der Wunsch nach einem zuammenfassenden Schaltbild sowie nach Mitteilungen von Meßergebnissen laut geworden. Alle diese Wünsche sollen heute erfüllt und darüberhinaus noch einige leicht anzubringende Verbesserungen für das Gerät angegeben werden.

Abb. 1 zeigt das Gesamt-Schaltbild, wie es sich in der endgültigen Ausführung des Gerätes ergibt. Es ist dies aus der Kombination der in den einzelnen Baustufen angegebenen Schaltungen entstanden.

Um dem Leser den Zusammenhang mit dem früher Gesagten zu erleichtern, soll die Schaltung ganz kurz besprochen werden. Die hochfrequente Energie gelangt über ein zur Verbesserung der Störungsfreiheit dienendes abgestimmtes Eingangsbandfilter und eine erste Regelröhre zu einem dritten auf die Empfangsfrequenz abgestimmten Kreis. Die auf diese Weise von den meisten Störspannungen befreite hochfrequente Energie steuert nunmehr eine Regel-Mischröhre, welche ein Sechspol- und ein Dreipolsystem enthält. Die im Anodenkreis des Sechspolsystems vorhandene Zwischenfrequenz von 111 Kiloherz ermöglicht beste Trennschärfe in Verbindung mit hoher Verstärkung und nicht zu geringer Bandbreite. Sie wird durch ein fest abgestimmtes Bandfilter ausgesiebt und über zwei Regelröhren, von denen nur eine gesteuert wird, einer Zweipolstrecke zwecks Gleichrichtung zugeführt. Zwei weitere Zwischenfrequenzbandfilter sind dabei vorgesehen. Die Zweipolgleichrichtung erzeugt neben der für den automatischen Schwundausgleich erforderlichen Regelspannung auch die niederfrequenten Steuerspannungen für den Tonfrequenz-Verstärkerteil. Die Lautstärke wird mit dem Spannungsteiler P_1 niederfrequenzseitig geregelt und einer zweistufigen Verstärkung mit Dreipolröhren unterzogen. Ein guter Klangregler ist vorgesehen. Je eine an die Gitter der Niederfrequenzröhren angeschaltete Drosselspule D_1, D_2 ermöglicht ein Anheben der im Hochfrequenzteil vernachlässigten hohen Frequenzen. Dies kann als Bandbreitenkorrektur aufgefaßt werden. Eine Dreipol-Endröhre ist vorgesehen, um den Klang möglichst in voller Schönheit zu erhalten. Bei Schallplattenverstärkung werden

[1]) Siehe „Funk" 1934, Heft 12, 13, 17, 25, 36 und 41, und 1935, Heft 11.


Netz
S_1
NT
220V
127V
110V
ND
E_1 8µF
E_2 8µF
E_3 8µF
E_5 50µF
R_1 1,5kΩ
R_2 100Ω
R_3 20kΩ
R_{22} 20kΩ
R_{23} 20kΩ
70V
170V
200V
U_3 Nah Fern
C_1 500 pF
C_2 500pF
C_3 500 pF
C_4 500 pF
C_5 0,05µF
C_6 0,1µF
C_7 1000 pF
C_8 1µF
C_9 0,1µF
C_{10} 2µF
C_{11} 1µF
C_{12} 5000 pF
C_{17} 0,05µF
C_{18} 0,1µF
C_{19} 0,1µF
C_{20} 1000pF
C_{21} 145pF
C_{22} 0,05µF
C_{23} 2000pF
C_{24} 0,05µF
C_{25} 0,05µF
C_{26} 0,1µF
C_{27} 0,1µF
C_{28} 150pF
C_{29} 50-100pF
C_{31} 1000pF
F32
F73
F76
F53
F54
R_{34} 100Ω
R_{35} 100Ω
R_{36} 100Ω
R_{31} 20kΩ
R_{13} 200Ω
R_{32} 5kΩ
R_{33} 1MΩ
R_{24} 10kΩ
R_{25} 1kΩ
R_{30} 30Ω
R_{15} 30kΩ
R_{16} 50-100kΩ
R_{17} 1MΩ
R_{18} 1MΩ
Reso 1455
R_4 0,2MΩ
R_{19} 2MΩ
R_{20} 2MΩ
R_{21} 1MΩ
R_{14} 1MΩ
R_{37} 0,1MΩ
R_{26} 7MΩ
R_{28} 10MΩ
R_{29} 10kΩ
R_{27} 10MΩ
R_{38} 10MΩ
R_5 0,5MΩ
R_8 2MΩ
R_9 0,05µF
R_6 0,2MΩ
R_7 0,5MΩ
P_1 0,5MΩ
P_2 0,5MΩ
P_3 0,5MΩ
P_4 0,5MΩ
D_1 20Hy
D_2 20Hy
D_3 20Hy
S_2
S_3
S_4
S_5
S_6
S_7
S_8
S_9
S_{10}
S_{11}
S_{12}
S_{13}
S_{14}
S_{15}
S_{16}
S_{17}
S_{18}
S_{19}
S_{20}
S_{21}
S_{22}
S_{23}
S_{24}
S_{25}
S_{26}
S_{27}
S_{28}
S_{29}
S_{30}
S_{31}
S_{32}
S_{33}
S_{34}
S_{35}
S_{36}
S_{37}
S_{38}
S_{39}
S_{40}
S_{41}
S_{42}
S_{43}
S_{44}
S_{45}
S_{46}
S_{47}
S_{48}
S_{49}
S_{50}
S_{51}
S_{52}
S_{53}
S_{54}
S_{55}
S_{56}
S_{57}
S_{58}
S_{59}
S_{60}
S_{61}
S_{62}
S_{63}
S_{64}
S_{65}
S_{66}
S_{67}
S_{68}
S_{69}
S_{70}
S_{71}
S_{72}
S_{73}
S_{74}
S_{75}
S_{76}
S_{77}
S_{78}
S_{79}
S_{80}
S_{81}
S_{82}
S_{83}
S_{84}
S_{85}
S_{86}
S_{87}
S_{88}
S_{89}
S_{90}
S_{91}
S_{92}
S_{93}
S_{94}
S_{95}
S_{96}
S_{97}
S_{98}
S_{99}
S_{100}
S_{101}
S_{102}
S_{103}
S_{104}
S_{105}
S_{106}
S_{107}
S_{108}
S_{109}
S_{110}
S_{111}
S_{112}
S_{113}
S_{114}
S_{115}
S_{116}
S_{117}
S_{118}
S_{119}
S_{120}
S_{121}
S_{122}
S_{123}
S_{124}
S_{125}
S_{126}
S_{127}
S_{128}
S_{129}
S_{130}
S_{131}
S_{132}
S_{133}
S_{134}
S_{135}
S_{136}
S_{137}
S_{138}
S_{139}
S_{140}
S_{141}
S_{142}
S_{143}
S_{144}
S_{145}
S_{146}
S_{147}
S_{148}
S_{149}
S_{150}
S_{151}
S_{152}
S_{153}
S_{154}
S_{155}
S_{156}
S_{157}
S_{158}
S_{159}
S_{160}
S_{161}
S_{162}
S_{163}
S_{164}
S_{165}
S_{166}
S_{167}
S_{168}
S_{169}
S_{170}
S_{171}
S_{172}
S_{173}
S_{174}
S_{175}
S_{176}
S_{177}
S_{178}
S_{179}
S_{180}
S_{181}
S_{182}
S_{183}
S_{184}
S_{185}
S_{186}
S_{187}
S_{188}
S_{189}
S_{190}
S_{191}
S_{192}
S_{193}
S_{194}
S_{195}
S_{196}
S_{197}
S_{198}
S_{199}
S_{200}
S_{201}
S_{202}
S_{203}
S_{204}
S_{205}
S_{206}
S_{207}
S_{208}
S_{209}
S_{210}
S_{211}
S_{212}
S_{213}
S_{214}
S_{215}
S_{216}
S_{217}
S_{218}
S_{219}
S_{220}
S_{221}
S_{222}
S_{223}
S_{224}
S_{225}
S_{226}
S_{227}
S_{228}
S_{229}
S_{230}
S_{231}
S_{232}
S_{233}
S_{234}
S_{235}
S_{236}
S_{237}
S_{238}
S_{239}
S_{240}
S_{241}
S_{242}
S_{243}
S_{244}
S_{245}
S_{246}
S_{247}
S_{248}
S_{249}
S_{250}
S_{251}
S_{252}
S_{253}
S_{254}
S_{255}
S_{256}
S_{257}
S_{258}
S_{259}
S_{260}
S_{261}
S_{262}
S_{263}
S_{264}
S_{265}
S_{266}
S_{267}
S_{268}
S_{269}
S_{270}
S_{271}
S_{272}
S_{273}
S_{274}
S_{275}
S_{276}
S_{277}
S_{278}
S_{279}
S_{280}
S_{281}
S_{282}
S_{283}
S_{284}
S_{285}
S_{286}
S_{287}
S_{288}
S_{289}
S_{290}
S_{291}
S_{292}
S_{293}
S_{294}
S_{295}
S_{296}
S_{297}
S_{298}
S_{299}
S_{300}
S_{301}
S_{302}
S_{303}
S_{304}
S_{305}
S_{306}
S_{307}
S_{308}
S_{309}
S_{310}
S_{311}
S_{312}
S_{313}
S_{314}
S_{315}
S_{316}
S_{317}
S_{318}
S_{319}
S_{320}
S_{321}
S_{322}
S_{323}
S_{324}
S_{325}
S_{326}
S_{327}
S_{328}
S_{329}
S_{330}
S_{331}
S_{332}
S_{333}
S_{334}
S_{335}
S_{336}
S_{337}
S_{338}
S_{339}
S_{340}
S_{341}
S_{342}
S_{343}
S_{344}
S_{345}
S_{346}
S_{347}
S_{348}
S_{349}
S_{350}
S_{351}
S_{352}
S_{353}
S_{354}
S_{355}
S_{356}
S_{357}
S_{358}
S_{359}
S_{360}
S_{361}
S_{362}
S_{363}
S_{364}
S_{365}
S_{366}
S_{367}
S_{368}
S_{369}
S_{370}
S_{371}
S_{372}
S_{373}
S_{374}
S_{375}
S_{376}
S_{377}
S_{378}
S_{379}
S_{380}
S_{381}
S_{382}
S_{383}
S_{384}
S_{385}
S_{386}
S_{387}
S_{388}
S_{389}
S_{390}
S_{391}
S_{392}
S_{393}
S_{394}
S_{395}
S_{396}
S_{397}
S_{398}
S_{399}
S_{400}
S_{401}
S_{402}
S_{403}
S_{404}
S_{405}
S_{406}
S_{407}
S_{408}
S_{409}
S_{410}
S_{411}
S_{412}
S_{413}
S_{414}
S_{415}
S_{416}
S_{417}
S_{418}
S_{419}
S_{420}
S_{421}
S_{422}
S_{423}
S_{424}
S_{425}
S_{426}
S_{427}
S_{428}
S_{429}
S_{430}
S_{431}
S_{432}
S_{433}
S_{434}
S_{435}
S_{436}
S_{437}
S_{438}
S_{439}
S_{440}
S_{441}
S_{442}
S_{443}
S_{444}
S_{445}
S_{446}
S_{447}
S_{448}
S_{449}
S_{450}
S_{451}
S_{452}
S_{453}
S_{454}
S_{455}
S_{456}
S_{457}
S_{458}
S_{459}
S_{460}
S_{461}
S_{462}
S_{463}
S_{464}
S_{465}
S_{466}
S_{467}
S_{468}
S_{469}
S_{470}
S_{471}
S_{472}
S_{473}
S_{474}
S_{475}
S_{476}
S_{477}
S_{478}
S_{479}
S_{480}
S_{481}
S_{482}
S_{483}
S_{484}
S_{485}
S_{486}
S_{487}
S_{488}
S_{489}
S_{490}
S_{491}
S_{492}
S_{493}
S_{494}
S_{495}
S_{496}
S_{497}
S_{498}
S_{499}
S_{500}
S_{501}
S_{502}
S_{503}
S_{504}
S_{505}
S_{506}
S_{507}
S_{508}
S_{509}
S_{510}
S_{511}
S_{512}
S_{513}
S_{514}
S_{515}
S_{516}
S_{517}
S_{518}
S_{519}
S_{520}
S_{521}
S_{522}
S_{523}
S_{524}
S_{525}
S_{526}
S_{527}
S_{528}
S_{529}
S_{530}
S_{531}
S_{532}
S_{533}
S_{534}
S_{535}
S_{536}
S_{537}
S_{538}
S_{539}
S_{540}
S_{541}
S_{542}
S_{543}
S_{544}
S_{545}
S_{546}
S_{547}
S_{548}
S_{549}
S_{550}
S_{551}
S_{552}
S_{553}
S_{554}
S_{555}
S_{556}
S_{557}
S_{558}
S_{559}
S_{560}
S_{561}
S_{562}
S_{563}
S_{564}
S_{565}
S_{566}
S_{567}
S_{568}
S_{569}
S_{570}
S_{571}
S_{572}
S_{573}
S_{574}
S_{575}
S_{576}
S_{577}
S_{578}
S_{579}
S_{580}
S_{581}
S_{582}
S_{583}
S_{584}
S_{585}
S_{586}
S_{587}
S_{588}
S_{589}
S_{590}
S_{591}
S_{592}
S_{593}
S_{594}
S_{595}
S_{596}
S_{597}
S_{598}
S_{599}
S_{600}
S_{601}
S_{602}
S_{603}
S_{604}
S_{605}
S_{606}
S_{607}
S_{608}
S_{609}
S_{610}
S_{611}
S_{612}
S_{613}
S_{614}
S_{615}
S_{616}
S_{617}
S_{618}
S_{619}
S_{620}
S_{621}
S_{622}
S_{623}
S_{624}
S_{625}
S_{626}
S_{627}
S_{628}
S_{629}
S_{630}
S_{631}
S_{632}
S_{633}
S_{634}
S_{635}
S_{636}
S_{637}
S_{638}
S_{639}
S_{640}
S_{641}
S_{642}
S_{643}
S_{644}
S_{645}
S_{646}
S_{647}
S_{648}
S_{649}
S_{650}
S_{651}
S_{652}
S_{653}
S_{654}
S_{655}
S_{656}
S_{657}
S_{658}
S_{659}
S_{660}
S_{661}
S_{662}
S_{663}
S_{664}
S_{665}
S_{666}
S_{667}
S_{668}
S_{669}
S_{670}
S_{671}
S_{672}
S_{673}
S_{674}
S_{675}
S_{676}
S_{677}
S_{678}
S_{679}
S_{680}
S_{681}
S_{682}
S_{683}
S_{684}
S_{685}
S_{686}
S_{687}
S_{688}
S_{689}
S_{690}
S_{691}
S_{692}
S_{693}
S_{694}
S_{695}
S_{696}
S_{697}
S_{698}
S_{699}
S_{700}
S_{701}
S_{702}
S_{703}
S_{704}
S_{705}
S_{706}
S_{707}
S_{708}
S_{709}
S_{710}
S_{711}
S_{712}
S_{713}
S_{714}
S_{715}
S_{716}
S_{717}
S_{718}
S_{719}
S_{720}
S_{721}
S_{722}
S_{723}
S_{724}
S_{725}
S_{726}
S_{727}
S_{728}
S_{729}
S_{730}
S_{731}
S_{732}
S_{733}
S_{734}
S_{735}
S_{736}
S_{737}
S_{738}
S_{739}
S_{740}
S_{741}
S_{742}
S_{743}
S_{744}
S_{745}
S_{746}
S_{747}
S_{748}
S_{749}
S_{750}
S_{751}
S_{752}
S_{753}
S_{754}
S_{755}
S_{756}
S_{757}
S_{758}
S_{759}
S_{760}
S_{761}
S_{762}
S_{763}
S_{764}
S_{765}
S_{766}
S_{767}
S_{768}
S_{769}
S_{770}
S_{771}
S_{772}
S_{773}
S_{774}
S_{775}
S_{776}
S_{777}
S_{778}
S_{779}
S_{780}
S_{781}
S_{782}
S_{783}
S_{784}
S_{785}
S_{786}
S_{787}
S_{788}
S_{789}
S_{790}
S_{791}
S_{792}
S_{793}
S_{794}
S_{795}
S_{796}
S_{797}
S_{798}
S_{799}
S_{800}
S_{801}
S_{802}
S_{803}
S_{804}
S_{805}
S_{806}
S_{807}
S_{808}
S_{809}
S_{810}
S_{811}
S_{812}
S_{813}
S_{814}
S_{815}
S_{816}
S_{817}
S_{818}
S_{819}
S_{820}
S_{821}
S_{822}
S_{823}
S_{824}
S_{825}
S_{826}
S_{827}
S_{828}
S_{829}
S_{830}
S_{831}
S_{832}
S_{833}
S_{834}
S_{835}
S_{836}
S_{837}
S_{838}
S_{839}
S_{840}
S_{841}
S_{842}
S_{843}
S_{844}
S_{845}
S_{846}
S_{847}
S_{848}
S_{849}
S_{850}
S_{851}
S_{852}
S_{853}
S_{854}
S_{855}
S_{856}
S_{857}
S_{858}
S_{859}
S_{860}
S_{861}
S_{862}
S_{863}
S_{864}
S_{865}
S_{866}
S_{867}
S_{868}
S_{869}
S_{870}
S_{871}
S_{872}
S_{873}
S_{874}
S_{875}
S_{876}
S_{877}
S_{878}
S_{879}
S_{880}
S_{881}
S_{882}
S_{883}
S_{884}
S_{885}
S_{886}
S_{887}
S_{888}
S_{889}
S_{890}
S_{891}
S_{892}
S_{893}
S_{894}
S_{895}
S_{896}
S_{897}
S_{898}
S_{899}
S_{900}
S_{901}
S_{902}
S_{903}
S_{904}
S_{905}
S_{906}
S_{907}
S_{908}
S_{909}
S_{910}
S_{911}
S_{912}
S_{913}
S_{914}
S_{915}
S_{916}
S_{917}
S_{918}
S_{919}
S_{920}
S_{921}
S_{922}
S_{923}
S_{924}
S_{925}
S_{926}
S_{927}
S_{928}
S_{929}
S_{930}
S_{931}
S_{932}
S_{933}
S_{934}
S_{935}
S_{936}
S_{937}
S_{938}
S_{939}
S_{940}
S_{941}
S_{942}
S_{943}
S_{944}
S_{945}
S_{946}
S_{947}
S_{948}
S_{949}
S_{950}
S_{951}
S_{952}
S_{953}
S_{954}
S_{955}
S_{956}
S_{957}
S_{958}
S_{959}
S_{960}
S_{961}
S_{962}
S_{963}
S_{964}
S_{965}
S_{966}
S_{967}
S_{968}
S_{969}
S_{970}
S_{971}
S_{972}
S_{973}
S_{974}
S_{975}
S_{976}
S_{977}
S_{978}
S_{979}
S_{980}
S_{981}
S_{982}
S_{983}
S_{984}
S_{985}
S_{986}
S_{987}
S_{988}
S_{989}
S_{990}
S_{991}
S_{992}
S_{993}
S_{994}
S_{995}
S_{996}
S_{997}
S_{998}
S_{999}
S_{1000}
S_{1001}
S_{1002}
S_{1003}
S_{1004}
S_{1005}
S_{1006}
S_{1007}
S_{1008}
S_{1009}
S_{1010}
S_{1011}
S_{1012}
S_{1013}
S_{1014}
S_{1015}
S_{1016}
S_{1017}
S_{1018}
S_{1019}
S_{1020}
S_{1021}
S_{1022}
S_{1023}
S_{1024}
S_{1025}
S_{1026}
S_{1027}
S_{1028}
S_{1029}
S_{1030}
S_{1031}
S_{1032}
S_{1033}
S_{1034}
S_{1035}
S_{1036}
S_{1037}
S_{1038}
S_{1039}
S_{1040}
S_{1041}
S_{1042}
S_{1043}
S_{1044}
S_{1045}
S_{1046}
S_{1047}
S_{1048}
S_{1049}
S_{1050}
S_{1051}
S_{1052}
S_{1053}
S_{1054}
S_{1055}
S_{1056}
S_{1057}
S_{1058}
S_{1059}
S_{1060}
S_{1061}
S_{1062}
S_{1063}
S_{1064}
S_{1065}
S_{1066}
S_{1067}
S_{1068}
S_{1069}
S_{1070}
S_{1071}
S_{1072}
S_{1073}
S_{1074}
S_{1075}
S_{1076}
S_{1077}
S_{1078}
S_{1079}
S_{1080}
S_{1081}
S_{1082}
S_{1083}
S_{1084}
S_{1085}
S_{1086}
S_{1087}
S_{1088}
S_{1089}
S_{1090}
S_{1091}
S_{1092}
S_{1093}
S_{1094}
S_{1095}
S_{1096}
S_{1097}
S_{1098}
S_{1099}
S_{1100}
S_{1101}
S_{1102}
S_{1103}
S_{1104}
S_{1105}
S_{1106}
S_{1107}
S_{1108}
S_{1109}
S_{1110}
S_{1111}
S_{1112}
S_{1113}
S_{1114}
S_{1115}
S_{1116}
S_{1117}
S_{1118}
S_{1119}
S_{1120}
S_{1121}
S_{1122}
S_{1123}
S_{1124}
S_{1125}
S_{1126}
S_{1127}
S_{1128}
S_{1129}
S_{1130}
S_{1131}
S_{1132}
S_{1133}
S_{1134}
S_{1135}
S_{1136}
S_{1137}
S_{1138}
S_{1139}
S_{1140}
S_{1141}
S_{1142}
S_{1143}
S_{1144}
S_{1145}
S_{1146}
S_{1147}
S_{1148}
S_{1149}
S_{1150}
S_{1151}
S_{1152}
S_{1153}
S_{1154}
S_{1155}
S_{1156}
S_{1157}
S_{1158}
S_{1159}
S_{1160}
S_{1161}
S_{1162}
S_{1163}
S_{1164}
S_{1165}
S_{1166}
S_{1167}
S_{1168}
S_{1169}
S_{1170}
S_{1171}
S_{1172}
S_{1173}
S_{1174}
S_{1175}
S_{1176}
S_{1177}
S_{1178}
S_{1179}
S_{1180}
S_{1181}
S_{1182}
S_{1183}
S_{1184}
S_{1185}
S_{1186}
S_{1187}
S_{1188}
S_{1189}
S_{1190}
S_{1191}
S_{1192}
S_{1193}
S_{1194}
S_{1195}
S_{1196}
S_{1197}
S_{1198}
S_{1199}
S_{1200}
S_{1201}
S_{1202}
S_{1203}
S_{1204}
S_{1205}
S_{1206}
S_{1207}
S_{1208}
S_{1209}
S_{1210}
S_{1211}
S_{1212}
S_{1213}
S_{1214}
S_{1215}
S_{1216}
S_{1217}
S_{1218}
S_{1219}
S_{1220}
S_{1221}
S_{1222}
S_{1223}
S_{1224}
S_{1225}
S_{1226}
S_{1227}
S_{1228}
S_{1229}
S_{1230}
S_{1231}
S_{1232}
S_{1233}
S_{1234}
S_{1235}
S_{1236}
S_{1237}
S_{1238}
S_{1239}
S_{1240}
S_{1241}
S_{1242}
S_{1243}
S_{1244}
S_{1245}
S_{1246}
S_{1247}
S_{1248}
S_{1249}
S_{1250}
S_{1251}
S_{1252}
S_{1253}
S_{1254}
S_{1255}
S_{1256}
S_{1257}
S_{1258}
S_{1259}
S_{1260}
S_{1261}
S_{1262}
S_{1263}
S_{1264}
S_{1265}
S_{1266}
S_{1267}
S_{1268}
S_{1269}
S_{1270}
S_{1271}
S_{1272}
S_{1273}
S_{1274}
S_{1275}
S_{1276}
S_{1277}
S_{1278}
S_{1279}
S_{1280}
S_{1281}
S_{1282}
S_{1283}
S_{1284}
S_{1285}
S_{1286}
S_{1287}
S_{1288}
S_{1289}
S_{1290}
S_{1291}
S_{1292}
S_{1293}
S_{1294}
S_{1295}
S_{1296}
S_{1297}
S_{1298}
S_{1299}
S_{1300}
S_{1301}
S_{1302}
S_{1303}
S_{1304}
S_{1305}
S_{1306}
S_{1307}
S_{1308}
S_{1309}
S_{1310}
S_{1311}
S_{1312}
S_{1313}
S_{1314}
S_{1315}
S_{1316}
S_{1317}
S_{1318}
S_{1319}
S_{1320}
S_{1321}
S_{1322}
S_{1323}
S_{1324}
S_{1325}
S_{1326}
S_{1327}
S_{1328}
S_{1329}
S_{1330}
S_{1331}
S_{1332}
S_{1333}
S_{1334}
S_{1335}
S_{1336}
S_{1337}
S_{1338}
S_{1339}
S_{1340}
S_{1341}
S_{1342}
S_{1343}
S_{1344}
S_{1345}
S_{1346}
S_{1347}
S_{1348}
S_{1349}
S_{1350}
S_{1351}
S_{1352}
S_{1353}
S_{1354}
S_{1355}
S_{1356}
S_{1357}
S_{1358}
S_{1359}
S_{1360}
S_{1361}
S_{1362}
S_{1363}
S_{1364}
S_{1365}
S_{1366}
S_{1367}
S_{1368}
S_{1369}
S_{1370}
S_{1371}
S_{1372}
S_{1373}
S_{1374}
S_{1375}
S_{1376}
S_{1377}
S_{1378}
S_{1379}
S_{1380}
S_{1381}
S_{1382}
S_{1383}
S_{1384}
S_{1385}
S_{1386}
S_{1387}
S_{1388}
S_{1389}
S_{1390}
S_{1391}
S_{1392}
S_{1393}
S_{1394}
S_{1395}
S_{1396}
S_{1397}
S_{1398}
S_{1399}
S_{1400}
S_{1401}
S_{1402}
S_{1403}
S_{1404}
S_{1405}
S_{1406}
S_{1407}
S_{1408}
S_{1409}
S_{1410}
S_{1411}
S_{1412}
S_{1413}
S_{1414}
S_{1415}
S_{1416}
S_{1417}
S_{1418}
S_{1419}
S_{1420}
S_{1421}
S_{1422}
S_{1423}
S_{1424}
S_{1425}
S_{1426}
S_{1427}
S_{1428}
S_{1429}
S_{1430}
S_{1431}
S_{1432}
S_{1433}
S_{1434}
S_{1435}
S_{1436}
S_{1437}
S_{1438}
S_{1439}
S_{1440}
S_{1441}
S_{1442}
S_{1443}
S_{1444}
S_{1445}
S_{1446}
S_{1447}
S_{1448}
S_{1449}
S_{1450}
S_{1451}
S_{1452}
S_{1453}
S_{1454}
S_{1455}
S_{1456}
S_{1457}
S_{1458}
S_{1459}
S_{1460}
S_{1461}
S_{1462}
S_{1463}
S_{1464}
S_{1465}
S_{1466}
S_{1467}
S_{1468}
S_{1469}
S_{1470}
S_{1471}
S_{1472}
S_{1473}
S_{1474}
S_{1475}
S_{1476}
S_{1477}
S_{1478}
S_{1479}
S_{1480}
S_{1481}
S_{1482}
S_{1483}
S_{1484}
S_{1485}
S_{1486}
S_{1487}
S_{1488}
S_{1489}
S_{1490}
S_{1491}
S_{1492}
S_{1493}
S_{1494}
S_{1495}
S_{1496}
S_{1497}
S_{1498}
S_{1499}
S_{1500}
S_{1501}
S_{1502}
S_{1503}
S_{1504}
S_{1505}
S_{1506}
S_{1507}
S_{1508}
S_{1509}
S_{1510}
S_{1511}
S_{1512}
S_{1513}
S_{1514}
S_{1515}
S_{1516}
S_{1517}
S_{1518}
S_{1519}
S_{1520}
S_{1521}
S_{1522}
S_{1523}
S_{1524}
S_{1525}
S_{1526}
S_{1527}
S_{1528}
S_{1529}
S_{1530}
S_{1531}
S_{1532}
S_{1533}
S_{1534}
S_{1535}
S_{1536}
S_{1537}
S_{1538}
S_{1539}
S_{1540}
S_{1541}
S_{1542}
S_{1543}
S_{1544}
S_{1545}
S_{1546}
S_{1547}
S_{1548}
S_{1549}
S_{1550}
S_{1551}
S_{1552}
S_{1553}
S_{1554}
S_{1555}
S_{1556}
S_{1557}
S_{1558}
S_{1559}
S_{1560}
S_{1561}
S_{1562}
S_{1563}
S_{1564}
S_{1565}
S_{1566}
S_{1567}
S_{1568}
S_{1569}
S_{1570}
S_{1571}
S_{1572}
S_{1573}
S_{1574}
S_{1575}
S_{1576}
S_{1577}
S_{1578}
S_{1579}
S_{1580}
S_{1581}
S_{1582}
S_{1583}
S_{1584}
S_{1585}
S_{1586}
S_{1587}
S_{1588}
S_{1589}
S_{1590}
S_{1591}
S_{1592}
S_{1593}
S_{1594}
S_{1595}
S_{1596}
S_{1597}
S_{1598}
S_{1599}
S_{1600}
S_{1601}
S_{1602}
S_{1603}
S_{1604}
S_{1605}
S_{1606}
S_{1607}
S_{1608}
S_{1609}
S_{1610}
S_{1611}
S_{1612}
S_{1613}
S_{1614}
S_{1615}
S_{1616}
S_{1617}
S_{1618}
S_{1619}
S_{1620}
S_{1621}
S_{1622}
S_{1623}
S_{1624}
S_{1625}
S_{1626}
S_{1627}
S_{1628}
S_{1629}
S_{1630}
S_{1631}
S_{1632}
S_{1633}
S_{1634}
S_{1635}
S_{1636}
S_{1637}
S_{1638}
S_{1639}
S_{1640}
S_{1641}
S_{1642}
S_{1643}
S_{1644}
S_{1645}
S_{1646}
S_{1647}
S_{1648}
S_{1649}
S_{1650}
S_{1651}
S_{1652}
S_{1653}
S_{1654}
S_{1655}
S_{1656}
S_{1657}
S_{1658}
S_{1659}
S_{1660}
S_{1661}
S_{1662}
S_{1663}
S_{1664}
S_{1665}
S_{1666}
S_{1667}
S_{1668}
S_{1669}
S_{1670}
S_{1671}
S_{1672}
S_{1673}
S_{1674}
S_{1675}
S_{1676}
S_{1677}
S_{1678}
S_{1679}
S_{1680}
S_{1681}
S_{1682}
S_{1683}
S_{1684}
S_{1685}
S_{1686}
S_{1687}
S_{1688}
S_{1689}
S_{1690}
S_{1691}
S_{1692}
S_{1693}
S_{1694}
S_{1695}
S_{1696}
S_{1697}
S_{1698}
S_{1699}
S_{1700}
S_{1701}
S_{1702}
S_{1703}
S_{1704}
S_{1705}
S_{1706}
S_{1707}
S_{1708}
S_{1709}
S_{1710}
S_{1711}
S_{1712}
S_{1713}
S_{1714}
S_{1715}
S_{1716}
S_{1717}
S_{1718}
S_{1719}
S_{1720}
S_{1721}
S_{1722}
S_{1723}
S_{1724}
S_{1725}
S_{1726}
S_{1727}
S_{1728}
S_{1729}
S_{1730}
S_{1731}
S_{1732}
S_{1733}
S_{1734}
S_{1735}
S_{1736}
S_{1737}
S_{1738}
S_{1739}
S_{1740}
S_{1741}
S_{1742}
S_{1743}
S_{1744}
S_{1745}
S_{1746}
S_{1747}
S_{1748}
S_{1749}
S_{1750}
S_{1751}
S_{1752}
S_{1753}
S_{1754}
S_{1755}
S_{1756}
S_{1757}
S_{1758}
S_{1759}
S_{1760}
S_{1761}

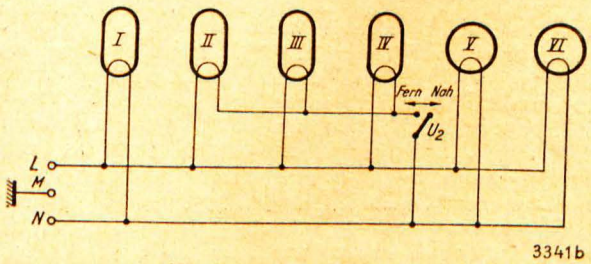


Abb. 1b. Heizstromschaltbild

die von den Kopplungsgliedern zwischen Verbund- und Endröhre noch durchgelassen werden, so stark schwächen, daß der Rückkopplungsgrad zur Erzeugung von Kippschwingungen nicht mehr genügt.

Der Tonbandregler

In den Niederfrequenzteil ist eine Einrichtung eingebaut worden, welche eine gewisse Frequenzkorrektur des Tonbandes nach oben erzeugt. Es ist bekannt, daß auch bei hochselektiven Geräten niedere Musikfrequenzen nur durch die Durchlässigkeit der niederfrequenten Kopplungsglieder in ihrer Hörbarkeit beschränkt werden. Ungünstiger liegen die Dinge bei den hohen Frequenzen, für deren Wiedergabe nicht nur die Ausbildung des Niederfrequenzteiles maßgebend ist, sondern in weit höherem Maße noch die Gestaltung des hochfrequenten Apparateeinganges.

Beim vorliegenden Gerät ist eine Bandbreite von 5 bis 6 kHz vorhanden, so daß die höchste, noch brauchbar wiedergegebene Musikfrequenz 2500 bis 3000 Hz ist. Es ist bekannt, daß hiermit eine Wiedergabe, welche auch verwöhnte Ohren befriedigt, nicht möglich ist, während andererseits eine generelle Verbreiterung des hochfrequenzmäßig durchgelassenen Bandes aus Trennschärfegründen nicht in Frage kommt. Aus diesem Grunde hat man sich schon seit längerer Zeit bemüht, entweder variable Bandbreite [2]) anzuwenden oder eine niederfrequente Entzerrung.

In vorliegendem Falle konnte dieser Weg nicht beschritten werden, da einmal die bereits gebauten Geräte mit Bandfiltern von konstanter Bandbreite ausgerüstet sind, andererseits aber auch der Bau von Filtern mit variabler Durchlaßbreite bei der hier vorhandenen Zwischenfrequenz von 111 kHz nicht gut möglich ist, da bei variabler Kopplung auch die Abstimmung der Einzelkreise verändert werden müßte. Hat man eine Zwischenfrequenz in der Größen-

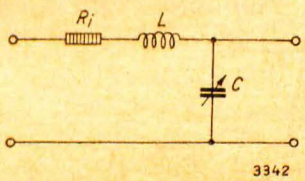


Abb. 2. Spulenleitung

ordnung von 450 kHz, so ist es leichter möglich, durch Änderung der Kopplung eine Bandbreitenveränderung zu erzielen. Denn hierbei ist zunächst der Kopplungskoeffizient für eine gegebene Bandbreite weit kleiner, als er für die geringere Zwischenfrequenz sein müßte. (Der Kopplungskoeffizient ist in erster Annäherung der Trägerfrequenz umgekehrt proportional, wenn eine gewisse Bandbreite verlangt ist.) Andererseits aber macht dabei eine Verstimmung weniger aus, da die Filter an sich weniger steile Flanken besitzen würden.

Wir müssen daher hier von der zweiten Methode Gebrauch machen und eine niederfrequente Entzerrung, welche ihrer Größe nach veränderlich ist, einbauen. Aus einer früheren Arbeit [3]) wird man erkennen, daß von den dort angegebenen Methoden in erster Linie die Anwendung von Spulen-Leitungen in Frage kommt. Abb. 2 zeigt die schaltungsmäßige Ausgestaltung einer derartigen Einrichtung, während Abb. 3 die Kurven wiedergibt, die ein Vierpol gemäß Abb. 2 besitzt, wenn man die Abschlußkapazität C verändert. Man erkennt, daß bei entsprechender Dimensionierung niedere Frequenzen ihrer Amplitude nach ungeändert bleiben, während hohe Frequenzen nicht unbeträchtlich angehoben werden. Gerade diese Vierpolschaltung eignet sich für unsere Zwecke in hervorragender Weise. Zur Anwendung der Schaltung genügt es, wenn man vor das Gitter einer Röhre eine Drossel entsprechender Größe legt. Der Widerstand *Ri* gemäß Abb. 2 wird dann gebildet vom Innenwiderstand der vorausgehenden Röhre, die Kapazität von der Gitterkapazität der nachgeschalteten Röhre. In unserem Falle wurde diese Methode zweimal angewendet, einmal vor dem Steuergitter der Verbundröhre, das andere Mal vor der Endröhre. Man erhält so eine besonders nachhaltige Anhebung hoher Frequenzen. Schaltet man jetzt, wie es in Abb. 1 dargestellt ist, noch eine veränderliche Kapazität zu, so hat man damit ein sehr schönes Verfahren zur Veränderung der Bandbreite. Auch die Industrie ist in diesem Jahre dazu übergegangen, derartige Einrichtungen in ihre Empfänger einzubauen.

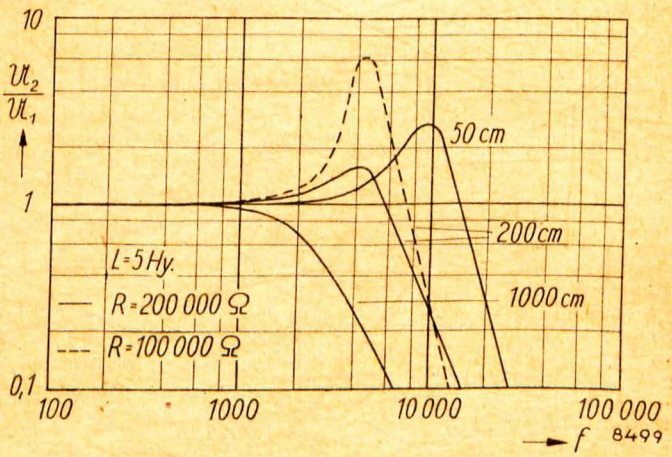


Abb. 3. Wirkung der Spulenleitung

Die Drossel D_2 kann unmittelbar unter der Endröhre Platz finden. Sie wird an der linken Seitenwand befestigt. Die Drossel D_1 dagegen muß an anderer Stelle montiert werden, z. B. unter dem Drehkondensatoraggregat. Ihre Zuführungen sind abzuschirmen. Es muß sehr darauf geachtet werden, daß sie nicht vom Streufeld des Netztransformators durchsetzt wird, Netzbrummen wäre die Folge.

Abschaltung von Röhren

Empfängt man den Ortssender oder sehr starke Fernsender, so spielt die Trennschärfe keine Rolle, man könnte also im Interesse besserer Wiedergabe auf

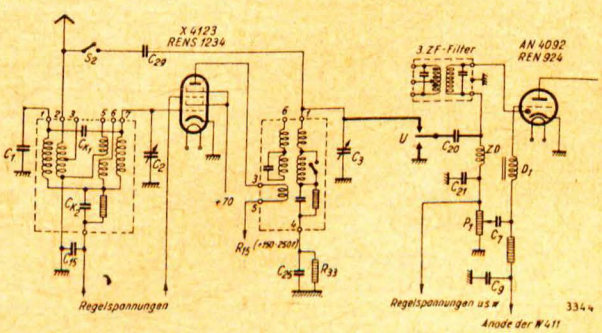


Abb. 4. Umschaltung auf Nahempfang

[2]) Eine Methode für diesen Weg wurde im Jahre 1933 vom Verfasser veröffentlicht. Siehe „Funk" 1933, Heft 1/2, „Bau- und Abgleichung von Zwischenfrequenz-Bandfiltern".

[3]) „Funk" 1933, Heft 42/43, „Methoden zur Klangfarben-Regelung und Störverminderung.

eine Reihe von Abstimmkreisen verzichten. Meist wird man dabei auch auf einen wirksamen Schwundausgleich verzichten können, so daß auch einige Röhren überflüssig werden. Man wird diese daher abzuschalten suchen, um den Röhrenverschleiß kleinzuhalten. Auf diesem Wege gelangt man schließlich zu einer recht einfachen Geradeausschaltung, welche man möglichst so ausbilden wird, daß eine „beste Wiedergabe" erzielt wird. Als Standardschaltung für diesen Zweck hat sich eine Anordnung gemäß dem diesjährigen Arbeitsfrontempfänger herausgebildet. Sie ist gemäß Abb. 4 a, welche den prinzipiellen Wechselstromverlauf zeigt, eine 3-Kreis-Schaltung mit Bandfiltereingang, Hochfrequenzverstärkerstufe, Zweipolgleichrichtung und zweistufiger, gut durchgebildeter Niederfrequenzverstärkung. Die erste Röhre des Superhets nebst ihrem Geradeaus-Teil sowie der Niederfrequenzteil können hiernach unverändert übernommen werden. Die geregelte erste Röhre gewährleistet dabei eine „Maximalautomatik"[4]). Die hochfrequente Abschaltung der Mischstufe und der beiden Zwischenfrequenzstufen kann gemäß einem Vorschlag von H. Pitsch mit einem einfachen Umschalter erfolgen, wobei der Heizstrom für die drei fraglichen Röhren durch einen weiteren Schalter unterbrochen werden muß. Die ausführliche Schaltung zeigt Abb. 4, die hinzukommende Änderung ist dick gezeichnet.

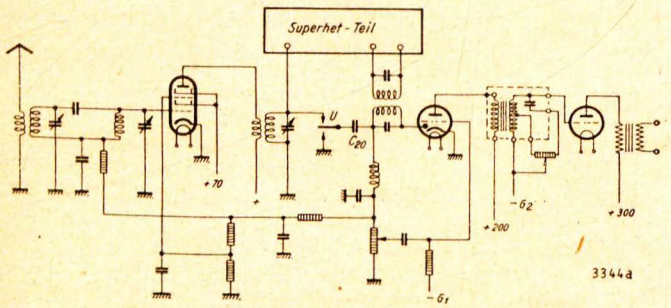


Abb. 4a. Wechselstromverlauf bei Nahempfang

Man erkennt, daß man zur Ausführung der Umschaltung nur den einen Pol des Kondensators C_{20} vom Gestell zu trennen und statt dessen mit dem Stator des Drehkondensators C_3 zu verbinden braucht. Von der üblichen Schaltung ist die vorliegende dann nur dadurch unterschieden, daß vor der Anode der Zweipolröhre noch der eine Kreis des letzten Zwischenfrequenzbandfilters liegt. Da dieser auf die Zwischenfrequenz von 111 kHz abgestimmt ist, welche weit entfernt von den Frequenzen des Mittel- und Langwellenbereiches ist, stellt er für aufzunehmende Senderfrequenzen nur eine Kapazität dar, hindert also die Wirkung der Zweipolröhre in keiner Weise.

Die konstruktive Durchbildung hat natürlich so zu geschehen, daß alle Leitungen zum Umschalter recht kurz sind und außerdem gut geschirmt geführt werden (in Sinepertkabel!). Ferner muß der Umschalter kapazitätsarm sein. Am besten eignen sich Starkstromkippschalter in der kleinsten Ausführung, doch kommen auch die als Wellenschalter käuflichen Drehschalter in Frage. Der Schalter sitzt am besten unter dem Hochfrequenztransformator. Seine Bedienung kann von der Rückseite erfolgen, damit die Frontplatte nicht zuviele Knöpfe erhält. Der Kondensator C_{20} wird am besten von der Widerstandsplatte entfernt und unter P_1 hängend montiert. Für die praktische Anwendung ist es zweckmäßig, noch zwei Schalter U_3, U_4 hinzuzunehmen. U_3 unterbricht die Zuführung der Schirmgitterspannung zu den abgeschalteten Röhren. Auf diese Weise wird erreicht, daß bei Umschaltung von „Fern" auf „Nah" nicht gewartet werden muß, bis die abgeschalteten Röhren erkaltet sind. Bei der umgekehrten Betätigung des Schalters läßt sich jedoch eine Wartezeit nicht umgehen. Der noch angeordnete Schalter U_4 schaltet den Krachtöter bei Nahempfang ab. Wegen der geringeren Verstärkung der Nahsender mußte man sonst bei Übergang auf Nahempfang jedesmal den Krachtöter neu einstellen, was ein Schönheitsfehler und eine Unbequemlichkeit wäre.

Nach Umschaltung auf „Nahempfang" wird das Gerät sofort ohne Abgleichung arbeiten. Man wird bei nicht zu schlechter Antenne außer dem Bezirkssender noch einige starke Fernsender hören können, wobei man an der hervorragenden Wiedergabe große Freude haben wird. Die beim Superhetempfang stark beschnittenen hohen Frequenzen werden jetzt in voller Klarheit hervortreten und nicht nur die Sprache in großer Deutlichkeit (Konsonanten!) wiedergeben, sondern auch der Musik besonderes Leben verleihen. Sicherlich erhält das Gerät durch die eben beschriebene Umschaltungsmöglichkeit eine ganz wesentliche Bereicherung, vereinigt es jetzt doch beste Wiedergabe beim Nahempfang mit möglichst großer Leistung beim ausgesprochenen Fernempfang.

Nach Umschaltung auf „Fernempfang" muß der Trimmer des Drehkondensators C_3 neu eingestellt werden, wozu man sich eine möglichst kurzwellige Station des Mittelwellenbereiches aussuchen muß. Denn die Anfangskapazität dieses Kreises ist ja durch die hinzugekommene Leitung zum Umschalter erhöht, was durch den Trimmer ausgeglichen werden muß.

Meßergebnisse

Das Gerät wurde nach seiner Fertigstellung einer ausgiebigen Durchmessung im Laboratorium des Verfassers unterzogen. Die Beschreibung der Meßeinrichtungen soll hier übergangen werden. Es sollen vielmehr lediglich die Meßresultate mitgeteilt werden. Abb. 5 zeigt zunächst das Stromversorgungsschema des Gesamtgerätes, wobei alle interessierenden Spannungs- und Stromwerte eingetragen wurden. Diejenigen Meßwerte, die mit den üblichen Drehspulinstrumenten unmittelbar gemessen werden können, sind nicht gekennzeichnet. Diejenigen Spannungswerte, deren Messung mit Voltmetern von einem Eigenverbrauch von nicht über 0,1 mA vorgenommen werden kann, sind von einem Rechteck umgeben. Diejenigen Spannungen jedoch, welche nur mit elektrostatischen Meßinstrumenten fehlerfrei geprüft werden können, sind doppelt eingerahmt.

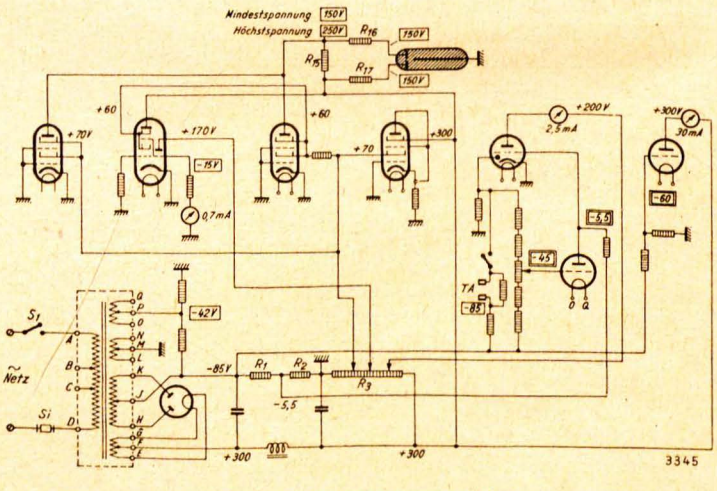


Abb. 5. Stromversorgungsschema

Was die Wechselstrommessungen am wachsenden Hexoden-Superhet angeht, so gibt Abb. 6 die Frequenzkurve des Niederfrequenzteiles an, wie man sie erhält, wenn man eine Tonfrequenzspannung an den Tonab-

[4]) Mit diesem Ausdruck bezeichnet man eine Einrichtung, die einer automatischen Lautstärkeregelung völlig entspricht, wobei jedoch die Kraftreserve so gering gehalten ist, daß die Verstärkungsminderung erst bei sehr starken Sendern, z. B. Ortssendern, einsetzt und so einen Übersteuerungsschutz bietet.

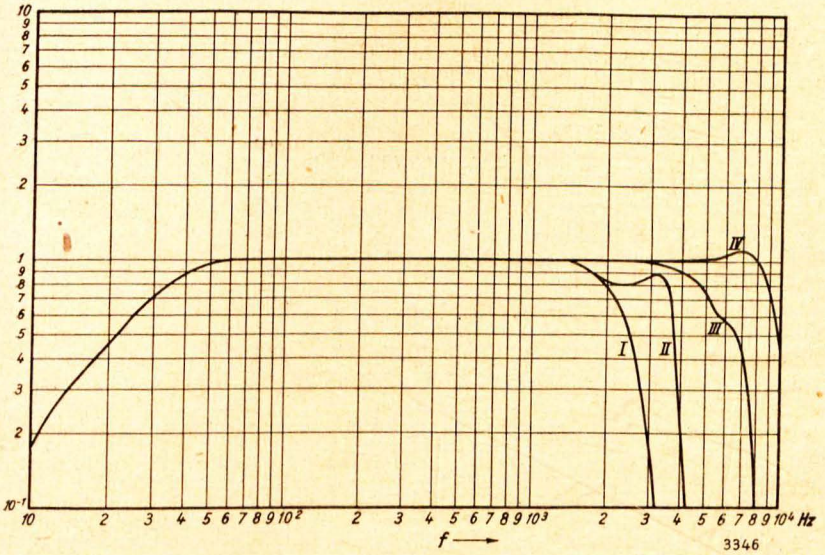


Abb. 6. Frequenzkurve des Gerätes

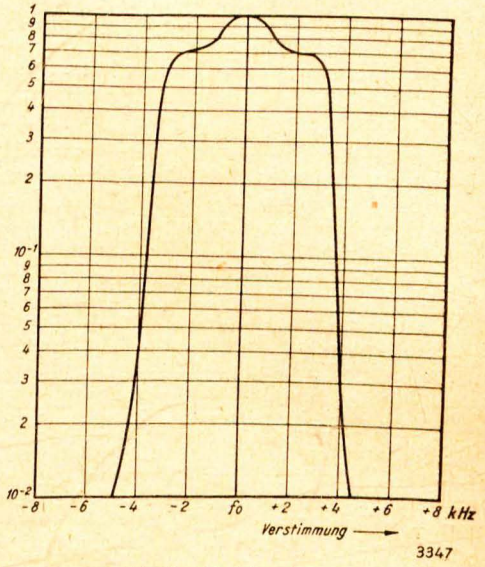


Abb. 7. Selektionskurve

nehmerbuchsen zuführt und die Messungen an dem mit dem Lautsprecher verbundenen Ausgangstransformator vornimmt. In derselben Abbildung sind die Kurvenwerte dargestellt, die man nach Einbau der Bandbreitenkorrektur, wie sie oben besprochen wurde, erhält.

Da die Regelkurven des Schwundausgleichs schon in den Abbildungen 35 und 42 des in Heft 36/1934 gebrachten Aufsatzes abgedruckt wurden, brauchen sie hier nicht wiederholt zu werden. Es ist daher in Abb. 7 nur noch eine Selektionskurve, gemessen über den Hochfrequenzteil von Antenne bis Zweipolröhre, dargestellt. Man erkennt daraus zunächst die für die Musikalität maßgebende Durchlaßbandbreite und auch die Sperrbandbreite, welche für die Trennwirkung des Empfängers bestimmend ist. Die Kurve wurde für verschiedene Senderfrequenzen aufgenommen. Es sind keine merklichen Abweichungen für verschiedene Senderfrequenzen vorhanden, da die Hauptselektion im Zwischenfrequenzteil erzeugt wird, welcher ja unveränderlich ist. Empfindlichkeitskurven sind nicht gezeigt worden, da die Aufnahme derselben bei der hier vorliegenden sehr großen Empfindlichkeit mit der Apparatur des Verfassers nicht möglich ist.

Störungen

Bei einem so komplizierten Apparat ist es unvermeidlich, daß hin und wieder Störungen auftreten. Dieselben lassen sich in der Regel jedoch sehr leicht feststellen und auf die unten angeführten Grundfehler zurückführen. Man wird prinzipiell bei der Störungssuche die einzelnen Stufen des Empfängers für sich durchprüfen. Bei überlegter Ausführung dieser Arbeiten sind keineswegs empfindliche Instrumente nötig, vielmehr genügen die in den Händen der meisten Bastler befindlichen Meßgeräte sowie das Ohr zur Fehlerbeseitigung.

Die erste Maßnahme, die man bei nichtarbeitendem Gerät ergreifen wird, ist eine Durchmessung des Gesamtgerätes hinsichtlich der den Röhren zugeführten Spannungen. Hierzu leistet das in Abb. 5 gezeigte Stromversorgungsschema ausgezeichnete Dienste. Geringe Abweichungen vom Sollwert können natürlich zugelassen werden. Es sei noch erwähnt, daß die in Abb. 5 eingetragenen Werte sich auf das im Betrieb befindliche, also mit allen Röhren bestückte Gerät beziehen. Dabei ist angenommen, daß die Antennenbuchse kurzgeschlossen ist, d. h. daß die Röhren keine Regelspannung erhalten. Hierauf wird man eine Prüfung des Niederfrequenzteiles vornehmen, wozu am besten eine Tonspannung, die aus einem Tonabnehmer stammt, dienen kann. Man wird sie zunächst den Tonabnehmerbuchsen zuführen. Bei Versagen des Apparates wird dann die Tonabnehmerspannung nur auf die Endröhre gegeben, wobei der Tonabnehmer zur Primär- oder Sekundärseite des Klangregler-Übertragers parallel gelegt wird. Hierbei wird sich sehr bald der Fehler lokalisieren lassen. Was die Prüfung des Hochfrequenzteiles angeht, so kann man die einzelnen Röhren, mit Ausnahme der Mischröhre, überspringen und so bald die gestörte Stufe finden. Zu diesem Zweck wird die verdächtige Röhre aus ihrem Sockel entfernt und der für sie bestimmte sogen. Hexodenclip durch ein kurzes Verlängerungsdrahtstück mit dem Gitteranschluß der nächsten Röhre verbunden.

In manchen Fällen wurde gefunden, daß die Mischröhre ACH 1 zu Störungen Anlaß gab. Meistens handelte es sich dabei um ultrakurzwellige Erregungen, welche willkürlich ein- und aussetzten und dadurch ein leises Knacken in den sonst einwandfreien Empfang hineinbrachten. Es sind zwar im „Funk" 1935, Heft 11, Methoden angegeben worden, wie durch Vorschalten von Schutzwiderständen die Erregungsgefahr wesentlich vermindert werden kann, doch ist es nicht möglich, diejenigen Schwingungen zu beseitigen, für welche sich sämtliche zu ihrer Erzeugung erforderlichen Schaltelemente schon im Innern der Röhre befinden. In vielen Fällen genügte es zur Ausschaltung der erwähnten Störungen, den Heizstrom der Mischröhre zu verringern, wozu vor ihre Heizanschlüsse ein Ohmscher Widerstand von ca. 0,5 Ohm geschaltet werden kann.

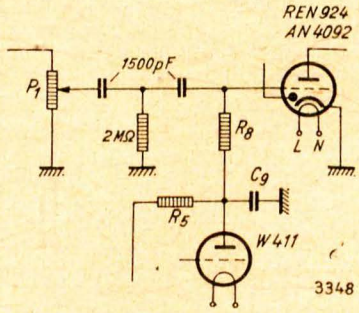


Abb. 8. Spezialschaltung der Binode

In der Zwischenzeit wurden andere Glimmlichtabstimmanzeiger geliefert, als sie zur Zeit der Konstruktion des Gerätes im Handel erhältlich waren. Die Widerstandswerte brauchen nicht in allen Fällen verändert zu werden[5]). Meist genügt es auch, den Kathodenpunkt der Glimmröhre

[5]) Ein Beispiel wurde bereits im Funk, Heft 11/1935 gebracht.

an eine Schelle zu legen, welche auf dem Spannungsteiler R_3 eingestellt werden kann, statt ihn mit dem Apparategestell zu verbinden. Diese Maßnahme ist in allen Fällen am Platze, wo die Glimmröhre auch bei schwachen eingestellten Sendern voll mit Glimmlicht bedeckt ist. Man wird dann die Schelle auf dem Spannungsteiler so einstellen, daß bei dem stärksten einstellbaren Sender das Glimmlicht nicht ganz zur Bedeckung der Kathode ausreicht[6]).

Viele Bastler haben es als unangenehm empfunden, daß ihnen ein anderer Abstimmkondensator geliefert wurde, als der im Ursprungsgerät vorhandene. Die neue Ausführung zeichnet sich durch größere mechanische Stabilität und geringere elektrische Verluste aus, hat aber eine geringere Bauhöhe. Daraus ergibt sich, daß der Kondensator C_{22} nicht gut unter dem Statorpaket des Kondensators C_4 montiert werden kann. Man wird ihn daher entweder durch eine Bohrung im Gestell ragen lassen oder überhaupt unterhalb des Zwischenbodens anbringen.

In einigen Fällen ist es auch vorgekommen, daß bei Einstellung größerer Ausgangslautstärken ein Kippen des Gesamtgerätes auftrat, wobei die Musiklautstärke mit einer Frequenz von ca. 5 pro Sekunde flatterte. Gleichzeitig zuckte auch die Abstimmglimmlampe im selben Rhythmus. Es gibt zur Vermeidung dieses Übelstandes mehrere Mittel. Zunächst empfiehlt es sich, den Kondensator C_3 auf 0,5 μF zu vergrößern. Ferner kann man einen Abgriff des Spannungsteilers mit einem sehr großen Elektrolyt-Kondensator (20—50 μF) gegen Masse verblocken. Schaltet man diesen Kondensator parallel zur Schirmgitterspannung von 70 Volt, so genügt ein niedervoltiger Kondensator, dessen Preis auch bei hoher Kapazität mäßig ist (Kondensator 50 μF/100 Volt). Der Kondensator kann unter der Netzdrossel angebracht werden. Im Notfall kann man den Niederfrequenzteil für die niedrige Kippfrequenz undurchlässig machen. Zu diesem Zwecke schaltet man die Verbundröhre gemäß Abb. 8 um. Die vor ihr liegende doppelte Siebkette läßt Frequenzen bis 50 Hz. ungeschwächt passieren, während niedrigere Frequenzen geschwächt werden. Die Frequenz 5 wird durch diese Maßnahme auf $^1/_{10}$ ihres normalen Wertes gebracht.

Zeichnungen vom Verfasser

[6]) Im Funk, Heft 17/1934 wurde dies Verfahren näher erläutert.

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt.

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol	Größe
1	1	Eingangs-Bandfilter		F 32 od. F132
2	1	Hochfrequenztransformator		F 73 od. F 173
3	1	Oszillatorspule		F 76
4	1	ZF-Bandfilter		F 53
5	2	desgl.		F 54
6	1	Hochfrequenzdrossel	*HD*	F 21
7	1	ZF-Drossel	*ZD*	F 22
8	1	Viergang-Drehkondensator 0,2% Genauigkeit	$C_1 \div C_4$	
9	1	Netztransformator	*NT*	7926
10	1	Netzdrossel	*ND*	D 25
11	1	Ausgangstransformator	*AT*	V 26 od. V 84
12	1	Klangregler-Transformator mit Spezialregler PDT 5	*KT* mit P_2	4077
13	2	Tonbanddrosseln	D_1, D_2	22 076
14	1	Elektrolytkondensator 450 V	E_1	8 μF
15	1	Doppel-Elektrolytkondensator 450 V	E_2, E_3	2×8 μF
16	2	Elektrolytkondensatoren 100 V	E_4, E_5	50 μF
17	1	Kombinationsblock	C_8, C_{10}, C_{11}	$1+2+1$ μF
18	1	Kondensator	C_{12}	5 000 $\div$ 10 000 pF
19	1	desgl.	C_9	0,5 μF
20	1	desgl.	C_7	10 000 pF
21	5	desgl.	$C_{15, 17, 22, 24, 25}$	0,05 μF
22	4	desgl.	C_{16}, $C_{19, 26, 27}$	0,1 μF
23	1	desgl. verlustarm	C_{20}	100 pF
24	1	desgl. verlustarm	C_{21}	45 pF
25	1	desgl.	C_{23}	2 000 pF
26	1	desgl.	C_{28}	150 pF
27	1	desgl.	C_{29}	50 $\div$ 100 pF
28	1	Widerstand 7,5 Watt	R_1	1,5 kΩ
29	1	desgl. 1 Watt	R_2	100 Ω
30	3	desgl. 0,5 Watt	$R_{34, 35, 36}$	100 Ω
31	1	Spannungsteiler	R_3	20 kΩ
32	2	Widerstände 0,5 Watt	R_4, R_6	200 kΩ
33	2	desgl. 0,5 Watt	R_5, R_7	0,5 MΩ
34	3	desgl. 0,5 Watt	R_8, R_{19}, R_{20}	2 MΩ
35	1	desgl. 0,5 Watt	R_{13}	200 Ω
36	5	desgl. 0,5 Watt	$R_{14, 17, 18, 21, 33}$	1 MΩ
37	1	desgl. 3 Watt	R_{15}	30 kΩ
38	1	desgl. 0,5 Watt	R_{16}	50 $\div$ 100 kΩ
39	3	desgl. 0,5 Watt	$R_{22, 23, 31}$	20 kΩ
40	1	desgl. 0,5 Watt	R_{24}	10 kΩ
41	4	desgl. 0,5 Watt	$R_{26, 27, 28, 29}$	10 MΩ
42	1	desgl. 0,5 Watt	R_{30}	1 kΩ
43	1	desgl. 0,5 Watt	R_{32}	5 kΩ
44	1	desgl. 0,5 Watt	R_{37}	0,1 MΩ
45	3	Kippschalter	S_1, S_2, S_3	
46	1	Nah-Fern-Umschalter	$U_1 \div U_4$	
47	1	Tonbandregler-Drehkond. mit festem Dielektrikum	C_{31}	1000 pF
48	1	Drehspannungsteiler log.	P_1	0,5 MΩ
49	1	desgl. arithmetisch	P_4	7 MΩ
50	1	Metallgestell		$40 \times 25 \times 7$cm
		Röhren:		
51	3	Sechspolröhren RENS 1234 bzw. X 4123 (ev. auch 2 mal AH 1 und 1 mal AF 7		
52	1	Sechspol-Dreipolröhre ACH 1		
53	1	Dreipol-Zweipolröhre REN 924/ AN 4092 (auch ABC 1)		
54	1	Dreipol-Endröhre RE 604/ LK 460		
55	1	Dreipolröhre W 411		
56	1	Gleichrichterröhre G 1064 bzw. RGN 1064		
57	1	Abstimm-Glimmröhre Reso 145s		

Anmerkung: C_{14} kommt nur beim Bau mit Fünfpol-Endröhre zur Anwendung. — C_{18} kam nur in früheren Baustufen vor. — C_{30} ist nur bei getrennten Kurzwellenspulen erforderlich. — Als Lautsprecher wird ein größerer permanent-dynamischer empfohlen.

Kapazitäts- und Selbstinduktions-Eichnormalien

Anleitung für die Selbstherstellung

Von **Rudolf Schadow**

Der Funkfreund, der durch Messungen einen tieferen Einblick in die funktechnische Materie zu gewinnen sucht, wird bestrebt sein, die bisher meist relativ erfaßten Meßwerte allmählich durch genaue Zahlenwerte in den entsprechenden Maßeinheiten zu ersetzen. Solange es sich um einfache Strom-, Spannungs- und Widerstandsbestimmungen bzw. um Umrechnungen auf Grund solcher Messungen handelt, wird das auch sicher leicht gelingen; die Schwierigkeiten beginnen meist erst auf hochfrequentem Gebiet, wenn nicht nur eine Wellenlängen- oder Frequenzeichung verlangt, sondern eine genaue Festlegung von Kapazitäts- oder gar Selbstinduktionswerten gefordert wird. Zwar bietet die Wellenlängenformel in entsprechender Umgestaltung die Möglichkeit, die unbekannte Größe aus zwei bekannten zu ermitteln, doch werden wir in den meisten Fällen nur die Wellenlänge als bekannt voraussetzen können, so daß wir die Beschaffung von sogenannten „Normalien", d. h. genau hergestellten festen Größen (ohne danach zu trachten, die Genauigkeit zu erzielen, die in der Meßtechnik unter Normalien verstanden wird!), nicht umgehen können. Gerade für den Bastler ist es außerordentlich wichtig, daß er sich solche Eichnormalien zulegt, da er damit z. B. unter Zuhilfenahme des Wellenmessers alle elektrischen Größen eines Schwingungskreises ermitteln kann. Serienmäßig zusammengestellte Normalwerte leisten auch wertvolle Dienste bei der Aufnahme von Kurven an Abstimmkreisen, da durch die stufenweise Änderung der bekannten Größe alle Ungenauigkeiten der Einstellung vermieden werden, die sonst bei Benutzung von veränderlichen Normalien eintreten könnten. Am größten dürfte jedoch die Bedeutung sein, die den Normalien für die Eichung von selbstgebauten Kapazitäts- und Selbstinduktions-Meßeinrichtungen und -Brücken zukommt, die auch gleichzeitig für die Bestimmung von Windungszahlen eingerichtet werden können. Am Schluß der Ausführungen soll kurz auf ein Universal-Meßgerät unter Verwendung von Eichnormalien eingegangen werden.

Am einfachsten und schnellsten werden wir zu einer Zusammenstellung von Normal-Kondensatoren kommen, die mit einer Toleranz von ± 1 % vom angegebenen Wert käuflich zu haben sind. Für unsere Zwecke eignen sich induktionsfreie Wickelkondensatoren mit Glimmerdielektrikum oder Festkondensatoren in Calitwannen bzw. Rohrkondensatoren, jedoch bieten nur beste Fabrikate Gewähr für die Einhaltung eines geringen Verlustwinkels, was für die Verwendung in Hochfrequenzkreisen entscheidend ist. Die Abstufungen der Werte sind so zu wählen, daß bei einer Parallelschaltung mehrerer Kondensatoren der Bereich von 10 bis 750 cm in Stufen von 10 zu 10 cm bestrichen wird. Selbstverständlich kann sich der Fehler bei der Parallelschaltung etwas vergrößern, aber auch eine Abweichung von 3 % dürfte für unsere Zwecke stets noch erträglich sein; andererseits wird man bestrebt sein müssen, stets möglichst wenig Kondensatoren zur Erzielung des verlangten Kapazitätswertes parallel zu schalten.

Die für das Kapazitäts-Normalienbrett benötigten Teile können der folgenden Aufstellung entnommen werden:

1. 1 Serie Kondensatoren 10, 20, 40, 50, 100, 200, 400 cm ± 1 % abgeglichen, Glimmerdielektrikum, induktionsfrei.

   Für besonders hohe Ansprüche gibt es Präzisionskondensatoren in drei Qualitätsstufen, ± 0,5 % genau, ± 1 % genau und schließlich ± 5 % genau abgeglichen. Der Verlustfaktor bewegt sich hierbei zwischen 1×10^{-4} und 3×10^{-4} für die Frequenz 800 Hz.
2. 28 Buchsen bzw. 21 Buchsen.
3. 1 Hartpapier- oder Trolitul-Grundplatte, 1 Holzgehäuse.
4. 6—8 (3—4) Kurzschlußstecker.

Abb. 1 zeigt im Schema die schaltungsmäßige Anordnung der Kondensatoren auf der Schaltplatte. Abb. 2 gibt die Deckplatte des Gerätes mit den Buchsenreihen wieder, wobei vor allem auf die Kennzeichnung der Werte oberhalb der Schaltplatte hingewiesen werden soll. Ein ansehnliches Blechschild mit Zahlenwerten kann am besten an einem Prägeautomaten hergestellt werden. Der Abgriff des gewünschten Kapazitätswertes erfolgt an den beiden äußeren

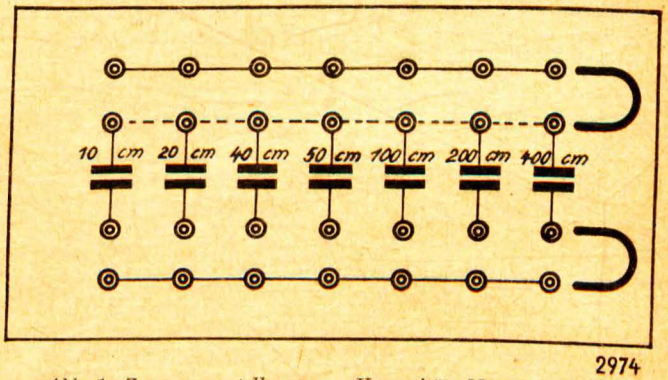


Abb. 1. Zusammenstellung von Kapazitäts-Normalwerten. (Zwischenwerte durch Parallelschaltung)

Buchsenreihen, während die dazu benötigten Werte durch je zwei Kurzschlußstecker eingeschaltet werden. Man kann auch, wenn die zur Verwendung gelangenden Kondensatoren, wie vielfach üblich, an einem Polende durch ein „E" gekennzeichnet sind, die so gekennzeichneten Kondensatorenenden sämtlich miteinander verbinden, wie das die gestrichelte Linie in Abb. 1 andeutet. Dadurch fällt mindestens eine Buchsenreihe fort. Tragen die Kondensatoren eine solche Kennzeichnung nicht, so ist der Anordnung mit 4 Buchsenreihen der Vorzug zu geben.

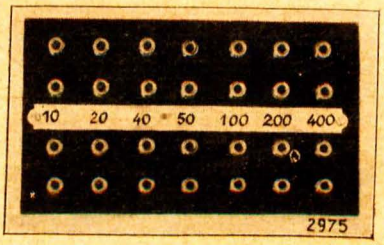


Abb. 2. Aufsicht auf das Kondensator-Aggregat

Die Herstellung eines Satzes von Selbstinduktions-Normalien stellt erheblich größere Anforderungen an den Erbauer, da er die Werte selbst ermitteln und abgleichen muß. Hierzu ist der Aufbau eines Meßplatzes erforderlich, der ganz nach den Ansprüchen an die Genauigkeit verschiedenen Umfang haben kann. Mindestens ist jedoch ein gut geeichter Wellenmesser oder am besten ein Röhrengenerator zur Ausführung der Abgleicharbeit bereitzuhalten und dazu ein provisorisch aufgebauter Gleichrichter, der als Röhrenvoltmeter dient, aber keiner besonderen Eichung bedarf.

Zur näheren Erläuterung des Meßplatzes dient Abb. 3. Eine vorhandene Röhre möglichst großer Steilheit (z. B. die Batterieröhre RE 134) wird zu einem Röhrenvoltmeter ausgebaut, wobei als Stromquellen ebenfalls vorhandene Batterien oder ein Netzanodengerät verwendet werden können. Auf eine genaue Festlegung der Spannungswerte kommt es jedenfalls nicht an; Endeffekt soll die Erzielung einer Gleichrichterwirkung sein. Aus diesem Grunde wurde lediglich eine große Gitterbatterie vorgesehen, die es durch Abgreifen verschiedener Gitterspannungen ermöglicht, den Arbeitspunkt der Röhre bei jeder Anodenspannung auf den unteren Knick der Anodenstromkennlinie zu verlegen. Praktisch heißt das, wir stellen bei gegebener Anodenspannung (die Heizung kann durch Batterien oder auch direkt mit Wechselstrom erfolgen) die Gitterspannung so ein, daß das Anodenstrominstrument, ein 10-mA-System, nur einen sehr geringen Ausschlag (1 mA) zeigt.

Im Gitterkreis ist eine Umschaltmöglichkeit vorgesehen, die in der Stellung „*L*" Selbstinduktionsmessungen, in der Stellung „C" Kapazitätsmessungen gestattet. Für Selbstinduktionsmessungen besitzt die Meßeinrichtung den Festkondensator C_1, der mit der unbekannten, an die Klemmen „*Lx*" angeschlossenen Selbstinduktion einen Schwingungskreis bildet; für Kapazitätsmessung, bei der die festzustellende Kapazität parallel zu den Klemmen „*Cx*" gelegt wird, besitzt die Meßeinrichtung die bekannte Selbstinduktion L_2 und den Kondensator C_2, die bereits einen Schwingungskreis bilden, dessen Frequenz und Welle uns bekannt ist bzw. die wir leicht feststellen können. Augenblicklich interessiert uns nur die Meßschaltung in Schalterstellung „*L*„ für Selbstinduktionsmessungen. Es gilt, dem Schwingungskreis eine veränderliche Frequenz von außen zuzuführen, damit wir durch Herstellung der Resonanz die Frequenz desselben feststellen können. Hierzu verwenden wir einen geeichten Meßgenerator.

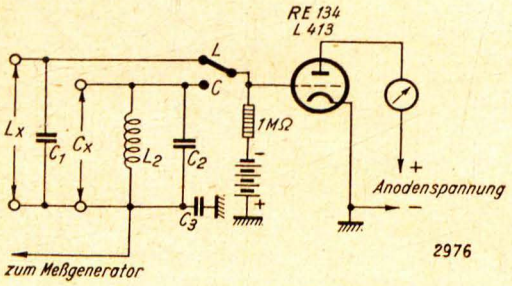


Abb. 3. Zusatzeinrichtung zur Abgleichung von Kapazitäts- und Selbstinduktionswerten am Meßsender

Die Kopplung zwischen dem Generator und der abzugleichenden Spule muß äußerst lose erfolgen, damit keine Verstimmungen des zu messenden Kreises eintreten. Bei einem einfachen Wellenmesser mit Summer wird nur der Weg gangbar sein, die Wellenmesserspule in die unmittelbare Nähe der abzugleichenden Selbstinduktion zu bringen, wodurch eine Energieübertragung erfolgt, die durch die Gleichrichtung unserer Meßschaltung am Anodeninstrument ablesbar ist. Verändern wir den Wellenmesser, bis das Meßinstrument im Gleichrichterkreise den Maximalausschlag ergibt, so kann man für diese Einstellung an der Skala des Wellenmessers die gesuchte Frequenz des Schwingungskreise $Lx + C_1$ ablesen.

Bei Verwendung eines Röhrengenerators haben wir meist keine bewegliche Meßspule, sondern einen Abgriffspunkt für die Hochfrequenzenergie, deren Ausgangsleistung sich zumeist noch regeln läßt. Die Energieleitung können wir dann nicht ohne weiteres zum Gitter des Meßkreises führen oder für irgendwelche induktiven Kopplungen heranziehen, weil die Dämpfung eine ausgesprochen große ist. Es hat sich hier als vorteilhaft erwiesen, die Kopplung nach Abb. 3 auszuführen (vgl. die mit einem Pfeil gekennzeichnete Leitung), wobei die Energie dem Schwingungskreis an dem vom Gitter abgekehrten Ende zugeführt wird, und der Kondensator C_3, der zwischen 2000 und 10 000 cm gewählt werden kann, die Größe der übertragenen Hochfrequenz-Energie bestimmt. Die beschriebene Anordnung kann im übrigen keinen Anspruch auf große Genauigkeit erheben, weil sich durch die unvermeidliche Dämpfung des Meßkreises keine so steile Resonanzkurve erzielen läßt, wie es eine haargenaue Messung verlangt.

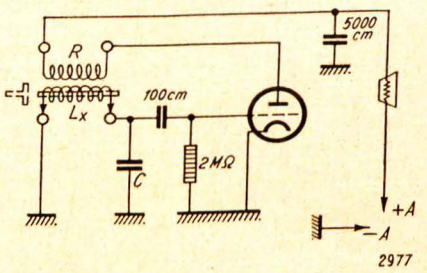


Abb. 4. Verbesserter Meßplatz durch Anwendung einer Entdämpfung

Für genauere Messungen wird man den Meßgleichrichter nach Abb. 3 zu einem Generator nach Abb. 4 umbauen, indem wir eine Rückkopplung vorsehen und die Abgleichung unter Zuhilfenahme eines Telefons, dem ein Milliamperemeter in Serie geschaltet werden kann, vornehmen. In der Schaltung Abb. 4 bedeuten *Lx* und *C* wiederum den Schwingungskreis, dessen Frequenz bestimmt werden soll, wobei zum leichteren Auswechseln der Selbstinduktionen zwei Klemmen für *Lx* vorgesehen sind. Die Rückkopplungsspule *R* ist ebenfalls auswechselbar anzuordnen, obwohl das nur aus meßtechnischen Gründen erforderlich ist, da die Rückkopplungsspule stets nur ⅛ bis ⅓ der Gitterspule (d. i. die zu messende) betragen soll, um Überkopplungen zu vermeiden. Die Verstimmung durch die Rückkopplungsspule bleibt fast stets unterhalb eines Prozentes, die gegenüber der Eigenkapazität des Meßgenerators zu vernachlässigen ist. Im übrigen handelt es sich um ein einfaches Audion mit Gittergleichrichtung, dessen Aufbau hinreichend bekannt sein dürfte. Die Rückkopplungsspule wird bei der Messung soweit in die Nähe der zu messenden Selbstinduktion gelegt [1]), daß die Schwingungen sicher einsetzen (Knacken und anschließend gleichmäßiges Rauschen im Telefon, geringerer Anodenstrom am Instrument); die richtige Entfernung zwischen Rückkopplungsspule und Meßspule muß durch langsames Verschieben ermittelt werden, wobei die Rückkopplungsspule zwecks besserer Beweglichkeit lange Litzenleitungen erhält und flach auf die Pertinax-Grundplatte des Meßzusatzes gelegt wird.

Die Energie-Übertragung vom Generator auf die Meßeinrichtung ist im Fall der Abb. 4 einfach zu lösen. Da wir in unserem Meßkreis selbst Schwingungen erzeugen, äußert sich die Resonanz mit dem Meßkreis durch ein Pfeifen, selbst wenn keine unmittelbare Verbindung zwischen beiden besteht. Es wird aber vorteilhaft sein, den Meßgenerator nicht zu erden, sondern den Erdanschluß mit den Erdpunkten des Meßzusatzes zu verbinden und beide Apparaturen in unmittelbarer Nähe nebeneinander aufzustellen.

[1]) Die Rückkopplungsspule kann aus einem Ring wild-gewickelter Windungen bestehen und ist bei Eisenkernspulen in das Kraftlinienfeld der abzugleichenden Spule zu bringen; bei Verwendung von Abgleichscheiben wird ein Teil des Kraftlinienfeldes geschlossen, so daß die Schwingungen bei der Abgleichung evtl. aussetzen, wenn sich die Abgleichscheibe dem Kern nähert, da hierdurch die Kopplung zwischen Rückkopplungsspule und Eisenspule loser wird; die Rückkopplungsspule ist daher in eingedrehtem Zustand der Abgleichscheibe soweit in die Nähe von Lx zu bringen, daß die Schwingungen gerade einsetzen.

Ehe wir uns der eigentlichen Meß- und Abgleicharbeit zuwenden, soll kurz die Ausführung der einzelnen Selbstinduktionselemente für die Normalien-Zusammenstellung behandelt werden. Als Normalspulen würden sich am besten kapazitätsarm gewickelte Zylinderspulen eignen, wenn die durch Abwickeln von halben und viertel Windungen erfolgende Abgleicharbeit nicht so unbequem wäre. Wir entscheiden uns daher für die Verwendung von Sirufer-Spulen, die durch verstellbare Eisenscheiben eine bequemere Abgleichung gestatten. Eine Beschreibung der Spulenelemente dürfte sich erübrigen, da es im Handel eine Reihe bewährter Einheiten für den Aufbau von Sirufer-Spulen gibt und auch an dieser Stelle beschrieben wurden.

Die Messung und Bestimmung der Selbstinduktion geht bei feststehender Kapazität nach folgenden Überlegungen vor sich: Zuerst wandeln wir die Thomsonsche Wellenlängenformel $\lambda = \frac{2\pi}{100} \sqrt{L \cdot C}$ für unsere Zwecke dahingehend um, daß wir die Selbstinduktion aus Welle und Kapazität des Schwingungskreises ermitteln können. Die Gleichung schreiben wir zunächst so, daß die Konstanten auf die linke Seite kommen, also $\frac{\lambda \cdot 100}{2\pi} = \sqrt{L \cdot C}$, bringen L und C auf die linke Seite, lösen die Wurzel auf, indem wir sämtliche Glieder auf der rechten Seite zum Quadrat erheben und erhalten $L \cdot C = \frac{\lambda^2 \cdot 100^2}{2^2 \cdot \pi^2}$ oder mit den eingesetzten Werten $L \cdot C = \frac{\lambda^2 \cdot 10000}{4 \cdot 9{,}86} = 254 \cdot \lambda^2$. Für C ergibt sich dann $C = 254\,\lambda^2/L$ und für $L = 254\,\lambda^2/C$, worin 254 eine Konstante, λ die Wellenlänge und C die feststehende Parallelkapazität bedeuten. Um eine möglichst übersichtliche Rechnung durchführen zu können, wählen wir C so, daß der unliebsame Faktor 254 fortfällt, d. h. wir nehmen eine Parallelkapazität von 254 cm und erhalten dann L aus dem Quadrat der Wellenlänge, oder wir nehmen $C = 508$ cm und erhalten für $L = \lambda^2/2$. Bei der Wahl von C ist zu bedenken, daß wir 1. mit einer gewissen Eigenkapazität der abzugleichenden Spule und 2. mit Röhren- und Leitungskapazitäten des Generators rechnen müssen, die Fehler in unsere Rechnung bringen, und daß diese prozentual um so kleiner werden, je größer die Hauptkapazität C ist. Bei meinen Versuchen ergaben sich trotz sorgfältigsten Aufbaues Nebenkapazitäten von etwa 12—15 cm. Aus diesem Grunde ist es auch nicht erforderlich, den Wert von 508 cm genau einzuhalten, vielmehr genügt der ± 1 % genau hergestellte Wert der oben aufgestellten Kapazitäts-Normalien.

An Hand der Abbildungen 3 und 4 seien kurz zwei Beispiele für die Ausführung der Messung und Abgleichung erläutert. Es soll der Selbstinduktionswert 0,2 mHy in der Meßschaltung Abb. 3 abgeglichen werden. Zunächst ist der Meßschalter auf L für Selbstinduktionsmessung umzulegen; im Meßkreis liegt jetzt der Kondensator C_1 mit 508 cm, zu dem parallel — an die Klemmen Lx — die zu bestimmende Selbstinduktion gelegt wird. Wir haben so einen Schwingungskreis geschaffen, in dem C_1 bekannt 508 cm) ist und Lx mit 0,2 mHy vorausgesetzt wird. Die Frage lautet, welche Wellenlänge ergibt sich aus den erwähnten Größen im abgeglichenen Zustand von Lx? Bei Umwandlung der für 254 cm oben aufgestellten Formel erhalten wir die Wellenlänge aus $\lambda = \sqrt{L}$, für unsere 508 cm ergibt sich $\lambda = \sqrt{L \cdot 2 \cdot L}$ ist jedoch in cm, nicht in Hy oder mHy einzusetzen. 0,2 mHy entsprechen 200 000 cm; setzen wir den Wert ein, so ergibt sich die Wellenlänge aus $\lambda = \sqrt{200\,000 \cdot 2}$ oder $\lambda = \sqrt{400\,000} = 632{,}5$ m.

Die Messung und Abgleichung erfolgt nun einfach so, daß am Meßgenerator die ermittelte Wellenlänge $\lambda = 632{,}5$ m eingestellt und die Selbstinduktion Lx solange verändert wird, bis am Anodeninstrument ein Maximalausschlag festzustellen ist, der anzeigt, daß sich der aus Lx und C_1 gebildete Schwingkreis mit dem Meßgenerator in Resonanz befindet. Die Wickeldaten der verlangten Selbstinduktion müssen allerdings vorher mit einiger Annäherung geschätzt werden, damit wir tatsächlich in die Nähe des verlangten Wellenbereiches kommen und nicht durch Messung von Oberwellen grobe Fehler verursachen. Für die verwendeten Eisenkernspulen gilt das in noch verstärkterem Maße, wenn wir den Ausgleich allein durch Korrektur der Abgleichscheibe erzielen wollen.

Um dem Leser jede Rechenarbeit zu ersparen, erscheint am Schluß der Arbeit eine Tafel der bei den beiden Kapazitätswerten einzustellenden Wellenlängen und mit Angabe der ungefähren Wickeldaten. Außerdem enthält die Tafel die Abgleichgrenzen durch die Abgleichscheibe, um zu zeigen, wie genau gearbeitet werden muß, da die Ausgleichsmöglichkeit eng begrenzt ist.

Da an die Messung nach Abb. 3 keine großen Ansprüche gestellt werden können, wie schon weiter oben erwähnt wurde, ist der Meßschaltung nach Abb. 4 stets der Vorzug zu geben, wenn die Anordnung einer Rückkopplungsspule

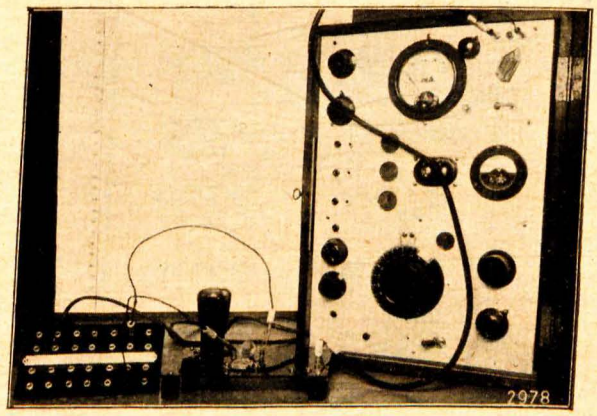


Abb. 5. Aufbau eines Meßplatzes

(R) in unmittelbarer Nähe der gesuchten Selbstinduktion (Lx) möglich ist. Auch hierfür sei der Meßvorgang kurz erläutert, wobei wir die in der Tafel aufgeführten Werte als Grundlage für das Berechnungsbeispiel heranziehen wollen. Angenommen, die Selbstinduktion 0,04 mHy ist herzustellen; in der Tabelle finden wir als Wickeldaten ca. 23 Windungen HF.-Litze 20 × 0,05 CuLS, die auf den Wickelkörper eines H-Kernes aufzubringen sind. Die Abgleichmöglichkeit beträgt etwa ± 0,0015 mHy. Die fertig mit der Abgleichscheibe zusammen montierte Spule kann jetzt in den Meßkreis der Abb. 4 an die Klemmen Lx gelegt werden. Bei einem C von 254 cm im Meßkreis entnehmen wir der Tafel die Wellenlänge $\lambda = 200$ m, die am Meßgenerator einzustellen ist. Kommt beim Abgleichen von Lx der Schwingkreis $Lx + C$ in Resonanz mit dem Meßsender, so wird im Telefon ein Überlagerungspfeifen hörbar; die Übereinstimmung ist haargenau, wenn nach der tiefsten hörbaren Frequenz die Schwebung praktisch als Null anzusehen ist. — Bei allen Messungen ist die Änderung der Selbstinduktion während der Abgleichung sehr gering; man kann daher zu Beginn der Messung den Generator meist noch nicht fest auf die verlangte Wellenlänge einstellen, sondern muß erst die vorläufig (im unabgeglichenen Zustand) erzielte Wellenlänge feststellen; daraus läßt sich schon erkennen, ob zu- oder abgewickelt werden muß bzw. ob der Korrektionsbereich der Scheibe ausreicht. In der Meßschaltung nach Abb. 3 läßt sich das Maximum überhaupt erst durch gleichzeitige Veränderung der Abstimmung am Meßsender finden, wobei danach zu trachten ist, das Maximum schließlich auf der gesuchten Wellenlänge zu erhalten.

Die Zusammenstellung der Selbstinduktionswerte veranschaulicht das Schema der Abb. 6. Statt einer Parallelschaltung wird bei Selbstinduktionen eine Serienschaltung angewendet, da sich die Werte dann — entgegen der Schaltung von Kapazitäten — addieren. Durch Kurzschlußstecker oder kurze Steckerschnüre sind wir in der Lage, jede gewünschte Größe innerhalb eines gewissen Dezimalsystems herzustellen, wobei die Stufenhöhe durch den kleinsten Selbstinduktionswert, in Abb. 6 durch 0,01 mHy, bestimmt wird. Die Buchsen für die Abgriffe sind so eingerichtet, daß sich der Anfang einer Spule mit dem Ende der nächsten Spule durch einen Kurzschlußbügel verbinden lassen; durch Verbindungsschnüre können nicht benötigte Zwischenwerte ohne weiteres übersprungen werden. Beim Aufbau der Selbstinduktions-Normalien ist noch mehr als bei den Kapazitäts-Normalien auf die Vermeidung gegenseitiger Beeinflussungen zu achten, was am besten durch gegenseitige Versetzung benachbarter Spulen um 90° erfolgen kann.

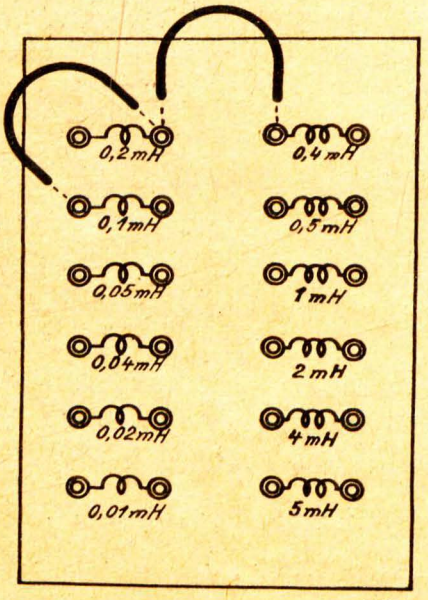


Abb. 6. Zusammenstellung der Selbstinduktions-Normalien (Zwischenwerte durch Serienschaltung)

Für eine Zusammenstellung von Selbstinduktionswerten nach Abb. 6 sind folgende Teile erforderlich:

1. 12 H-Kerne mit Wickelkörper,
2. 12 Abgleichscheiben,
3. 12 Haltevorrichtungen mit Gewinde, 4 mm,
4. 24 Buchsen,
5. 11 Kurzschlußbügel mit weitem Steckerabstand oder div. Verbindungsschnüre,
6. Hartpapier- oder Trolitulgrundplatte, Holzgehäuse.

Die Meßeinrichtung nach Abb. 3 erfordert an Teilen:

1. Röhre großer Steilheit L 413 oder RE 134,
2. Umschalter, zweipolig,
3. Hochohmwiderstand 1 Megohm,
4. Vorspannungsquelle, Batterie von 30 Volt,
5. Blockkondensator 2000 ÷ 10 000 cm,
6. C_1 Glimmerkondensator 250 bzw. 500 cm ± 1%,
7. L_2 ÷ C_2 Kombination aus den Normalwerten,
8. Meßinstrument, Drehspul-Milliamperemeter, Meßbereich 6 bis 10 mA.

Die Meßeinrichtung nach Abb. 4 erfordert an Teilen:

1. Schwingfähige Röhre, z. B. A 408 oder RE 084,
2. Wickelkondensator 5000 cm,
3. Wickelkondensator 100 cm,
4. Hochohmwiderstand 2 Megohm,
5. C Glimmerkondensator 250 bzw. 500 cm ± 1%,
6. 1 Kopfhörer.

Sämtliche Meßeinrichtungen setzen das Vorhandensein eines geeichten Meßgenerators X, einer Heizspannungsquelle (Akkumulator) und Anodenspannungsquelle (Netzanode, Anodenbatterie) voraus.

Abb. 5 zeigt den Meßplatz des Verfassers, der einen Röhrengenerator mit kombinierten Meßeinrichtungen, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, das Brett mit den Kapazitäts-Normalien und die Zusatzeinrichtung zur Abgleichung von Selbstinduktionen aufweist. Die Zusatzeinrichtung arbeitet außerdem nach Schaltung Abb. 3 mit bekanntem L für Kapazitäts- und mit bekanntem C für Selbstinduktionsmessungen nach für den Meßsender aufgestellten Kurven.

Zahlentafel zur Herstellung von Selbstinduktions-Normalwerten

Windungszahlen gelten für Sirufer-Spulen, Wellenlängenangaben unabhängig von Spulenausführung

Selbstinduktions-Sollwert L in mHy	Abgleichgrenzen ohne Scheibe	Abgleichgrenzen mit Scheibe	Windungen	Draht	Wellenlänge bei 254 cm	Wellenlänge bei 508 cm
0,01	0,0097	0,0104	$10\frac{1}{2}-11$	HF-Litze 20×0,05 CuLS	100 m	141,5 m
0,02	0,019	0,0204	$15\frac{1}{2}$		141,5 m	200 m
0,04	0,0385	0,0413	23		200 m	283 m
0,05	0,0480	0,0515	26		223,6 m	316 m
0,1	0,096	0,103	38		316 m	447 m
0,2	0,190	0,204	55		447 m	632,5 m
0,4	0,380	0,408	80		632,5 m	894 m
0,5	0,475	0,510	90		708 m	1000 m
1	0,970	1,04	123	HF-Litze 3×0,07 Cu LS	1000 m	1415 m
2	1,92	2,06	180		1415 m	2000 m
4	3,90	4,18	265		2000 m	2830 m
5	4,80	5,15	302		2236 m	3160 m

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Griechenland will Rundfunksender bauen

Griechenland und Albanien sind die letzten europäischen Staaten, die noch keinen Rundfunk besitzen. Während in funkischer Hinsicht Albanien ganz unbelastet ist, arbeitet seit einigen Jahren in Saloniki hin und wieder ein kleiner, etwa 1 kW starker Sender. Aus offiziösen Mitteilungen geht jetzt hervor, daß sich die Regierung offenbar ernstlich entschlossen hat, drei Rundfunksender zu errichten, und zwar einen 100-kW-Sender für Athen, einen 10-kW-Sender für Saloniki und einen 5-kW-Sender für Korfu. Der Hauptsender in Athen soll innerhalb eines Jahres hergestellt werden, die beiden Nebensender innerhalb zwei weiterer Jahre.

Gleichzeitig hört man, daß ein neues Rundfunkgesetz ausgearbeitet werden soll, das eine Rundfunkgebühr von jährlich etwa 20 RM vorsieht. Diese Gebühr soll einer neu zu gründenden privaten Rundfunkgesellschaft zufallen, die die Sendeerlaubnis auf 25 Jahre erhalten dürfte.

Verbesserungen im österreichischen Rundfunk

Der in Linz freigewordene Steuersender wurde im Vorarlberger Sender eingebaut. Dadurch ist eine größere Konstanz der Wellen von Klagenfurt und Vorarlberg erzielt, und die Reichweite der Station Klagenfurt ist größer geworden. Am Sender Linz wurde außerdem ein Reserve-Gleichrichter eingebaut und der Senderaum in akustischer Hinsicht verbessert.

Wie wirkt der Schwundausgleich?

Von **Dipl.-Ing. Helmut Pitsch**

Der Schwundausgleich und der Lautstärkeausgleich

Die modernen Empfänger größerer Leistung sind fast alle mit einem Schwundausgleich versehen, auch „Fadingausgleich", „-Kompensation", „-Regulierung" oder „Automatik" genannt, welcher bezweckt, die durch die Schwunderscheinung verursachten Lautstärkeschwankungen zu beseitigen. Man gebraucht auch den Ausdruck „Lautstärkeausgleich", denn wenn der Schwundausgleich stark genug ist, so bewirkt er gleichzeitig, daß die einzelnen Sender, welche am Empfangsort mit verschiedener Stärke („Feldstärke") ankommen, ungefähr gleich laut wiedergegeben werden. Grundsätzlich besteht also kein Unterschied und auch keine scharfe Grenze zwischen einem Schwundausgleich und einem Lautstärkeausgleich.

Wo geschieht die Regelung?

Zunächst nüssen wir uns darüber klar sein, in welcher Weise die Regelung grundsätzlich bewirkt wird, was also „Regelung" heißt. Der Empfangsschwund an sich und die verschiedenen Feldstärken der einzelnen Sender am Empfangsort können natürlich nicht beseitigt werden. Zur Beseitigung der Folgeerscheinungen (Lautstärkeschwankung) nutzt man deshalb die Tatsache aus, daß ein Empfänger zu einem wesentlichen Teil aus einem Verstärker besteht. In größeren Empfängern — die hier nur in Frage kommen — befindet sich eine Hochfrequenzverstärkung, wozu auch die Zwischenfrequenzverstärkung eines Superhetempfängers zu rechnen ist. Eine Niederfrequenzverstärkung ist zwar auch vorhanden, jedoch zieht man diese nicht für sich allein, sondern nur in Verbindung mit einer Regelung der Hochfrequenzstufen zur Regelung heran, um eine möglichst vollkommene Regelung zu erzielen.

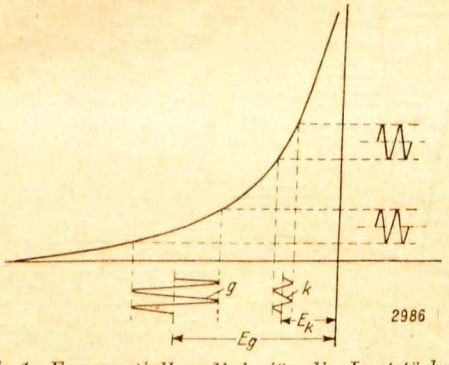


Abb. 1. Exponentialkennlinie für die Lautstärkeregelung

Man läßt die Regelung so arbeiten, daß bei schwachem Empfang die Verstärkung des Hochfrequenzverstärkers von selbst hoch geht und sich bei lautem Empfang selbsttätig herunterschraubt, so daß die mittlere Endlautstärke ungefähr dieselbe bleibt, ob nun ein Sender mit einer großen oder kleinen Feldstärke ankommt.

Die Verstärkung der Hochfrequenzstufe oder von zwei oder mehr Hochfrequenzstufen [1]) wird geregelt, indem die Gittervorspannung verschoben wird. Bei großer negativer Vorspannung E_g in Abb. 1 kommt man in den unteren flachen Teil der Kennlinie, also in den Teil geringer Steilheit, und bei niedriger negativer Vorspannung E_k gelangt man in den steiler abfallenden Kennlinienteil, also den Teil großer Steilheit und großer Verstärkung. In dem dargestellten Beispiel der Abb. 1 erhält man also trotz verschieden großer Gitterwechselspannungen g und k gleich große Anodenwechselströme. Weil eine Regelung mit gewöhnlichen

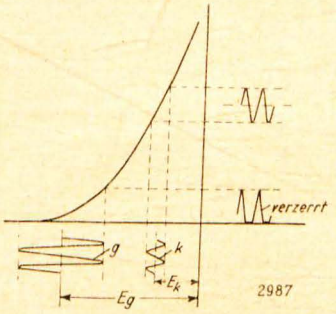


Abb. 2. Die normale Kennlinie ist für die Lautstärkeregelung ungeeignet

Röhren zu Verzerrungen führen würde, wie Abb. 2 zeigt, verwendet man in einer solchen geregelten Stufe entweder eine Fünfpol-Regelröhre (sogenannte Exponential-Röhre) mit einer Exponentialkennlinie nach Abb. 1, an deren Stelle 1933 die Sechspol-Regelröhre trat, während man zur Regelung in der Mischstufe heute die modernen Sechspol- oder Achtpol-Röhren verwendet.

Woher bezieht man die Regelspannung?

Die zur Verstärkungsregelung erforderlichen verschieden großen Gittervorspannungen muß man irgendwoher nehmen, und das geschieht aus der Gleichrichterstufe, auch „Detektorstufe" oder einfach „Audion" genannt. An dieser Stelle befindet sich neuerdings eine Zweipolröhre (in einer Verbundröhre oder in einer Doppel-Zweipolröhre) oder ein Trockengleichrichter, wodurch die Schaltung für die Regelung wesentlich vereinfacht wird. Früher nahm man die Regelspannung an der Anode eines Anodengleichrichters oder bei Anwendung besonderer Schaltungen auch an einem Audion (Gittergleichrichtung) ab.

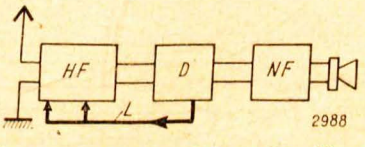


Abb. 3. Prinzip der Schwundregulierung

In Abb. 3 ist schematisch angedeutet, wie die Regelspannung an der Detektorstufe D abgenommen und den Hochfrequenzstufen HF zugeführt wird. Die Zuführungsleitung L ist in j e d e m Empfänger mit Schwundregelung vorhanden.

[1]) Bzw. bei Superhetempfängern die Verstärkung der Vorstufe oder Mischstufe oder Zwischenfrequenzstufen oder aller Stufen gleichzeitig.

Wie entstehen die Regelspannungen in der Gleichrichterstufe?

Wir nehmen für eine genauere Betrachtung des Regelvorganges an, wir hätten auf einen Sender abgestimmt, der mit normaler Feldstärke ankommt, aber gerade Pause hat, der also sendet, ohne moduliert zu werden. Infolge der Gleichrichtung in der Detektorstufe werden z. B. die negativen Halbwellen der Hochfrequenz abgeschnitten, so daß im Zweipolkreis einer Verbundröhre ein gleichgerichteter Strom nach Abb. 4 a oben fließt [2]). Diese Stromstöße haben einen bestimmten, gestrichelt angedeuteten Mittelwert M, dessen Größe etwa ⅓ der Amplitude der Hochfrequenzimpulse ist [3]). (Wären die Impulse alles Rechtecke und wären sie von gleicher Zeitdauer wie die Strompausen, so wäre der

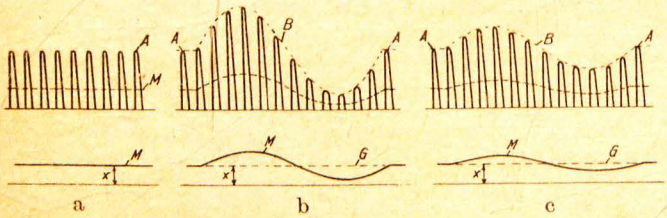


Abb. 4. Gleichgerichtete Hochfrequenzspannungen bei Empfang eines Senders mit normaler Empfangslautstärke

a) Normaler Sender, kein Ton
b) Normaler Sender, lauter Ton
c) Normaler Sender, leiser Ton

Mittelwert gleich der halben Amplitude.) Der Mittelwert, der in Abb. 4 a unten herausgezeichnet ist, steht in einer festen Beziehung zu der ankommenden Hochfrequenzamplitude (⅓ der Amplitude) und wird deshalb größer, wenn auf einen stärkeren Sender eingestellt wird, wie Abb. 5 a zeigt (M'), wobei angenommen ist, daß keine Schwundregelung vorhanden ist.

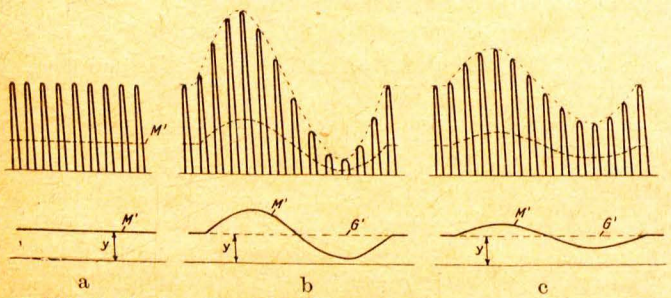


Abb. 5. Gleichgerichtete Hochfrequenzspannungen bei Empfang eines Senders mit großer Empfangslautstärke

a) Starker Sender, kein Ton
b) Starker Sender, lauter Ton
c) Starker Sender, leiser Ton

Wird dieser Mittelwertstrom, auch „Gleichstromkomponente" oder „Richtstrom" genannt, über einen im Detektorkreis liegenden Widerstand geleitet, so erzeugt er an diesem Widerstand einen Spannungsabfall, der von der Größe des Richtstromes abhängig ist und sich also mit diesem ändert. Bei einem Anodengleichrichter mit Widerstandskopplung wird der Spannungsabfall an dem Anodenwiderstand erzeugt, an dem auch die Niederfrequenzspannungen entstehen, die z. B. zur Endstufe weitergeleitet werden. In Abb. 6 sind die Röhre und der Anodenwiderstand eines Anodengleichrichters aufgezeichnet. Rechts ist gestrichelt angedeutet, in welcher Weise die Spannung des Punktes P durch den Richtstrom verschoben wird [4]). Diese Verschiebung erfolgt also nach unten, also nach der negativen Seite hin, denn da bei Anodengleichrichtung der Arbeitspunkt (hat mit dem Punkt P natürlich nichts zu tun) im unteren Knick der Kennlinie liegt, kann der Anodenstrom nur ansteigen, also nicht sinken. Deshalb kann sich die Spannung des Punktes P gegenüber dem Punkt $+A$ nur vergrößern (Anodenwiderstand mal größerer Strom). Der Punkt P verschiebt sich

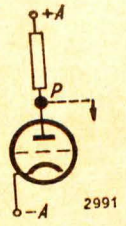


Abb. 6. Verschiebung des Punktes P durch den Richtstrom beim Anodengleichrichter

also in negativer Richtung (in Abb. 6 nach unten), da der Punkt $+A$ festliegt. Als Regelspannung wird nun nicht etwa die Spannung zwischen P und $+A$ verwendet, sondern die Spannungsschwankungen von P, bezogen auf $-A$, denn die Spannungsschwankungen sollen ja für die Hochfrequenzstufen als Gitterspannungen dienen, welche man aber bekanntlich immer auf die Kathode bezieht.

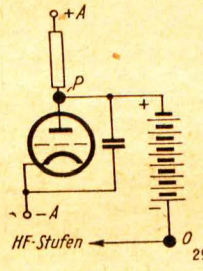


Abb. 7. Die Kompensationsbatterie verschiebt den Punkt, der die Spannungsschwankungen ausführt, ins negative Gebiet

Die Schwankungen des Punktes P in Abhängigkeit von der Größe des Richtstromes erfolgen beim Anodengleichrichter zwar in negativer Richtung, jedoch hat der Ruhepunkt ja selbst eine positive Spannung, nämlich die Anodenspannung, gegenüber der Kathode, während man als Gittervorspannung nur Spannungsschwankungen gebrauchen kann, die negativ gegenüber der Kathode und nicht gegenüber der Anode sind. Um dies zu erreichen, kann man besondere Schaltungen oder eine Gegenbatterie (Kompensationsbatterie) nach Abb. 7 anwenden. Der Punkt O in Abb. 7 macht

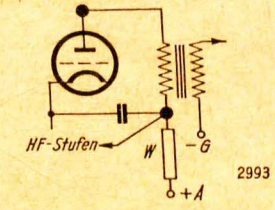


Abb. 8. Schwundregelung bei Transformatorkopplung

dann die Spannungsschwankungen genau so mit wie der Punkt P. Der Ruhepunkt O, um den die Spannungsschwankungen erfolgen, hat dann keine positive Spannung mehr gegenüber der Kathode ($-A$ in Abb. 7), sondern eventuell sogar eine etwas negative zur Vermeidung des Gitterstromes in den Hochfrequenzstufen. Von diesen

[2]) In einem Anodengleichrichter addiert sich der gleichgerichtete Strom zu dem Anodenruhestrom, während er bei Gittergleichrichtung den Anodenruhestrom vermindert, da in einem Audion die positiven Halbwellen der Hochfrequenz abgeschnitten werden.

[3]) Hierbei ist die vereinfachende Voraussetzung gemacht, daß sich in dem Gleichrichter-Stromkreis kein Kondensator befindet, denn ein Kondensator kann sich ja aufladen.

[4]) Eine Verschiebung im Takte der überlagerten Hochfreque findet nicht statt, da der Anodenkreis für Hochfrequenz kur geschlossen ist.

Punkt O geht man also, eventuell über ein Siebglied, zu den Gitterkreisen der Hochfrequenzstufen.

Liegt im Anodenkreis ein Niederfrequenztransformator, so muß entweder nach Abb. 8 oder Abb. 9 oder 9 a geschaltet werden. Die letzten beiden Schaltungen sind vorzuziehen, weil der Transformator nicht durch den Anodenstrom vormagnetisiert wird. In allen drei Schaltungen ist der Punkt, der die Spannungsschwankungen macht, hervorgehoben [5]).

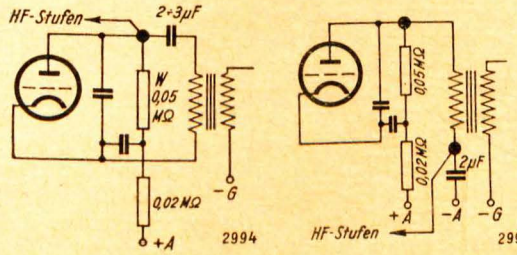


Abb. 9 und 9a. Günstigere Schaltungen für die Schwundregelung bei Transformatorkopplung

Bei der Audionschaltung arbeitet die Regelung nur dann im richtigen Sinn, wenn eine Regulierverstärkerröhre vorgesehen wird, oder wenn ein Widerstand kathodenseitig in den Anodenstromkreis geschaltet wird, wie Abb. 10 zeigt. Bei größerer Hochfrequenzamplitude wird der Richtstrom

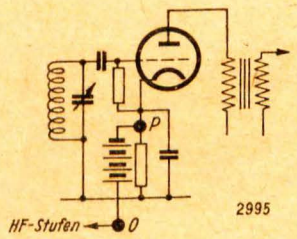


Abb. 10. Schwundregelung bei der Audionschaltung

kleiner und damit auch der Spannungsabfall an diesem Widerstand, so daß die Spannung des Punktes *P* und auch des Punktes *O* negativer wird (in Richtung nach unten).

In Schaltungen mit Zweipolstrecke (z. B. in einer Verbundröhre) oder mit einem Trockengleichrichter braucht man keine Gegenbatterie oder Kunstschaltungen, weil ja in

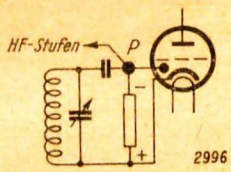


Abb. 11. Punkt P, der die Spannungsschwankungen ausführt, in der Zweipolschaltung

solchen Gleichrichterstromkreisen kein aus der Anodenstromquelle stammender Strom, sondern nur der Richtstrom fließt, der die gewünschte Regelspannung ohne eine überlagerte andere Spannung erzeugt. In den Abb. 11 bis 13

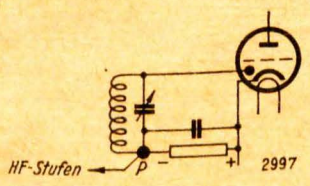


Abb. 12. Andere Zweipolschaltung

[5]) In den Abb. 8 und 9 a wird die Regel-Leitung nicht an den oberen Punkt angeschlossen, da die unteren Punkte frei von Niederfrequenzspannungen sind.

werden die Spannungsschwankungen von dem besonders gekennzeichneten Punkt ausgeführt, von dem aus eine Leitung zu den Hochfrequenzstufen geführt wird. Abb. 11 zeigt die Parallelschaltung mit Zweipolröhre, Abb. 12 dagegen die Reihenschaltung und Abb. 13 die normale Schaltung mit Trockengleichrichter.

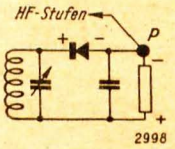


Abb. 13. Schaltung mit Trockengleichrichter

Der Regelvorgang

Oben hatten wir gesehen, daß eine größere negative Vorspannung die Verstärkung herabsetzt. Da die durch den Richtstrom entstandene Spannung als Gittervorspannung benutzt wird, erkennen wir, daß ein starker Sender nach Abb. 5 a die Verstärkung mehr herabsetzt als ein schwächerer Sender nach Abb. 4 a.

Die Verstärkung kann sich aber nicht etwa so weit herunterregeln, daß die Amplituden nach Abb. 5 a genau auf die Amplituden nach Abb. 4 a heruntergedrückt werden, denn dann wäre ja der Richtstrom und damit die Regelspannung in den beiden Abb. 4 a und 5 a genau so groß, während tatsächlich im Falle des stärkeren Senders die Regelspannung ansteigt und die Verstärkung herabsetzt. Es stellt sich also ein bestimmtes Gleichgewicht ein. Wir sehen hieraus, daß die Regelung nicht ganz vollkommen ist, denn bei größerem Richtstrom steigt die Lautstärke an, wie wir unten noch sehen werden. Die Regelung wird aber um so vollkommener, je kleiner die Änderungen des Richtstromes und damit der Regelspannung sein können, um große Verstärkungsänderungen zu erzielen [6]). Dies ist bei der Sechspol-Regelröhre weitgehend der Fall.

Es ist vielleicht für manchen etwas schwer, sich den Kreislauf der Regelung vorzustellen, aber man braucht für das erste Verständnis gar nicht daran zu denken, sondern man zieht zunächst einfach nur in Betracht, daß die größere aus dem stärkeren Richtstrom entstandene negative Spannung die Verstärkung herabsetzt und damit einer zu lauten Wiedergabe entgegenwirkt.

Forte und Piano werden nicht ausgeglichen

Den bisherigen Ausführungen war zugrunde gelegt, daß der Sender nicht moduliert ist, also keine Sprache oder Musik sendet. Wir wollen nun zusehen, ob sich durch eine Modulation die Verhältnisse ändern. Wenn ein Ton gesendet wird, schwanken die Hochfrequenzamplituden im Verlauf einer Periode des Tones (Niederfrequenz) nach Abb. 4 b. Die gestrichelt gezeichnete Begrenzungskurve *B* deutet an, in welcher Weise, also in welchem Takte, die Amplituden der Hochfrequenz schwanken. Wegen der Schwankungen kann der Mittelwert natürlich kein Gleichstrom mehr sein, sondern er schwankt auch, wie die gestrichelte Kurve *M* in Abb. 4 b oben zeigt. Dieser Mittelwert ist in Abb. 4 b unten wieder besonders herausgezeichnet (*M*).

Man könnte nun meinen, daß die Regelspannung, welche ja von dem Mittelwertstrom erzeugt wird, auch in dieser Weise schwanken würde. Dies ist jedoch nicht der Fall, da am linken Ende der Leitung *L* in Abb. 3 und meist auch am Anfang dieser Leitung besondere Siebglieder vorgesehen

[6]) Einen vollkommenen Ausgleich der Lautstärkeunterschiede kann man nur erreichen, wenn man außer in den Hochfrequenzstufen auch noch im Niederfrequenzteil regelt, wie oben unter „Wo geschieht die Regelung?" erwähnt wurde. Zu berücksichtigen ist ferner noch, daß eine wirklich vollkommene Regelung nur dann möglich ist, wenn alle Sender den gleichen Modulationsgrad haben.

sind, welche die niederfrequenten Schwankungen nicht durchlassen und deshalb eine Kompensation der Töne [7]) verhindern und gleichzeitig eine schädliche Rückkopplung der Hochfrequenz unterdrücken. Zu stark darf die Siebung übrigens nicht sein, weil sonst die schnell verlaufenden Schwunderscheinungen nicht ausgeglichen werden.

Die niederfrequenten Schwankungen des Richtstromes, welche von den Siebgliedern nicht durchgelassen werden und dem ausgesendeten Ton entsprechen, also die Modulation darstellen, werden in bekannter Weise zur Endröhre weitergeleitet.

Wir sehen, daß für die Regelung nur der Mittelwert des Richtstromes maßgebend ist. Dieser Mittelwert ist in Abb. 4 b mit G bezeichnet. Es ist zu erkennen, daß er dieselbe Größe x besitzt wie bei unmoduliertem Sender, also in der Pause des Senders (Abb. 4 a), so daß auch die Regelspannung genau so groß ist, ob nun der Sender besprochen ist oder nicht. Dieselbe Größe besitzt der Mittelwert G und damit die Regelspannung auch dann, wenn nach Abb. 4 c ein leiserer Ton gesendet wird. Dies kommt daher, daß der Wert, um den herum die Hochfrequenzamplituden am Sender moduliert werden, immer derselbe ist, nämlich die in der Pause gesendete Amplitude A, ganz gleich, ob nun gerade ein lauter oder leiser Ton gesendet wird. Der Unterschied zwischen lauten und leisen Tönen wird also durch die Schwundregelung nicht ausgeglichen (verzerrungsfreie Gleichrichtung vorausgesetzt).

[7]) Die Kompensation, also Auslöschung, würde für die tiefen Töne zuerst stattfinden, weil ein Siebglied um so schlechter wirkt, also die Tonfrequenzen zurückhält, je niedriger die Frequenz ist.

In den Abb. 5 b und 5 c sehen wir an den stärkeren Schwankungen der Hochfrequenzamplituden, daß der laute und leise Ton bei einem Sender, der mit größerer Feldstärke als in Abb. 4 ankommt, stets lauter sind als bei dem schwächeren Sender in Abb. 4 b und 4 c (derselbe Modulationsgrad vorausgesetzt). Da aber auch der Mittelwertstrom G′ und damit die Regelspannung größer ist, nämlich gleich y (wie auch in der Senderpause nach Abb. 5 a), wird die Verstärkung herabgesetzt und deshalb der Sender doch fast nicht lauter wiedergegeben als in Abb. 4. Der Unterschied zwischen laut und leise innerhalb einer Darbietung wird natürlich bei dem stärkeren Sender in Abb. 5 ebenso wenig ausgeglichen wie bei dem schwächeren Sender in Abb. 4, was an dem gleichbleibenden Mittelwert G′ in Abb. 5 b und 5 c zu erkennen ist. Er ist ja immer gleich y.

Vorgang der Regelung bei Empfangsschwund

Genau so wie die Regelung für verschieden stark empfangene Sender vor sich geht, geschieht sie auch für einen einzigen Sender bei Schwund. Man braucht sich nur klar zu machen, daß bei abnehmender Empfangsintensität der Richtstrom und damit auch die regelnde negative Vorspannung sinkt und die Verstärkung dadurch erhöht wird, und daß bei zunehmender Empfangsintensität der Richtstrom und damit auch die negative Vorspannung anwächst und die Verstärkung drosselt. Bedingung ist nur, daß die Verstärkung des Empfängers bei normaler Empfangsintensität noch nicht voll ausgenutzt ist, sondern daß noch eine Verstärkungsreserve da ist, d. h. daß durch eine selbsttätige Herabsetzung der negativen Vorspannung die Verstärkung noch zunehmen kann.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Die Kathodenstrahlröhre

Die Kathodenstrahlröhre, deren Wirkungsweise kurz besprochen wird, hat in der Elektroakustik weitestgehende Anwendung für Messungen aller Art gefunden. Neben ihrem Hauptverwendungsgebiet, dem Fernsehen, wird sie in der Hochfrequenztechnik zu Feldstärkemessungen, zur Messung des Modulationsgrades, zur Feststellung von Störungen, zur Peilung und anderem mehr verwendet. Die prinzipiellen Verfahren zur Durchführung dieser Messungen werden kurz beschrieben. *Schr.*

Wireless World, London, Band 36, Heft 1, Seite 4, Heft 2, Seite 32, Heft 3, Seite 55

Überlagererankopplung in Überlagerungsempfängern

In Überlagerungsempfängern mit besonderem Oszillator wird die Überlagerungsschwingung häufig der Mischröhre über einen Kondensator zugeführt. Für Empfänger, die in mehreren Wellenbereichen arbeiten, empfiehlt H. Bernard, diesen Kondensator durch einen Schalter auswechselbar zu machen und für den Empfang höherer Frequenzen größere Kondensatoren einzuschalten, etwa 0,6 $\mu\mu$F für den Rundfunkwellenbereich und 1,5 bis 2 $\mu\mu$F für kürzere Wellen. *Schr.*

Radio-World, London, Band 26, Heft 14, Seite 6

Fluoreszenzmaterialien für Fernsehzwecke

Eine große Anzahl von Fluoreszenzmaterialien, die für Fernseh- und kathodenoszillographische Zwecke Verwendung finden können, werden von W. Schnabel auf die erreichbare Lichtdichte und ihre Alterung hin untersucht. Auch wird das Nachleuchten der wichtigsten Schirmmassen ermittelt und die Bedeutung der ihm entsprechenden Abklingkurven für das Fernsehen diskutiert. *Schr.*

Archiv für Elektrotechnik, Berlin, Band 28, Heft 12, Seite 789

Hochfrequenzspule mit Siruferkern

Die Eigenschaften der Hochfrequenzspulen mit Siruferkern werden von A. Weis besprochen. Besonders behandelt werden die Verlustanteile der Hochfrequenzspulen mit Massekern: die Eisenverluste, die dielektrischen Verluste und die Kupferverluste. *Schr.*

Elektrische Nachrichtentechnik, Berlin, Band 12, Heft 2, Seite 47

Amateurlichttonfilm

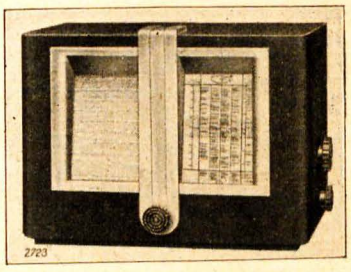
Nach einer kurzen Besprechung des Amplitudenverfahrens und des Intensitätsverfahrens (Sprossenschrift) zur Tonaufzeichnung beschäftigt sich F. Lachner mit der Messung des dabei auftretenden Klirrfaktors. Unter Berücksichtigung der besonderen Anforderungen, die sich für den Amateurfilm ergeben, gelangt der Verfasser zu dem Ergebnis, daß für den Amateurfilm die Sprossenschrift die allein mögliche ist. *Schr.*

Radio-Amateur, Wien, 12. Jahrgang, Heft 4, Seite 116

Einknopfbedienung beim Überlagerungsempfänger

Zur Erzielung einer Einknopfbedienung beim Überlagerungsempfänger (Gleichlauf der Kondensatoren des Empfangs- und Oszillatorkreises) werden folgende drei Verfahren angewendet: 1. Benutzung zweier Kondensatoren mit frequenzlinearem Plattenschnitt, deren Statoren (bzw. Rotoren) etwas gegeneinander verdreht sind; 2. Benutzung von Kondensatoren entsprechend verschiedenen Plattenschnittes; 3. Benutzung gleicher Kondensatoren unter Zuschaltung entsprechend fester Kapazitäten in dem einen Schwingungskreis. Die letztgenannte Methode, die einen genauen Abgleich nur bei drei Frequenzen gestattet, wird von H. Roder eingehend besprochen. Formeln für die Ermittlung der erforderlichen Zusatzkapazitäten werden angegeben. *Schr.*

Radio Engineering, New York, Band 15, Heft 3, Seite 7



Zweikreis-Dreiröhren-Empfänger für Allstrom

SABA 336 GWL

Aufgabe des Empfängers

Es sollte ein leistungsfähiger Zweikreis-Dreiröhren-Allstromempfänger geschaffen werden, bei dem durch Sondermaßnahmen dafür gesorgt ist, daß das Gerät auch bei niedrigeren Wechselspannungen die höchstmögliche Ausgangsleistung liefert. Der übliche Leistungsabfall, der sich bei niedrigen Gleichspannungen nicht vermeiden läßt, soll wenigstens bei niedrigen Wechselspannungen nicht in Erscheinung treten. Aber auch bei der Umschaltung auf niedrigere Gleichspannungen sollen die Verstärkungsziffern und die Aussteuerbarkeit der Röhren dadurch auf guten Werten gehalten werden, daß man die Schirmgitterspannungen auf dem günstigsten Wert beläßt. Um die gesteckten Ziele zu erreichen, war es erforderlich, den Empfänger mit einem ziemlich komplizierten Netzteil auszustatten.

Technische Daten

Der „Saba 336 GWL" wird nur für Allstrom gebaut, und zwar kann er an Gleich- und Wechselstromnetze von 110, 125, 150, 220 und 240 Volt angeschlossen werden. Er ist mit folgenden Röhren bestückt:

Hochfrequenzstufe	Fünfpol-Schirmröhre	CF 7,
Empfangsgleichrichter	Fünfpol-Schirmröhre	CF 7,
Endstufe	Fünfpol-Endröhre	CL 2.
Netzgleichrichter	Doppel-Einweg-Gleichrichter	CY 2.

Zum Schutz der Skalenlampen ist ein Urdox-Widerstand 1420 — 5 eingebaut.

Der Empfänger wird in einem Holzgehäuse geliefert, das durch eine breite senkrechte Zierleiste gewissermaßen in zwei Hälften geteilt ist: links befindet sich die Lautsprecheröffnung, rechts die gleich große Öffnung für die leicht schräg gestellte Großsichtskala, eine Tabellenskala mit senkrechten, nach Ländergruppen unterteilten Spalten. Vorn befindet sich lediglich der Knopf für die Lautstärkeregelung, rechts an der Seite die Knöpfe für die Abstimmung und für den Schalter (Netz- und Wellenbereichschalter). Der Abstimmknopf dreht den Kondensator mit etwa acht Umdrehungen des Knopfes durch; zieht man den Drehknopf ein Stückchen heraus, so ist ein „Schnellgang" eingeschaltet; jetzt sind etwa zwei Drittel Umdrehungen des Knopfes ausreichend, um den Kondensator von der einen in die andere Endstellung zu drehen. Der Empfänger besitzt veränderliche Rückkopplung und einen in drei Stellungen schaltbaren Klangfarbenregler (die Bedienungsgriffe für beide Einrichtungen liegen hinten) sowie Buchsen zum Einsetzen eines Sperrkreises. Wellenbereiche: 200 bis 600, 700 bis 2000 m; Leistungsverbrauch: bei Gleichstrom 110 Volt 33 Watt, 220 Volt 73 Watt; bei Wechselstrom 110 und 220 Volt rund 50 Watt.

Schaltungstechnik

Aus der Schaltung Abb. 1 erkennen wir, daß es sich um einen normal geschalteten Zweikreis-Dreiröhrenempfänger handelt, an den die Antenne durch eine Wellenschleuse (Dreiplattenkondensator) angekoppelt ist; die Hochfrequenzstufe und der Anodengleichrichter sind mit Fünfpol-Schirmröhren bestückt, werden also mit festem Arbeitspunkt betrieben. Der zweite Kreis ist an die Hochfrequenzstufe in üblicher Weise durch eine Drossel und einen kleinen Kondensator angekoppelt; zwischen Empfangsgleichrichter und Endstufe ist Widerstandskopplung vorhanden. Interesse verdient die Schaltung des Netzteiles:

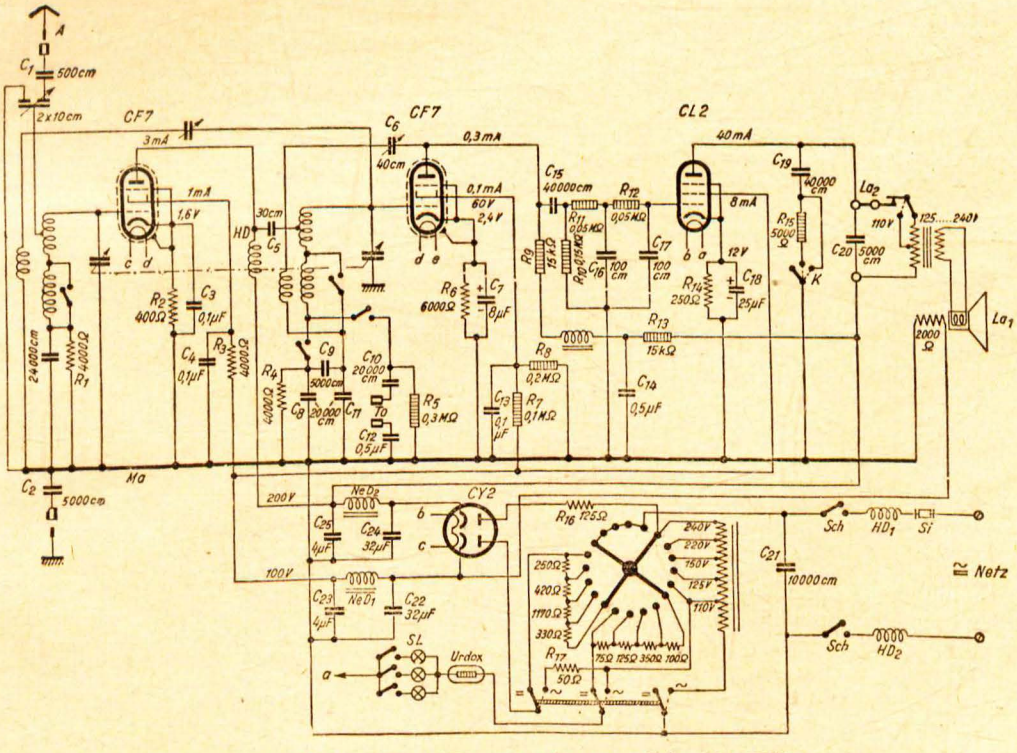


Abb. 1. Schaltung des Allstromempfängers „Saba 336 GWL"

Das Netz ist mit zwei Schalteinrichtungen verbunden, von denen die eine als Schaltstern, die andere als ein dreipoliger Umschalter bezeichnet werden kann. Mit dem Schaltstern stellt man die gerade vorhandene Netzspannung ein, mit dem dreipoligen Umschalter die Stromart (Gleich- oder Wechselstrom). Steht der Umschalter auf Wechselstrom, so ist ein Autotransformator eingeschaltet; durch ihn wird erreicht, daß diejenige Gleichrichterstrecke, die die Anodenspannug für die drei Röhren herstellt (in Abb. 1 ist es die obere), bei allen Wechselstrom-Netzspannungen die gleiche Spannung, nämlich etwa 240 Volt, bekommt. In dem Gerät findet nämlich eine Doppel-Einweg-Gleichrichterröhre Anwendung, die jedoch hier nicht zur Spannungsverdopplung gebraucht wird, sondern dazu, die Anodenspannungen einerseits und die Schirmgitterspannungen und die Spannung für die Lautsprecher-Feldspule andererseits durch getrennte Gleichrichterstrecken herzustellen. Die Schaltung ist nun so getroffen, daß die zweite Gleichrichterstrecke (in Abb. 1 die untere) nicht nur bei Wechselstrom-, sondern auch bei Gleichstromanschluß mit konstanter Spannung betrieben wird, und zwar dadurch, daß die Spannungsbeträge, die über 110 Volt hinausgehen, stets durch Vorschaltwiderstände aufgenommen werden (es sind die Widerstände 250, 420, 1170 und 330 Ω). So liegt also zwischen Anode und Kathode der unteren Gleichrichterstrecke bei beiden Stromarten und bei allen Netzspannungen konstante Spannung, d. h. aber nichts anderes, als daß auch die Schirmgitter der Röhren und die Lautsprecher-Feldspule bei allen Netzspannungen mit gleich hoher Spannung betrieben werden. Damit arbeiten die Röhren bei allen Netzspannungen im günstigsten Arbeitsbereich, und der Lautsprecher — der ja hier im Gegensatz zu anderen Allstromempfängern ein elektrodynamischer Typ ist — bekommt stets die volle Feldleistung.

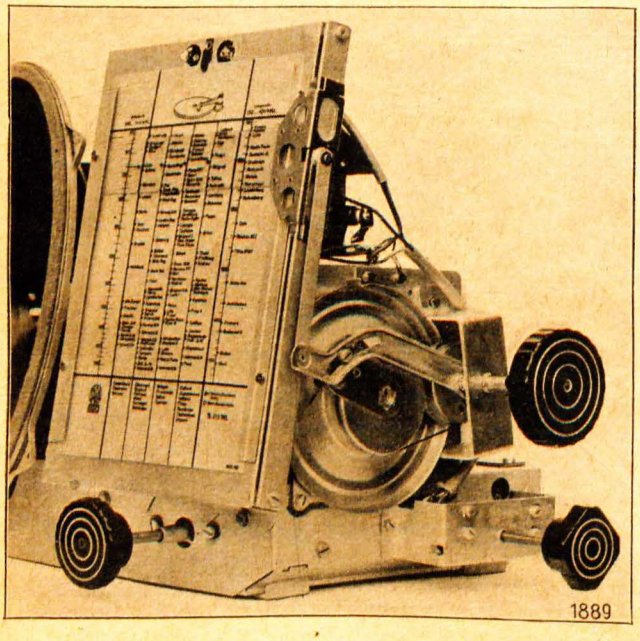


Abb. 2. Der Antrieb des Empfängers

Durch den Schaltstern wird also dreierlei geschaltet, 1. der Autotransformator, 2. die Vorwiderstände für die zweite (untere) Gleichrichterstrecke und 3. bei Gleichstrom die Vorwiderstände für die Heizung (bei Wechselstrom wird der zweite Heizpol durch den dreipoligen Umschalter an die Anzapfung 110 Volt des Autotransformators gelegt, so daß man auf die leistungsverzehrenden Vorwiderstände verzichten kann). Bei Gleichstrom dient der Autotransformator als zusätzliche Drossel, und zwar für die Gleichrichterstrecke, die die Anodenspannungen herstellt. Im übrigen hat jede Gleichrichterstrecke eine eigene Siebkette, die je aus einer Drossel NeD_1 und NeD_2 und den Kondensatoren von 32 und 4 µF bestehen. Im Heizstromkreis liegen schließlich die drei parallel geschalteten Skalenlampen und ein Urdox-Widerstand, der zu ihrem Schutz vorhanden ist.

In der Schaltung der Abb. 1 sind in der letzten Zeit noch einige Änderungen vorgenommen worden, und zwar wurde in die Zuleitung zur oberen Anode der Gleichrichterröhre eine Sicherung von 0,15 Amp. gelegt, in die Anodenleitung der CL 2, unmittelbar an der Anode angeordnet, kam ein Störschwingungen verhindernder Widerstand und schließlich wurden die Schalter *Sch* vom Netz aus gesehen vor die Drosseln HD_1 und HD_2 gelegt. Der Heizfadenanschluß e der zweiten Röhre ist schließlich als mit der Masse *Ma* des Gerätes verbunden zu denken.

Einzelheiten des Aufbaues

Saba verwendet in diesem Jahr erstmalig Eisenkernspulen; für den Mittelwellenbereich kommen die normalen Haspelkern-Spulen zur Anwendung, während für den Langwellenbereich Trolitul-Wickelkörper verwendet werden, in die ein zylindrischer Eisenkern — der gleichzeitig zum Abgleich dient — eintaucht. Die Spulen werden von Hartpapierplatten getragen; sie werden durch zylindrische Aluminiumbecher von 53 mm Durchmesser

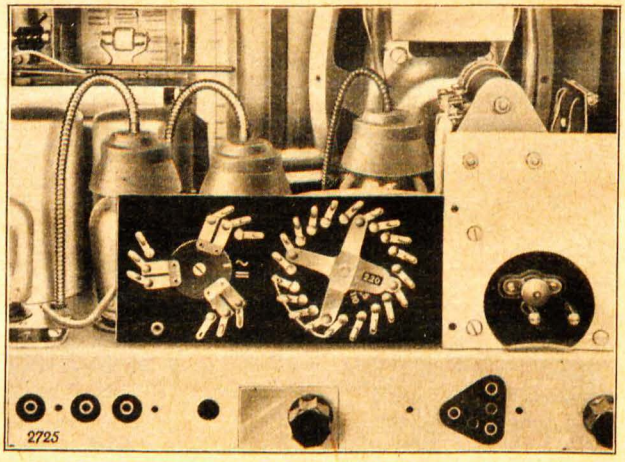


Abb. 3. Die Umschaltung für Gleich- und Wechselstrom und für verschiedene Netzspannungen

abgeschirmt. Durch den Übergang zu Eisenspulen ließen sich also bedeutende Platzersparnisse erzielen, denn bei Saba-Empfängern wurden mit Rücksicht auf möglichst geringe Dämpfung stets Abschirmtöpfe großen Durchmessers angewandt.

Der Zweigang-Drehkondensator steht mit seiner Achse parallel zur Frontseite des Gerätes. Auf seiner Achse sitzt eine Reibspule von etwa 120 mm Durchmesser mit umgebördeltem Rand, gegen den — von innen her — ein kleines Gummi-Reibrad drückt, das auf der Achse des Drehknopfes sitzt. Auf der Achse des Drehknopfes befindet sich schließlich noch eine Trommel von etwa 40 mm, die innen konisch ausgedreht ist und die sich im übrigen auf der Achse frei drehen kann. Mit der Achse ist aber ferner eine Außenkonusscheibe verstiftet, die in den Innenkonus der eben erwähnten Trommel hineinpaßt. Schließlich ist die Achse des Drehknopfes in der Längsrichtung um einige Millimeter verschiebbar, und außerdem sitzt auf der Kondensatorachse — mit der großen Reibscheibe ein Stück bildend — eine Trommel von etwa 58 mm, die mit der Trommel auf der Knopfachse durch ein Bronzeband verbunden ist. Auf der Knopfachse ist eine Feder angebracht, die die Konuskopplung im normalen Betriebszustand aus-

rückt. In diesem Zustand drückt die kleine Gummi-Reibscheibe auf der Knopfachse gegen die große Reibscheibe auf der Kondensatorachse, so daß der Antrieb stark untersetzt stattfindet. Zieht man jetzt aber den Drehknopf um einige Millimeter nach außen, so entfernt sich die kleine Gummireibscheibe von der großen Scheibe, dafür wird nun aber die Konuskupplung eingerückt, so daß die Knopfachse starr mit der Trommel auf ihrer Achse verbunden ist. In dieser „Schnellgang-Stellung" wird die Kondensatorachse etwa im Verhältnis 1 : 1 durch das Bronzeband angetrieben, das über die beiden Trommeln läuft. Abb. 2 zeigt den Antrieb in einer Seitenansicht.

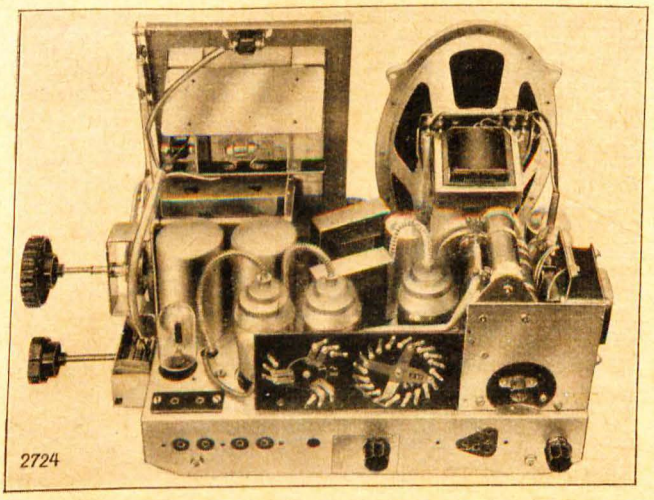


Abb. 4. Innenaufbau des Gerätes, von hinten gesehen Werkbilder

Der senkrecht von oben nach unten über die Skala gleitende Cellonschieber wird durch ein Gestänge von der großen Reibscheibe her bewegt; eine Kurvenführung sorgt dafür, daß die Sender möglichst gleichmäßig verteilt erscheinen.

Durch den Empfänger läuft in Längsrichtung eine Schaltwalze, die an drei Stellen aufgepreßte Amenit-Nocken besitzt, durch die Kontaktfedern betätigt werden. Am Ende der Achse ist der Netzschalter angebracht, dessen Knebel durch eine Kurvenscheibe geführt wird. Die Röhrenfassungen wie der Körper für die Hochfrequenzdrossel bestehen aus Trolitul, um die Verluste an allen Stellen des Gerätes möglichst klein zu halten.

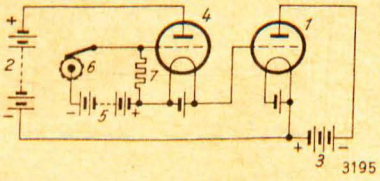
Abb. 3 gibt die Umschalteinrichtung wieder; links erkennen wir den dreipoligen Umschalter, rechts den Schaltstern. Beide Schalter sind nur nach dem Abnehmen der Rückwand zugänglich und nur umzulegen, wenn die Mittenschrauben mit einem Schraubenzieher gelöst werden. Eine unbeabsichtigte Umschaltung ist also nicht möglich. Die Stellung der Schalter ist von außen durch Schauöffnungen zu erkennen. Die Umschaltung dieses Empfängers ist also nicht ganz so einfach, wie bei manchen anderen Allstromempfängern; dafür brauchen aber keine Widerstände ausgewechselt zu werden, wenn man zu einer anderen Netzspannung übergeht, man braucht also keine Neuanschaffungen zu machen, und außerdem liefert das Gerät bei allen Wechselstrom-Netzspannungen tatsächlich die gleiche Leistung, die der eines gleichartig aufgebauten Wechselstromempfängers durchaus gleichzusetzen ist.

PATENTSCHAU

Barkhausen-Kurz-Schaltung für ultrakurze tonmodulierte Schwingungen

Nach der deutschen Patentschrift 612 371 Kl. 21a4 Gr. 17 (Telefunken).

Um beim Barkhausen-Kurz-Sender die Leistung weitgehend zu steigern und die Wellenlänge zu verkürzen, betreibt man ihn mit möglichst hohen Betriebsspannungen, soweit dies die thermische Belastung der Gitterelektrode zuläßt. Um Spannungen, die über dem normal zulässigen Belastungswert der Röhre liegen, benutzen zu können und dadurch eine weitere Steigerung der Leistung des Senders und der Verkürzung der Wellenlänge erreichen zu können, ohne eine baldige Zerstörung der Röhre herbeizuführen, wird der Gitterelektrode eine tonfrequent unterbrochene Gleichspannung zugeführt. Auf diese Weise ist der Sender immer nur kurze Zeit eingeschaltet und kann sich in dem stromlosen Intervall, in dem die Gitterelektrode unbelastet bleibt, wieder abkühlen. Die Schaltperiode des Senders kann vorteilhaft so hoch gewählt werden (z. B. 800 Hz),



daß das jedesmalige An- und Abschwingen des Senders auf der Empfangsseite als Modulationston gehört wird. Die Einschaltung der Gitterspannung in tonfrequentem Rhythmus erfolgt durch einen mechanisch bewegten Schalter etwa in Form eines Wagnerschen Hammers oder eines Kollektors mit Schleifbürste. Insbesondere empfiehlt sich die Verwendung bekannter Vakuumschalter oder die Zwischenschaltung einer nahezu leistungslos steuerbaren Elektronenröhre, um Funkenbildung und Korrosion der Kontaktstellen zu vermeiden.

Die Abb. zeigt eine Schaltung mit einer durch den mechanisch bewegten Schalter gesteuerten Elektronenröhre. 1 ist die in Bremsfeldschaltung arbeitende Senderöhre, 2 ihre Gitterbatterie, deren Stromkreis durch den Unterbrecher 6 mit Hilfe der Elektronenröhre 4 ein- und ausgeschaltet wird. Das Gitter der Steuerröhre 4 weist im unterbrochenen Zustand von 6 Kathodenpotential auf, wobei Emission eintritt, während diese im Schließungszustand von 6 abgeriegelt wird, so daß dann die Schwingungen des Senders 1 aussetzen. Vorteilhaft wählt man als Steuerröhre 4 eine Röhre mit großem Durchgriff, die auch beim Gitterpotential O genügende Emission aufweist. *L.*

Anordnung zur Inbetriebsetzung von Entladungsstrecken bei Netzanschlußgeräten

Nach der deutschen Patentschrift 603 501, Kl. 21a4 Gr. 35/30 (Stabilovolt, G. m. b. H.).

Um eine Entladungsstrecke, z. B. eine Glimmröhre, in Betrieb zu setzen, ist eine Zündspannung erforderlich, die größer ist als die eigentliche Betriebsspannung. Um die größeren Zündspannungen zu erhalten, hat man schon Einschaltspannungsstöße verwendet. Um diese noch künstlich zu erhöhen, wird ein Transformator primärseitig entweder parallel oder in Reihe zu der Entladungsstrecke geschaltet, und es wird außerdem ein Widerstand in Reihe zur Sekundärwicklung des Transformators gelegt, und zwar so, daß diese Reihenschaltung wiederum parallel zu der Entladungsstrecke liegt.

Gemäß Abb. 1 liegt in der Zuführungsleitung von der Netzklemme 1 zur Entladungsröhre *E* die Primärwicklung *P* des Transformators *Tr*. Die Sekundärwicklung *S* des Transformators liegt in Reihe mit dem Widerstand R_1

und mit diesem parallel zur Röhre E. Parallel zur Röhre E kann weiterhin ein Widerstand R_2 liegen, der den Stromkreis von der Netzklemme 1 über die Wicklung P zur Netzklemme 2 vervollständigt. Solche Zündwiderstände können je nach den verschiedenen Daten der Entladungsröhren notwendig sein oder auch fortgelassen werden. Wird die Netzspannung eingeschaltet, so ruft der Einschaltstromstoß in der Sekundärwicklung S des Transformators ebenfalls einen Stromstoß hervor. Die Dimensionierung des Transformators ist so gewählt, daß der Sekundärstromstoß so erhöht wird, daß die Entladungsstrecke E zündet. Sobald die Zündung erfolgt ist, ist der Stromverbrauch in dem Stromkreis der Sekundärwicklung S sehr gering, da der Widerstand der Röhre E sehr klein gegenüber dem Widerstand R_1 ist.

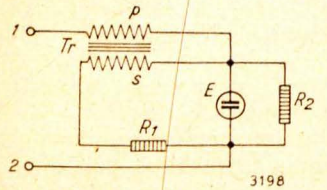


Abb. 1

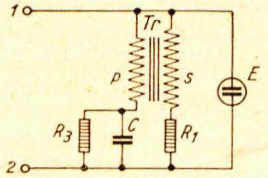


Abb. 2

Bei der Anordnung der Abb. 2 wird der Ladestromstoß eines Kondensators mitausgenutzt. Dieser Kondensator C liegt in Reihe mit der Primärwicklung P des Transformators, und beide liegen parallel zu den Netzklemmen 1 und 2. R_3 ist ein Entladungswiderstand für den Kondensator C. Auf diese Weise kann der Einschaltstromstoß für die Zündung der Röhre E noch weiter erhöht werden.

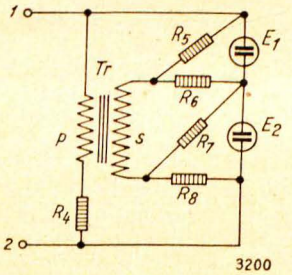


Abb. 3

Abb. 3 zeigt eine Schaltanordnung, durch die zwei in Reihe liegende Röhren E_1 und E_2 gezündet werden sollen. Es ist hier eine Widerstandsanordnung vorgesehen, die alle Entladungsröhren zwecks Zündung parallel zur Sekundärwicklung des Transformators schaltet, während die Röhren im Normalzustand hintereinander liegen. Diese Wirkungsweise rührt daher, daß nach Zündung der Entladungsstrecken E_1 und E_2 die Nebenkreise über die Widerstände R_5—R_8 nicht mehr ins Gewicht fallen, da sie hochohmig gegenüber den Entladungsstrecken sind. *L*

Sendeanordnung zur Blindlandung von Flugzeugen

Nach der deutschen Patentschrift 608 440, Kl. 21 a 4 Gr. 48/05 (Telefunken)

Zur Leitung von Flugzeugen beim Landen längs einer zum Landungsplatz unter einem kleinen Winkel geneigten Linie läßt man von einem bestimmten Ort des Landungsplatzes ein oder mehrere benachbarte Strahlenbündel unter einem bestimmten Winkel ausgehen. Würde man dabei den Sender an der Stelle des Landungsplatzes aufstellen, von wo die Strahlenbündel vom Boden aus ausgehen sollen, so besteht die Gefahr, daß das landende Flugzeug den Teilsender überrennt und zerstört.

Um dies zu verhindern, wird an der Stelle des Flugfeldes, von der das Strahlenbündel ausgehen soll, ein Bodenspiegel angeordnet, der von einem außerhalb des Flugfeldes stehenden Sender unter einem Winkel angestrahlt wird, so daß er die Strahlen vom Boden unter demselben Winkel in die Luft zurückwirft. Als Bodenspiegel kann man Metallreflektoren benutzen und unter Umständen sogar die Bodenfläche selbst, wenn sie geeignet beschaffen ist.

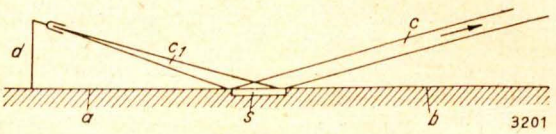


Abb. 1

In Abb. 1 ist s der Bodenspiegel und d der Sender, der am Rande des Landungsplatzes aufgestellt ist. c_1 ist das Leitstrahlenbündel, welches vom Sender ausgehend auf den Spiegel s fällt und von diesem als Bündel c reflektiert wird.

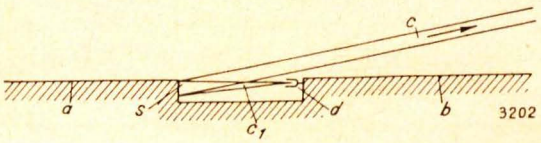


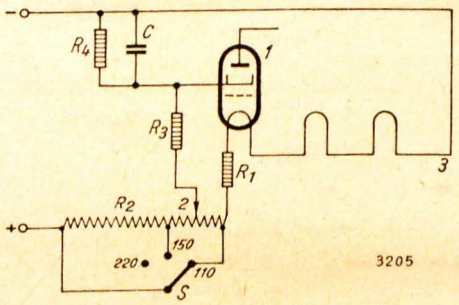
Abb. 2

Eine andere Möglichkeit ist in Abb. 2 dargestellt. Hier ist der Sender d unter der Erdoberfläche in einer geeigneten Grube angeordnet und ebenso der Spiegel s. Der letztere ist unter einem geeigneten Winkel orientiert. Diese Grube kann sogar mitten auf dem Landungsplatz liegen, wenn sie durch ein genügend festes Material, am besten durch ein Dielektrikum, ganz oder teilweise überdeckt oder ausgefüllt wird. *L.*

Netzempfänger, insbesondere Superheterodynempfänger zum Anschluß an Netze verschiedener Gleichspannung

Nach der deutschen Patentschrift 116 808 Kl. 21 a 4 Gr. 35/11 (Telefunken)

Um den Empfänger umschaltbar zu machen, wird die für die Größe der Schwingamplituden des Überlagerers maßgebende Betriebsspannung von einem Kreis konstanter Stromstärke, z. B. vom Heizstromkreis, abgegriffen.



In der Abbildung ist 1 die Schwingröhre, z. B. eine Schirmröhre, deren Heizfaden zusammen mit den Heizfäden der anderen nichtgezeichneten Röhren in Reihe mit Widerständen R_1 und R_2 am Gleichstromnetz liegt. Das Schirmgitter ist über den Widerstand R_3 mit einem Punkt des Widerstandes R_2 verbunden und ferner über den Kondensator C und den Parallelwiderstand R_4 mit dem negativen Pol. Durch den Umschalter S kann ein Teil des Widerstandes R_2 kurzgeschlossen werden, so daß für die Röhren immer derselbe Heizstrom hergestellt werden kann. Damit bleibt das Spannungsgefälle zwischen den Punkten 2 und 3 und folglich auch die Schirmgitterspannung konstant. Durch den Spannungsteiler R_3 und R_4 kann die Schirmgitterspannung auf den richtigen Wert eingestellt werden, und außerdem können kleine Änderungen durch den Schieber 2 eingestellt werden.

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. — DA I. Vj. 1936 = 8300. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G. Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 88378, Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung. — Nachdruck sämtlicher Artikel verboten

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

1. Juni 1936 Heft 11

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungskosten von 1 Pfg. enthalten. Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Empfindliches Röhrenvoltmeter mit stabilisierten Stromquellen

Von **Heinz Boucke**

Der nachfolgenden Bauanleitung liegt eine von O. Limann an anderer Stelle [1]) veröffentlichte Schaltung zu Grunde. Weitere ähnliche Schaltungsvorschläge wurden von dem gleichen Verfasser unlängst [2]) eingehend erörtert, so daß sich dieser Aufsatz im wesentlichen auf die praktische Seite beschränken kann. Für die Leser, denen die genannten Aufsätze nicht vorliegen, sei das wichtigste daraus wiederholt:

Es handelt sich um ein einstufiges Röhrenvoltmeter mit Gittergleichrichtung (Audionschaltung), bei dem eine Batterieröhre geringen Stromverbrauchs benutzt wird. Der Heizstromverbrauch von 60 mA ermöglicht es, die Röhre aus einer Netzanode mit Glimmlicht-Stabilisation zu heizen. Gegenüber der Heizung durch Batterien besteht infolgedessen eine wesentlich höhere Stromkonstanz, da die Spannung einer Batterie bekanntlich vom Grad ihrer Entladung mehr oder weniger stark abhängt. Ferner ergibt sich so eine stete Betriebsbereitschaft der Meßeinrichtung, da man unabhängig von der Wartung irgendwelcher Batterien ist. Abgesehen davon, daß Batterieröhren infolge ihres geringen Heizstrombedarfs ohne weiteres eine Heizung aus stabilisierten Stromquellen zulassen, was bei indirekt geheizten Röhren auch bei Benutzung von Eisenwasserstoff-Widerständen nicht in dem Maße der Fall sein kann, liegt der Hauptvorteil der direkt geheizten Batterieröhren in Meßgeräten vor allem in der erheblich größeren Konstanz der Emission, die bei indirekt geheizten Röhren infolge der viel größeren Wärmeentwicklung unter merklichen Unstabilitäten — konstanter Heizstrom vorausgesetzt — zu leiden hat. Dazu kommt, daß die Haltbarkeit der Emissionsschicht bei Batterieröhren im allgemeinen beträchtlich größer ist als bei den indirekt geheizten Kathoden der Netzröhren.

Diese den Batterieröhren bei Verwendung in Meßgeräten eigenen Vorteile sind so groß, daß die geringere Steilheit gern in Kauf genommen wird. Die Meßgenauigkeit der Anordnung wird weiter dadurch erhöht, daß auch der Anodenstrom aus der stabilisierten Stromquelle entnommen wird, wobei infolge einer reflexmäßigen Ausnutzung des Stabilisators die Anodenspannung des Audionvoltmeters auf ca. 0,01 % der Netzspannungsschwankungen konstant gehalten wird. Da ferner die elektrische Bemessung der Gittergleichrichtung infolge Anwendung gut isolierter Röhrenfassungen aus Trolitul, eines hochwertigen Gitterkondensators und eines Gitterableitwiderstandes von 20 MΩ besonders günstig ist, entstand so ein Meßgerät, dessen Empfindlichkeit und Meßgenauigkeit im Vergleich zu älteren Ausführungen einstufiger Röhrenvoltmeter ungewöhnlich groß sind. Die Grenzempfindlichkeit beträgt etwa 15 Millivolt; die Genauigkeit im Bereich größerer Bruchteile eines Volt liegt bei ± 0,7 Millivolt. Auch als Milliamperemeter läßt sich das Röhrenvoltmeter verwenden, indem der Spannungsabfall an einem kurzen Stück dünnen Widerstandsdrahtes von bekanntem Ohmwert gemessen wird. Hierbei lassen sich, wenn man Widerstände etwa von der Größe der bekannten Thermoelemente anwendet, Ströme von $^1/_{10}$ mA noch sicher erfassen.

Der Aufwand an Bauteilen ist wegen des notwendigen Strombedarfs von 60 mA gereinigten und stabilisierten Gleichstroms bei einer Spannung von mehreren hundert Volt nicht gering. Um den Bau für die Zwecke des Amateurs lohnender zu gestalten, wurde eine universelle Verwendung des Geräts als stabilisierte Netzanode vorgesehen, was durch Umlegen eines sechspoligen Schalters bewirkt wird. Dieser Schalter ist in Abb. 1 in seiner Stellung für den Betrieb des Röhrenvoltmeters eingestellt. Außerdem ist es erforderlich, den Glimmlichtstabilisator bei der Umstellung auf die Verwendung des Geräts als Netzanode gegen einen anderen auszuwechseln, damit vermieden wird, daß die Strecke B3/B2 des Stabilisators abwechselnd in verschiedener Stromrichtung benutzt wird.

Wenn das Gerät von seinem Erbauer mehr als Netzanode, denn als Meßanordnung gebraucht wird, und wenn es dort starker Benutzung unterliegt, so ist die Verwendung einer zweiten Gleichrichterröhre für diesen Zweck angebracht, damit sich der erhöhte Spannungsabfall an der schon verbrauchten Gleichrichterröhre nicht trotz der Stabilisierung nachteilig auf die Eichung des Meßgeräts auswirkt. Wer an der Umschaltung auf Betrieb als Netzanode nicht interessiert ist, läßt die dazu erforderlichen Schaltelemente fort, wodurch sich vor allem die Verdrahtung nicht unwesentlich vereinfacht.

Damit trotz der doppelten Anwendungsmöglichkeit und trotz der dazu notwendigen zahlreichen Knöpfe und Anschlüsse keine Verwechslungen auftreten können, wurden

[1]) Ein Röhrenvoltmeter für Netzbetrieb von O. Limann. Zeitschrift für Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, 45, 1935, Nr. 2.
[2]) Batterieröhren für Meßeinrichtungen im Netzanschlußbetrieb. Von O. Limann. Funk 1935, Heft 22, Seite 707.

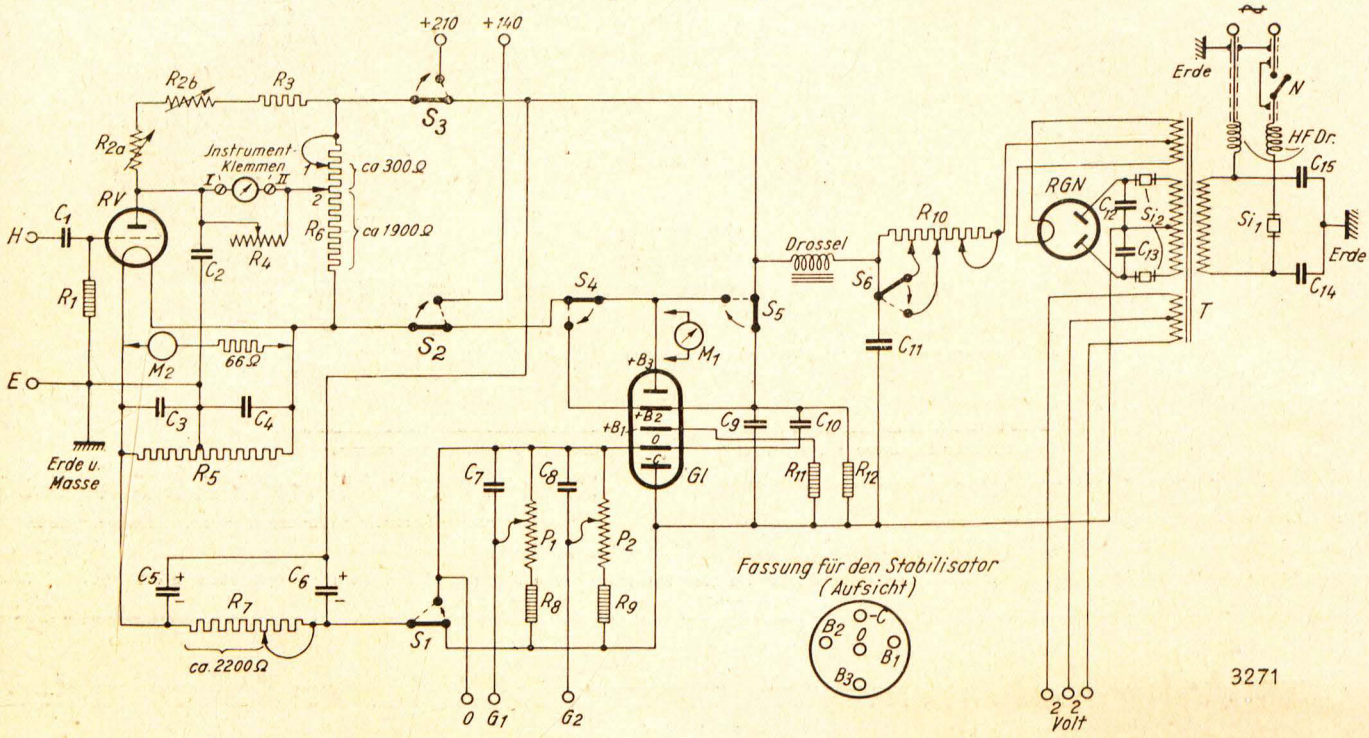


Abb. 1. Schaltung des als Netzanode umschaltbaren Röhrenvoltmeters. Der Heizstrom ist einmal, die Anodenspannung zweimal stabilisiert. (Wegen der Bezeichnungen siehe Stückliste und die anderen Abbildungen.) Die beiden Meßinstrumente M_1 und M_2 (+ Vorwiderstand 66 Ohm) sind nur während des Abgleichs notwendig

die Bedienungsknöpfe und Anschlüsse nach ihrem Verwendungszweck in zwei Gruppen unterteilt; die Knöpfe der einen Gruppe wurden auf der Frontseite, die der anderen auf der Rückwand des metallenen Aufbaugestells angeordnet. Vorn befinden sich — siehe Abb. 10 — außer dem Netzschalter die Drehknöpfe zur Einstellung der Brücke und die Anschlüsse für die zu messende Spannung und für das Meßinstrument. Auf der Rückseite (Abb. 9) liegen die Anschlüsse für die Abnahme der Anoden- und Gitterspannungen nebst den beiden Gitterspannungsreglern und dem Umschalter.

Der Aufbau des Meßgeräts

Zum Aufbau wird ein im Handel erhältliches Gestell aus Aluminium verwendet. Da die Drossel und der Transformator ziemlich schwer sind, ist es zweckmäßig, die nur umgebogenen Seitenwände des Gestells durch verschraubte Metallwinkel miteinander zu verbinden. Über die Anordnung der Teile geben die Abbildungen in Verbindung mit der Schaltung (Abb. 1) und der Stückliste Aufschluß. Die beiden Elektrolytkondensatoren C_5/C_6 werden auf dem Grundbrett isoliert befestigt. Die Montage des erwähnten sechspoligen Umschalters muß vor der Befestigung der darüber befindlichen Becherkondensatoren $C_2/C_9/C_{10}/C_{11}$ erfolgen (vgl. 4 und 6). Seine Befestigungsschrauben können für die Becherkondensatoren mitbenutzt werden. Der Umschalter ist aus drei Teilschaltern von je 2 mal 3 Kontakten zu einem Aggregat zusammengesetzt. Er ist seiner Konstruktion nach für den ihm hier zugewiesenen Zweck der Strom- und Spannungsumschaltung an sich nicht bestimmt, vielmehr für Hochfrequenz- und Schwachstromzwecke. Da seine Isolation und seine sonstige Ausführung jedoch sehr gut sind, konnte er für diese Zwecke mangels eines geeigneten Netzschalters grundsätzlich Anwendung finden. Um aber zu

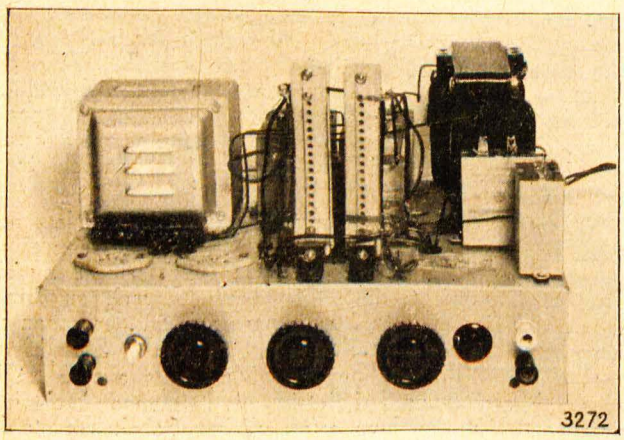


Abb. 2. Das Gerät von vorn. Links die Klemmen für das Anzeigeinstrument, in der Mitte die beiden Regler für Grob- und Feineinstellung der Nullage und der Ausschalter mit Vorwiderstand für das Instrument, ganz rechts die Klemmen H und E für die Hochfrequenz

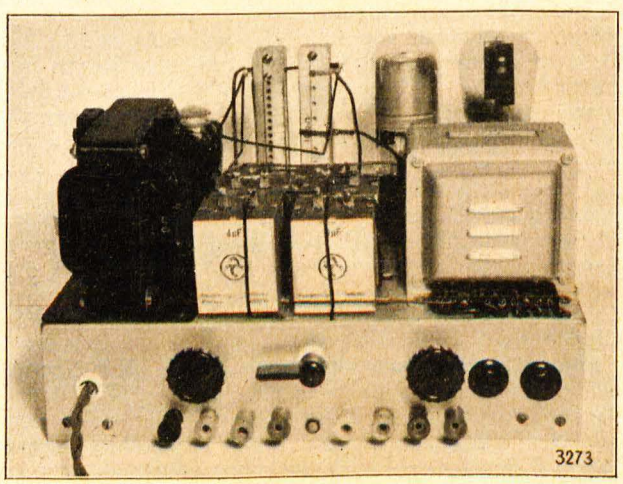


Abb. 3. Das Gerät von hinten mit Röhrenbestückung. Unten die Anschlüsse für Abnahme der Anoden-, Gitter- und Heizspannungen bzw. Ströme. Darüber in der Mitte der Umschalter, seitlich davon die beiden Gitterspannungsregler

vermeiden, daß die Kontakte durch Schaltfunken beschädigt werden, ist es ratsam, die Umschaltung nicht während des Betriebes vorzunehmen, sondern zunächst den Netzschalter zu bedienen.

Eine Abweichung von den in der Stückliste angegebenen Werten bzw. von den bei dem beschriebenen Muster verwendeten Teilen sollte man gerade in diesem Fall tunlichst vermeiden. Besonders sollen die Prüfspannungen der Kondensatoren nicht unterschritten werden, damit nicht die für ein Meßgerät so sehr wichtige Betriebssicherheit und Konstanz der Betriebsbedingungen verloren geht.

Für die Widerstände R_{2a}, R_{2b} und R_4, die zur Einregelung der Brücke und zur Einschaltung des Anzeigeinstruments dienen, wurden Ausführungen mit sogenannten Taumelscheiben als Kontaktgeber verwendet, bei denen ein Abschleifen und eine Lockerung der Widerstandswicklung trotz guten Kontakts sicher vermieden wird. In Abb. 6 ist zu erkennen, daß für die Abnahme der Gittervorspannungen Dreh-Spannungsteiler normaler Ausführung eingebaut wurden, die gerade vorrätig waren. In der Stückliste sind dafür Spannungsteiler mit Taumelscheiben angegeben. Bei der Montage derselben ist

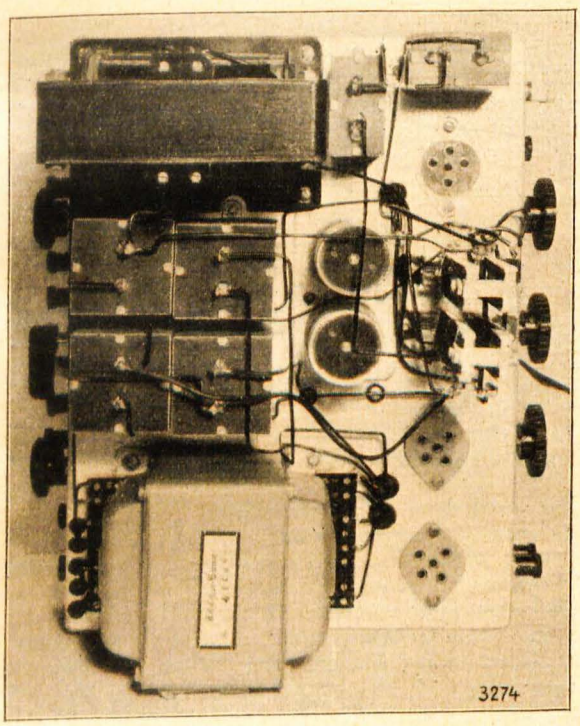


Abb. 4. Das Gerät von oben (vgl. Abb. 5)

sorgfältig darauf acht zu geben, daß die Kontaktstreifen nicht beschädigt werden, da schon eine leichte Knickung im federnden Blech bei der Einstellung zu sprunghaften Änderungen der Spannung führt. Die Spannungsteiler haben keine isolierte Achse und müssen daher entweder unter Zuhilfenahme isolierter Durchführungen, oder — wie in Abb. 6 zu erkennen — unter Zwischenfügung eines Haltebretts aus Isolierstoff mit dem Gestell verbunden werden.

Die vier Widerstandsstreifen R_5, R_6, R_7 und R_{10} sind in Paaren zu zweien unter Benutzung der dafür erhältlichen Aufbauschrauben und Klemmen zwischen der Glimmröhre und der Audionröhre senkrecht auf dem Gestell anzuordnen. Die beiden Widerstände zu je 2500 Ohm sind bis 130 mA belastbar, reichen also für die etwa 60 mA betragende Heizstromstärke aus, wobei sie sich im Betrieb etwa auf 30 bis 50 Grad erwärmen. Bei einer solchen Temperatur ist die Neigung zur Oxydbildung, die im Verlauf der Zeit zu einer Widerstandsänderung führen würde, noch sehr gering. Um aber auch in dieser Hinsicht vorzubeugen, wäre es vielleicht angebracht, die Widerstände zu 2500 Ohm aus zwei Teilwiderständen zu 1000 und 1500 Ohm zusammenzusetzen. In diesem Fall müssen die Sockel der Glimmlichtröhre und der Audionröhre etwas weiter auseinander angeordnet werden, um für die beiden zusätzlichen Widerstandsstreifen Platz zu schaffen[3]).

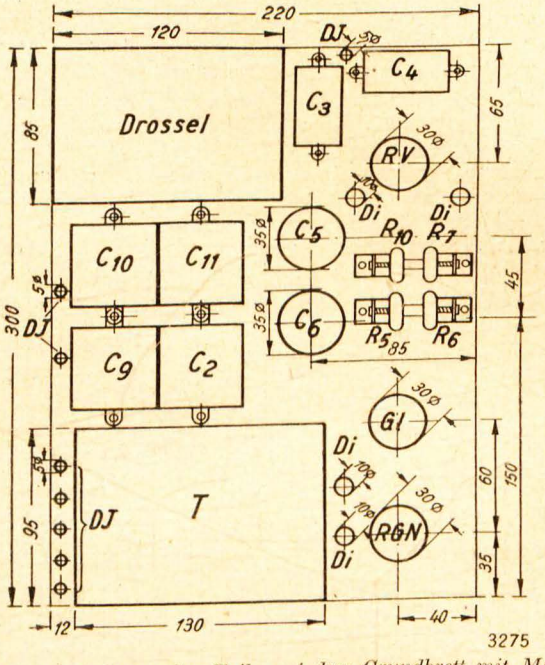


Abb. 5. Anordnung der Teile auf dem Grundbrett mit Maß- und Bohrangaben

Von besonderer Bedeutung für die Empfindlichkeit der Meßanordnung ist die Beschaffenheit der Röhrenfassung und der beiden Elemente der Audiongleichrichtung, des hochohmigen Ableitwiderstandes (dessen Eigenkapazität möglichst gering sein soll) und des Gitterkondensators (der einen sehr hohen Isolationswiderstand aufweisen muß). Der in das

[3]) Der Stromverbrauch läßt sich durch Verwendung der neuen 2-Voltröhre KF 4 (Fünfpolschirmröhre) auf 50 mA verringern, wobei das Schirmgitter mit der Anode zu verbinden ist. Diese Röhre war z. Zt. des Baues dieses Meßgeräts noch nicht erhältlich.

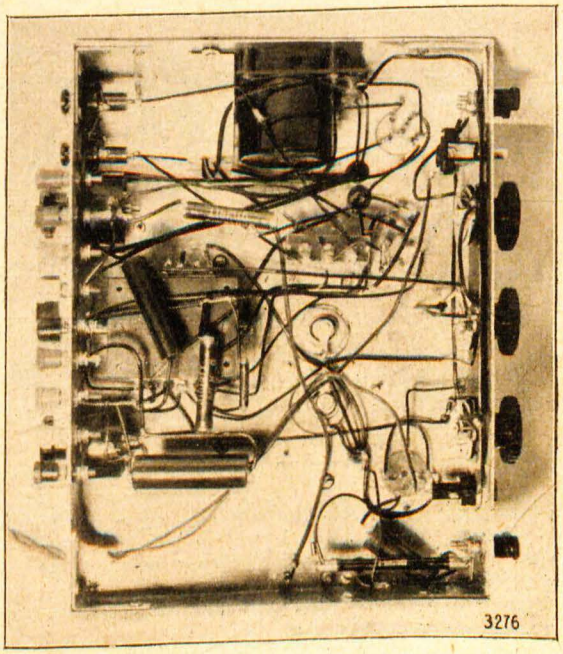


Abb. 6. Das Innere des Aufbaugestells (vgl. Abb. 7)

Mustergerät eingebaute Hochohmwiderstand von 20 MΩ ist mit 9 cm Länge etwa dreimal so lang wie ein normaler Hochohmwiderstand, und er besitzt daher zwischen seinen weit auseinander liegenden Enden eine entsprechend kleine Eigenkapazität. Als Fassung wurde eine solche aus Trolitul gewählt. Wenn diese in 4poliger Ausführung nicht erhältlich ist, so verwende man eine 5polige Fassung, bei der man den mittleren Kontakt entfernt. Das geht besonders dann sehr leicht, wenn man den Kontakt mit einem Lötkolben kurzzeitig erwärmt, so daß das Trolitul weich wird.

Die Verdrahtung wird zweckmäßig vom Umschalter ausgehend begonnen. Zur Verbindung der auf dem Gestell angeordneten Einzelteile mit den in ihm selbst untergebrachten Schaltelementen ist das Grundbrett an den in den Abb. 4 und 6 sichtbaren Stellen mit Durchführungen *DJ* und *Di* ausgestattet, die dort, wo Spannung gegen Masse besteht, mit Isolierfassungen zu versehen sind, da erfahrungsgemäß die scharfen Kanten der Lochwandung die dünne Isolierhülle des Schaltdrahts leicht beschädigen.

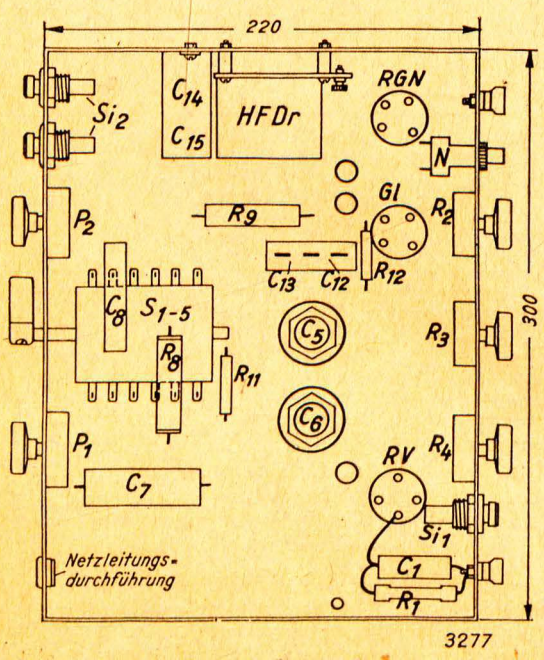


Abb. 7. Anordnung der Teile im Innern des Gestells mit Maß- und Bohrangaben

Bei den hier verwendeten Sicherungen handelt es sich um eine noch wenig bekannte neuere Ausführung nach Art der Zählersicherungen. Diese sind außerordentlich praktisch, da sie völlig berührungssicher eingebaut sind und doch jederzeit von außen her ersetzt werden können. Als Anschlüsse wurden durchweg Apparateklemmen benutzt, die Schraub- und Steckbefestigung gestatten[4]). Von ihnen ist die Eingangsklemme *H* zur Anschaltung der Hochfrequenz besonders sorgfältig zu isolieren. Um kapazitive und ohmsche Verlustströme nach Möglichkeit zu verringern, wird die Klemme auf einem Trolitulstreifen montiert, der seinerseits so an das Blech des Gestells geschraubt wird, daß die Klemme inmitten einer etwa 20 mm Durchmesesr betragenden Aussparung des Blechs sitzt (siehe Skizze Abb. 8 b).

Wenn das Meßgerät mit Meßsendern größerer Leistung zusammenarbeiten soll, so wird es sich wahrscheinlich als notwendig erweisen, die Anordnung — zumindest aber den Hochfrequenzteil — elektrisch abzuschirmen. Das wird ganz besonders dann erforderlich sein, wenn der Meßsender selbst nicht genügend abgeschirmt ist und wenn er sich in der Nähe des Röhrenvoltmeters befindet. Am einfachsten ist es, die Abschirmung durch ein Metallgehäuse vorzunehmen, das nur die Aussparungen für die Anschlüsse und Bedienungsgriffe enthält, im übrigen aber allseitig geschlossen ist. Statt dessen kann aber auch wie im vorliegenden Fall ein Holzgehäuse benutzt werden (Abmessungen siehe Abb. 11

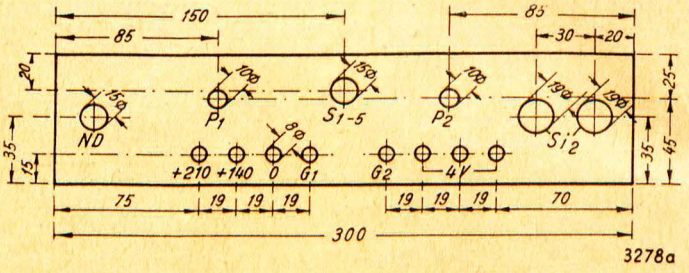


Abb. 8a. Bohrplan der Rückwand des Gestells (vgl. Abb. 3 und 9)

und 12), wobei die Abschirmung entweder durch Bekleiden des Gehäuseinneren durch Metallfolie erreicht wird, oder durch unmittelbare Abschirmung des Hochfrequenzteils. In letzterem Fall ist die Röhre mit einem oben geschlossenen Metallzylinder zu umgeben, der am Grundbrett festgeschraubt wird. Ausreichend ist jedoch meist schon, die Röhre einschließlich äußerer Sockelwandung mit dünner Metallfolie zu bekleben, die durch ein angeschraubtes oder ver-

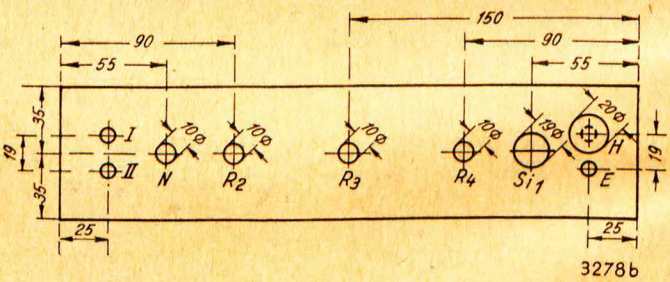


Abb. 8b. Bohrplan der Vorderwand des Gestells (vgl. Abb. 2 und 10)

drilltes und dann zusammengelötetes Stück Litze mit dem metallenen Aufbaugestell und damit mit der Erde verbunden wird. Außerdem kann es u. U. bei starker Streuung des Meßsenders notwendig sein, innerhalb des Gestells an dem Gitterkondensator und Ableitwiderstand sowie an den Leitungen vom Kondensator zum Gitter und zum Anschluß H eine Abschirmung vorzunehmen. Wegen der hierdurch bedingten Kapazitätserhöhung zwischen Gitter und Kathode

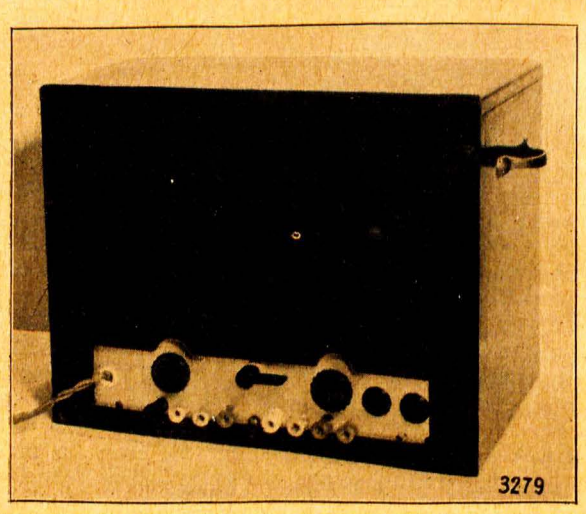


Abb. 9. Das fertige Gerät im Holzgehäuse. Die Rückansicht läßt die Ventilationsöffnungen erkennen

[4]) Es hat sich später im Betrieb herausgestellt, daß die Apparatklemmen infolge der Glätte der Isolierringe und der Frontplatte sehr fest angezogen werden müssen, soll genügender Halt erreicht werden. Günstiger erscheint es daher, die Apparatklemmen auf gesonderten Isolierbrettchen zu montieren, die ihrerseits mit der Frontplatte durch Schrauben verbunden werden.

wählt man besser den erstgenannten Weg, das Gerät insgesamt durch ein Metallgehäuse abzuschirmen. Schließlich kann es sich noch als vorteilhaft erweisen, die Anschlußklemme H gleichfalls mit einer Abschirmung zu versehen. Dazu genügt eine Umkleidung der Klemme mit einem Stück zylindrischen Metallrohres (Innendurchmesser 20 mm), das am Gestell festgeschraubt ist und einige Millimeter über die Klemme hinausragt. Allerdings sind dann Schraubanschlüsse bei dieser Klemme nicht gut durchzuführen.

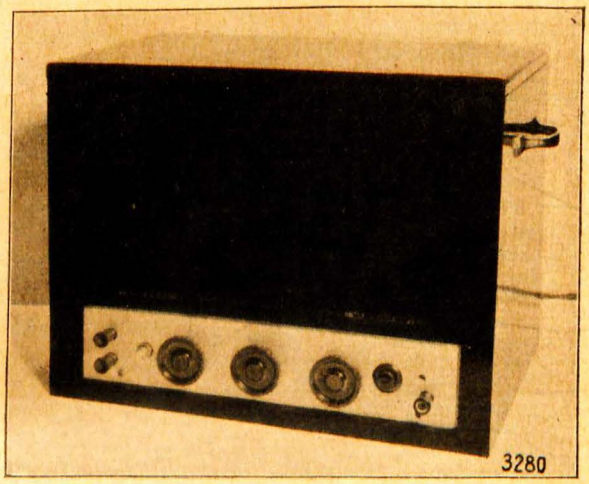


Abb. 10. Das Gerät mit Gehäuse, von vorn gesehen. Die Vorderseite des Gehäuses kann an den im Bilde sichtbaren Scharnieren zwecks leichten Auswechselns der Glimmröhre und eventuell der Gleichrichterröhre (für Verwendung als Netzanode wichtig) nach vorn herausgeklappt werden

Um zu vermeiden, daß Hochfrequenz vom Netz her in den Apparat gelangt, was bei Verwendung netzbetriebener Meßgeneratoren an sich leicht möglich wäre, wurde der Eingang von der Netzseite her durch Hochfrequenzdrosseln und Störschutzkondensatoren hochfrequenzmäßig isoliert. Außerdem liegen Kathode und Anode der Audionröhre hochfrequenzmäßig an Erde. Um diesen Störschutz voll wirksam zu machen, sind ferner die Netzleitung von ihrem Eintritt in das Geräteinnere ab bis zum Netzschalter N und zur Sicherung Si_1, sowie die zu den Hochfrequenzdrosseln führenden Leitungen in geerdetem Abschirmkabel zu verlegen.

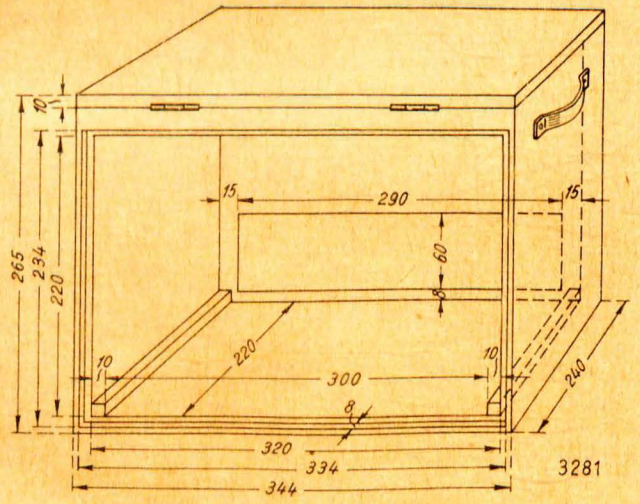


Abb. 11. Abmessungen des Holzgehäuses

Bei der Anfertigung des Gehäuses ist darauf zu achten, daß genügend Ventilationsöffnungen vorhanden sind, denn das Gerät entwickelt wegen seines Leistungsverbrauchs von 50 Watt im Betrieb eine ganz ansehnliche Wärme. Bei dem vorliegenden Gerät wurde die Rückwand des Holzgehäuses, wie aus Abb. 9 und 12 ersichtlich, mit zahlreichen dicht beieinander liegenden Öffnungen mittlerer Größe ausgestattet. Statt dessen kann die gesamte Rückwand aus einem feinmaschigen Drahtnetz bestehen. Diese Lösung ist besonders für Geräte mit allseitiger Abschirmung anzuraten, weil dabei die Abschirmung in keiner Weise unterbrochen ist.

Die Inbetriebnahme

Vor der Inbetriebnahme vergewissere man sich in üblicher Weise von der Richtigkeit der Schaltungsverlegung, wobei dem Umschalter und den richtig zu polenden Elektrolytkondensatoren besondere Beachtung zu schenken ist. Es ist ratsam, das Gerät zunächst in seiner Eigenschaft als Netzanodengerät zu prüfen, da hier nur ein einziger Widerstand, nämlich der Vorwiderstand R_{10}, abzugleichen ist und das richtige Arbeiten als Netzanode ferner die etwaige Fehlersuche in der Schaltung als Röhrenvoltmeter sehr erleichtert. Vor dem Einschalten des Netzstroms ist es unbedingt notwendig, in die Verbindungsleitung zum Kontakt B_3 des Glimmlampen-Stabilisators ein Milliamperemeter M_1 (Abb. 1) mit einem Meßbereich von 50 mA zu legen, um an Hand dieses Instruments durch Einregelung des Kontaktes 2 am Widerstand R_{10} = 1000 Ohm den Querstrom der Glimmstrecke auf den Höchstwert von 40 mA einzu-

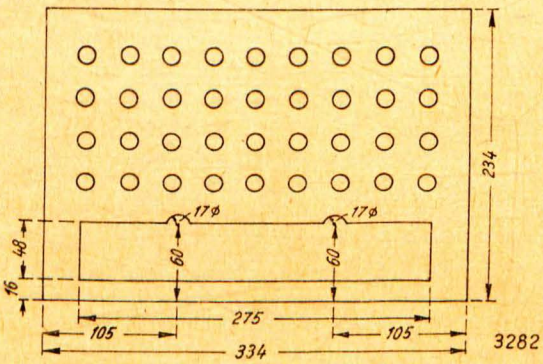


Abb. 12. Maße der in das Gehäuse einsetzbaren Rückwand mit Luftlöchern

stellen. Danach erfolgt die Messung der beiden Anodenspannungen zu 140 und 210 Volt. Die Kontrolle der Gitterspannungen ist mit einem Instrument geringen Eigenverbrauchs vorzunehmen, dessen Widerstand bedeutend größer sein muß als der am Spannungsteiler abgegriffene Widerstand, um keinen Spannungsverlust zu erhalten. Will man die Spannungen genau bestimmen und eventuell die Knöpfe der Dreh-Spannungsteiler eichen, so benutzt man dazu zweckmäßig ein über einen Widerstand von mehreren hunderttausend Ohm angeschaltetes hochempfindliches Galvanometer oder ein einfaches Röhrenvoltmeter mit Anodengleichrichtung.

Die Prüfung des Geräts als Voltmeter erfolgt, nachdem man den Stabilisator ausgetauscht und den Umschalter in die entsprechende Lage gebracht hat. Zuerst wird die Heizstromstärke, die etwa 60 mA betragen soll, an den beiden Widerständen R_6 und R_7 sowie am Abgriff 1 des Widerstandes R_{10} eingeregelt. Zu diesem Zweck wird die Audionröhre zunächst durch ein Milliamperemeter M_2 mit einem Meßbereich von etwa 100 mA ersetzt, dem man einen Festwiderstand von etwa 66 Ohm (= dem Widerstand des Heizfadens) vorschaltet. Das Milliamperemeter zur Beobachtung des Querstroms der Strecke B_3/B_2 muß dabei unbedingt miteingeschaltet sein. Das Abgleichen der Widerstände hat nämlich so zu erfolgen, daß bei einer Heizstromstärke von 60 mA der Streckenquerstrom B_3/B_2 einen Wert von etwa 15 mA annimmt. Diese Bedingung erschwert die Abgleichung, da meist die Änderung eines der drei Widerstände R_6, R_7 und R_{10} eine Mitänderung der beiden anderen erforderlich macht. Bei dem vorliegenden Gerät war die richtige Einstellung bei den in der Schaltung

angegebenen Widerstandswerten vorhanden. Da sich bei den benutzten Widerständen die Widerstandswerte proportional der Länge des gewickelten Widerstandsstreifens verhalten, kann man die ungefähre Einstellung der Werte bei ausgeschaltetem Gerät zunächst mit dem Maßstab vornehmen. Wichtig ist, daß nach dem Einschalten überhaupt ein Strom in der erwarteten Größenordnung fließt. Zündet die Glimmlampe nicht, was an ihrem Dunkelbleiben zu erkennen ist, so überzeuge man sich unter Verwendung eines Voltmeters davon, ob an den Glimmstrecken B_2/—C die Zündspannung von 210 Volt vorhanden ist. Infolge der Verwendung der Glimmstrecke B_3/B_2 in der gegenüber der üblichen Verwendung umgekehrten Richtung hat bei dieser Strecke die Zündspannung statt 70 Volt einen um 10 bis 20 % höheren Wert. Im vorliegenden Fall betrug sie etwa 95 Volt. Da aus dieser Spannung die Anodenspannung der Audionröhre entnommen wird, ist die höhere Zünd- und Regelspannung durchaus angenehm. Allerdings ist die Belastbarkeit der Strecke nunmehr geringer und beträgt statt 40 mA maximal jetzt nur 15 mA. In erster Linie ist bei der Einregelung der Widerstände darauf zu achten, daß dieser Wert von 15 mA nicht unterschritten, sondern bestenfalls um einige Milliampere überschritten wird.

Nach der erstmaligen Einschaltung des Geräts können sich folgende Stromverhältnisse ergeben:

1. Heizstrom unter 60 mA, Strecke B_3/B_2 zündet nicht und zeigt infolgedessen keinen Stromfluß. In diesem Fall muß man durch den Abgriff 1 am Widerstand R_{10} den dort eingeschalteten Widerstandswert verringern, bis der Heizstrom auf 60 mA gestiegen ist und der Stromfluß durch die Strecke B_3/B_2 einen zwischen 14 und 16 mA liegenden Wert annimmt.

2. Heizstrom liegt über 60 mA, Streckenstrom B_3/B_2 über 15 mA. Hier ist zunächst R_{10} zu vergrößern. Ergibt sich daraus ein Absinken des Heizstroms unter 60 mA, während der Streckenstrom B_3/B_2 noch über 15 mA beträgt, so ist der Widerstand R_6, dessen Spannungsabfall als Zündspannung für B_3/B_2 dient, zu verringern. Statt dessen kann sich aber aus Fall 2 bei Vergrößern des Widerstandes R_{10} ergeben, daß dadurch zwar der Streckenquerstrom von B_3/B_2 auf einen Wert zwischen 14 und 16 mA sinkt, während jedoch der Heizstrom noch über 60 mA liegt, beispielsweise 65 mA groß ist. Dann ist der Widerstand R_7 zu vergrößern und gleichzeitig damit u. U. auch der Widerstand R_6, um trotz des geringeren Heizstromes keine geringere Spannung an der Strecke B_3/B_2 zu erhalten.

Diese Arbeit der Einregelung der Widerstände muß mit großer Sorgfalt geschehen, da der Widerstandsdraht ziemlich dünn und brüchig ist. Ausschalten des Gerätes bei jeder Vornahme einer Widerstandsänderung ist aus Vorsicht gegenüber Kurzschlüssen und Gefährdung durch die hohen Spannungen des Gerätes dringend anzuraten, obwohl dadurch die Abgleichung als solche noch langwieriger wird.

Wenn eine befriedigende Einstellung der Widerstände erreicht worden ist, lasse man das Gerät längere Zeit — etwa 40 bis 50 Stunden insgesamt — eingeschaltet. Im Anschluß daran hat sich die Stromstärke insbesondere der Strecke B_3/B_2, die ja auf einige Milliampere genau eingestellt werden muß, wahrscheinlich etwas geändert, da infolge des Einbrennens dieser Strecke in einer der ursprünglichen Verwendung entgegengesetzten Stromrichtung die Streckenspannung sich etwas erhöht. Während dieser Zeit ersetze man aber bereits das Heizstrom-Meßinstrument durch die Audionröhre, damit auch diese vor der Eichung eine Zeitlang eingebrannt ist. Nach Ablauf der Einbrennzeit werden etwa entstandene Abweichungen im Heizstrom oder Streckenquerstrom B_3/B_2 durch entsprechendes Nachstellen der Widerstandsgriffe ausgeglichen. Damit ist das Gerät zur Vornahme der Eichung fertiggestellt.

Schluß folgt!

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Nr.	Stück	Einzelteile	Symbol	Größe
1	1	Blockkondensator	C_1	1 000 cm
2	3	Elektrolytkondensatoren, Stabausführung 40 Volt Prüfspannung	C_3, C_4, C_7	10 µF
3	2	Elektrolytkondensatoren, Stabausführung 25 Volt Prüfspannung	C_8	10 µF
4	2	Elektrolytkondensatoren 500 Volt Prüfspannung	C_5, C_6	4 µF
5	1	Becherkondensator 1 500 Volt Prüfspannung	C_{11}	4 µF
6	1	Becherkondensator 750 Volt Prüfspannung	C_2	4 µF
7	1	Becherkondensator 1 000 Volt Prüfspannung	C_9	4 µF
8	1	desgl.	C_{10}	2 µF
9	1	Doppelkondensator 1 500 Volt Prüfspannung	C_{12}, C_{13}	je 0,1 µF
10	1	Doppelkondensator z. Störschutz (1 500 Volt Prüfspannung)	C_{14}, C_{15}	je 0,1 µF
11	1	Hochohmwiderstand	R_1	20 MΩ
12	2	Widerstände, drahtgew., 200 mA belastbar, dazu Montagesatz und 6 Abgreifklemmen insgesamt	R_5, R_{10}	1 000 Ohm
13	2	desgl. mit 130 mA belastbar	R_6, R_7	2 500 Ohm
14	1	veränderlicher Widerstand 2 Watt belastbar	R_2	5 000 Ohm
15	1	desgl.	R_3	500 Ohm
16	1	desgl.	R_4	1 000 Ohm
17	1	Widerstand 2 Watt belastbar	R_8	ca 50 000 Ohm
18	1	desgl.	R_9	ca 75 000 Ohm
19	2	Hochohmwiderstände 1 Watt	R_{11}, R_{12}	0,3 MΩ
20	1	Dreh-Spannungsteiler ca. 2 Watt	P_1	50 000 Ohm
21	1	desgl.	P_2	15 000 Ohm
22	1	Umschalter (Nockenschalter) 5 mal 3 Kontakte	S_1 bis S_6	
23	1	Netzschalter (Druckknopf) 1 polig	N	
24	1	Netzdrossel mit 200 mA max. belastbar	Drossel	26 Hy bei 70 mA
25	1	Netztransformator 2 mal 300 Volt bei 120 mA, 4 Volt bei 2 A	T	
26	1	Glimmlichtstabilisator	GL	280/40mA
27	1	Röhrenfassung		5 polig
28	1	desgl.		4 polig
29	1	desgl. aus Trolitul		4 polig
30	1	Doppel-Hochfrequenz-Drossel z. Störschutz	*HFDr.*	
31	1	Sicherung in Schraubfassung	Si_1	300 mA
32	2	desgl.	Si_2	160 mA
33	1	Netzschnur mit Stecker		
34	12	Apparatklemmen mit Isolierringen		
35	1	Aufbaugehäuse aus Metall		300 zu 220 zu 70 mm
36		Befestigungsschrauben, Schaltdraht, Isolierschlauch, Montagewinkel		
37	8	Isolierte Durchführungen	*DJ*	für Bohrung 5 mm
38	4	Isolierte Durchführungen	*Di*	10 mm
39	1	Holzgehäuse nach Maßangaben		
		Röhren:		
40	1	Dreipol-Batterieröhre (W 406, R 034)	*RV*	4 V, 0,06 A
41	1	Gleichrichterröhre (G 2004)	*RGN*	4 V, 2 A, Heizstr (2×300 V Anodensp. bei 160 mA Aondenstrom

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Zur Entwicklung der Rundfunkröhre

Von

Dr.-Ing. F. Bergtold

In diesem Aufsatz soll gezeigt werden, wie die heute üblichen Röhren allmählich zustande kamen, wie die Röhrentechniker ständig nach Verbesserungen strebten und dabei immer wieder auf neue Schwierigkeiten stießen.

Die Entwicklung ging — von der noch gasgefüllten altehrwürdigen Fünfpolröhre, die heute neben einigen anderen ebenso weit entwickelten Röhren sozusagen das Feld beherrscht — ohne beträchtliche Umwege vonstatten. Nicht auf allen Gebieten der Technik geschieht der Ausbau eines Gedankens mit der gleichen Folgerichtigkeit, wie bei der Rundfunkröhre. — Und dennoch, man ahnt heute kaum mehr, welche Steine auf dem Wege der Röhrenentwicklung lagen und wie oft unsere Techniker unversehens vor einem Hindernis standen.

Wer von solchen Steinen und Hindernissen weiß, ohne jedoch den Geist der Ingenieurtätigkeit voll erfaßt zu haben, der läßt sich allzu leicht durch solche Schwierigkeiten dazu verführen, einen neuen Weg zu beschreiten, einen Weg, der Erfolg verheißt, der aber noch nicht erforscht ist. Ein solcher Weg lockt wohl jeden. Der erfahrene Techniker aber weiß, daß es wohl kaum einen Weg gibt, der schon von vornherein frei von Hindernissen ist und den man nur einzuschlagen braucht, um mühelos zum Ziel zu kommen.

Im allgemeinen ist es vielleicht langweiliger, aber meist verdienstvoller und sicherer — trotz aller Hindernisse —, den einmal beschrittenen Weg weiterzugehen, statt sein Fortkommen auf einem einladenden Seitenweg zu suchen. In dieser Tatsache ist die Tragik manches Erfinderschicksals begründet. — Doch — kehren wir lieber zu unserer Röhre zurück!

Wir wollen versuchen, die einzelnen Entwicklungsgänge so herauszuschälen und hin und wieder miteinander in Beziehung zu bringen, daß möglichst klare, zusammenpassende Bilder entstehen.

Die Kathode wird immer leistungsfähiger

Die ältesten Röhren besitzen eine reine Wolframkathode. Diese ist wenig ergiebig und braucht eine hohe Heizleistung. Man sucht nach Stoffen, die die Elektronen leichter freigeben als das Wolfram. Dabei wird entdeckt, daß ein Zusatz von Thorium die Kathode wesentlich leistungsfähiger macht. Die so erzielte Verbesserung genügt den inzwischen beträchtlich gesteigerten Anforderungen nicht. Man sucht weiter und kommt dazu, daß Überzüge von Erdmetalloxyden die Kathode in ganz hohem Maße verbessern. Die notwendige Heizleistung geht sprunghaft zurück. Man kann dünnere Heizdrähte wählen — und schon zeigt sich eine Schwierigkeit: Die dünneren Drähte geraten leicht ins Schwingen. Das „Röhrenklingen" und akustische Rückkopplungen treten in größerem Umfange auf. Als Notbehelf erscheint die gefederte Röhrenfassung, bis es allmählich gelingt, die Schwingungen in der Röhre selbst hinreichend wirkungsvoll zu bekämpfen.

Damit wäre vielleicht ein gewisser Stillstand in der Kathoden-Entwicklung eingetreten. Doch — gerade in diesem Augenblick wird der Netzanschluß des Rundfunkempfängers spruchreif. Der Netzanschluß aber verlangt andere Röhren, da das Netzbrummen bei den bisher üblichen Röhren mit den für Rundfunkempfänger gebräuchlichen Mitteln nicht beseitigt werden kann. So entsteht die indirekt geheizte Kathode: Das mit der wirksamen Schicht überzogene Metallröhrchen, das von innen her durch einen Glühdraht erhitzt wird. Der Gedanke, Kathode und Heizung zu trennen, ist verhältnismäßig rasch gefaßt. Sowie man ihn in die Praxis umsetzt, beginnen auch schon die Schwierigkeiten: Die Heizleistung muß — der größeren Oberfläche der indirekten Kathode wegen — größer werden. Die entstehende Wärme erhitzt, was gar nicht gewünscht wird, das Gitter. Man muß demnach für bessere Wärmeabfuhr Sorge tragen, was zu Änderungen der Anode führt (wir kommen nachher darauf zurück).

Aber das allein ist's nicht. Die Isolation zwischen Kathode und Heizfaden macht Schwierigkeiten, die nicht geringer sind. Der Heizfaden, der zunächst nur lose eingefädelt wird, muß festgelegt werden. So entsteht die Bifilar-Kathode, bei der der Heizfaden auf einem Keramikstäbchen mit keramischer Masse unverrückbar befestigt ist.

Während so die Isolation zwischen Kathode und Heizfaden genügend gesichert wird, taucht die Forderung nach indirekt geheizten Röhren für Hintereinanderschaltung der Heizfäden auf. Die Heizfäden müssen dementsprechend hohe Widerstände bekommen. Wie aber den zugehörigen langen Draht unterbringen? Man nimmt sich die Glühlampentechnik zum Vorbild, wickelt den Draht zu einem feinen Wendel und wickelt diesen Wendel wiederum zu einem neuen größeren Wendel auf. So gelingt es, in der nur wenige Zentimeter langen Kathode unwahrscheinlich lange Drähte unterzubringen. Gut. — Damit sind auch die Röhren für Gleichstrom-Netzanschluß geschaffen.

Sofort taucht nun der Gedanke auf, die Serienheizung und damit diese Gleichstromröhren auch für Wechselstrom-Netzanschluß zu verwenden, um auf diese Weise den Allstrom-Empfänger zu schaffen. Da zeigt wiederum die Isolation ihre Schwächen. Man muß sie verbessern und muß die sonstigen Röhrenteile peinlich gegen den Heizfaden abschirmen. Während noch eifrig an den hierzu nötigen Versuchen gearbeitet wird, erhebt sich wieder einmal der Schrei nach Verminderung der Heizleistung. Von den 4 Watt kann man durch Verkleinerung der Kathode bis auf 2,5 Watt herunterkommen, was allerdings einen neuen Kampf mit der Isolation erfordert. Die Verkleinerung der Kathode ist, wenn die Leistungsfähigkeit der Röhre erhalten bleiben soll, nur durch Verminderung des für die Isolation zur Verfügung stehenden Raumes möglich. Doch auch das läßt sich schließlich machen. Da kommen schon die Leute, die Auto-Empfänger bauen. Denen sind die 2,5 Watt noch immer viel zu hoch. Und die Devisenstelle wäre froh, wenn man mit weniger Nickel zufrieden wäre. Die Röhreningenieure beschäftigen sich von nun an eine Zeitlang mit Wärmestrahlung und finden, daß Kupferkathoden günstiger sein könnten als solche aus Nickel. Doch — da stört ja wohl die die Kathode überziehende wirksame Schicht! — Glücklicherweise tut sie es — wider alles Erwarten — nicht, wenn man sie nur genügend dünn macht. Bei einer Dicke von 30tausendstel Millimetern reicht die Schicht für das Aussprühen der Elektronen noch mit hoher Sicherheit aus und ist trotzdem für die Wärmeausstrahlung sozusagen „durchsichtig", so daß das Kupfer noch voll zur Wirkung kommen kann. Welche

Forderung wird nun von der nächsten Zukunft gestellt werden? — Nun — wir wollen nicht philosophieren, sondern wenden uns statt dessen der Entwicklung der Gitter zu.

Aus einem Gitter werden viele

Die Dreipolröhre, die zu Beginn der Hochfrequenztechnik fast allein vorhanden ist, genügt nur bescheidenen Ansprüchen. In den üblichen Schaltungen ermöglicht sie keine besonders hohe Verstärkung. Außerdem wirkt ihre Anode in oft unerwünschter Weise auf das Gitter zurück. Bald kommt man darauf, zwischen Anode und Steuergitter ein zweites Gitter einzubauen, das an eine positive Spannung gelegt wird. Hierdurch wird den von der Kathode her kommenden Elektronen eine gleichbleibende Anodenspannung vorgetäuscht. Das bedeutet eine erhebliche Erhöhung der Verstärkung. Durchgriffswerte können jetzt erzielt werden, die gegenüber denen der Dreipolröhre erstaunlich gering sind. Zunächst scheint es, als sei mit Hilfe des Schutzgitters nun auch die Anodenrückwirkung beseitigt. Leider trifft das nicht zu: Die Erhöhung des Verstärkungsgrades läßt die durch das Schutzgitter wohl schon verminderte Rückwirkung für viele Zwecke dennoch gefährlich werden. Man baut die ganze Röhre um, ergänzt das Schutzgitter durch Abschirmungen und führt — um die Wirkung der Abschirmungen zu unterstützen — Anode und Steuergitter an entgegengesetzten Enden des Kolbens heraus.

Bei der wachsenden Verwendung der Röhren mit Schutz- und Schirmgitter stellt sich heraus, daß die Sekundärelektronen, die sich bei den Dreipolröhren nicht auswirken, sehr unangenehm werden können. Alles wird darangesetzt, die aus der Anode herausgeschlagenen Elektronen auf die Anode zurückzudrängen und die aus dem Schirm- oder Schutzgitter herausgeschlagenen Elektronen zu zwingen, dorthin zurückzukehren, woher sie kommen. Man hat mit der Vergrößerung des Abstandes zwischen dem positiven Gitter und der Anode einigen Erfolg. Diese Maßnahme gibt jedoch keine genügende Sicherheit. Da wird ein mit der Kathode leitend verbundenes Gitter zwischen dem positiven Gitter und der Anode angeordnet. Dieses Gitter wird Bremsgitter getauft, denn es bremst die herausgeschlagenen Elektronen ab und treibt sie wieder zurück.

Jetzt sind an Stelle des einen Steuergitters drei Gitter vorhanden. Das Steuergitter ist hierdurch wesentlich wirksamer geworden. Aber die Raumfrage macht Schwierigkeiten. Wenn man das Steuergitter auch nahe an die Kathode heranrückt, so muß — der zwei weiteren Gitter zuliebe — der Abstand zwischen Kathode und Anode doch reichlich groß gemacht werden. Das ist so lange ohne Bedeutung, als die Frequenzen der zu verstärkenden Spannungen genügend klein sind. Die Verwendung besonders hoher Frequenzen aber läßt eine neue Schwierigkeit auftauchen, die allerdings bis heute erst in Röhren mit mehr als drei Gittern bemerkbar wurde und auch dort hinreichend bekämpft werden könnte: Die Wegstrecken, die die Elektronen zurücklegen müssen, werden wegen der verhältnismäßig großen Entfernungen von ihnen nicht mehr rasch genug bewältigt. Die Elektronenlaufzeiten beginnen gegenüber den höchsten heute benutzten Frequenzen gelegentlich eine Rolle zu spielen.

Die Kühlung des Röhrensystems wird ständig verbessert

Die ersten Röhren führen nur außerordentlich schwache Anodenströme. Die Ströme sind so klein, daß die Anode beinahe kalt bleibt. Außerdem besteht die Anode zunächst in einem frei angeordneten, ebenen Blechstück.

Doch — die Leistungsfähigkeit der Kathode wird mehr und mehr gesteigert. Die Anodenströme werden 10-, 100- schließlich für manche Röhren gar 1000mal so groß wie die Anodenströme der ersten Röhren. Auch die Anodenspannungen wachsen. Während bei Verwendung der Batterien noch Anodenspannungen von etwa 100 V als üblich gelten können, bringt der Netzanschluß Spannungen von 200 bis 350 V mit sich. Höherer Strom und höhere Spannung bedeuten stärkere Erwärmung. Die in Wärme umgesetzte Leistung ist bei kräftigen Endröhren mehr als 1000mal so groß wie bei den ersten Empfängerröhren, und die entstehende Wärme ist unangenehm. Man muß danach trachten, sie unschädlich zu machen. Die Anodenoberfläche wird vergrößert. Drahtnetze werden an der Stelle von Blechen verwendet. Die Anode wird schwarz gefärbt. Das alles erleichtert die Abstrahlung der Wärme. Die Verspiegelung, die früher die ganze Innenseite der Röhre bedeckte, wird auf einen kleinen Fleck beschränkt, um den Glaskolben dicker Endröhren für die Abstrahlung der Wärme freizuhalten. Doch — die Gaze-Anoden machen Schwierigkeiten. Man kann aber auf die Drahtgaze nicht verzichten. Sie ist nicht nur wegen der Eigenerwärmung der Anode notwendig, man braucht sie auch, weil die in der netzgeheizten Kathode entstehende Wärme abgeführt werden muß. Die Kathode wird von den Gittern und diese wieder von der Anode umschlossen. Die Löcher in der Gazeanode ermöglichen eine Abstrahlung der Kathodenwärme. Mit der Drahtgaze wäre die Kühlungsfrage demnach gelöst.

Aber die Schwierigkeiten! Durch die Löcher der Gazeanode gehen nicht nur Wärmestrahlen, sondern auch Elektronen durch. Darüber ist man sich schon von vornherein wohl klar. Allerdings — man unterschätzt die Elektronen, die durch die Löcher entkommen. Man traut ihnen nichts Böses zu. Sie kümmern sich jedoch nicht um die gute Meinung und stellen außerhalb der Anode allerhand Unfug an. Sie schlagen andere Elektronen aus der Glaswand heraus. Sie lassen sich durch äußere Felder leicht beeinflussen und bringen auf diese Weise unter Umständen ein schwer zu bekämpfendes Brummen in die Wiedergabe.

Es wird versucht, die Elektronen, die durch die Anodenlöcher ins Freie gelangen, wieder nach der Anode zurückzutreiben und dort zum Landen zu zwingen. Der Versuch gelingt, was allerdings durch eine beträchtliche Erhöhung der Herstellungskosten erkauft werden muß: Man baut ein Bremsgitter ein, das die Anode umschließt. Dieses Gitter macht auch in der Konstruktion einige Schwierigkeiten. — Wäre nicht doch ein anderer, billigerer und wenigstens ebenso sicherer Ausweg möglich? Es gibt doch Stoffe, aus denen die aufprallenden Elektronen nur verhältnismäßig wenig Sekundär-Elektronen herausschlagen können, die sich also beim Aufprall von Elektronen negativ aufladen und dadurch einen Nachschub von Elektronen verhindern. Man bringt solche Stoffe auf der Innenseite des Glaskolbens an. Tatsächlich gelingt es, die aus der Gazeanode austretenden Elektronen auf diese Weise unschädlich zu machen. Aber auch der Belag im Innern des Glaskolbens hat ebenfalls seine Nachteile, so daß man sich letzten Endes genötigt sieht, wieder reumütig zur Blechanode zurückzukehren. Für deren Außenseite wird die schon erprobte Schwarzfärbung benutzt.

Verspiegelung und Kühlung müssen Frieden schließen

Die ersten Röhren sind schwach gashaltig. Das ist insofern vorteilhaft, als die die Kathode umgebende Elektronenwolke durch den Einfluß des geringen Gasgehaltes zerstreut wird. Dies erleichtert nämlich die Einwirkung der Anodenspannung auf die ausgesprühten Elektronen. Der

Gasgehalt bringt aber auch schwerwiegende Nachteile mit sich: Gashaltige Röhren lassen sich nicht so genau gleichmäßig herstellen, wie das für viele Zwecke nötig wäre. Der Gasgehalt hat Gitterströme zur Folge, die den Betrieb der Röhre stören. Außerdem ändert sich der Gasgehalt im Laufe der Betriebszeit.

Röhren mit Gasgehalt sind also nicht ganz so zuverlässig, wie das eigentlich sein sollte. Aus diesen Gründen verzichtet man bald auf die günstigen Wirkungen schwacher Gasreste und pumpt die Röhren von nun an soweit wie möglich leer. Das ist durchaus nicht einfach. Die Gasreste halten sich ungeheuer zäh in den Metallteilen des Röhrensystems und an der Glaswand des Kolbens. Man muß die an festen Teilen haftenden Gasreste zwangsweise entfernen oder muß sie dort so festnageln, daß sie nicht mehr schaden können. Ein Mittel, das die sichere Entfernung der festhaftenden Gasreste ermöglicht, ist bald gefunden: Eine starke Erwärmung der fraglichen Teile genügt. Wie aber soll die Erwärmung durchgeführt werden? Nun — man heizt die Kathode, legt eine kräftige Anodenspannung an und bombardiert so die Anode mit Elektronen, bis sie genügend heißt wird, um die Gasteilchen freizugeben. Leider ist die Kathode hierbei stark beansprucht. — Wie wäre es, die Erhitzung ohne Inanspruchnahme der Kathode unmittelbar mit Hochfrequenz vorzunehmen? — Man weiß doch schon lange, daß jedes in ein Hochfrequenzfeld genügender Stärke gebrachtes Metallteil stark erhitzt wird. Warum soll das nicht für die Entgasung der Röhre ausgenutzt werden? Man braucht doch nur während des Pumpens auf die Röhre ein kräftiges Hochfrequenzfeld wirken zu lassen. Dadurch werden die Innenteile glühend und verlieren so ihren Gasgehalt! — Der Versuch gelingt vollkommen. Damit hat man die Möglichkeit, die Metallteile bequem und sicher zu entgasen und so zuverlässige Röhren zu bauen, die nur mehr verschwindend geringe Gasreste enthalten.

Leider dauert das Pumpen noch viel zu lange. Eine halbe Stunde muß gepumpt werden, bis der nötige Grad an Luftleere erreicht ist. Das läßt sich auf die Dauer nicht durchführen. Die Röhren werden auf diese Weise zu teuer.

Man sucht nach anderen Möglichkeiten. Dabei ergibt sich, daß die Gasteilchen durch einen Metallniederschlag festgenagelt werden können. Der Metallniederschlag läßt sich auf einfache und billige Weise erzielen: Es genügt, im Innern der Röhe während des Pumpens eine metallhaltige Pille zu verdampfen. Diese entwickelt Metalldämpfe, die sich auf der Glaswand niederschlagen und damit die letzten Gasreste binden. Hierdurch werden die Gasreste auch für späterhin unschädlich gemacht. Man ist froh, die Verspiegelung als wirksames Mittel gegen unerwünschte Gasreste gefunden zu haben. Leider aber bringt die Verspiegelung sofort neue Schwierigkeiten mit sich. Wenn die Verspiegelung in dem oberen, gewölbten Teil des Kolbens zustandekommt, kann sie — wie irgend ein anderer Hohlspiegel — die in der Röhre entstehende Wärme auf irgendeine Stelle hinspiegeln, wo sie nicht erwünscht ist. Überhaupt vertragen sich Spiegel und Wärmeabfuhr nur schlecht. Wir müssen die in der Röhre erzeugte Wärme aus ihr herauslassen, sonst werden Anode und Gitter viel zu heiß. Der Spiegel aber spiegelt die Wärme wieder zurück. Er macht aus der Röhre so etwas wie eine Thermosflasche. Man muß den Spiegel — der Wärmeabfuhr halber — auf einen kleinen Teil des Kolbens beschränken. Hierfür eignet sich besonders das untere Ende der Röhre. Leider sind aber die Zuführungsdrähte da, die gegeneiander isoliert sein müssen. Der Metalldampf, der den Spiegel bildet, darf sich deshalb keinesfalls zwischen den Zuführungsdrähten festsetzen.

Die Festigkeit der Röhre steigt

Wir haben uns jetzt mit den unmittelbar wirksamen Innenteilen der Röhre beschäftigt. Aber nicht nur hier sind ständig Neuentwicklungen nötig und Hindernisse zu beseitigen. Noch viel einfachere Dinge machen den Röhrenfachleuten nicht geringes Kopfzerbrechen. Da steht im Vordergrund die Festigkeit der Röhre. Zu Beginn der Röhrentechnik ist die Festigkeit der Röhre noch nicht besonders wichtig. Zunächst ist die Röhre ein Laboratoriumsgegenstand und wird auch dementsprechend behandelt.

Heute aber ist die Röhre ein Gebrauchsgegenstand. Man nimmt keine besondere Rücksicht mehr auf sie. Man beachtet wohl, daß ihr Kolben aus G l a s besteht. Das ist alles. Im übrigen gehen wir nicht sehr sanft damit um. Das wäre an sich noch nicht so schlimm. Durch die Steigerung der Leistungsfähigkeit sowie durch den Ausbau für Netzbetrieb sind die Innenteile wesentlich schwerer geworden. Die größeren Gewichte erfordern bessere Stützen. Man macht die Haltedrähte stärker, versteift sie gegenseitig durch Glasbrücken mehr und mehr — und merkte schließlich, daß diese Glasbrücken die Verluste erhöhen und die Kapazitäten vergrößern. Beides ist unerwünscht, weshalb die Glasbrücken in vielen Fällen weggelassen werden müssen.

Man sieht sich nach anderen Versteifungsmöglichkeiten um und kommt auf diese Weise dazu, den Röhrenkolben selbst als Stütze der Innenteile zu verwerten. Er erhält im oberen Teil einen Ansatz. Dessen Innenwand wird als Stütze benützt. Wie aber soll die Abstützung vorgenommen werden? — Der Kolben steht doch in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit dem Röhrensystem. Außerdem liegen seine Abmessungen aus Herstellungsgründen nicht ganz fest. Die Abstützung des Systems gegen die Innenwand des Ansatzes muß demgemäß nachgiebig werden. Mit Hilfe von Glimmer gelingt es einen Ausgleich zu schaffen: Ein kreisförmiges Glimmerblättchen, das an seinem Rand mit Spitzen versehen ist, wird als Deckel auf das System genietet, so daß sich — beim Einschieben des Systems — die Spitzen gegen die Innenwand des Glases legen. Dabei geben die Spitzen, die den Innendurchmesser des Kolbens etwas überragen, entsprechend nach. Die Maßabweichungen des Kolbens sind jedoch größer als man zunächst vermutet. Deshalb können die Spitzen des Glimmerblättchens die Verschiedenheiten nicht genügend ausgleichen. Andere Möglichkeiten müssen gefunden werden: Man geht dazu über, gebogene Glimmerstreifen zu verwenden, die sich federnd an die Glaswand legen. Damit ist die Abstützung gegen die Kolbenwand zu einem vorläufigen Abschluß gebracht.

Um nun das System auch in sich zu versteifen, macht man inzwischen mehr und mehr von keramischen Isolierstoffen Gebrauch. Man verwendet Isolierscheiben, in die die Löcher für die Haltedrähte von vornherein haargenau eingepreßt sind, und die deshalb eine bisher unerreichte Maßgenauigkeit ermöglichen.

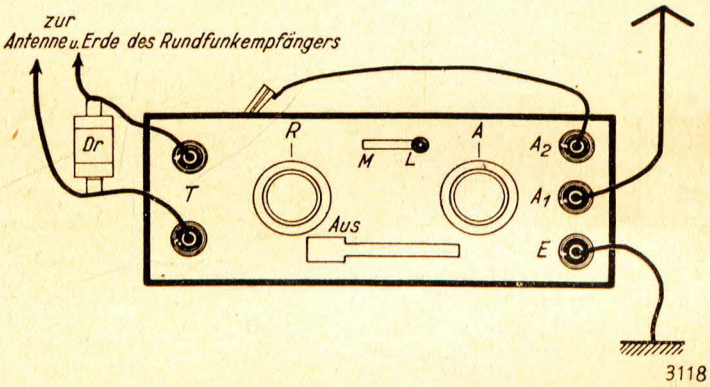
Prompt stellen sich neue Schwierigkeiten ein: Man hat nicht damit gerechnet, daß die Isolierteile von Elektronen getroffen werden, und daß sie — wie wir das schon für die Glaswand besprochen haben — hierbei ihre eigenen Elektronen verlieren. Die elektronenarmen Isolierteile ziehen weitere Elektronen an sich und machen dadurch einen geregelten Betrieb der Röhre unmöglich. Die Isolierteile, die aus vielen Schwierigkeiten heraushelfen sollten, machen neue Anstrengungen nötig. Da man die Isolierteile in dieser Form braucht, müssen sie durch Metallboden abgeschirmt und so vor dem Aufprall von Elektronen geschützt werden. Erst jetzt ist das stabile Röhrensystem soweit gesichert, daß die Versteifungen keine Nachteile mehr für den Betrieb mit sich bringen können.

Der Taschenempfänger als Reserveverstärker

Von

E. W. Stockhusen

Rundfunkempfänger, die gar keine Hochfrequenzverstärkung oder nur eine einstufige besitzen, bringen am Abend und bei sonst günstigen Bedingungen zahlreiche Sender gut in den Lautsprecher; anders ist es aber am Tage oder bei ungünstigen Empfangsverhältnissen. Mancher bei guten Empfangsverhältnissen vorzüglich empfangene Sender ist zwar auch dann noch leise zu hören, aber so sorgfältig wir auch abstimmen und so vorsichtig auch die Rückkopplung bedient wird, bis zur ausreichenden Lautstärke kommen wir meist nicht. Da wird mancher Funkfreund schon eine zuschaltbare Reserveverstärkung gewünscht haben. Einen solchen Hochfrequenz-Reserveverstärker können nun jene leicht einsetzen, die sich den früher beschriebenen Taschenempfänger gebaut haben [1]). Es handelt sich da um einen Einkreisempfänger mit einer Doppelgitterröhre in sehr kleinen Abmessungen.



Wie der Taschenempfänger als Reserveverstärker angeschaltet wird
Zeichnung vom Verfasser

Da dieser Taschenempfänger alle erforderlichen Stromquellen enthält, ist seine Anschaltung sehr einfach. Die Antennenbuchse des Rundfunkempfängers wird mit einer der mit T bezeichneten Telephonbuchsen des Taschenempfängers verbunden, und zwar mit jener, die mit der Anode der Doppelgitterröhre in Verbindung steht. Die noch freie Telephonbuchse wird dann mit der Erdbuchse des Rundfunkempfängers verbunden. Um den Taschenempfänger als Hochfrequenzverstärker arbeiten zu lassen, ist es nur notwendig, den Gitter-Blockkondensator (C_2 in dem unter [1]) erwähnten Buch) kurzzuschließen. Da wir das „Empfängerchen" zum Batteriewechsel leicht aus seinem Gehäuse nehmen können, kann dieser Kurzschluß schnell durch einen in wenigen Windungen um die beiden Zuleitungsdrähte des Gitterblocks gedrehten dünnen (etwa 0,5 mm) Spulendraht hergestellt werden. Noch besser ist es aber, wenn wir in die Gehäusewand, die der Gitterbuchse der Röhrenfassung zunächst liegt, eine kleine Öffnung schneiden; dann können wir nämlich den Taschenempfänger jederzeit als Verstärker benutzen. Dazu ist es nur notwendig, die Antennenbuchse A_2 mittels einer kurzen Litze mit einer sog. Krokodilklemme zu verbinden und letztere von außen durch die Gehäusewand an die Gitterbuchse der Röhrenfassung oder an das betr. Drahtende des Gitterblocks zu klemmen (siehe Abb.). Dies scheint hier sehr kurz gesagt, wird aber verständlich, wenn man die betr. Bauanleitung vor sich liegen hat.

Enthält die Antennen- oder Erdzuleitung im Empfänger einen Blockkondensator — wie dies bei Netzempfängern meistens der Fall ist —, so muß parallel zu den Telephonbuchsen des als Hochfrequenzverstärker benutzten Taschenempfängers noch eine gute Hochfrequenzdrossel gelegt werden (natürlich außerhalb des Gerätes; siehe Abb.). Ist etwa für den in der erwähnten Bauanleitung genannten Sonderfall eine Hochfrequenzdrossel mit in den Taschenempfänger eingebaut worden (das wird nur sehr selten zutreffen), so müßte auch diese kurzgeschlossen werden. Die Antenne wird am besten an die Antennenbuchse A_1 des Taschenempfängers angeschlossen. Ob die „Erde" an den Rundfunkempfänger oder an den Reserveverstärker gelegt wird, ist gleichgültig. Der Rückkopplungs-Drehkondensator des Taschenempfängers (C_r) wird bei Langwellenempfang auf kleinste Kapazität gestellt, bei Empfang der Mittelwellen kann man ihn u. U. zur weiteren Lautstärkeerhöhung bedienen, besonders, wenn dann in die Antenne noch ein weiterer Verkürzungsblock (C_x in Abb. 32 des Buches) gelegt wird.

Natürlich sind die Leistungen einer Doppelgitterröhre in keiner Weise mit denen einer neuen Fünfpolröhre bei Betrieb mit hohen Anodenspannungen zu vergleichen; die angestellten Versuche haben jedoch gezeigt, daß solch kleiner Reserveverstärker für die eingangs erwähnten Zwecke wirklich dienlich sein kann. Ist also am Tage oder an behelfsmäßigen Antennen irgendein Sender für einen ausreichenden Empfang zu leise, so können wir schnell den „Reserveverstärker" einsetzen. Die Bedienung wird bei geschickter Anordnung nicht nennenswert erschwert. Die Einstellung des Taschenempfängers ist zunächst nicht kritisch. Der Abstimmkondensator wird nur ungefähr in die Stellung gebracht, in welcher der betreffende Sender zu erwarten ist, und der Rundfunkempfänger wird genau eingestellt, worauf eine nachträgliche Feinabstimmung des „Reserveverstärkers" erfolgt. Bedingung für einen einwandfreien Empfang ist, daß die Batterien des Taschenempfängers nicht zu alt sind (sie kosten ja pro Stück nur 25 Pfg.!) und einen guten Kontakt haben (also evtl. die Federn nachbiegen).

Wir dürfen natürlich nicht erwarten, daß wir einen Dreiröhrenempfänger durch den kleinen „Reserveverstärker" zu den Leistungen eines modernen Vierröhrenempfängers bringen können, aber jedenfalls sollte jeder Funkfreund, der sich den kleinen Reisebegleiter gebaut hat, den hier beschriebenen, leicht auszuführenden Versuch einmal machen; für die Mitteilung von Versuchsergebnissen wäre der Verfasser dankbar.

Und noch ein kleiner Hinweis: als Niederfrequenz-Verstärker, z. B. bei zu leiser Mikrophonbesprechung oder Schallplattenwiedergabe, läßt sich der Taschenempfänger auch verwenden. Hier muß jedoch dieser kleine Hinweis genügen, Funkfreunde, welche einiges von der Verstärkertechnik kennen, werden die richtige Anschaltung schon herausfinden. Also nicht nur auf Reisen kann uns ein Taschenempfänger nützlich sein!

[1]) Vgl. „Funk", 1934, Heft 29. — Eine weiter entwickelte Form dieses Taschenempfängers ist ausführlich beschrieben in der bei der Weidmannschen Buchhandlung, Berlin SW 68, erschienenen Bausammlung „Neuzeitliche Reise-Empfänger".

Neue Möglichkeiten der Tonfilm-Aufnahme durch Mehrbandspieler

Lange Zeit wurde die synchrone Bild- und Tonaufnahme für den Tonfilm als das einzig Richtige betrachtet, und nachsynchronisierte Filmstreifen, d. h. solche, zu denen man erklärende Sprache oder Musik nachträglich hinzugetan hatte, wurden oft nicht für vollwertig angesehen. Daß das so war, lag aber eigentlich nur an der mangelhaften Erfahrung und an den unzureichenden technischen Mitteln; heute wird man einen nachsynchronisierten Film kaum in den Dialogen als solchen erkennen können — vorausgesetzt natürlich, daß es sich um eine hochwertige Arbeit handelt. In der Zwischenzeit ist man längst dazu übergegangen, nur einen Teil der Aufnahmen als Synchronaufnahmen herzustellen, nämlich die Dialogszenen oder diejenigen Szenen, bei denen sich das Geräusch unmittelbar aus der Filmhandlung ergibt, bei denen man die Tonaufnahme also ohne großen zusätzlichen Aufwand erhält. Aber auch in Sprechszenen nimmt man nur den eigentlichen Dialog synchron auf, während die untermalende Musik oder irgendwelche Geräusche nachträglich hinzugetan werden.

Man kann den Unterschied zwischen der früher üblichen und der heutigen Aufnahmetechnik am besten so ausdrücken: Früher hat man zusammen mit dem Bildstreifen auch den endgültigen Tonstreifen aufgenommen, und genau so, wie der Bildstreifen durch Schneiden meist zum endgültigen Film umgestaltet wird, tat man es auch mit dem Tonstreifen durch „Schneiden". Die Streifen aber, die man schnitt, waren an sich endgültig, wie ja auch die Bildszenen als endgültig angesehen wurden, von den Szenenüberblendungen und ähnlichen einfachen Nachbearbeitungen abgesehen. Heute aber stellt man zunächst nur „Rohmaterial" her, d. h. man macht eine Reihe von Tonaufnahmen gleichzeitig mit dem Bild in synchroner Aufnahme, stellt eine weitere Reihe unabhängig vom Bild her, und man benützt ferner die bei jedem Unternehmen für die Tonfilmherstellung recht umfangreichen Archive von Tonstreifen. Alle diese Tonstreifen, die zu den in Arbeit befindlichen Szenen gehören, läßt man in der richtigen Reihenfolge und auch gleichzeitig ablaufen, zusammen mit dem Bildfilm. Und aus diesen verschiedenen Tonstreifen heraus wird dann die endgültige Tonaufnahme gestaltet.

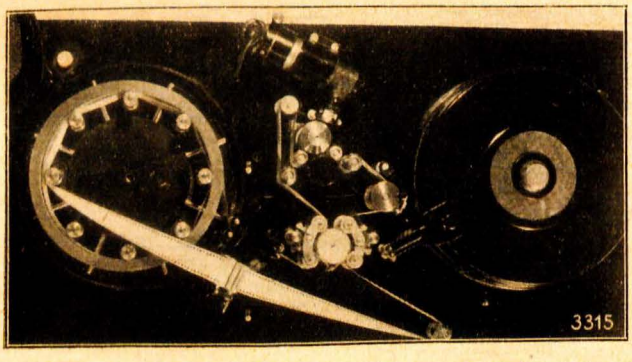


Abb. 1. Blick auf einen Bandspieler, und zwar in der Anordnung als Schleifengerät

Das „Mischen" war bei der Tonaufnahme ja von Anfang an üblich. Während man früher aber dafür sorgen mußte, daß sich alle Klangbilder und Geräusche, die man für eine bestimmte Szene braucht, auch gleichzeitig abspielten, denn man mußte sie ja gleichzeitig durch eine entsprechende Zahl von Mikrophonen aufnehmen und an den Mischtisch führen, um sie zur gleichen Zeit, zu der die Bildaufnahme stattfand, zu mischen und auf dem endgültigen Tonnegativ miteinander zu vereinigen, kann man jetzt die einzelnen Klangbilder zu beliebiger Zeit aufnehmen. Man stellt von ihnen Tonstreifen her; die Tonstreifen läßt man später zur gleichen Zeit durch eine entsprechende Anzahl von Lichttongeräten laufen, und nun erst geht man an den Mischtisch und weiter zum Aufnahmegerät. An die Stelle der Mikrophone treten jetzt also ebensoviel oder mehr — da man die Verhältnisse besser beherrscht — Lichttongeräte. Die endgültige Tonaufnahme wird erst hergestellt, wenn der Bildfilm längst fertig ist. Es ist ganz klar, daß man auf diese Weise nicht nur viel wirtschaftlicher arbeiten kann, sondern daß man auch bessere künstlerische Wirkungen erzielt, weil zwischen den einzelnen Tonaufnahmen beliebig viel Zeit eingeschoben werden kann, weil ebenso zwischen der Bildaufnahme und der endgültigen Tonaufnahme Wochen oder Monate liegen können, in denen das ganze Material einer künstlerischen Zwischenbearbeitung unterzogen werden kann, in der vielleicht neue Ideen für die Tonarbeit auftauchen, neue akustische Möglichkeiten erprobt werden. Während bei einem nicht befriedigenden Ton früher die ganze Szene in Bild und Ton neu gedreht werden mußte, braucht jetzt an das Bild gar nicht gerührt zu werden; man macht einige neue Tonaufnahmen, spielt diese synchron zueinander und zum Bildfilm ab und stellt so ein neues Tonnegativ her. War früher ein Dialog durch ein falsches Türenklappen oder dergleichen verdorben, so mußte man Bild und Ton neu aufnehmen; heute läßt man das Bild bestehen, und bei der neuen Tonaufnahme läßt man einfach den Streifen mit dem Türenklappen fort bzw. verschiebt ihn entsprechend gegen den Dialog, um ihn an eine andere Stelle zu bekommen. Das Türenklappen wurde ja zusammen mit dem Bild und damit zusammen mit dem Dialog gar nicht aufgenommen, sondern es wird von einem Archivtonstreifen auf den endgültigen Tonstreifen übertragen.

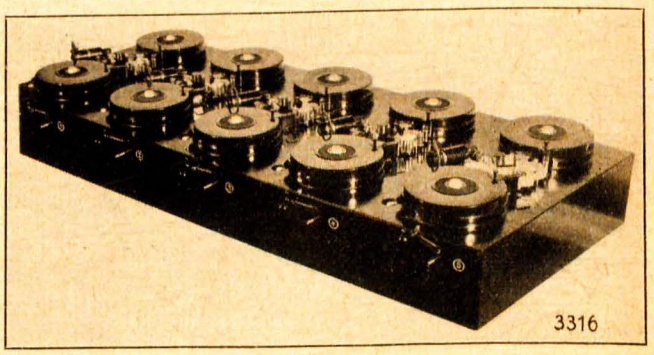


Abb. 2. Fünfteiliger Mehrbandspieler

Diese Technik der Tonaufnahme ist schon seit einiger Zeit gebräuchlich, sie wurde aber mangels geeigneter Spezialgeräte mit behelfsmäßigen Einrichtungen ausgeführt; so nahm man mehrere miteinander gekuppelte Projektoren oder mehrere elektrisch gekuppelte Tonkameras, in die man die miteinander zu mischenden Tonstreifen einlegte und sie synchron ablaufen ließ. Diese Art der Aufnahme erfordert aber sehr viel Aufwand in gerätemäßiger und personeller Hinsicht. Deshalb wurde jetzt von der Klangfilm-Gesellschaft ein Mehrbandspieler entworfen, der diese Arbeitsmöglichkeiten in geradezu idealer Weise bietet. Es ist interessant, daß dieser Mehrbandspieler weder in England, noch in Amerika seinesgleichen hat und erst recht nicht in den anderen Ländern. Infolgedessen wird er nicht nur in den deutschen Aufnahmeateliers, sondern vor allem auch in denen des Auslandes stark angewendet.

Der neue Mehrbandspieler setzt sich aus einer entsprechenden Zahl von Einbandspielern zusammen, mindestens zwei, aber auch bis zu zehn. Der Einbandspieler ist eine Einrichtung zur Abtastung eines Tonfilms. Zur Erzielung größter Filmschonung sind die Trommeln waagerecht angeordnet (d. h. ihre Achsen stehen senkrecht). Der Film läuft aus der einen Trommel durch das Lichttongerät, wird hier abgetastet und läuft nun in die andere Trommel. Der Antrieb eines jeden Einbandspielers erfolgt durch einen eigenen Motor über ein im Ölbad laufendes Getriebe. Das Tongerät, das nach dem Schwungbahnprinzip gebaut ist, kann für das Abtasten von Positiv- und auch von Negativfilmen eingestellt werden. Der Filmtransport erfolgt vorwärts in der üblichen Art mit 24 Bildwechseln je Sekunde, rückwärts aber mit dreifacher Geschwindigkeit.

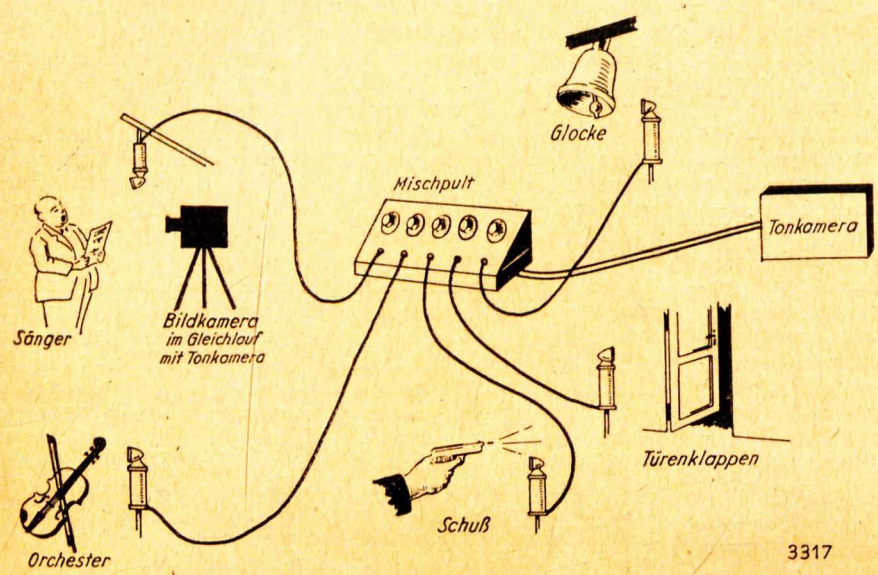


Abb. 3. Alte Art der kombinierten Tonaufnahme

Mehrere dieser Einbandspieler werden nun zum Mehrbandspieler zusammengesetzt. Ihre elektrischen Anschlüsse werden an gemeinsamen Schalttafeln geführt, und außerdem werden sie mechanisch mit einer Synchronisierwelle gekuppelt, die von einem Synchronhaltemotor angetrieben wird und die dafür sorgt, daß alle miteinander gekuppelten Bandspieler stets vollkommen synchron laufen, und zwar unter sich, wie mit einem zur Anlage gehörenden Bildprojektor. Dieser Gleichlauf bleibt vorhanden, auch wenn der Mehrbandspieler beliebig oft angehalten und wieder eingeschaltet wird, wenn er rückwärts und vorwärts läuft usw. Außerdem können beliebig viel Bandspieler der vorhandenen Anlage angekuppelt werden; eine solche mit sechs Spielern kann z. B. so eingeschaltet werden, daß nur vier laufen, vier Tonbänder also miteinander gemischt werden, während die übrigen zwei Bandspieler schon für eine weitere Aufnahme eingerichtet werden. Eine größere Anlage läßt sich ferner unterteilen; so kann man eine aus sechs Bandspielern bestehende Anlage in zweimal drei Bandspieler unterteilen, von denen jeder Dreifach-Spieler einen besonderen Synchronhaltemotor aufweist. Diese Anlage kann gebraucht werden, um gleichzeitig zwei Filme fertigzustellen, von denen jeder aus drei miteinander zu mischenden Tonaufzeichnungen besteht; man kann sie aber auch zur Herstellung eines Films verwenden, für den bis zu sechs Tonaufzeichnungen miteinander gemischt werden müssen.

Man geht heute soweit, daß man z. B. einen Schuß, ein Türklappen oder dergleichen auf einen eigenen Tonstreifen aufnimmt, diesen Tonstreifen, der u. U. sehr kurz sein kann, in einen entsprechend langen Blankfilm einklebt und in einen der sechs Bandspieler einlegt; der Film läuft mit den übrigen mit, und in der richtigen Szene, im richtigen Bild und an der vorgesehenen Stelle wird jetzt der Schuß von dem Tongerät abgetastet und in die Gesamtaufnahme eingeblendet. Die Hauptarbeit ist hier im Zurichten der einzelnen Filmstreifen zu leisten; man muß die Streifen so gegeneinander ausrichten bzw. soviel Blankfilm vor dem gewünschten Geräusch einkleben, daß dieses haargenau an der richtigen Stelle erscheint. Da bei der Tonaufnahme der Bildfilm projiziert wird — er läuft über Synchronhaltemotoren an Bandspieler und Projektor vollkommen mit dem

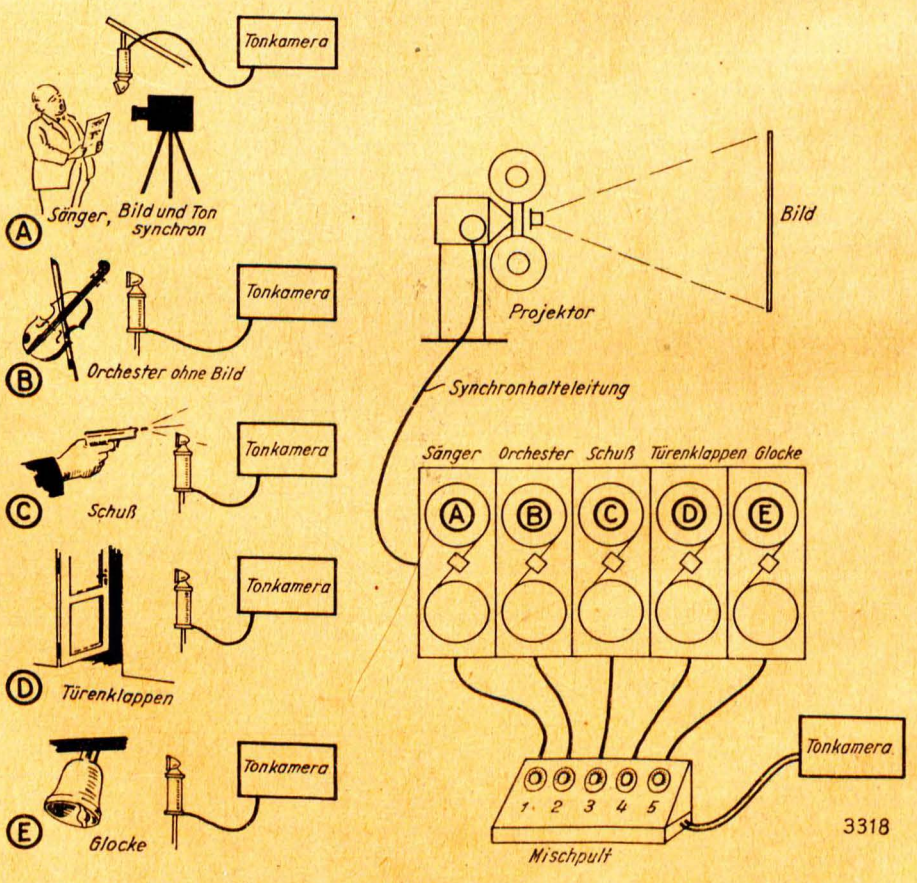


Abb. 4. Neue Art der kombinierten Tonaufnahme

Bandspieler synchron —, kann der Tonmeister genau beurteilen, ob z. B. der Schuß an der richtigen Stelle erscheint. Hat man die Filmstreifen entsprechend gegeneinander ausgerichtet, so läßt man sie zur Probe laufen und gibt das Tongemisch auf den Lautsprecher; man kann dann immer noch Korrekturen anbringen, ehe die endgültige Tonaufnahme vorgenommen wird.

Die einzelnen Bandspieler treten bei der endgültigen Tonaufnahme also einfach an die Stelle der Mikrophone, und sie werden genau wie diese an das Mischpult geschaltet. Die Spannungen, die sie liefern, stimmen etwa mit denen überein, die man Kondensatormikrophonen entnehmen kann.

In dieser kurzen Darstellung konnten die Möglichkeiten, die der Mehrband-Plattenspieler bietet, noch nicht erschöpft werden. Er kann, um nur einige weitere Beispiele zu nennen, auch gebraucht werden, um einen vollkommen fertigen Tonfilm, bei dem vielleicht die Dynamik nicht ganz befriedigt, umzuschreiben, um also einzelne Stellen in ihrer Gesamtlautstärke lauter, andere Stellen leiser zu halten. Man kann ihn verwenden, um in einen fertigen Tonfilm noch Dialoge, Geräusche, Musik und dergleichen nachträglich einzublenden, falls das für eine gute Wirkung des Films erforderlich ist. Man kann gleichmäßige Geräusche — Marschmusik, Pferdegetrappel, Motorenheulen und dergleichen — auch in Form von Filmschleifen, also von zusammengeklebten, endlosen Bändern einlegen und von diesen abnehmen. Man kann das Gerät zum „Nachbildern" verwenden, d. h. dazu, zu einer Tonaufnahme nachträglich die Bildaufnahme herzustellen. Von dieser Arbeitsweise macht man z. B. bei großen Sängern Gebrauch, die oft nicht so ausgezeichnet singen können, wenn sie Körperstellungen einnehmen müssen, wie sie sich aus der Filmhandlung ergeben; man läßt sie dann zunächst ohne jede Rücksicht auf Bildwirkung singen, nimmt den Gesang auf, spielt ihn später mit dem Bandspieler und einem Lautsprecher ab und dreht nun hierzu die Bildhandlung.

So wohnen dem Mehrbandspieler Möglichkeiten inne, die geeignet sind, die Tonfilmaufnahme in größtem Maße zu befruchten. Seien wir stolz, daß es der deutschen Technik vergönnt war, der Welt diese vorwärtsweisenden Geräte zur Verfügung zu stellen. *Schw.*

Zeichnungen vom Verfasser — Werkaufnahmen

Kurzwellentechnik in der Medizin

In dem Bestreben, unseren Lesern Einblicke in physikalische und technische Arbeitsgebiete zu verschaffen, die mit der drahtlosen Nachrichtentechnik gemeinsame oder verwandte Grundlagen haben, bringen wir diesen Aufsatz, der sich an einen Vortrag von Prof. Dr. Esau anläßlich der diesjährigen Tagung der Deutschen Röntgengesellschaft in Wiesbaden anlehnt. Einige Einzelfragen zu diesem Thema sollen gelegentlich in späteren Aufsätzen behandelt werden.

Unzweifelhafte Heilerfolge auf Grund eingehender medizinischer und auch physikalischer Forschungsarbeiten und nicht zuletzt dank großer Vervollkommnung der technischen Hilfsmittel haben den Beweis für die Brauchbarkeit der in den vergangenen 10 Jahren unter dem Namen Kurzwellen- oder Ultrakurzwellen-Therapie bekanntgewordenen Behandlungsweise für eine Reihe von Krankheiten erbracht. Die medizinischen Anwendungsgebiete, in denen man mit dieser Therapie Erfolge erzielt, sollen an dieser Stelle nicht genannt werden; allein die technisch-physikalischen Grundprobleme, von denen einige schon gelöst sind, während andere noch intensive Bearbeitung bis zu ihrer endgültigen Lösung erfordern, stehen im Rahmen dieses Aufsatzes zur Erörterung.

Der äußere Vorgang der Behandlung besteht bekanntlich darin, daß der zu behandelnde Körperteil in das elektrische Feld eines Kondensators gebracht wird, der zusammen mit einer geeignet bemessenen Spule den Schwingungskreis eines Hochfrequenzgenerators (Kurzwellen- oder Ultrakurzwellensenders) bildet. Neuerdings sind auch Behandlungsmethoden angegeben worden, bei denen man den Patienten in das Feld der Schwingkreis-Spule bringt.

Physikalisch gesehen werden in dem durchfluteten Teil bei der Kondensatorfeldmethode die in Wärme sich umsetzenden dielektrischen Verluste wirksam; bei der Behandlung im Spulenfeld tritt je nach der benutzten Frequenz dieser Wärmeeffekt ebenfalls infolge dielektrischer Verluste oder infolge der Wirbelstromverluste auf. Die biologische Seite des Problems, die natürlich in erster Linie den Mediziner interessiert, ist bereits vielfach insbesondere auch im Hinblick auf einen spezifischen Effekt der hochfrequenten Verschiebungsströme auf die lebendige Zelle erörtert worden; sie kann jedenfalls für die Betrachtungen, die der Techniker in dem heutigen Entwicklungsstadium anzustellen hat, außer acht gelassen werden.

Für die Erzeugung hochfrequenter Schwingungen geeigneter Frequenz und mit der gewünschten Leistung stehen grundsätzlich zwei Anordnungen zur Verfügung: Röhren- und Funkengenerator. Die Leistungen, die für die medizinischen Zwecke heute als ausreichend angesehen werden können, liegen bei einigen 100 Watt. Das ist ein Leistungsbetrag, wie er auch in der drahtlosen Nachrichtentechnik für Sender mittlerer Reichweite in diesem Frequenzgebiet erforderlich ist. So ist es kein Zufall, daß vor etwa 10 Jahren, als man geeignete Methoden für die Erzeugung solcher Senderleistungen entwickelt hatte, auch die Kurzwellen- und Ultrakurzwellen-Therapie ihren Weg beginnen konnte.

Die technischen Forderungen sind allerdings in dem Gebiet der medizinischen Technik verschieden von denen der Nachrichtentechnik. Während die Nachrichtentechnik von Anfang an größten Wert auf Frequenzkonstanz des Senders legen mußte und heute gerade in diesem Punkte außerordentlich weit entwickelt ist, spielt diese Forderung bei der therapeutischen Benutzung der hochfrequenten Schwingungen eine wesentlich geringere Rolle. Eine Frequenzkonstanz auf z. B. 0,1 ‰ der Sollfrequenz wird bei der medizinischen Anwendung nie verlangt werden müssen. Die Leistung der Geräte für das Nachrichtenwesen hat die der medizinischen inzwischen weit übertroffen, woraus hervorgeht, daß die für die Therapie zu fordernden Leistungen in dem heute in Betracht kommenden Frequenzbereich in jedem Falle mit einem verhältnismäßig einfachen technischen Aufwand erreicht werden können. Daß die Abgabe der erzeugten Leistung in dem einen Falle an die Antenne, im anderen Falle an den Körper des Patienten der Gegenstand besonderer physikalischer und konstruktiver Erwägungen sein müßte, ist ohne weiteres einzusehen. Die zur Zeit benötigten Leistungen sind sowohl mit Röhrensendern als auch mit Funkensendern zu erreichen. Es liegen keine Anzeichen dafür vor, daß bei gleicher Frequenz und Leistung die medizinische Wirkung davon abhängig sei, ob gedämpfte oder ungedämpfte Schwingungen zur Behandlung verwandt werden. Der heute hier und da noch zu beobachtende Streit zwischen Funken- und Röhren-Generator kann damit in absehbarer Zeit für die Medizin als gegenstandslos be-

trachtet werden und dürfte nur noch in kommerzieller Hinsicht eine gewisse Bedeutung behalten.

Mit dem ersten Auftauchen der Kurzwellen-Therapieapparate erwuchs den Technikern die Aufgabe, den drahtlosen Nachrichtendienst, der sich in dem in Frage kommenden Frequenzgebiet abspielt, gegen etwaige Störungen von seiten dieser Apparate zu schützen. Mit wachsender Besetzung des Wellenbereiches zwischen 3 und 25 m einerseits und der Zunahme der Zahl der Therapieapparate andererseits gewann diese Aufgabe an Bedeutung. Für die Beseitigung derjenigen Störungen, die nach ihrer Entstehungsart und Fortpflanzung — längs Leitungen — mit den durch andere elektrische Apparate hervorgerufenen vergleichbar sind, stehen die bekannten Störschutzmittel, deren elektrische Daten dem gerade vorliegenden Fall angepaßt sind, zur Verfügung.

Mit zunehmender Frequenz wächst die Möglichkeit der Störungsübertragung durch Strahlung, eine Tatsache, deren Beachtung bei der Behandlung des Störungsproblems bei anderen elektromedizinischen Apparaten, z. B. den schon lange bekannten Diathermie-Apparaten mit Grundfrequenzen von etwa 1000 kHz, nicht erforderlich war. Es hängt von den jeweiligen örtlichen Verhältnissen ab, ob besondere Maßnahmen gegen die Ausstrahlung der Störungen getroffen werden müssen oder ob — etwa in einem großen Eisenbetonbau — die ausgestrahlten Störwellen eine so beschränkte Reichweite haben, daß besondere Schutzmaßnahmen sich erübrigen. Der sicherste, aber auch der kostspieligste Störschutz ist der allseitig geschlossene Metallkäfig, bei dessen Anlage jedoch peinlichst darauf geachtet werden muß, daß nicht durch Unterbrechung oder falsche Erdungsverhältnisse Sekundärstrahler oder Reflektoren entstehen, die die Schutzwirkung in Frage stellen.

Das Problem der Dosierung der bei der Behandlung dem Krankheitsherd zugeführten Hochfrequenzenergie ist zur Zeit noch nicht einwandfrei gelöst. Man muß vorläufig noch im allgemeinen Stromstärke und Behandlungszeit als Maß für die Dosis und als Anhaltspunkt für die Schaffung reproduzierbarer Verhältnisse benutzen, doch besteht Aussicht, daß eine exaktere Dosierung, wie sie in der Röntgentherapie in enger Zusammenarbeit von Physikern und Ärzten im Laufe der Jahre entwickelt worden ist, auch für die Kurzwellentherapie erreicht werden wird.

In der Strahlentherapie taucht im Zusammenhang mit den Dosierungsfragen stets das Problem der Schädigungsmöglichkeit auf. Die Vermeidung der Schädigung des Patienten durch Überdosierung ist in erster Linie Aufgabe des Mediziners. Dagegen gehört die Schaffung von Vorrichtungen, die den Arzt und seine Helfer bei ihrer Arbeit vor schädlichen Einwirkungen schützen, in den Aufgabenkreis des Technikers. Glücklicherweise hat man bisher bei der Kurzwellentherapie keine ernstlichen Schädigungen beobachtet; die Gefahren, denen viele Pioniere der Röntgenstrahlen- und Radiumtherapie zum Opfer gefallen sind, bestehen im hochfrequenten Kondensator- oder Spulenfeld nicht. Sollten in Zukunft einmal andere Frequenzgebiete medizinisch nutzbar gemacht werden, so müßte selbstverständlich die Frage der Schädigungsmöglichkeit und gegebenenfalls der Schutzmittel dagegen erneut geprüft werden.

Für die zukünftige Entwicklungsarbeit in dem jetzt benutzten Frequenzbereich besteht zunächst die Hauptaufgabe darin, die Anwendungsmethoden so zu verfeinern, daß die Hochfrequenzenergie in der richtigen Dosis am Krankheitsherd wirksam wird. Untersuchungen über die zweckmäßigste Gestaltung der Elektroden sowie die Ausarbeitung von praktischen Dosis-Meßverfahren sind Schritte in Richtung auf dieses Ziel.

Es liegt nahe, noch einen Vergleich zu ziehen zwischen der allgemeinen technischen Aufgabenstellung bei der Nutzbarmachung hoher und ultrahoher Frequenzen für medizinische Zwecke einerseits und für die Nachrichtenübermittlung andererseits. Im letztgenannten Falle muß das Bestreben des Konstrukteurs, z. B. beim Senderbau, stets darauf gerichtet sein, die Wärmeverluste im Dielektrikum möglichst klein zu halten. Bei der Kurzwellentherapie dagegen kommt es darauf an, möglichst die gesamte vom Generator gelieferte Energie im Dielektrikum umzusetzen. Es sind physikalische Theorien über dielektrische Verluste aufgestellt und experimentelle Untersuchungen in allen Frequenzbereichen durchgeführt worden. Die dielektrischen Verluste wachsen im allgemeinen mit zunehmender Frequenz. Es zeigt sich, daß die Erwärmung abhängig ist von der Leitfähigkeit des Dielektrikums und von der Feldstärke, die bekanntlich mit der Dielektrizitätskonstante zusammenhängt.

Eine gesicherte Grundlage für die quantitative Weiterarbeit auf dem Sondergebiet der elektromedizinischen Anwendung bilden die Beziehungen, welche theoretisch und experimentell an Modellen gefunden worden sind, die aus Schichten von Stoffen verschiedener Leitfähigkeit und Dielektrizitätskonstante zusammengesetzt sind. Mit solchen Modellen kann man — natürlich nur in stark vereinfachter Form — die bei der Behandlung eines Körperteils im Hochfrequenzfeld vorliegenden Verhältnisse nachbilden. Es läßt sich nachweisen, daß die Erwärmung an einer bestimmten Stelle jeweils dann einen Höchstwert erreicht, wenn zwischen der Leitfähigkeit des Materials an dieser Stelle, seiner Dielektrizitätskonstante und der Frequenz ein ganz bestimmter mathematischer Zusammenhang besteht. Daraus geht hervor, daß man bei Kenntnis der Dielektrizitätskonstante und der Leitfähigkeit des Blutes, von Fett, Muskelgewebe oder Knochen durch Wahl einer geeigneten Frequenz die maximale Erwärmung dort herbeiführen kann, wo man sie aus medizinischen Gründen wirksam werden lassen will. Zu berücksichtigen ist allerdings, daß in den verschiedenen Körperteilen die Voraussetzungen, welche dem oben erwähnten Zusammenhang zugrunde liegen, nur mit mehr oder weniger guter Annäherung erfüllt sind. Trotzdem ist die Kenntnis der elektrischen Daten an den einzelnen Stellen des Körpers von Bedeutung für die Beurteilung der Behandlungswirkung und die richtige Dosierung, und es bleibt daher eine der Hauptaufgaben für die Zukunft, diese Daten mit hinreichender Genauigkeit systematisch zu ermitteln.

Am schwierigsten sind Leitfähigkeitsmessungen. Die bisherigen Meßmethoden, die für schwache Elektrolyte entwickelt worden sind, versagen, weil es sich im menschlichen Körper meistens um sehr große Leitfähigkeiten handelt. Die Leitfähigkeit wächst mit zunehmender Frequenz. Das hat zur Folge, daß von Strömen ultrahoher Frequenz auch solche Teile durchdrungen werden können, bei denen die gewöhnliche Diathermie versagt. In neuerer Zeit durchgeführte Messungen der Leitfähigkeit des Blutes bei verschiedenen Frequenzen haben ergeben, daß die Zunahme der Leitfähigkeit des Serums mit wachsender Frequenz ziemlich gering ist, dagegen ergab sich für die roten Blutkörperchen a l l e i n ein Ansteigen der Werte auf das siebenfache innerhalb des untersuchten Frequenzgebietes. Ob und wie weit mit einer Steigerung der Frequenz über die jetzt gebräuchlichen Werte hinaus weitere Fortschritte erzielt werden können, muß später geklärt werden. Bei Dezimeterwellen bestände z. B. die Möglichkeit, den Körper dem direkten Strahlungsfeld auszusetzen. Auch gewisse Resonanzeffekte könnten in diesem Bereich eine Rolle spielen. Erfahrungen und greifbare Ergebnisse liegen hier noch nicht vor.

Wünschenswert ist es, daß zunächst in dem heute gebräuchlichen Bereich durch engste Zusammenarbeit von Medizinern und Technikern die Erkenntnis gefördert wird und die hier skizzierten Aufgaben einer Lösung zugeführt werden.

Dr. W. F.

Zeilenraster-Kippgerät für Fernsehzwecke

Von
Kurt Altner

Auf der letzten Großen Deutschen Rundfunk-Ausstellung ist den Besuchern das Fernsehen als grundsätzlich gelöstes Problem vor Augen geführt worden. Die deutschen Bastler wurden zur Mitarbeit an der weiteren Entwicklung und Vervollkommnung auf dem Gebiete der Empfängertechnik aufgerufen. Um ihnen die Mitarbeit zu erleichtern, sollen in folgendem Arbeitsweise und Bau eines Kippgerätes, wie es zur Erzeugung des Zeilenrasters für Fernsehzwecke benötigt wird, näher erläutert werden.

Die Abtastung

Es sei noch einmal kurz besprochen, wie die Bilderzeugung vor sich geht. Das zu sendende Bild wird auf der Senderseite in eine bestimmte Anzahl von Zeilen zerlegt und diese wiederum in eine Reihe von Punkten, die mit verschiedenen Helligkeitswerten aufeinanderfolgen. Nach Ablauf einer Zeile muß der Bildpunkt in möglichst kurzer Zeit wieder an den Anfang der Zeile zurückbefördert und außerdem um die Breite einer Zeile senkrecht zu der Zeilenrichtung verschoben werden; der Punkt läuft also während einer Zeile etwa von der linken oberen Ecke des Bildfeldes bis zur rechten oberen Ecke, um dann wieder unter dem ersten Punkt zu beginnen und so fortschreitend das ganze Bildfeld in dem Bruchteil einer Sekunde zu durchlaufen und danach wieder in der linken oberen Ecke zu beginnen (Abb. 1). Die Bildfläche ist

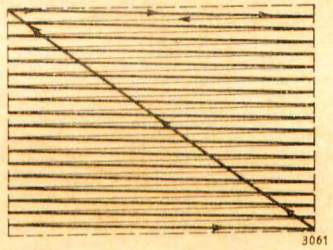


Abb. 1. Entstehung des Zeilenrasters

somit in eine Reihe zeitlich nacheinanderfolgender Flächenelemente von verschiedener Helligkeit aufgeteilt, die in entsprechende Stromwerte verschiedener Amplitude verwandelt werden — das Bild wird „abgetastet". Dies geschieht senderseitig mit der „Abtasteinrichtung" auf verhältnismäßig einfache Weise, indem man z. B. mit einer beweglichen Rasterblende das ganze Bild abdeckt und jeweils nur ein Flächenelement auf die Photozelle wirken läßt (Nipkow-Scheibe). Die technischen Ausführungen der verschiedenen Abtastverfahren sollen hier nicht besprochen werden.

Die Bildzusammensetzung

Wir haben uns hier mit dem entgegengesetzten Vorgang, der Bildzusammensetzung, zu befassen. Die weiteste Verbreitung als Hilfmittel für die Sichtbarmachung des Bildes hat zur Zeit die Braunsche Röhre. Diese hat den anderen Bildzeichengeräten gegenüber den großen Vorteil, den elektrischen Impulsen trägheitslos folgen zu können, und da in ihr keinerlei bewegte mechanische Teile enthalten sind, die Gleichlaufschwierigkeiten des Empfängers mit dem Sender auf ein Mindestmaß herabzusetzen. Die Braunsche Röhre [1]) ist ein großer evakuierter Glaskolben mit trichterförmiger Erweiterung, auf dessen Boden eine Schicht aufgetragen ist, welche das Bild sichtbar macht. Der Hals enthält ein System von Elektroden, die zur Erzeugung von Kathodenstrahlen dienen. Die Kathode K (s. Abb. 2 a) sendet Kathodenstrahlen aus, welche durch eine Lochblende in der Anode A hindurchgehen und auf den Schirm S gelangen. Dort bewirken die unsichtbaren Kathodenstrahlen ein Fluoreszieren des Schirmes an der Stelle, wo sie diesen treffen. Mit einer weiteren Elektrode L, die eine Vorspannung von etwa 30 bis 40 % der Anodenspannung erhält, lassen sich die in einem Bündel austretenden Strahlen so konzentrieren, daß sie sich in einem Punkte schneiden und dieser Punkt auf dem Leuchtschirm abgebildet wird. Dies entspricht den optischen Eigenschaften einer Linse, weswegen diese Elektrode auch

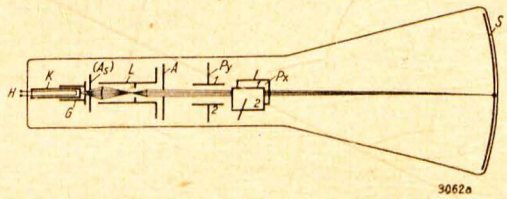


Abb. 2a. Aufbau der Braunschen Röhre

den Namen Elektronenlinse trägt. Schließlich enthält dieses System noch eine weitere Elektrode, den sog. Wehneltzylinder oder die Lichtsteuerelektrode G. Diese entspricht in ihrer Wirkung der eines Gitters, welches durch mehr oder weniger negative Spannung eine Raumladung in der Nähe der Kathode bewirkt und damit die Intensität des Kathodenstrahls beeinflußt. Man kann also mit Hilfe dieser Elektrode die Helligkeit des Leuchtfleckes steuern.

Die beschriebenen Elektroden dienen also zur Erzeugung des Leuchtfleckes, der das Bild auf dem Schirm zeichnen soll. Bei der verwendeten Braunschen Röhre war außerdem noch eine Sauganode vorhanden, die sich zwischen Kathode und Gitter befindet und mit positiver Vorspannung von etwa 1 bis 2 % der Anodenspannung dem Elektronenstrahl eine bestimmte Beschleunigung erteilt. Diese Elektrode ist aber nur in den Röhren einer Firma vorhanden und kann auch fehlen, ohne das Bild sehr zu verschlechtern.

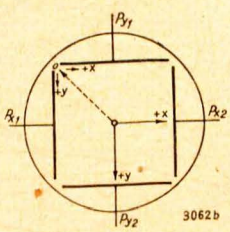


Abb. 2b. Die statischen Felder x und y

Außer den beschriebenen befindet sich noch ein System von vier weiteren Elektroden in der Braunschen Röhre, mit denen man in beliebiger Weise den Fleck auf dem Leuchtschirm verschieben kann ($P_{x1,2}$ und $P_{y1,2}$). Von diesen stehen sich je zwei Platten parallel gegenüber und erzeugen, wenn man an sie statisch Spannungen legt, zwei senkrecht aufeinanderstehende Felder, welche die beiden Ablenkungskomponenten ergeben (s. Abb. 2 b). Man kann also mit diesen beiden Plattenpaaren auf dem Schirm ein Raster erzeugen, dessen einzelne Elemente durch den Wehnelt-Zylinder in ihren Helligkeitswerten verändert werden können.

[1]) Siehe „Funk" 1936, Heft 1, Seite 1.

Das Kippschwingungsgerät

Im folgenden sollen nun zwei Schaltungen zur Erzeugung der an die Ablenkungselektroden zu legenden Spannungen besprochen werden. Es wird gefordert, daß der Leuchtfleck gleichmäßig eine Zeile durchläuft, um dann möglichst schnell wieder an den Anfang der Zeile zurückzukippen. Gleichzeitig sollen die einzelnen Zeilen gleichmäßig über das ganze Bildfeld laufen, um nach Ablauf eines Bildes wiederum möglichst schnell an die Stelle der ersten Zeile zurückzukippen. Wir benötigen also zwei Wechselspannungen verschiedener Frequenz, die diesen Anforderungen entsprechen. Die Höhe der Frequenzen ist durch die Trägheit des menschlichen Auges auf ein Minimum, durch die Möglichkeit verzerrungsfreier drahtloser Übertragung (Bandbreite) auf ein Maximum festgelegt. Man hat bisher mit einer sekundlichen Bildwechselzahl von 25 und einer Bildzeilenzahl von

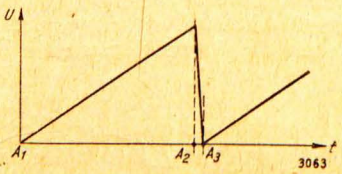


Abb. 3. Ideale Kippschwingung

180 gearbeitet. Es wurden aber bereits auf der Funkausstellung Bilder mit 320 Zeilen (Fernseh-AG. und Telefunken) und auch Sendungen mit 50 Bildwechseln (Zeilensprungverfahren von Loewe) vorgeführt. Desgleichen sind auch von seiten der Reichspost Vorarbeiten für die Einführung höherer Zeilenzahlen im Gange. Wir wollen uns hier mit einem Rastergerät für eine Zeilenzahl von 180 bei 25 Bildwechseln pro Sekunde befassen, doch ist dieses jederzeit auf 50 Bildwechsel und auch auf höhere Zeilenzahl umzuschalten.

Erforderlich ist also eine Wechselspannung, wie sie Abb. 3 darstellt, wobei gefordert ist, daß die Strecke A_2 bis A_3 verschwindend klein ist gegen die Strecke A_1—A_2 (bis 5 %) und der Verlauf der Kurve von A_1—A_2 geradlinig ist. Diesen Vorgang haben wir in Annäherung in der Ladekurve eines Kondensators. Wir laden einen Kondensator über einen Widerstand R langsam auf eine Spannung U auf, dann schließen wir diesen Kondensator kurz; er wird sich über diesen Kurzschluß in sehr kurzer Zeit entladen, und der Vorgang beginnt nach Öffnen des Kurzschlusses von neuem. Ein Oszillieren der Entladung verhindern wir dadurch, daß der Kurzschluß nur in einer Stromrichtung leitend ist (Elektronenröhre). Die Lade- und Entladezeit ist abhängig von dem Lade- bzw. Kurzschlußwiderstand. Der Kondensator hat also zwei Zeitkonstanten. Man kann durch entsprechende Dimensionierung der beiden Widerstände erreichen, daß die Entladezeit nur etwa 5 % der Ladezeit beträgt.

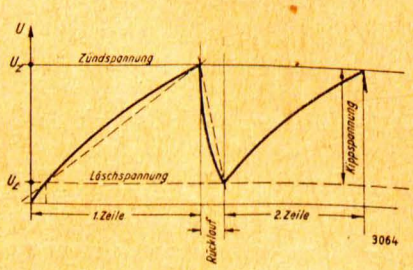


Abb. 4. Kippschwingung einer Glimmlampe

Wir brauchen also einen geeigneten Schalter für die Entladung des Kondensators: diesen haben wir in der Glimmlampe. Sie hat eine bestimmte Zündspannung U_Z und eine Löschspannung U_L. Das heißt, wenn wir über den Kondensator eine Glimmlampe legen und den Kondensator über einen Widerstand laden, dann bildet diese Anordnung eine Spannungsquelle, deren Wert langsam steigt, bis die Zündspannung der Glimmlampe erreicht ist. In diesem Moment bildet die Glimmstrecke einen Kurzschluß über den Kondensator; er kann sich entladen und die Spannung fällt spontan ab, bis sie den Wert der Löschspannung erreicht hat. In diesem Moment bricht die Brücke in der Glimmstrecke zusammen und der Ladevorgang kann von neuem beginnen. Wir haben also einen zeitlichen Spannungsverlauf, wie ihn Abb. 4 veranschaulicht.

Da die Ladekurve eines Kondensators durch eine e-Funktion dargestellt wird, ist der Anstieg nicht genau geradlinig. Diese Krümmung ließe sich dadurch kompensieren, daß man den Kondensator statt über einen reinen Ohmschen Widerstand über eine Röhre, deren Widerstandskurve als Funktion der Spannung ebenfalls eine Exponentialfunktion darstellt, lädt. Es hat sich aber gezeigt, daß die Krümmung so gering ist, daß sie für unsere Zwecke zunächst vernachlässigt werden kann. Wir wollen daher in unserer Schaltung von der Verwendung einer Laderöhre absehen.

Wir haben gesehen, daß an den Klemmen des Kondensators die Kippspannungen auftreten, die wir zur Erzeugung unseres Rasters brauchen; wir führen sie also direkt den Platten der Braunschen Röhre zu. Als Glimmlampe verwenden wir ein sog. Thyratron, welches von der AEG mit Heliumfüllung hergestellt wird. Dieses Thyratron enthält innerhalb der Glimmstrecke noch ein Gitter, mit dem wir die Amplitude unserer Kippspannung einregeln können. Außerdem dient es zur Aufnahme der Synchronisierungsimpulse für die erzeugte Kippfrequenz. Wir haben nun weiter nichts zu tun, als die Ladekonden-

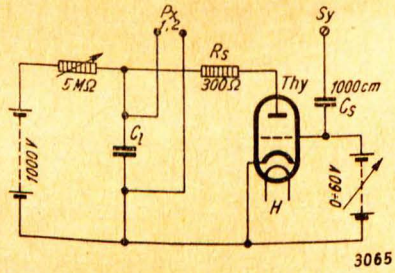


Abb. 5. Kippschaltung mit Thyratron. C_1 bei 25 bis 50 Hz = 5000 cm fest, bei 4,5 bis 10 kHz = 50 cm Drehkondensator

satoren und Ladewiderstände für die beiden gewünschten Frequenzen richtig zu bemessen (Abb. 5). Die Schaltung ist für beide grundsätzlich die gleiche, nur regeln wir die Bildfrequenz, da es sich um einen verhältnismäßig großen Kondensator handelt, mit einem regelbaren Widerstand von $R = 7$ MΩ, während wir die Zeilenfrequenz, die bei 25 Bildwechseln und 180 Zeilen $25 \times 180 = 4500$/sec. beträgt, bequemer mit einem Drehkondensator von 50 cm Maximalkapazität regeln.

Die erzeugten Kippspannungen erreichen eine Höhe von 700 bis 1000 Volt, was zur Aussteuerung einer kleinen Braunschen Röhre von 25 cm Schirmdurchmesser ausreichend sein dürfte. Da der Kathodenstrahl auch durch magnetische Felder abgelenkt wird, so ist darauf zu achten, daß alle Wechselspannungen führenden Leitungen gut abgeschirmt, zumindest aber verdrillt werden und in der Nähe der Röhre keine Schleifen bilden. Am sichersten schützt man sich vor Streufeldern dadurch, daß man die Röhre in einen Eisenkasten einbaut und auch die Transformatoren in Eisen kapselt. Wenn man diese Vorsichtsmaßregeln beachtet, bietet die Erzeugung eines sauberen Rasters keine großen Schwierigkeiten mehr.

Das Amplitudensieb

Um zu erreichen, daß die Zeilen- und Bildschaltung im gleichen Moment erfolgt wie beim Sender, müssen wir, wie schon kurz erwähnt wurde, unser Kippgerät noch mit diesem synchronisieren. Dies geschieht auf sehr einfache Weise mit der Schaltung des Amplitudensiebes. Der modulierten Hochfrequenz, die der Sender ausstrahlt, ist nämlich außerdem noch eine Signalfrequenz überlagert; sie erzeugt auch das Trillern, welches wir hören, wenn wir den Bildsender abhören. Man richtet es am Sender so ein, daß während der Übertragung einer Zeile der Bildstrom einen Mindestwert nicht unterschreitet, während zwischen zwei Zeilen der Bildstrom unter diesen Mindestwert sinkt. Werden diese Impulse nun auf das Gitter einer Röhre gegeben, die mit kleiner Anodenspannung und hoher negativer Gittervorspannung betrieben wird, so daß der Mindestwert des Bildstromes bereits die Röhre verriegelt, so erhalten wir nur dann Anodenstrom, wenn die Gitterspannung unter den Mindestwert, die Sperrspannung, sinkt. Wir entnehmen dann der Röhre Signale, die immer am Ende einer Zeile auftreten und an das Kippgerät gegeben werden. Da dieses schon annähernd auf die geforderte Frequenz abgestimmt ist und sich im labilen Gleichgewicht befindet, stellt es sich so ein, daß es immer in dem Moment kippt, in dem das Gitter den Synchronisierstoß erhält; die selbsterregte Schwingung des Kippgerätes wird „mitgenommen" (Abb. 6). Das Schaltbild zeigt Abb. 7.

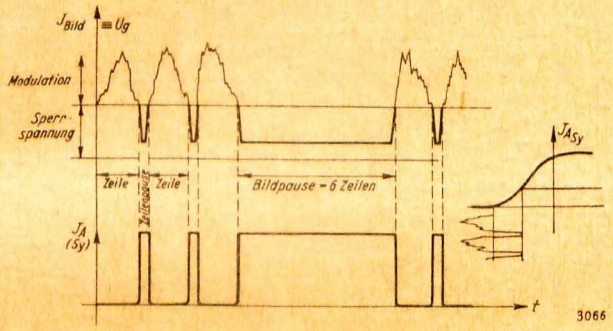


Abb. 6. Wirkungsweise des Amplitudensiebes

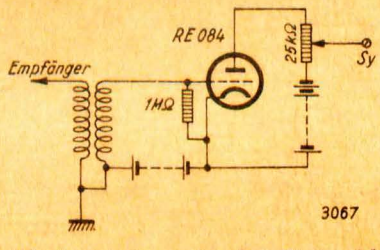


Abb. 7. Schaltung des Amplitudensiebes

Ein einfacheres Kippgerät

Das Thyratron stellt sich verhältnismäßig teuer, es kostet etwa 40 RM je Stück. Es sei daher noch eine Ersatzschaltung beschrieben, die das Thyratron durch zwei gewöhnliche Dreipolröhren ersetzt. Der physikalische Vorgang hierbei ist folgender: Wir ersetzen die Glimmstrecke des Thyratrons durch eine Dreipolröhre und riegeln mit einer zweiten Dreipolröhre in dem Augenblick, in dem der Kippvorgang abgelaufen ist, das Gitter der kippenden Röhre zu. Dazu benötigen wir allerdings noch eine zweite Spannungsquelle, für die wir der Einfachheit halber eine Anodenbatterie nehmen. Über den inneren Widerstand der Röhre II (Abb. 8) bekommt bei Beginn des Vorgangs die Röhre I eine sehr hohe negative Gittervorspannung bei zunächst sehr kleiner Anodenspannung aus der Spannungsquelle, es fließt also kein Anodenstrom, die Röhre ist verriegelt. Die Spannung am Ladekondensator steigt nun an, und damit die Anodenspannung für Röhre I, bis die Anodenspannung den Wert erreicht hat, der einen Durchbruch durch die Röhre verursacht. In diesem Augenblick wird nunmehr Röhre II durch die hohe negative Gittervorspannung verriegelt und die Spannung kann vollends über Röhre I zusammenbrechen. Damit ist der ursprüngliche Zustand wieder erreicht, und der Vorgang wird von neuem eingeleitet.

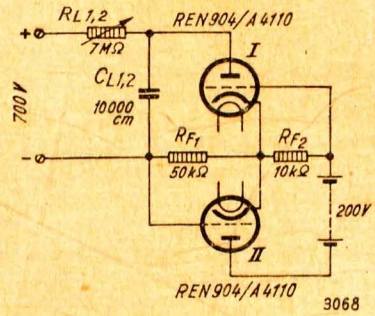


Abb. 8. Kippschaltung mit zwei Dreipolröhren n = 25 Hz. Bei n = 4 500 Hz werden C_1 = 50 cm (Drehkondensator), R_1 = 4 MΩ (Festwiderstand). Die Heizleitungen wurden fortgelassen

Für den Bastler, der zum ersten Male mit Kippschwingungen experimentiert, empfiehlt es sich, zunächst die Schaltung der Abb. 8 aufzubauen. Als Kipp- und Schaltröhre verwenden wir die REN 904/A 4110. Die Werte der Kathodenfallwiderstände sind Ungefährwerte, die am besten leicht auswechselbar genommen werden. Die benötigte Spannung zur Ladung des Kondensators beträgt 700 bis 1000 Volt, die der Hilfsbatterie 150 Volt. Es ist darauf zu achten, daß beide Kippgeräte gut gegeneinander abgeschirmt sind und alle Abschirmungen wirklich einwandfrei geerdet werden, um eine gegenseitige Beeinflussung auszuschalten.

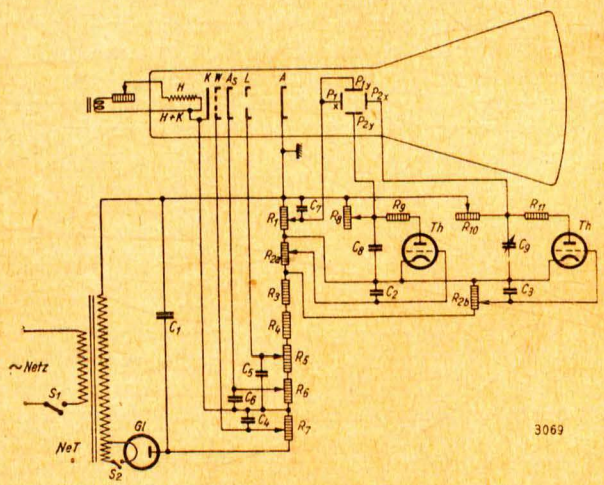


Abb. 9. Stromversorgung des Kippgerätes

Diese Kippgeräte unterscheiden sich von denen, die die Industrie verwendet, im wesentlichen dadurch, daß sie die Kippspannungen direkt erzeugen, daß also die Einzelteile teilweise Hochspannung führen. Mit diesem Umstand wird der Bastler sich aber gern abfinden, wenn er damit einen erheblichen Mehraufwand von Röhren für Spannungsverstärker ersparen kann. Damit ist allerdings Verzicht geleistet auf die symmetrische Lage der Kippspannungen

auf dem Bildschirm. Es ist also dafür zu sorgen, daß die Nullstellung des Leuchtfleckes nicht in der Mitte des Bildfeldes liegt, sondern wir müssen sie durch eine entsprechende Vorspannung an die beiden Felder in die linke obere Ecke zu schieben suchen (s. Abb. 2 b). Wir können dann unser Raster diagonal über den ganzen Schirm verschieben, wenn wir die Vorspannung über einen Dreh-Spannungsteiler abnehmen. Um eine gute Vorspannungsmöglichkeit zu haben, schalten wir von jedem Plattenpaar je eine Platte zusammen und führen sie über einen Spannungsteiler an einen Teil der Anodenspannung (Schaltung Abb. 9).

Ein Anodenspannungsgerät

Im folgenden soll nun ein Anodenspannungsgerät beschrieben werden, welches gleichzeitig gestattet, die Spannungen für das Kippgerät zu entnehmen. Eine einzige Ausnahme bildet die Hilfsspannungsquelle für das Kippgerät nach der zweiten Art. Bei diesem müssen beide Spannungsquellen voneinander unabhängig sein, sie dürfen nicht einmal gemeinsam geerdet sein, weshalb sich empfiehlt, als Hilfsspannungsquelle eine Anodenbatterie zu verwenden, zumal diese bei der geringen Belastung sehr lange brauchbar bleibt. Abb. 9 zeigt das Schaltbild des Netzgerätes.

Der Transformator enthält außer der Sekundärwicklung noch drei Heizwicklungen, zweimal 4 V für die Gleichrichterröhre und das Kippgerät, einmal 5 V für die Heizung der Braunschen Röhre. Die Entnahme der Spannungen auch für den Empfänger ist nicht möglich, da die Anode der Braunschen Röhre geerdet wird, während der Empfänger kathodenseitig geerdet werden m u ß. In die Heizleitung der Gleichrichterröhre legen wir einen Schalter, der uns gestattet, erst nach Ablauf der Anheizzeit, die beim Thyratron verhältnismäßig lang ist (etwa drei Minuten), die Anodenspannung zuzuschalten. Wird die Schaltung ohne Thyratron verwendet, so ist der Schalter nicht erforderlich. Hinter dem Gleichrichter ist die Sekundärseite zunächst mit einem guten Blockkondensator von mindestens 0,5 bis 1 Mikrofarad überbrückt. An diesem Block liegt alsdann ein Spannungsteiler. R_1 liefert die Vorspannung für die Platten zur Verschiebung des Nullpunktes. Seine Größe richtet sich nach der Empfindlichkeit der verwendeten Braunschen Röhre; in unserem Falle muß er eine Regelung über 400 V gestatten. R_2a und R_2b geben dem Thyratron die Gittervorspannung und regeln damit die Amplitude unserer Kippspannung; an ihnen muß ein Spannungsabfall von etwa 100 V liegen. R_3 und R_4 sind zwei Festwiderstände mit je einem Spannungsabfall von 500 V; R_5 liefert die Vorspannung für die Elektronenlinse. Da die Braunschen Röhren meist verschieden ausfallen, ist es eventuell erforderlich, R_4 und R_5 miteinander zu vertauschen, um in den richtigen Spannungsbereich zu gelangen; R_5 soll ebenfalls einen Spannungsabfall von 500 V haben. R_6 ist ebenfalls ein Dreh-Spannungsteiler für die Spannung der Sauganode, welche nur bei Verwendung von Braunschen Röhren mit Sauganode benötigt wird. Andernfalls kann es ein Festwiderstand sein; sein Spannungsabfall beträgt etwa 100 V. Dann folgt der Anschluß der Kathode der Braunschen Röhre. R_7 hat ebenfalls einen Spannungsabfall von etwa 100 V und liefert die negative Vorspannung für den Wehneltzylinder; sie gestattet die Einstellung der allgemeinen Helligkeit (Grauwertregler). Um netzbrummfreies Arbeiten zu erhalten, müssen alle Spannungen gegen Kathode verblockt werden. Es genügen hierzu Blockkondensatoren von 0,1 bis 0,5 Mikrofarad (Betriebsspannung 1500 V $=$ C_2—C_4). C_1, C_5, C_6, C_7 sind Kondensatoren von ebenfalls 0,1 bis 0,5 Mikrofarad, aber für eine Betriebsspannung von 3000 V. Die Größen der Schaltelemente sind aus nachstehenden Aufstellungen ersichtlich.

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 9	Größe
1	1	Braunsche Röhre, Schirmdurchmesser 25 cm		
2	1	Netztransformator lt. Beschreibung	$N_e T$	
3	3	fünfpolige Röhrenfassungen		
4	1	Dreh-Spannungsteiler	R_1	1 MΩ
5	2	desgl.	R_2a, R_2b	0,5 MΩ
6	2	desgl.	R_3, R_4	1 MΩ
7	1	desgl.	R_5	1 MΩ
8	2	desgl.	R_6, R_7	0,25 MΩ
9	2	desgl.	R_8, R_{10}	7 MΩ
10	2	Festwiderstände	R_9, R_{11}	300 Ω
11	4	Blockkondensatoren für 3 000 Volt Betriebsspannung	C_1, C_5, C_6, C_7	0,1÷0,5 µF
12	3	desgl. für 1 500 Volt Betriebsspannung	C_2, C_3, C_4	0,1÷0,5 µF
13	1	Blockkondensator, beste Qualität, für 2 000 V Betriebsspannung	C_8	5 000 cm
14	1	Drehkondensator 50 cm für 1 500 Volt Betriebsspannung[1])	C_9	
15	2	Thyratronröhren S/4/0,2÷0,7/He	Th	
16	1	Gleichrichterröhre für Hochspannung GN 3020	Gl	
17	1	Eisenkasten 250×450×600×2 cm		Abb. 11a
18	2	Ausschalter	S_1, S_2	

[1]) Es empfiehlt sich, einen Drehkondensator von 100 cm zu benutzen und die Hälfte der Platten herauszunehmen, um die Abstände zu vergrößern.

Bei Verwendung des Kippgerätes mit Dreipolröhren wird dieses laut Abb. 10 so angeschlossen, daß über R_1 die Spannung genau so zugeführt wird wie dem Thyratron-

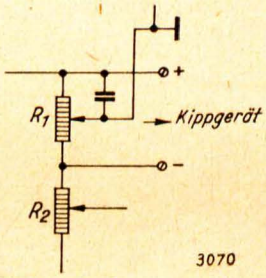


Abb. 10. Anschluß eines Kippgerätes mit Dreipolröhren

gerät, nur braucht dann R_2 nur ein einziger Festwiderstand von 0,25 MOhm zu sein. Die Einzelteile des Thyratrongerätes fallen dann weg, an ihre Stelle treten (s. Abb. 8):

R_1 2 Dreh-Spannungsteiler 7 MOhm,

R_{F_1} 2 Stück 50 kOhm,

R_{F_2} 2 Stück 10 kOhm,

C_1 (für 25 Hz) 10 000 cm, 2000 V Betriebsspannung,

C_1 (für 4500 Hz) Drehkondensator 50 cm, 2000 V Betriebsspannung,

4 Rörenfassungen, fünfpolig,

4 Röhren REN 904,

2 Anodenbatterien 150 V.

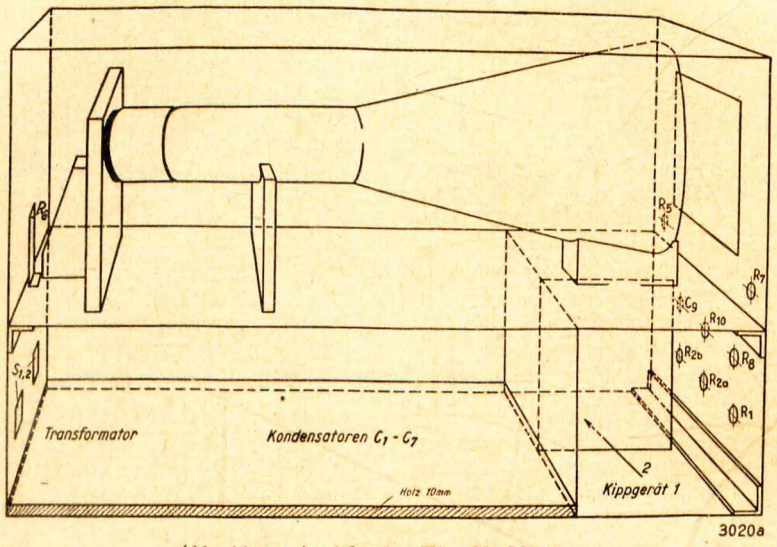


Abb. 11a. Ansicht des Eisenblechkastens

Abb. 11 zeigt die Ansicht des Kastens; man läßt ihn sich am besten von einem Schlosser anfertigen [2]). Er besteht aus zwei Abteilungen mit einer Frontplatte, die man in einen Kasten einschieben kann. In der oberen Abteilung findet die Braunsche Röhre Platz. Die Frontplatte hat einen Ausschnitt von 17,5 × 17,5 cm, welcher möglichst mit einer Platte aus splitterfreiem Glas versehen ist. Zu beiden Seiten dieses Ausschnittes sehen wir die Dreh-Spannungsteiler für die Einstellung der Helligkeit und der Schärfe vor. Auf die untere Hälfte setzen wir die Bedienungsknöpfe für die Frequenzen (R_8, R_{10}, C_9) und darunter die Knöpfe für die Nullpunktschiebung und die Amplitude (R_1, R_2a, R_2b). R_7 bringen wir im Innern unter und stellen es durch ein Loch in der Rückwand mit einem Schraubenzieher einmalig ein.

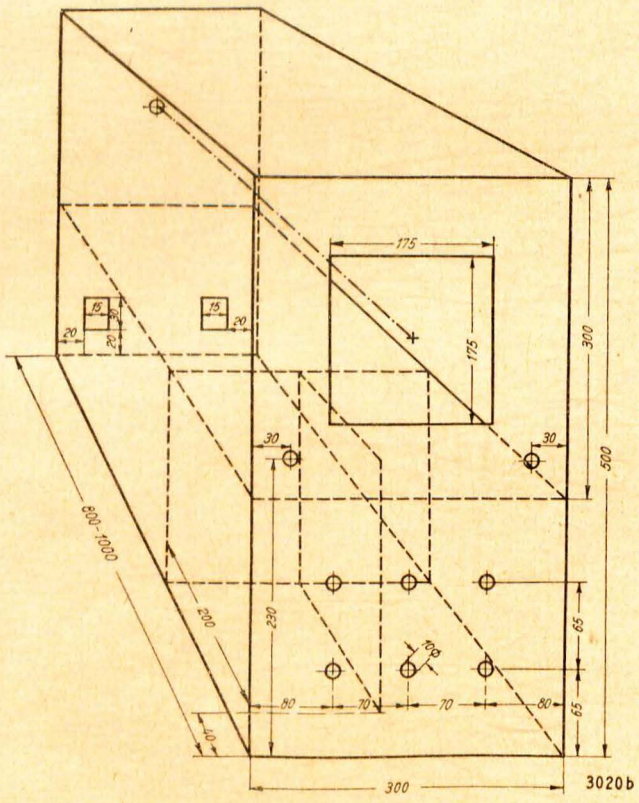


Abb. 11b. Maße des Kastens der Abb. 11a

[2]) Die Maße des Kastens richten sich nach der verwendeten Braunschen Röhre. Sie gelten hier für eine 25-cm-Röhre.

Bei der Verschiedenheit der Braunschen Röhren ist es zweckmäßig, einen Heizwiderstand vorzusehen, um den richtigen Wert vor der ersten Inbetriebnahme mit einem Meßinstrument einstellen zu können.

Die Inbetriebnahme

Nachdem der Aufbau soweit fertiggestellt ist, kann das Gerät in Betrieb genommen werden. Nach Einschalten von S_1 wartet man, bis die Anheizzeit (drei Min.) verstrichen ist, und schaltet dann die Hochspannung durch Einschalten von S_2 hinzu. Darauf muß sofort ein Fleck auf der Leuchtfläche der Braunschen Röhre erscheinen. Ist dies nicht der Fall, so ist das Gitter „zugedrückt", und es muß die Gitterspannung (durch R_7) soweit verringert werden, bis der Fleck erscheint. Der Fleck soll in Ruhe immer möglichst unscharf gestellt werden, um ein Einbrennen des Schirmes zu verhüten. Sollte nun keine Kippschwingung (Raster) zu sehen sein, so stimmt die Gittervorspannung für die Thyratrons bzw. der Ladewiderstand nicht; es ist also zunächst R_2 zu regulieren, bis ein Raster erscheint, welches dann mit der Linsenspannung (R_5) scharfgestellt wird. Mit R_8, R_{10} und C_9 kann man nun die Frequenz der beiden Kippspannungen einregulieren. Es sei noch bemerkt, daß das Arbeiten mit diesem Gerät einige Übung und Erfahrung erfordert; man wird wahrscheinlich nicht sofort seine Arbeit von Erfolg gekrönt sehen, aber Ruhe führt auch hier zum Ziel. Da die Braunschen Röhren Hochvakuumröhren sind, ist bei ihrer Behandlung besondere Vorsicht geboten.

Auch für andere als nur für Fernsehzwecke leistet uns unser Gerät gute Dienste. Es läßt sich ohne weiteres als Oszillograph zum Betrachten und Photographieren elektrischer Vorgänge benutzen, indem man die eine Kippschwingung abschaltet und an ihrer Stelle den zu beobachtenden Vorgang an die Platten legt. Aus diesem Grunde sei noch empfohlen, die Platten über abgeschirmte Kabel an Steckbuchsen anzuschließen. Man kann dann mit diesem Gerät z. B. Röhrenkennlinien aufnehmen, die sich als stehende Kurven reproduzieren lassen. Damit das Bild der aufzunehmenden Kurve auch gut steht, „synchronisieren" wir es, indem wir die zu untersuchenden Wechselvorgänge über einen durchschlagsicheren Block einpolig an das Gitter des Kippgerätes führen.

Zeichnungen vom Verfasser

Drahtloses Gegensprechen Luftschiff „Hindenburg" — Dampfer „Bremen"

Mancher Rundfunkhörer, der die Fahrt des „Hindenburg" über den Nordatlantik drahtlos miterlebte, hat sich vielleicht die technischen Einrichtungen überlegt, die diese laufende rundfunkmäßige Verbindung mit dem Luftschiff ermöglichten. Er wird erstaunt sein, zu hören, daß an „Einrichtungen" die drahtlosen Sender und Empfänger benuzt wurden, die sich ständig auf Luftschiff und Lloyddampfer sowie auf dem Festland in Deutschland und Amerika befinden. Diese Übertragungen, die leider etwas unter der Ungunst der luftelektrischen Verhältnisse zu leiden hatten, waren in erster Linie eine Sache der Funkwege und der Organisation; es kam darauf an, die bestehenden und bewährten Funkverbindungen so aneinander zu schalten und aufeinander einzuspielen, daß ein guter Ausfall des Zwiegesprächs zwischen Luftschiff und Schnelldampfer sowie der Funkberichte von Bord des „Hindenburg" gewährleistet war. Daß diese Organisation meisterhaft durchgeführt war, konnte jeder Hörer deutlich erkennen, als wegen der ungünstigen atmosphärischen Verhältnisse nicht die Möglichkeit bestand, das Luftschiff in Deutschland direkt zu empfangen; man wählte, da der Sender des Luftschiffes beim Empfang in Amerika weniger durch Störungen beeinträchtigt war, einfach den Funkweg über New York: der Luftschiffsender wurde hier empfangen, er wurde dann auf die amerikanischen Richtstrahler gegeben, die nun ihrerseits in Beelitz aufgenommen wurden, und nachdem die Sendung gewissermaßen zweimal über den Atlantik gelaufen war, wurde sie durch die deutschen Reichssender ausgestrahlt.



Abb. 1. In der Funkkabine des Luftschiffs „Hindenburg". Am Telephon Dr. Jordan, der Vertreter der National Broadcasting Co.
Bild: Luftschiffbau Zeppelin

Der Gegensprechverkehr war so vorbereitet, daß sowohl Luftschiff als Dampfer die drahtlose Verbindung mit den Empfängern in Beelitz und Norddeich und mit den Richtstrahlsendern in Nauen und Zeesen aufrechterhalten sollten. Es war geplant, Luftschiff und Dampfer über die deutschen Richtstrahlsender anzurufen und beide Schiffe mit den Empfangsanlagen in Deutschland zu empfangen. Das Zwiegespräch zwischen den Schiffen bzw. zwischen diesen und dem

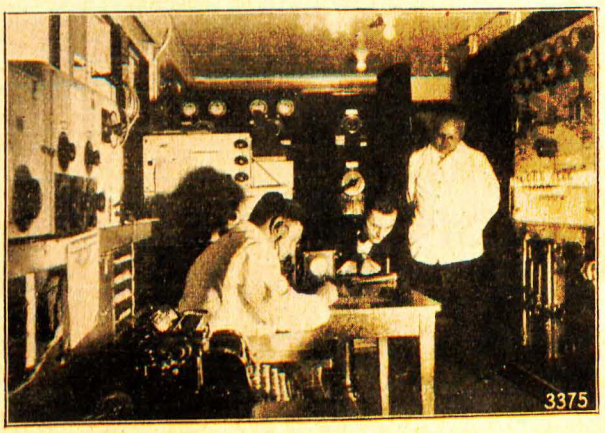


Abb. 2. Blick in die Funkstation des Lloyddampfers „Bremen".
Bild: Norddeutscher Lloyd

Festland sollte also in der Hauptsache über Deutschland laufen und von den deutschen Richtstrahlern den amerikanischen Stationen zugefunkt werden. Daneben bestand natürlich die Möglichkeit, daß die amerikanischen Empfangsanlagen Luftschiff und Dampfer unmittelbar empfangen. Von dieser Möglichkeit mußte wegen der eigenartigen atmosphärischen Verhältnisse auch zum Teil Gebrauch gemacht werden; eine Zeitlang mußte Amerika den Funkbericht dann auf dem üblichen Kurzwellenwege an Deutschland weitergeben.

Die Abwicklung der Übertragung, die infolge der Wetterlage etwas anders vor sich ging, als sie geplant war, zeigt am besten, welche ungeheuren technischen Schwierigkeiten hier zu überwinden sind und wie man gerade bei den Kurzwellenverbindungen weitgehend von den Verhältnissen in der Natur abhängig ist. Die Funktechnik arbeitet hier bereits an den Grenzen des Möglichen; es ist eine Meisterleistung deutscher Technik, wenn mit den verhältnismäßig schwachen Bordsendern, wie sie in Luftschiffe nur eingebaut werden können, weltumspannende Rundfunkübertragungen durchgeführt werden können. Die Betonung liegt hier absichtlich auf dem Wort Rundfunk, denn infolge der höheren Qualitätsansprüche des Rundfunks kann die Sendeleistung bei diesen Übertragungen natürlich nicht entfernt so weit ausgenutzt werden, wie bei normalem Gegensprechen oder Telegraphie.

Was war das doch für ein Verwundern und Staunen, als vor einigen Jahren die ersten drahtlosen Gespräche mit den Lloyd-Dampfern „Bremen" und „Europa" auf hoher See ausgeführt wurden! Heute aber hört man in Deutschland und Amerika gleichzeitig einem Zwiegespräch zwischen Luftschiff und Überseedampfer zu!

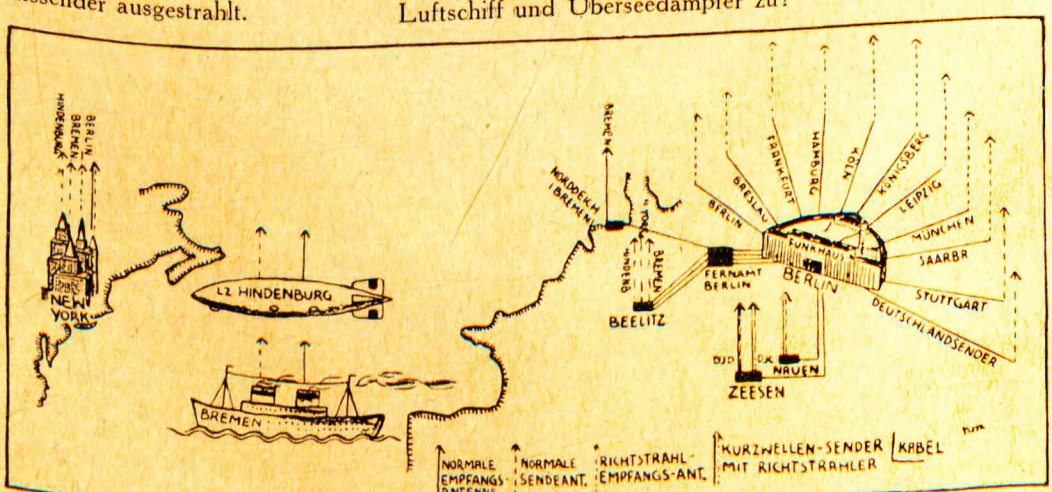


Abb. 3. Die Übertragungswege zwischen Luftschiff, Lloyddampfer, Deutschland und Amerika
Zeichnung der Reichsrundfunkgesellschaft

Was versteht man unter dielektrischen Verlusten?

Von **Dipl.-Ing. Helmut Pitsch**

In Schwingungskreisen treten verschiedenartige Verluste auf, welche die Schwingungen abbremsen und sich praktisch in einer Herabsetzung der Trennschärfe und Empfindlichkeit äußern, da die Resonanzkurve abgeflacht wird. Zu diesen Verlusten zählen auch die sogenannten dielektrischen Verluste, die, wie der Name schon sagt, im Dielektrikum auftreten. Besonders in neuerer Zeit hat man diesen Verlusten eine größere Beachtung geschenkt und Isoliermaterialien geschaffen, z. B. Calit, Frequenta, Trolitul, Amenit usw., welche nur geringe Verluste verursachen.

Viele Funkfreunde machen sich keine richtige Vorstellung über das W e s e n der dielektrischen Verluste und verwechseln sie sogar häufig mit Isolationsverlusten. Wir wollen uns deshalb nachstehend ausführlicher mit den dielektrischen Verlusten befassen.

Bevor wir auf die Verluste selbst eingehen, sollen jedoch kurz die Vorgänge in einem Kondensator und in einem Schwingungskreis besprochen werden.

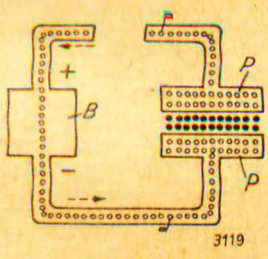


Abb. 1. Batterie und Kondensator, Stromkreis offen

In Abb. 1 sehen wir links eine Batterie *B* und rechts die Platten *P* eines Kondensators. Die obere Verbindungsleitung ist unterbrochen, so daß kein Strom fließen und auch der Kondensator nicht geladen werden kann. Die kleinen Kreise sollen in sehr vereinfachter Weise die Elektronen veranschaulichen, welche bekanntlich in jedem Stoff vorhanden sind, auch wenn kein Strom fließt. Die schwarzen Punkte zwischen den Platten sind ebenfalls Elektronen und besonders gekennzeichnet, weil die Elektronen in einem Isoliermaterial nicht frei beweglich sind wie in leitenden Stoffen, sondern elastisch an den Isolierstoff gebunden sind, so daß sie nur kleine Pendelbewegungen ausführen können. In Abb. 1 sind aber alle Elektronen noch in ihrem Ruhezustand.

In Abb. 2 ist der Stromkreis geschlossen, so daß dadurch der Spannung der Batterie die Möglichkeit gegeben ist, die Elektronen in Bewegung zu setzen. Der Pluspol saugt die Elektronen an und der Minuspol stößt die Elektronen ab, so daß in der durch Pfeile angedeuteten Richtung eine Elektronenbewegung stattfinden kann, welche jedoch nicht andauert, da sich die Elektronen nicht durch das Dielektrikum hindurch bewegen können. Die Elektronenbewegung, also der elektrische Strom, hört deshalb nach einer gewissen Zeit auf, nämlich wenn die Spannung zwischen den Elektroden des Kondensators gleich der Batteriespannung ist, und dann ist der Kondensator geladen. Ein Teil der Elektronen hat sich von der einen Kondensatorplatte durch die Batterie hindurch zur anderen Platte bewegt und dadurch eine verschiedene Elektronenbesetzung der Platten hervorgerufen. Auch die Elektronen im Dielektrikum haben sich etwas verschoben. Man kann sich mit einer gewissen Annäherung vorstellen, daß die Elektronen an der positiven Elektrode des Kondensators etwas aus dem Dielektrikum in die Elektrode hineintreten und an der negativen Elektrode etwas in das Dielektrikum hineingedrückt werden.

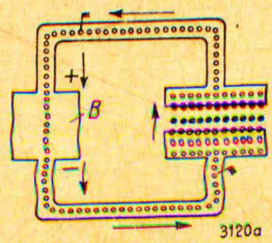


Abb. 2. Batterie und Kondensator, Verschieben der Elektronen beim Schließen des Stromkreises

Legt man an den Kondensator eine Wechselspannung an, so führen die Elektronen entsprechende Pendelbewegungen aus, welche natürlich durch die in Abb. 1 dargestellte Ruhelage hindurch gehen. Solche kleinen Hin- und Herbewegungen können ja die Elektronen auch im Dielektrikum ohne weiteres ausführen, wie wir oben gesehen haben, und deshalb können Wechselströme, welche bekanntlich immer nur aus Pendelbewegungen der Elektronen bestehen, durch einen Kondensator hindurch übertragen werden.

Die pendelnden oder, mit anderen Worten, die schwingenden Bewegungen führen die Elektronen auch in einem Schwingungskreis aus. Abb. 3 soll darüber einen Überblick geben und zeigen, wie die einzelnen Augenblicke des Schwingungsvorganges den Bewegungen des über den Schwingungskreisen dargestellten Pendels entsprechen.

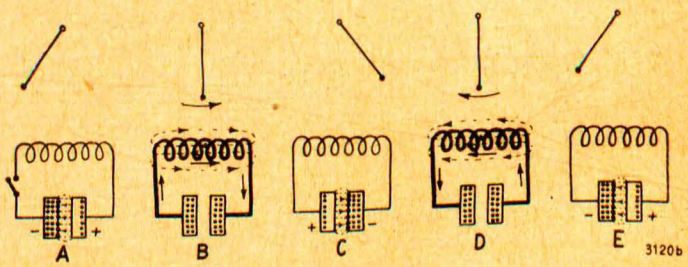


Abb. 3. Vergleich zwischen Pendel und Schwingungskreis

In Abb. 3 A ist der Kondensator aufgeladen, so daß die Elektronen nach der Schließung des Schalters von der Seite der stärkeren Elektronenbesetzung durch die Spule zur anderen Seite strömen, wie Abb. 3 B zeigt. Die Spule und die Zuleitungen sind stärker gezeichnet, um den Stromfluß zu veranschaulichen. Auch sind die in der Spule entstehenden magnetischen Feldlinien dargestellt. Die folgenden Bilder zeigen, wie der Kondensator in umgekehrter Richtung aufgeladen (C) und wieder entladen (D) wird,

um schließlich wieder (E) zum Ausgangszustand zurückzukehren. In den Abb. 3 A, C und E sehen wir noch gestrichelte Linien zwischen den Kondensatorplatten, welche die elektrischen Feldlinien darstellen sollen und bekanntlich die Richtung der zwischen den Platten herrschenden elektrischen Kräfte andeuten.

Die Schwingungen der Elektronen klingen infolge der Verluste allmählich ab. Zu diesen Verlusten gehören auch die Verluste durch schlechte Isolation, also dieselben Verluste, welche auch für Gleichstrom maßgebend sind. Es sind diejenigen Verluste, welche verursachen, daß ein aufgeladener Kondensator, z. B. ein Becherkondensator für Netzanschlußgeräte, sich allmählich von selbst entladet. In einem Schwingungskreis dürfen natürlich solche Verluste nicht auftreten, da die Elektronen dann von der einen stärker besetzten Plattenseite des Kondensators durch das Dielektrikum hindurch zur anderen weniger stark besetzten Seite übergehen, also sozusagen durch das Dielektrikum hindurchrutschen, und auf diese Weise natürlich nicht mehr durch die Spule wandern und für den weiteren Schwingungsvorgang verlorengehen.

Diese sogenannten Leitfähigkeitsverluste spielen jedoch in Schwingungskreisen nur eine untergeordnete Rolle, da auch die früher verwendeten Isolierstoffe eine sehr geringe Leitfähigkeit haben. Viel wichtiger sind die dielektrischen Verluste, welche dadurch auftreten, daß die im Dielektrikum pendelnden Elektronen zwar festgehalten werden und nicht durchrutschen, jedoch bei ihren Bewegungen eine Reibung erfahren, welche naturgemäß die Schwingungen abbremsen (diese Verluste spielen also nur bei Wechselströmen eine Rolle).

Aus diesem Grunde ist es sehr wichtig, daß für Schwingungskreise nur Kondensatoren mit verlustfreiem Dielektrikum verwendet werden. Luft ist am verlustfreiesten. Demnach sind Luftkondensatoren am besten. Sie sind aber nicht alle gleich gut, weil jeder Luftkondensator etwas Isoliermaterial enthalten muß, damit die Platten im richtigen Abstand voneinander gehalten werden und der Kondensator nicht auseinanderfällt. Da sich dieses Isoliermaterial zwischen den beiden Polen des Kondensators befindet, wirkt es auch als Dielektrikum. Aus diesem Grunde ist es sehr wichtig, daß das Isoliermaterial eines Drehkondensators nur geringe dielektrische Verluste bringt.

Es kommt aber auch noch sehr auf die Größe der Kapazität gerade der Stellen an, an denen sich das feste Dielektrikum in einem Luftkondensator befindet. Diese Kapazität muß möglichst klein sein. Deshalb kann ein Drehkondensator, welcher noch nicht mit einem der neuen Isolierstoffe ausgerüstet ist, auch noch recht gut sein, wenn diese Kapazität gering ist (durch lange Isolationswege). Dagegen sind die Drehkondensatoren, bei denen der Stator mit Hilfe von kleinen Isolierscheiben in den Rahmen eingesetzt sind, wegen der großen Kapazität an diesen Stellen meist sehr schlecht. Dies gilt in noch höherem Maße von den Kondensatoren, bei denen der Stator unter Zwischenlegung einer größeren Isolierplatte auf eine Fläche des Rahmens aufgeschraubt ist.

Glimmer ist auch noch ziemlich verlustarm, wenn auch nicht so weitgehend wie Luft. Deshalb sind Drehkondensatoren, die wirklich Glimmer als Dielektrikum besitzen, als noch recht gut für Schwingungskreise brauchbar. Dagegen sind Hartpapierkondensatoren (oft fälschlicherweise „Glimmerkondensatoren" genannt) wegen der Verluste, welche das Hartpapier verursacht, für Schwingungskreise ungeeignet. Nur für die Rückkopplung, als Antennenkondensator und für Klangfarbenregler sind sie verwendbar.

Es ist auch noch darauf zu achten, daß bei einem Schwingungskreis dem Drehkondensator noch andere Kapazitäten mit verlustbringendem festem Dielektrikum parallel liegen und deshalb einen Teil der gesamten Schwingungskreiskapazität bilden. Hierzu rechnen zunächst der Trimmer zum Abgleichen sowie die Kapazität der Zuleitungen von Gitter und Kathode im Quetschfuß und Röhrensockel der Röhre und auch in der Röhrenfassung. Diese Gitter-Kathoden-Kapazität über festes Dielektrikum ist allerdings bei den Sechspolröhren und Achtpolröhren gering, weil sich der Gitteranschluß am Kopf der Röhre befindet. Meist kommt noch die Kapazität der abgeschirmten Zuleitungen zwischen Röhre und Schwingungskreis sowie zwischen Drehkondensator und Spule hinzu.

Dann muß man auch daran denken, daß die einzelnen Windungen der Schwingungskreisspule Kapazitäten gegeneinander besitzen, weshalb es darauf ankommt, daß diese Kapazitäten nicht zu groß sind und daß das Isoliermaterial des Spulendrahtes nicht zu große Verluste bringt.

Eine weitere verlustbringende Kapazität mit festem Dielektrikum liegt in der Einführungsstelle der Gitterleitung in die Spulenabschirmung. Man sollte deshalb an dieser Stelle keine Schrauben mit Unterlegscheiben verwenden, sondern den isolierten Draht einfach durch ein Loch in der Abschirmung hindurchführen. Dann ist die Kapazität zwischen Draht und Abschirmung nur sehr gering.

Auch durch die Kapazitäten der Vorröhre und ihrer Anschlüsse werden dielektrische Verluste in den Schwingungskreis hineingebracht.

Schließlich ist noch zu berücksichtigen, daß zu all diesen Kapazitäten noch solche hinzukommen, welche durch die Streuung der elektrischen Feldlinien entstehen. Die Feldlinien gehen nämlich von dem einen Pol der Kapazität nicht nur geradeaus zum nächsten Pol über, sondern zum Teil auch auf gekrümmten Bahnen. Befinden sich aber in diesen Bahnen Isolierstoffe, so können diese Verluste bringen. Sie kommen allerdings in den heutigen Empfängern wegen des Aufbaus auf Metallgestelle weniger in Betracht, soweit sie durch die Streulinien des Drehkondensators verursacht werden können.

Zu den Verlusten durch Streulinien sind aber die durch den Spulenkörper entstehenden zu zählen. Immerhin haben auch diese gegenüber den durch die Drahtisolation selbst auftretenden Verlusten eine geringere Bedeutung und werden vielfach überschätzt. Bei den kurzen Wellen dürften jedoch die durch den Spulenkörper verursachten Verluste schon eine größere Rolle spielen, da die dielektrischen Verluste mit höherer Frequenz zunehmen.

Man sieht, daß alle diese Kapazitäten mit festem Dielektrikum zusammen schon eine zu beachtende Größe ausmachen können. Bei ganz hereingedrehtem Drehkondensator ist allerdings der prozentuale Anteil dieser Kapazitäten mit festem Dielektrikum nicht so groß, wohingegen bei herausgedrehtem Drehkondensator die Schwingungskreiskapazität fast nur durch die Kapazitäten mit festem Dielektrikum gebildet werden. Dann treten natürlich auch die dielektrischen Verluste stärker in Erscheinung. Dieser Nachteil wird dadurch noch besonders verstärkt, daß mit zunehmender Frequenz an sich schon die dielektrischen Verluste zunehmen (die Elektronen werden ja im Dielektrikum schneller hin und her gezerrt). Wir kommen also zu dem Ergebnis, daß gerade mit Rücksicht auf die kürzeren Wellen (200 bis 300 m) die dielektrischen Verluste durch Verwendung der neueren keramischen Isoliermaterialien gering gehalten werden müssen. Vielleicht läßt sich in dieser Richtung noch einiges durch Schaffung einer verlustfreieren Umspinnung des Spulendrahtes herausholen.

Der Nachteil der höheren Verluste mit zunehmender Frequenz ist besonders unangenehm, weil auch die anderen Verluste mit zunehmender Frequenz anwachsen. So bringt z. B. ein Eisenkern gerade bei den kleinen Wellen wegen der höheren Ummagnetisierungs- und Wirbelstromverluste keinen Vorteil mehr.

Da die dielektrischen Verluste mit höherer Frequenz zunehmen, müssen sie naturgemäß bei den Kurzwellen und noch mehr bei den Ultrakurzwellen besonders beachtet werden.

Zeichnungen vom Verfasser

Ein einfacher Ortsempfänger von besonders guter Wiedergabe

Von **Dipl.-Ing. Huben**

Der Verfasser des obengenannten, im Funk 1936, Heft 5 erschienenen Aufsatzes bittet auf Grund eines ihm aus dem Leserkreise zugegangenen Briefes um die Veröffentlichung der nachstehenden ergänzenden Bemerkungen:

Im Schaltschema der Abb. 1 ist eine Spule von 0,06 bzw. 0,1 Hy. im Anodenkreis der ersten Verstärkerröhre angegeben. Im Text ist diese nicht weiter erwähnt, ihre Beschaffung scheint aber Schwierigkeiten zu machen. Der Verfasser verwendet an dieser Stelle zwei kernlose Kopfhörerspulen mit je 2000 Ohm Widerstand, davon gibt eine etwa 0,06, beide zusammen etwa 0,12 Hy Selbstinduktion.

In dem Abschnitt über die zu erzeugende Anodenspannung wurde nachgewiesen, daß 470 Volt und 45 Milliampere benötigt werden. Dazu kommt der nicht erwähnte Gitterspannungsbedarf mit etwa 40 Volt, so daß also insgesamt 510 Volt benötigt werden. Die angegebene Röhre RGN 1064 an einem Transformator mit 2 × 500 - Volt -Wicklung reicht aber dafür aus.

In der Zuschrift wird befürchtet, daß die erste Verstärkerröhre keine Gittervorspannung erhalte. Dies trifft nicht zu, denn die in der Zweipolröhre gleichgerichtete Hochfrequenzspannung liegt ja als negative Vorspannung zwischen Gitter und Kathode der Verstärkerröhre. Diese Art der Erzeugung der Vorspannung hat sogar den Vorteil, sich bei der gewählten Dimensionierung selbsttätig auf den günstigsten Arbeitspunkt einzustellen.

Ferner wird in der Zuschrift die gegebene Spannungsbilanz als ungenau bezeichnet. Sie ist es insbesondere insofern, als die Auswirkung der vorgenommenen Entzerrungen bei tiefen und hohen Frequenzen es eigentlich notwendig macht, drei Spannungsbilanzen aufzustellen, eine für tiefe, eine für mittlere und eine für hohe Frequenzen. Wir geben diese Aufteilung, die gleichzeitig einige Verbesserungen enthält, mit dem nochmaligen Hinweis, daß die gegebenen Zahlen nur ganz ungefähre Anhaltspunkte darstellen, denn man kann sie, schon allein mit Rücksicht auf die Verschiedenheit der Röhren eines Typs, wirklich nicht genauer angeben. Ausgangspunkt ist die maximal abzugebende Leistung von 1,5 Watt, die wegen der vorgenommenen Entzerrung natürlich nur bei tiefen Frequenzen, also beispielsweise 100 Hertz, erreicht wird.

	100 Hz Volt	800 Hz Volt	5 000 Hz Volt
NF-Ausgangsspannung 604 . . .	65	45	45
NF-Eingangsspannung 604 . . .	30	20	20
NF-Eingangsspannung 904 . . .	2,5	2,5	1,2
HF-Eingangsspannung AB 1 . .	4,0	4,0	2,0
HF-Eingangsspannung Ant.-Erde ohne Rückkopplung . .	0,2	0,2	0,2
HF-Eingangsspannung Ant.-Erde mit Rückkopplung . . .	0,02	0,02	0,02

*

In einer weiteren an die Schriftleitung gerichteten Zuschrift zu dem oben genannten Aufsatz wurde die Frage aufgeworfen, ob für ein einfaches Gerät der beschriebenen Art die Angabe „Empfänger für besonders gute Wiedergabe" noch berechtigt sei. Dazu ist zu sagen, daß die Bezeichnung „besonders gute Wiedergabe" keine absolute Wertangabe sein kann. Der genannte Aufsatz sollte zeigen, was man mit bescheidensten Mitteln für die gute Wiedergabe tun kann, wenn man dafür die Anforderungen hinsichtlich Empfindlichkeit, Selektivität usw. zurückstellt. Daß man mit einem größeren Aufwand von Mitteln mehr erreichen kann, leuchtet ohne weiteres ein. Der Bastler aber, dessen Mittel beschränkt sind, wird sich wohl oder übel auch hinsichtlich seiner Wünsche nach bester Wiedergabe bescheiden müssen. So wird man einem in der Herstellung derartig billigen Gerät, dessen Klirrfaktor je nach Betriebsweise zwischen 6 und 13 % liegen dürfte, und bei dem noch dazu einiges für Brummfreiheit und Frequenztreue getan ist, nicht ganz die Berechtigung absprechen können. *Die Schriftleitung*

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Lichtempfindliche Zellen

W. Oburger bespricht kurz die Wirkungsweise der in der Praxis verwendeten lichtempfindlichen Zellen, nämlich der Widerstands-, der Sperrschicht- und der Photozelle. Die Eigenschaften der einzelnen Zellen werden an Hand von Kennlinien dargelegt. *Schr.*

Radio Amateur, Wien, 12. Jahrgang, Heft 3, Seite 131

Die drahtlose Nachrichtenübermittlung im Weltkriege

Ein kurzer Überblick über die Verwendung, die die drahtlose Nachrichtentechnik im Weltkriege im englischen Heere gefunden hat, wird vermittelt. Neben der bloßen telegraphischen oder telephonischen Übermittlung von Mitteilungen wird auch die Ortsbestimmung mittels Peilgeräten behandelt. *Sch.*

Popular Wireless, London, Band 26, Heft 657, Seite 595

Stand der Bildtelegraphie

Anschließend an eine kurzgefaßte Entwicklungsgeschichte der Bildtelegraphie zeigt H. Stahl die Aufgaben der elektrischen Bildübertragung auf. Erst der Elektronenröhrenverstärker ermöglichte ihre praktische Einführung. Die besonderen Anforderungen an Leitung und Geräte werden leicht verständlich abgeleitet. Noch zu lösende Aufgaben bleiben der ortsbewegliche Bildsender und die einwandfreie Übertragung getönter Bilder. *Schr.*

Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin, 56. Jahrgang, Heft 12, Seite 341

Wechselrichter

Zwei Wechselrichterschaltungen, in denen also Batteriegleichstrom zerhackt, auf eine höhere Spannung transformiert und gleichgerichtet wird, werden von L. C. Batton beschrieben. Zur Stromlieferung dient eine 6-Volt-Batterie, die entnommene Spannung beträgt 180 Volt (Autoempfänger!). Die Arbeit enthält eingehende Konstruktionsangaben. *Schr.*

Radio-World, London, Band 26, Heft 19, Seite 17

Fernschalteinrichtung für Rundfunkempfänger

Eine einfache Fernschalteinrichtung für Rundfunkempfänger wird von E. E. Barnes beschrieben. Mit Hilfe einer kleinen zusätzlichen Batterie wird ein Schaltrelais betätigt, das den Heizkreis des Empfängers öffnet und schließt. Die Arbeit enthält genaue Konstruktionsangaben für den Bau der Vorrichtung. *Schr.*

Popular Wireless, London, Band 27, Heft 668, Seite 38

NEUERUNGEN FÜR DEN BASTLER

(Die Herstellfirmen werden auf Anfrage von der Schriftleitung mitgeteilt)

Die Stahlrohr-Antenne

In störungsreichen Gegenden kann man durch die Anwendung abgeschirmter Antennen-Ableitungen eine wesentliche Milderung der vom Empfänger wiedergegebenen Störgeräusche erzielen, aber nur, wenn sich die Antenne selbst außerhalb des Störnebels findet. Waagerecht ausgespannte Antennen sind das in den seltensten Fällen, sofern sie nicht an sehr hohen Masten angebracht werden. Die Anwendung der üblichen waagerechten Antennen verbietet sich aber auch überall dort, wo auf dem Dach eines Miethauses eine größere Zahl von Rundfunkhörern Antennen unterbringen will. Für diesen Zweck haben sich deshalb die senkrecht aufgestellten Antennen eingebürgert; sie haben zwar nur eine geringe Aufnahmefähigkeit, setzen also sehr empfindliche Empfänger voraus, sie lassen sich aber leicht so anbringen, daß sie sich außerhalb des Störnebels befinden, und sie lassen sich vor allem zu mehreren auf einem Dach aufstellen, ohne daß gegenseitige Störungen stattfinden.

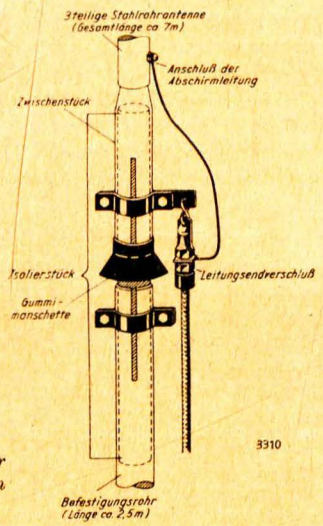


Abb. 1. Die Isolierung der Stahlrohr-Antenne von dem Tragrohr

Unter den Antennen dieser Art wurden in den letzten Jahren die mannigfachsten Formen herausgebracht: korb-, rauten-, kugel-, trapez-, schirmförmige und andere Gebilde aus Aluminium, auf Bambus- oder Holzstangen aufgestellt, dienen als Antenne. Erst verhältnismäßig spät ist man darauf gekommen, sich der einfachsten, in statischer Hinsicht vorteilhaftesten und infolge der Möglichkeit einer großen senkrechten Ausdehnung aufnahmefähigsten Form zu bedienen, des geraden, senkrechten Leiters. Von ihm macht nunmehr die seit kurzem am Markt befindliche Stahlrohr-Antenne Gebrauch. Sie besteht aus mehreren zusammensteckbaren Stahlrohrteilen, die sich nach oben zu verjüngen und die in ihrem Durchmesser bzw. in der Wandstärke so gehalten sind, daß sie auch dem stärksten auftretenden Winddruck gewachsen sind. Die Gesamtlänge der Stahlrohr-Antenne beträgt 9,5 m; die einzelnen Teile sind dabei nicht über 2,5 m lang. Drei Teile werden zu der eigentlichen rund 7 m langen Antenne zusammengesteckt; das vierte Rohr von 2,5 m Länge dient zur Befestigung am Schornstein oder anderem Mauerwerk. Es ist von der 7 m langen Antenne durch ein Isolier-Zwischenstück, das aus in Firnis getränktem Eschenholz besteht, getrennt. Abb. 1 zeigt, wie diese Trennstelle konstruktiv ausgeführt ist; sie zeigt auch vor allem, wie eine Gummimanschette über der Trennstelle die Verschmutzung und damit die Ausbildung von Kriechströmen verhindert. Die abgeschirmte Antennen-Niederführung wird oberhalb der Trennstelle an die Stahlrohrantenne angeschlossen.

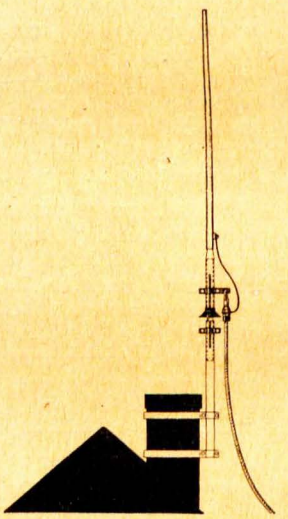


Abb. 2. Anbringung der Stahlrohr-Antenne

Zeichnungen der Schriftleitung

Die neue Antennenform besitzt infolge ihrer großen Länge eine besonders gute Aufnahmefähigkeit; sie setzt dem Wind aber nur einen geringen Widerstand entgegen und ist deshalb nicht entfernt so gefährdet, wie frühere großflächige Antennen-Bauformen. Infolge ihrer einfachen Form ist die Antenne wenig auffällig, so daß sie das Landschafts- und Städtebild nicht verunziert.

Nirostastahl-Antennendraht. Die Knappheit bestimmter Rohstoffe zwingt dazu, nach möglichst gleichwertigen Ersatzstoffen zu suchen; oft ist dann der „Ausgleichsstoff" hochwertiger als der Ursprungsstoff. Das trifft bei dem Werkstoff für Antennenleitungen zu: seit Kupfer- und Bronzelitze nicht mehr verwendet werden durften, versuchte man an deren Stelle Litzen aus Aluminium und Stahlaluminium zu verwenden, aber man bemühte sich auch, besser geeignete Metalle zu finden. Da wurde der Vorschlag gemacht, als Antennenleiter einen dünnen Nirosta-Stahldraht von etwa 0,5 mm Stärke auszuspannen. Zunächst fürchtete man, daß der Stahldraht infolge seines geringeren Hochfrequenzwiderstandes eine kleinere Spannung an den Empfänger liefern würde als die Kunstlitze; Versuche in Laboratorium und Praxis bewiesen aber, daß das gar nicht der Fall ist, da in Empfangsantennen ja keine nennenswerten Stromstärken fließen. Elektrisch ist ein 0,5 mm starker Nirostadraht einer Hartkupferlitze 19 × 0,35 mm gleichwertig; in mechanischer und allgemeiner Hinsicht aber zeigt der Nirostadraht bedeutende Vorzüge. So ist seine Haltbarkeit praktisch unbegrenzt, da der Draht nicht oxydiert; außerdem aber ist die aus so dünnem Draht gebaute Antenne praktisch unsichtbar. In wie bedeutendem Maße der Nirosta-Antennendraht der gewöhnlichen Hartkupferlitze überlegen ist zeigt die Zahlentafel:

Baustoff	Querschnitt mm²	Gewicht kg/km	m Antennendraht je kg	Zerreißfestigkeit kg/mm²
Hartkupferlitze 19 × 0,35 mm	1,820	18,0	55	38
Nirosta 0,5 mm ∅	0,196	1,45	638	147

Zufolge der hohen Zerreißfestigkeit kommt man auch bei großen Antennenlängen mit einem Nirostadraht von 0,5 mm Durchmesser aus; da der Draht aber weniger als ein Zehntel der mit ihm zu vergleichenden Kupferlitze wiegt, ist praktisch kein Durchhang vorhanden. Infolgedessen ist aber bei langen Antennen die wirksame Höhe größer als bei der Verwendung der schweren Kupferlitze, was wiederum eine höhere Spannung am Empfänger zur Folge hat.

CQ
MITTEILUNGEN DES DEUTSCHEN AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGS-DIENSTES e. V.
JAHR 1936 (DASD e. V.) JAHR 1936
HERAUSGEBER: DEUTSCHER AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGSDIENST e. V.
ANSCHRIFT: BERLIN-DAHLEM, SCHWEINFURTHSTRASSE 78, FERNRUF: G 6 (BREITENBACH) 4941/42
DIE BEILAGE „CQ" ERSCHEINT MONATLICH / GESONDERT DURCH DEN DASD e. V. BEZOGEN VIERTELJÄHRLICH 3,— RM

Jubiläums-Funk-Wettbewerb des DASD e. V.

Anläßlich der XI. Olympiade und des zehnjährigen Bestehens des DASD findet an den fünf Wochenenden des Monats August 1936 ein vom DASD ausgeschriebener Wettbewerb für alle in- und ausländischen Kurzwellen-Amateure statt. Das Ziel ist die Herstellung einer möglichst großen Zahl von Amateur-Funkverbindungen, ein besonderes Punktwertungssystem sieht für besondere Leistungen Gutpunkte vor.

Deutscher Jubiläums DX-Contest

Von den größeren europäischen und außereuropäischen Amateurvereinigungen sind im Laufe der rund vierzehn Jahre Amateurfunkerei auf Kurzwellen immer wieder größere internationale Wettbewerbe ausgeschrieben worden, die teils der Erforschung der Ausbreitungsbedingungen auf verschiedenen Wellenlängen, teils aber auch dem Nachweis rein betrieblicher Eignung der Amateurstationen im Weitverkehr dienten. Die Fähigkeit des Teilnehmers, für die Erreichung des gesteckten Zieles jeweils die richtigen Mittel anzuwenden, spielte bei allen Wettbewerben eine ausschlaggebende Rolle. In diesem Jahre tritt nun der DASD e. V. zum ersten Male mit einem eigenen Wettbewerb an die Öffentlichkeit, und zwar aus Anlaß seines zehnjährigen Bestehens und der elften in Deutschland abgehaltenen Olympia. Der „Deutsche Jubiläums-DX-Kontest" (Wettbewerb) wird an den Wochenenden des August von Sonnabends 00,00 bis Sonntags, 24,00 Uhr, allen Amateuren der Welt Gelegenheit geben, mit deutschen Amateuren in Verbindung zu treten, und es darf als Selbstverständlichkeit betrachtet werden, daß jeder deutsche Sendeamateur seine Station in den Dienst dieser Sache stellt und daß alle Inhaber eines Kurzwellenempfängers sich an dem Aufnehmen der Wettbewerbssendungen beteiligen. Der DASD e. V. als stärkste Gruppe der Internationalen Amateur Radio Union (IARU) nach den USA hofft auf stärkste Beteiligung aller an diesem, seinem ersten Wettbewerb.

Doch nicht allein die Beteiligung an diesem Wettbewerb sei unseren Amateuren ans Herz gelegt. Ihrer harren noch mancherlei andere Aufgaben.

Dellinger-Effekt

Im Januar konnten wir über ein neues Ausbreitungsphänomen, die sogenannte „tote Viertelstunde", berichten. Inzwischen liegt uns ein Bericht von J. H. Dellinger (QST, 136, Januar, S. 8) vor, aus dem hervorgeht, daß für die Erforschung des von ihm beschriebenen Effektes die Mitabeit der Amateure sich als wertvoll erwiesen hat und sich auch in Zukunft erweisen wird. In diesem Zusammenhange erscheint es uns als besonders wertvoll, daß auch von deutscher Seite bereits ein Erfahrungsbericht vorliegt, den wir in diesem Heft zur Veröffentlichung bringen. Die intensive Mitarbeit der deutschen Kurzwellenbeobachter ist wünschenswert, um auch unsererseits an der Aufklärung der seltsamen Erscheinung beizutragen. Interessant ist, daß eine Verbindung zwischen solaren Vorgängen, insbesondere Eruptionen auf der Sonne und dem beobachteten Zeichenschwund festzustellen war, daß also — ähnlich wie die Häufigkeit der Sonnenflecken — auch die Eruptionen auf der Sonne auf die Ausbreitung der kurzen Wellen entscheidenden Einfluß haben (s. a. Funk 1926, Heft 46, S. 575: R. Wigand, „Sonnenflecke stören den Funkempfang").

Kurzwellen und Sonnenfinsternis

Die Sonnenfinsternis am 19. Juni des Jahres ist ein Ereignis, das den deutschen Kurzwellenamateuren Gelegenheit bietet, durch zuverlässige Beobachtungen und Einsendung reichlichen Beobachtungsmaterials der Wissenschaft einen wertvollen Dienst zu leisten. Erfahrungen, die bereits bei früheren Sonnenfinsternissen gesammelt wurden, zeigen, daß nur auf Grund umfangreichen Materials wertvolle Erkenntnisse gesammelt werden und sichere Schlüsse gezogen werden können.

Daß die Kurzwellenamateure nicht nur ihren Teil dazu beitragen, durch Teilnahme an internationalen Wettbewerben die friedliche Zusammenarbeit der Völker zu fördern oder der Wissenschaft ihre Mitarbeit zur Verfügung zu stellen, sondern daß sie auch sonst der Menschheit große Dienste leisten, zeigen immer wieder die Berichte von dem Einsatz der Amateure bei Erdbeben, Sturm- und Wasserkatastrophen.

Kurzwellen-Amateure als Helfer bei der Überschwemmungskatastrophe in USA.

Eine Naturkatastrophe von ungeheurem Ausmaß suchte die Vereinigten Staaten von Nordamerika in diesem Frühjahr heim: vierzehn Staaten wurden von den Wassermassen überflutet, zwanzig große Städte waren von der Außenwelt abgeschnitten. 171 Todesopfer forderte die Flut, ein Schaden von vielen Milliarden Dollars wurde angerichtet, und eine halbe Million Menschen wurden obdachlos gemacht. Daß die Zahl der Todesopfer nicht noch viel größer war und daß die Hilfsaktionen für die betroffenen Gebiete schnell und reibungslos einsetzen konnten, ist das Verdienst der amerikanischen Kurzwellenamateure, die sich — vierhundert an der Zahl — mit ihren Kurzwellenstationen für die Herbeischaffung von Lebensmitteln, Verbandsmitteln, ärztlicher und sonstiger Hilfe sowie für die Warnung der Einwohner bedrohter Gebiete in selbstloser Weise einsetzten. Die behördlichen Telegraphenleitungen und die offiziellen drahtlosen Stationen waren infolge des Eindringens der Fluten in die Kabel und Ausfallens der Stromversorgungsaggregate größtenteils außer Gefecht gesetzt, so daß in vielen Fällen die Amateurstationen die einzige Verbindung mit der Außenwelt aufrecht erhalten konnten. Vorwiegend auf dem 80-m-Band und auf dem — uns deutschen Amateuren leider verschlossenen — 5-m-Band wurde von vielen Amateuren schier Übermenschliches geleistet. Wenn wir vernehmen, daß manche Amateure 95 Stunden hintereinander ohne Ruhepause gearbeitet

haben, um ihren Mitmenschen Hilfe zu bringen, daß von einer Station teilweise über 1000 Telegramme verarbeitet wurden (in den USA ist es den Amateuren auch gestattet, Nachrichten zu übermitteln!), so kann man sich ungefähr ein Bild von dem Ausmaß machen, in dem die Amateure an der Hilfsaktion beteiligt waren. Interessant ist, daß nicht nur Telegraphie, sondern in weitestem Maße auch Telephonie bei diesen Sendungen verwendet wurde und daß u. a. die drahtlosen Telephonberichte der Station W 8 BWH zweimal auf das ganze Sendernetz der N. B. C. übernommen wurden. Die Verwendung von Stationen, die vom Lichtnetz unabhängig waren — in einem Fall wurde z. B. ein durch eine Benzinmaschine betriebener 5-KW-Generator benutzt — trug mit zu dem großen Erfolg bei, den die Kurzwellenamateure auf ihr Habenkonto verbuchen können.

Zur Erreichung seines Zieles, nämlich nicht nur im Kurzwellenverkehr seinen Mann zu stehen, zum Wohl der Allgemeinheit sich einzusetzen und sich der Wissenschaft zur Verfügung zu stellen, sondern sich auch zu einem guten Kenner der gesamten Kurzwellentechnik auszubilden, ist ausreichende Kenntnis der technischen Grundlagen für den Amateur sehr wichtig.

DASD-Fibel

Für die Schulung des Nachwuchses und um insbesondere auch den weit von irgendwelchen Ortsgruppen des DASD entfernt wohnenden angehenden Kurzwellenamateuren die Möglichkeit zu geben, sich die grundlegenden Kenntnisse der Elektrotechnik, der Röhrentechnik und der Empfangs- und Meßgeräte anzueignen, wurde ein kleines Lehrbuch geschaffen und vom DASD im Einvernehmen mit dem Rundfunkamt der Reichsjugendführung herausgegeben, das die bestehende Lücke schließen soll. Mit mehr als 120 Seiten Text und über 100 Bildern sollen dem Leser die erforderlichen Kenntnisse vermittelt werden. Die „DASD-Fibel", „Wie werde ich Kurzwellenamateur?" ist in ihrem einführenden Teil auf die Erfordernisse des Funktechnikers zugeschnitten, während die Kapitel über die Empfangstechnik weitgehend dem Zwecke des Kurzwellenamateurs angepaßt wurden, so daß die Fibel auch dem Außenstehenden als Leitfaden durch die grundlegenden Fragen der Elektrotechnik und als Einführung in die Kurzwellentechnik dienen kann. Damit ist die Voraussetzung geschaffen für eine Einheitlichkeit des Ausbildungswesens im DASD e. V.

Ein interessantes technisches Problem harrt der Lösung bei der Aufgabe, möglichst betriebssicher und mit geringstmöglichem Aufwand mit bestimmten Stationen Verkehr abzuwickeln.

Richtantennen

Richtantennen werden von den meisten Kurzwellenamateuren noch als Privileg der kommerziellen Stationen betrachtet. Der Erkenntnis, daß auch im Amateurverkehr Richtantennen gute Dienste leisten — insbesondere dann, wenn es sich darum handelt, betriebssicheren Verkehr auf einer bestimmten Überseelinie zu machen —, zum Durchdringen zu verhelfen, sollen Veröffentlichungen über derartige, von Amateuren mit Erfolg verwendeten Antennengebilde dienen. Daß Bündelung der ausgestrahlten Energie in der gewünschten Richtung eine Ersparnis an Energie und gleichzeitig auch eine Verminderung der gegenseitigen Störungen auf den viel zu engen Amateurbändern mit sich bringt, läßt die Verwendung von Richtstrahlern im Amateurbetrieb als empfehlenswert erscheinen. *D 4 exf*

Log-Auswertung und Naturforschung

Vor etwa zwei Jahren trat innerhalb des DASD eine gesonderte Abteilung für die Auswertung der Logs in Tätigkeit. Ihr Ziel bestand zunächst darin, die Wechselbeziehungen zwischen den Ausbreitungsmöglichkeiten kurzer Wellen und den atmosphärischen Verhältnissen bzw. den geophysikalischen Bedingungen zu untersuchen, ferner die Abhängigkeit der besten Verkehrszeiten von der Wellenlänge einerseits, der Tages- und Jahreszeit andererseits zu überprüfen.

Inzwischen hat der DASD zahlenmäßig einen unerwartet großen Aufschwung genommen; er besitzt mit seinen etwa 3000 Beobachtungsstationen ein so dichtes Beobachtungsnetz wie es zu einem anderen Zweck bisher kaum geschaffen wurde. So wurde auch die Auswertungsarbeit auf eine bessere Grundlage gestellt und es bieten sich ihr wesentlich erweiterte Forschungsmöglichkeiten. Unsere DEs wissen aus den Erfahrungsberichten bereits, daß sich manche zeitliche und räumliche Parallele zwischen den Veränderungen der Funkverkehrsbedingungen und anderen atmosphärischen Erscheinungen ergab.

Inzwischen haben sich neue wichtige Wechselbeziehungen mit den Grenzgebieten der Biologie, der Geologie und Bodenkunde, der angewandten Geophysik usw. als wahrscheinlich herausgestellt. Einige der hierbei aufgetauchten Fragen sind volkswirtschaftlich von höchster Bedeutung.

Aus diesem Grunde hat sich der DASD entschlossen, diese Probleme einer systematischen Erforschung zu unterziehen und für ihre Bearbeitung eine besondere Naturwissenschaftliche Forschungsstelle der Technischen Abteilung anzugliedern. Diese Forschungsstelle trägt die Tradition der alten Log-Auswertungsabteilung, die als solche jedoch zu bestehen aufhört.

Der DASD ist sich bewußt, daß er mit der Übernahme dieser Arbeiten weit über den ursprünglichen Rahmen seiner bisherigen Amateurtätigkeit hinausgeht. Er weiß auch, daß nicht er allein die aufgetauchten Probleme lösen kann, sondern nur in engster Zusammenarbeit mit den Fachinstituten der benachbarten Grenzwissenschaften. Teilweise ist eine solche Zusammenarbeit bereits eingeleitet.

Die neuen Ziele bedingen in erster Linie eine systematische Beobachtungstätigkeit der DEs; wohlgemerkt: die Hörtätigkeit soll nicht vermehrt, wohl aber bewußt auf bestimmte Ziele eingestellt werden. Manchem DE wird hiermit bestimmt ein stiller Wunsch erfüllt werden; denn er soll jetzt nicht mehr planlos am Empfänger drehen, die Logzettel sollen nicht mehr mit allem, was da überhaupt zu hören ist, gefüllt werden. Es soll aber auch keine bloße Zweckforschung getrieben werden, der jegliche individuelle Betätigung des einzelnen weichen müßte. Vor uns allen liegt noch ein großes Feld unbekannten Arbeitsgebietes, und in dieses Niemandsland wollen und sollen wir vorstoßen; denn der kühne Einzelvorstoß wird oftmals noch der in breiter Front nachrückenden Zweckforschung den Weg weisen können. Um diesen Weg einhalten zu können, werden innerhalb der Gesamtheit der DEs im Laufe der nächsten Monate bestimmte Arbeitsgruppen mit besonderer Zielsetzung gebildet werden. Es wird angestrebt, baldmöglichst aus den Reihen unserer fachlich geeigneten Mitglieder naturwissenschaftliche Bearbeiter den technischen Referenten der Landesgruppen beizugeben, die in direkter Fühlungnahme mit der naturwissenschaftlichen Forschungsstelle stehen und damit die notwendige enge Verbindung zwischen dieser und den DEs herstellen. Die eigentlichen Logmeldungen gehen jedoch weiter auf dem bisher üblichen Wege mit über die QSL-Vermittlungen zur Auswertung.

Die DASD-Leitung erwartet von allen DEs, daß sie den neuen Aufgaben, die in Zukunft gestellt werden, mit voller Hingabe und Disziplin nachkommen, denn das Ziel ist ernster Arbeit wert. Die DEs haben es selbst in der Hand, dem DASD einen stolzen Platz in der Forschung und Wissenschaft zu erkämpfen.

„Die tote Viertelstunde“

Die im CQ 1936, Heft 1, beschriebene eigenartige Erscheinung von plötzlichem Totalschwund kurzer Dauer, Dellinger-Effekt genannt, konnte am 14. Februar 1936 von den Funkstellen des Reichspostzentralamts, Beelitz und Zehlendorf, beobachtet werden. Aus einer an die Abteilung Sonneberg der Universitäts-Sternwarte Berlin-Babelsberg gerichteten Mitteilung geht hervor, daß in der Zeit von ungefähr 16.20 bis 16.40 Uhr der Kurzwellenempfang aus westlicher Richtung vollkommen aussetzte. Die Zeichen der Funkstellen in Spanien, Südamerika, Mexiko und Nordamerika wurden von den beiden deutschen Stationen nicht mehr gehört; es gelang auch nicht, deren Aussendungen auf der Gegenseite zu empfangen. Der Verkehr nach dem Osten, Japan usw. war dagegen normal.

Dieser jüngste Fall zeigt, wie sofort zu erkennen ist, dasselbe Verhalten wie die früheren Erscheinungen: die Störung entsprach hinsichtlich ihrer Dauer den bisher beobachteten Zeiten, sie trat nur auf einem Gebiete der Erdoberfläche auf, das unter Tag lag und endlich, sie fügt sich, was die Periodizität anlangt, in die Reihe der bisher vorliegenden Beobachtungen ein.

Da es nahe lag, die Ursache für die Störung in außergewöhnlicher Sonnentätigkeit zu suchen — diese Vermutung wurde auch seitens des Reichspostzentralamts ausgesprochen —, wurden bei der europäischen Zentralstelle für Sonnenforschung, der Eidgenössischen Sternwarte in Zürich, Erkundigungen eingezogen. Dort konnte folgendes festgestellt werden:

Am 14. Februar 1936 stand eine sehr große aktive Fleckengruppe im Zentralmeridian der Sonnenscheibe. Es wurde in dieser Gruppe eine helle Wasserstofferuption zwischen 13.00 und 14.00 Uhr MEZ (Ende etwa 14.15 Uhr), die von größeren eruptiven dunklen Flecken (Protuberanzen) begleitet war, beobachtet. Letztere ließen den Dopplereffekt erkennen, was auf stürmische Vertikalbewegungen an den betroffenen Stellen der Sonnenatmosphäre hindeutet.

Der Zusammenhang des beobachteten Fadings mit dem Auftreten der Eruptionen auf der Sonne ist offensichtlich. Die Zeitdifferenz, die zwischen den beiden Störungen besteht, kann sowohl die Laufzeit der störenden, wahrscheinlich korpuskularen Strahlung darstellen als auch teilweise für den Umbildungsprozeß, der in der ionisierten Schicht (Appleton und Kennelly-Heaviside-Schicht) stattfindet, in Anspruch genommen werden[1]). Die von den Störungsherden auf der Sonne ausgehende Strahlung ruft wahrscheinlich eine Verminderung oder vielleicht sogar völlige Auflösung der Ionisation der hohen Atmosphäre hervor und verhindert somit eine Reflektion der elektromagnetischen Wellen.

Unverständlich bleibt noch die Periodenlänge, die nach dem vorliegenden Material das Zweifache der Sonnenrotationszeit beträgt. Die Beobachtungen sind indessen zahlenmäßig noch zu gering, als daß man den Wert von 27 Tagen ausschließen müßte.

Im folgenden ist noch auf die Art der wirksamen Aktionszentren auf der Sonne einzugehen; denn neuere Untersuchungen, die hauptsächlich in Zürich (Eidgenössische Sternwarte) und Cambridge, England (Solar Physics Observatory), mit Hilfe des Spektrohelioskops und Spektroheliographen angestellt werden, haben die Anschauungen wesentlich geändert. Die bisher gewonnenen Ergebnisse lassen darauf schließen, daß nicht das Auftreten von Flecken und Fackeln die Ursache für die erdmagnetischen Störungen ist, sondern daß Vorgänge, die nur im allgemeinen an Flecken- oder Fackelherde gebunden sind, verantwortlich gemacht werden müssen. Von diesen aktiven Gebieten geht, wie man annimmt, eine korpuskulare Strahlung aus, die auf der Erde die elektromagnetischen Störungen und das Auftreten von Nordlichtern hervorruft. Diese Strahlung, die nicht kontinuierlich zu sein braucht, sondern eruptiven Charakter tragen kann, steht vielleicht mit den kurzlebigen eruptiven hellen oder dunklen Wasserstoffflocken im Zusammenhang (siehe den oben mitgeteilten Züricher Befund!).

Es unterliegt kaum einem Zweifel, daß das Problem der „toten Viertelstunde“ nunmehr grundsätzlich gelöst ist. Weiteres Beobachtungsmaterial ist, besonders zur Ableitung der endgültigen Periode, dringendes Erfordernis. Kritische Zeiten sind die Tage um den 12. März, 8. April, 5. Mai, 1. Juni usw.

O. Morgenroth DE 2787

Universitätssternwarte Berlin-Babelsberg, Abteilung Sonneberg

Nachtrag

Die Störung vom 14. Februar hat offenbar ein sehr großes Gebiet der Erdoberfläche betroffen. Wie Appleton und Naismith in „The Journal of the British Astronomical Association“ Vol. 46 Nr. 5 (März 1936) berichten, wurde das Phänomen auch in England beobachtet. Das „National Physical Laboratory“ konnte zwischen 16.20 und 16.40 MEZ, also zu derselben Zeit, in der die Störung in Beelitz und Zehlendorf auftrat, eine plötzliche Verminderung der Intensität der ionosphären Reflexion bei vertikaler Ausstrahlung mit Frequenzen zwischen 2.6 und 5,2 MHz feststellen. Die englischen Kurzwellenstationen der BBC und der Postbehörde hatten Störungen im Verkehr auf große Entfernungen zu verzeichnen.

Englische Beobachtungen der Sonnentätigkeit, angestellt in Greenwich, lassen erkennen, daß der 14. Februar durch das Auftreten abnormer Störungen ausgezeichnet war. Um 13.40 setzte eine Eruption ein, deren Herd sich halbwegs zwischen zwei größeren Flecken befand, die den Zentralmeridian der Sonne bereits passiert hatten. Auffällig war dabei die große Intensität der Wasserstoff-Emission. Eine weitere Störung, die der eben beschriebenen synchron verlief, bestand in dem Auftreten intensiver „Filamente“[2]), deren Radialgeschwindigkeit[3]) zu — 85 km/sec bis — 210 km/sec, zwischen 13.42 und 13.48 Uhr bestimmt wurde. Das Absinken dieser Eruption erfolgte anschließend mit Radialgeschwindigkeiten zwischen + 30 km/sec und + 220 km/sec in der Zeit von 13.58 bis 14.27 Uhr. Der letztgenannte Wert ist der größte, der seit 1930 in Greenwich beobachtet worden ist.

Die englischen Beobachtungen lassen wieder den engen Zusammenhang zwischen den Störungen auf der Sonne einerseits und denen der Ionosphäre und der Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen anderseits eindeutig erkennen. Wenn man annimmt, daß die Störungen auf der Erde die unmittelbare Folge der Vorgänge auf der Sonne sind, so kann man von der Laufzeit der von dem Störungsherd auf der Sonne ausgesandten Strahlung auf deren Geschwindigkeit schließen. Aus der Laufzeit von 2 Stunden ergibt sich als Wert 20 7000 km/sec^{-1}. Appleton und Naismith lassen noch die Frage offen, ob nicht die von der Sonne ausgehende Störstrahlung bereits abgeklungen war, als die Eruption auf der Sonne wahrgenommen wurde. Diese Annahme dürfte wohl wenig begründet sein.

[1]) Unter der Voraussetzung, daß die Differenz der mittleren Beobachtungszeiten (der Sonnen- und der elektromagnetischen Störung) die reine Laufzeit darstellt, käme man zu einer Geschwindigkeit der Störstrahlung von der Größenordnung 13 800 km · sec^{-1}. Die Laufzeit wird größer, wenn für einen Umsatzprozeß in der Ionosphäre Zeit beansprucht wird.

[2]) Man bezeichnet hiermit solche Erscheinungen, die auf den Spektroheliogrammen der Sonne als langgestreckte Gebilde faseriger Struktur wahrzunehmen sind. Sie stellen offenbar die Projektion der Protuberanzen auf die Sonnenscheibe dar.

[3]) Die Radialgeschwindigkeit ist die Bewegung in der „Gesichtslinie“, d. h. auf den Beobachter zu oder von ihm weg. Sie wird spektroskopisch mittels des Dopplerschen Prinzips bestimmt.

Einige praktische Vorschläge zur Beseitigung des Netzgeräusches bei Vollnetzkurzwellenempfängern

Von **Herbert Lennartz**

Es ist nicht der Zweck der folgenden Darstellung, sämtliche bekannten Methoden der Beseitigung des Netzbrummens aufzuzählen und zu erörtern. Vielmehr sollen nur einige bisher noch nicht so bekannte Möglichkeiten der Netztonbefreiung behandelt werden, die vor allem dem jungen Amateur aus einer oft kritischen Lage helfen können. Hierbei werden die üblichen Mittel und Wege als bekannt vorausgesetzt und brauchen deshalb nicht mehr berücksichtigt zu werden.

An erster Stelle wäre hier die Abschirmung des Netzteils zu erwähnen. Die Bauweise, den Kurzwellenempfänger auf ein Aluminiumgestell aufzubauen, hat sich allgemein durchgesetzt. Der Hauptgrund hierfür ist die Vermeidung von Kopplungen. Die Erfahrung lehrt jedoch, daß ein Aluminiumgestell gegen die Streuungen eines Netztransformators völlig unwirksam ist. Ist also in einem Gerät der Netzton trotz ausreichender Siebung und günstigster Anordnung aller Teile nicht zu beseitigen, so kann man in vielen Fällen den Netztransformator verantwortlich machen. Man kann sich in einem solchen Falle sehr einfach dadurch helfen, daß man den Netzteil in einen kleinen Kasten aus Eisenblech einbaut. Das Eisenblech soll dabei jedoch mindestens eine Stärke von 1,5 mm besitzen. Wer nicht

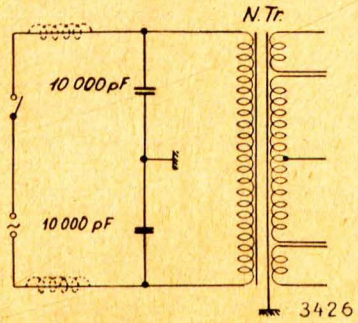


Abb. 1

den ganzen Netzteil auf diese Weise kapseln will, kann auch den Netztransformator allein mit einem Eisenmantel umgeben. Es ist dabei aber auf eine genügende Entlüftung zu achten, da der Netztransformator erheblich warm werden kann.

Manchmal ist der Empfänger nach einigem Probieren soweit beruhigt, daß kein störender Netzton mehr vorhanden ist. Es kann aber vorkommen, daß beim Anziehen der Rückkopplung das vorher vollkommen ruhige Gerät so

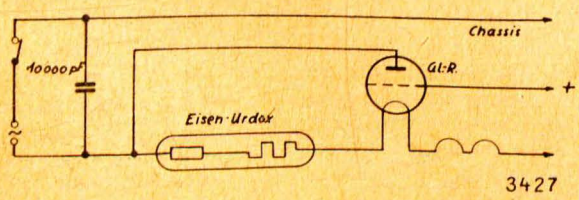


Abb. 2

sehr brummt, daß jeglicher Empfang unmöglich ist. Zunächst wird man dabei auf den Gedanken kommen, daß die Audionröhre, am Schwingungseinsatz arbeitend, besonders empfindlich ist, und die Siebmittel nicht ausreichen. Dies ist jedoch in den meisten Fällen ein Trugschluß. Man kann das sehr einfach dadurch feststellen, daß man die Anodenspannung für das Audion einer Anodenbatterie entnimmt. Ist das Netzbrummen dann immer noch vorhanden, so wird es eine andere Ursache haben. Eine Abhilfemaßnahme ist in Abb. 1 gezeigt. Sie besteht lediglich aus zwei Kondensatoren von 10 000 pF, die mit einem Ende an je einen Pol der Netzzuführung verbunden sind und deren anderes Ende an Erde gelegt wird. Evtl. kann auch die Anbringung von Störschutzdrosseln vorteilhaft sein. Die Kondensatoren bilden für evtl. im Netz vorhandene Hochfrequenz einen Kurzschluß. Den Grund für das Auftreten eines Brummens beim Anziehen der Rückkopplung kann man in folgendem sehen. Beim Anziehen der Rückkopp-

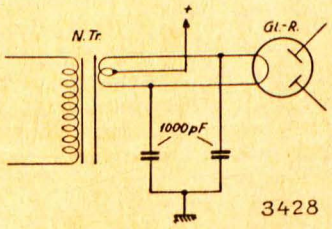


Abb. 3

lung wird der Empfänger, wenn auch nur schwach, Hochfrequenzschwingungen ausstrahlen. Diese Schwingungen wirken auf alle in der Nähe liegenden Leitungen ein, insbesondere natürlich auf die stets vorhandenen Netzleitungen. Über den Transformator gelangt nun die Hochfrequenz wieder in den Empfänger und beeinflußt den Gleichrichtereffekt. Das wiederum ist der Anlaß zu einem störenden Netzbrummen. Es ist klar, daß, wenn diese Hochfrequenz beispielsweise von der Kathode aus den Gleichrichtervorgang in der Audionröhre beeinflußt, die beste Siebung des Anodenstroms zwecklos ist.

Auch bei Allstromgeräten können derartige Erscheinungen auftreten. Wenn auch Allstromgeräte beim Kurzwellenamateur z. Zt. noch nicht sehr häufig anzutreffen sind, lohnt es sich doch, kurz auf die Beseitigung dieses manchmal unerklärlichen Netzgeräusches einzugehen. Vorausgesetzt wird wiederum, daß der Empfänger bei nichtangezogener Rückkopplung kein Netzgeräusch aufweist.

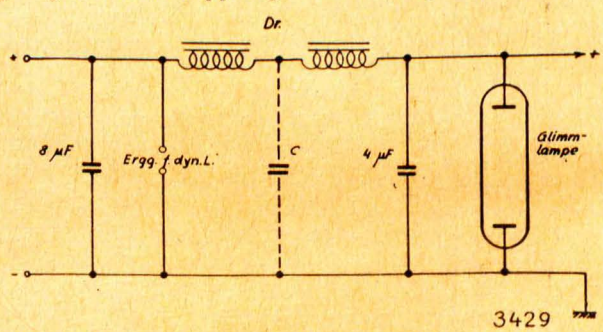


Abb. 4

Das beim Anziehen der Rückkopplung auftretende Brummen hat wieder dieselben Ursachen wie im vorigen Fall geschildert. Abhilfe kann man mit Hilfe eines Kondensators von 10 000 pF schaffen, der an der in Abb. 2 gezeichneten Stelle anzubringen ist. Auch hier kann die Anbringung von Störschutzdrosseln vorteilhaft sein. Eine Symmetrierung des Netzes nach Abb. 1 ist bei einem Allstromempfänger deswegen nicht möglich, weil der eine Pol des Netzes in den meisten Fällen mit dem Empfängergestell verbunden ist.

Sehr oft bemerkt man, daß der Empfänger auf 40 und 80 m vollkommen zufriedenstellend arbeitet, auf 20 m brummt und auf 10 m wieder vollkommen ruhig ist. Es kann auch vorkommen, daß der Empfänger auf irgend-

einen anderen Wellenbereich als gerade auf 20 m unruhig ist, es sollte lediglich hierdurch eine Art „abstimmbares Brummen" gekennzeichnet werden. Gerade bei einer derartigen Erscheinung kann man oft sehr lange suchen, ohne die Ursache zu entdecken. In vielen Fällen kann das Brummen durch den Einbau eines anderen Netztransformators beseitigt werden. Es ist dabei jedoch festzustellen, daß oft Netztransformatoren schlechter Qualität die Erscheinung nicht aufweisen, während sie bei besonders hochwertigen Transformatoren auftritt. Im allgemeinen läßt sich jedoch ein derartiger Störton durch eine Symmetrierung der Heizwicklung der Gleichrichterröhre vollständig beseitigen. In Abb. 3 ist diese Maßnahme gezeichnet.

Es wird nützlich sein, die besprochenen Maßnahmen beim Bau eines Vollnetzempfängers von vornherein vorzusehen, um gegen unliebsame Überraschungen bei Inbetriebnahme gesichert zu sein.

Zum Schluß soll noch auf eine Art der Siebung des Anodenstromes hingewiesen werden, die noch sehr unbekannt ist und dabei trotzdem eine nicht unerhebliche Ersparnis an Siebmitteln mit sich bringen kann. In Abb. 4 ist eine derartige Schaltung im Prinzip wiedergegeben. Es handelt sich hier um die Brummbereinigung durch eine Glimmröhre. Es muß hierbei jedoch darauf geachtet werden, daß die Betriebsspannung der Glimmröhre etwa gleich der Anodenspannung ist, die das Netzgerät hergibt. Neben einer außerordentlich guten Brummbereinigung erzielt man durch diese Maßnahme eine willkommene Stabilisierung der Anodenspannung, so daß diese von Belastungsänderungen und Netzspannungsschwankungen weitgehend unabhängig wird. Der Grund für die Brummbereinigung durch die Glimmlampe ist der außerordentlich niedrige Wechselstromwiderstand einer derartigen Röhre. Schaltet man einer Glimmstrecke einen Blockkondensator von etwa 4 μF parallel, so erhält man für diese Kombination einen Wechselstromwiderstand, der nirgends über rd. 60 Ohm ansteigt. Die Parallelschaltung eines Kondensators ist deswegen notwendig, weil die Glimmstrecke den höheren Frequenzen einen bedeutend größeren Widerstand entgegensetzt als den niedrigen.

Zeichnungen vom Verfasser

Sonnenfinsternis und elektromagnetische Wellen

Von **Dr. K. Stoye**

Die Sonnenfinsternis am 19. Juni bietet erneut Gelegenheit, die Frage nach dem Einflusse der Schattenzone auf die elektromagnetischen Wellen zu überprüfen. Die Abbildungen 1 a bis d zeigen den Einfluß der Schattenzone (gestrichelt) auf Rundfunkwellen nach einem englischen Bericht.

Abb. 1 a. Wenn Sender *S* und Empfangsstation *E* auf derselben Seite der Schattenzone lagen, so begann 20 Minuten vor der Totalität ein Anwachsen der Lautstärke, die ihren Höhepunkt 5 bis 10 Minuten nach der Totalität erreichte.

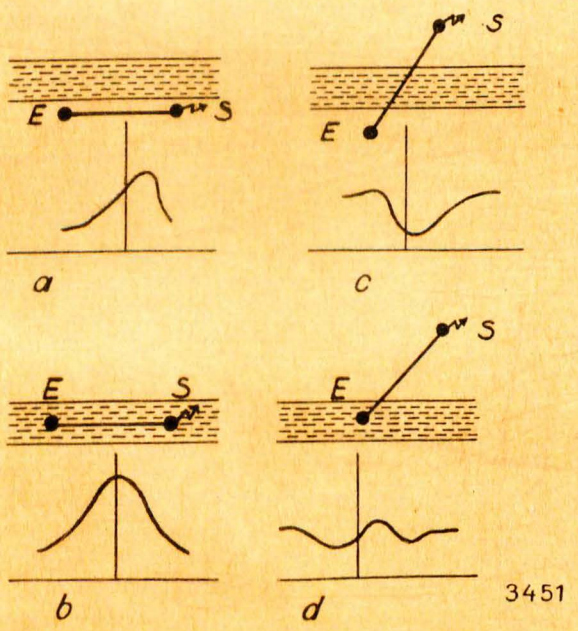


Abb. 1

Abb. 1 b. Lagen Sende- und Empfangsstation innerhalb der Schattenzone, so ließ sich eine erhebliche Lautstärkezunahme erkennen, deren Höhepunkt mit dem Höhepunkt der Verfinsterung zusammenfiel.

Abb. 1 c. Lagen Sende- und Empfangsstation auf verschiedenen Seiten der Schattenzone, so begann die Lautstärke 5 Minuten vor der Totalität abzunehmen, um dann langsam wieder die normale Höhe zu erreichen.

Abb. 1 d. Lag die Empfangsstation innerhalb der Schattenzone, die Sendestation dagegen außerhalb, so fiel die Lautstärke kurz vor der Totalität etwas und stieg bald wieder auf die normale Höhe.

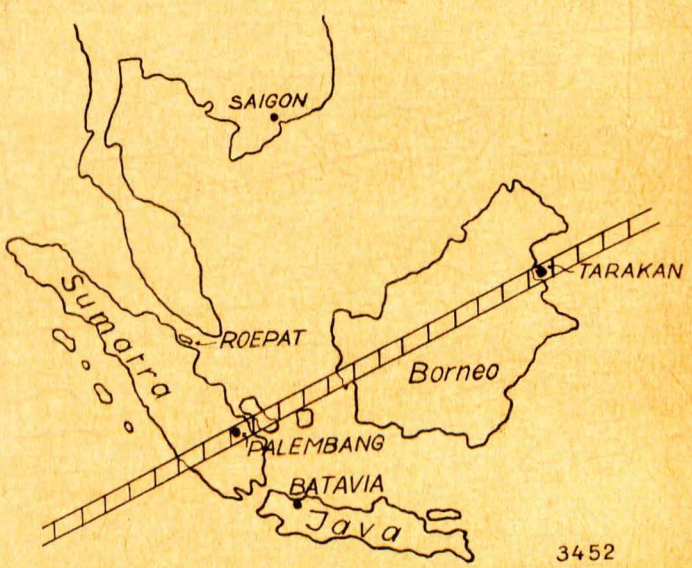


Abb. 2

Für die Sonnenfinsternis vom 14. Januar 1926, deren Totalitätszone quer durch die Sundainseln ging, hatte Holland ein ganzes Netz von Beobachtungs- und Sendestationen organisiert. Dabei wurden Wellen von 15 600, 7700, 1650 und 30 m verwendet (Abb. 2). Die Zeichen von Bengkalis auf Sumatra (1650 m) wurden von den Empfangsstationen der Malabargruppe viel schwächer als sonst empfangen (vgl. Abb. 1 c). Ebenso wurden die Zeichen von Tananarive auf Madagaskar (15 600 m) schwächer gehört. Das Ergebnis von Bengkalis würde mit dem Ergebnis von Norddeich (1650 m) im Jahre 1912 übereinstimmen. Bei den Stationen Tarakan (Borneo) und Palembang (Sumatra), die gerade in der Totalitätszone lagen, wurde kein Einfluß wahrgenommen. Die Zeichen von Saigon wurden dagegen bei der Malabargruppe während der Finsternis stärker als sonst gehört.

Zeichnungen vom Verfasser

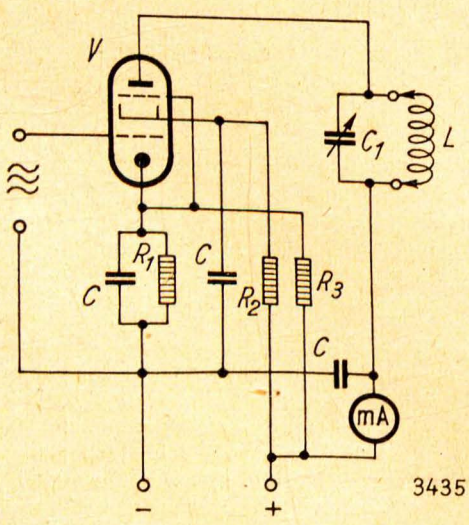
Der Einfluß der Elektronen-Laufzeiten beim Kurzwellenempfang

Im Sonderheft der „CQ" vom Mai 1936 („Kurzwellensender I") ist (auf Seite 75 ff.) eine Arbeit erschienen, mittels deren Hilfe sich die Berechnung von Schwingkreiskonstanten auch für Empfänger durchführen läßt. Da bei normalen Frequenzen (unterhalb etwa 1 MHz) die Verstärkung der heute allgemein verwendeten Fünfpol-Schirmröhren sich als Produkt der Steilheit mit dem äußeren (Schwingkreis-)Widerstand hinreichend genau berechnen läßt, ist man geneigt, aus der Kenntnis der Steilheit und des errechneten Außenwiderstandes Schlüsse auf die in Kurzwellenempfängern erreichbaren Verstärkungsziffern zu ziehen. Auf einer Welle von 10 m lassen sich ohne Schwierigkeiten noch Schwingkreiswiderstände in der Größenordnung von 50 bis 80 Kiloohm realisieren, was mit Röhren von 2 mA/V Steilheit Verstärkungsziffern zwischen 100 und 160 entsprechen würde. Daher erscheint es angebracht, der Frage Beachtung zu widmen, ob nicht das Verhalten der Röhren bei höheren Frequenzen einem einen Strich durch die Rechnung macht. In einer Beilage zu der Zeitschrift „Die Telefunkenröhre" (1936) findet sich eine Arbeit von H. Rothe, die an Hand einfacher Rechnungen und von Messungen diese Fragen näher untersucht. Dabei zeigte es sich, daß sich bei Frequenzen oberhalb etwa 3 MHz (unter 100 m Wellenlänge) bereits die endlichen Laufzeiten der Elektronen dergestalt auswirken, daß aus dem Gitterkreis Energie entnommen wird, was sich so auswirkt, als ob dem Gitterkreis ein Widerstand parallel geschaltet wäre. Für die bekannte Type AF 7 ergibt sich demnach für 3 MHz ein „Eingangswiderstand" in der Größenordnung von mehr als 1 Megohm, der bei 10 MHz auf etwa den zehnten Teil gesunken ist, um bei 30 MHz auf etwa 12 Kiloohm zu sinken. Bei der CF 1, die einen Abfall des Eingangswiderstandes bereits oberhalb etwa 1 MHz zeigt, ist der Eingangswiderstand bei 10 MHz weniger als die Hälfte des bei AF 7 gemessenen Wertes. Bei einer Spezialtype für sehr kurze Wellen liegen die Meßergebnisse etwas günstiger, so daß bei 50 MHz noch etwa 15 Kiloohm festzustellen sind. Daraus ergibt sich, daß bei voller Ankopplung einer nachfolgenden Röhre parallel zum Außenwiderstand der vorhergehenden sehr kleine Widerstände liegen, die die Verstärkung und die Selektion erheblich vermindern. Die Ausgangswiderstände der Röhren (zwischen Anode und Kathode zu denken) liegen stets wesentlich höher als der Eingangswiderstand, können also in ihrer Wirkung diesem gegenüber meist vernachlässigt werden. Um die großen Resonanzwiderstände der Kreise einigermaßen ausnutzen zu können und auf brauchbare Selektionen zu kommen, folgt aus dem vorstehenden, daß die Röhren eingangsseitig möglichst nicht an den ganzen Kreis, sondern nur an einen Teil angekoppelt werden sollen, und zwar ist diese Maßnahme um so wichtiger, je höher die Frequenz wird. Das geschilderte Verhalten der Röhre bei den hohen Frequenzen ist außer in Empfängern auch in Sendern bemerkbar und mit verantwortlich für die Tatsache, daß bei hohen Frequenzen die mit einer nachfolgenden Röhre voll belasteten Schwingkreise eine außerordentlich hohe Dämpfung erfahren, so daß also auch hier eine losere Kopplung als wünschenswert erscheint. Daß die mit steigenden Frequenzen wachsenden Dämpfungen in Empfängern es ratsam erscheinen lassen, für hochverstärkende, sehr trennscharfe Geräte zum Superhet-Prinzip überzugehen, versteht sich von selbst. *R. W.*

Vom Schreibtischentwurf in die Praxis

Nr. 14. Einfaches Prüfgerät für den Güte-Vergleich von Kurzwellenspulen

Einer Fünfpol-Schirmröhre V wird gitterseitig (s. Abb.) von einem kleinen Hochfrequenzgenerator (beispielsweise Frequenzmesser) eine Hochfrequenzspannung von einigen Volt zugeführt; die durch R_1 und R_3 eingestellte negative



Zeichnung vom Verfasser

Gittervorspannung wird dabei so gewählt, daß der Arbeitspunkt der Röhre nahe dem unteren Kennlinienknick liegt. Die Schirmgitterspannung wird mittels R_2 eingestellt, C sind Überbrückungskondensatoren. In den Anodenkreis ist ein Schwingungskreis, bestehend aus einem Drehkondensator C_1 mit besonders guter Isolation und sehr geringen Verlusten und der zu untersuchenden Spule L, geschaltet. Ist der Kreis nicht auf die gleiche Frequenz eingestellt, wie sie gitterseitig zugeführt wird, so hat der mittels des Milliamperemeters mA gemessene Anodenstrom einen relativ hohen Wert, der scharf absinkt, wenn mittels C der Kreis CL auf Resonanz abgestimmt wird. Je größer der Unterschied zwischen dem Anodenstrom bei Resonanz und dem bei verstimmtem Kreis CL, desto größer ist der Resonanzwiderstand des Kreises. Nimmt man die Prüfung verschiedener Spulen also bei etwa der gleichen Kondensatorstellung vor, so gibt die beste Spule den größten Instrumentausschlag - Zurückgang bei Resonanz. Die Anordnung kann u. a. mit einigen Spulen, deren Verluste errechnet wurden, zur Untersuchung von Eisenspulen bei Kurzwellen dienen. *R. W.*

Mattieren von Aluminium

Um einen matten Silberglanz auf Aluminium (Frontplatten, Kästen usw.) zu erzielen, legt man die Platte flach auf den Tisch, besprengt sie mit Wasser, streut etwas feinen Scheuersand oder — besser — eines der im Handel erhältlichen feinkörnigen Putzmittel darauf und reibt in zueinander parallelen Strichen mit feiner Stahl-Putzwolle (feine Stahlpäne, wie sie für das Scheuern von Aluminiumgeschirr verwendet werden) die Oberfläche ab. Sollte sich nach dem Abspülen unter der Wasserleitung herausstellen, daß die Oberfläche noch nicht gleichmäßig genug mattiert ist, so kann man das Verfahren wiederholen.

Eine einfache und wirksame Richtantenne

Von **Hans Helmut Plisch**, OK 2 AK, Neu-Erbersdorf, Tschechoslowakei

Über die Wirksamkeit von Richtstrahlern hegt man heute keinen Zweifel. Für kleinere Berufs- und Amateursender wird ein solches Antennensystem nur zweckmäßig sein, wenn es bei geringem Aufwand eine genügende Energieverstärkung in der gewünschten Richtung aufweist.

Das im folgenden beschriebene System entwickelte der Verfasser für ein kommerzielles Sendernetz; bei OK 2 AK wird es seit 1934 verwendet.

1. Welches System?

Der Raumbedarf und die Masthöhe sollen auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Die inzwischen beliebt gewordenen V- und Rhombus-Richt-Antennen kommen auch aus anderen Gründen nicht in Betracht. Desgleichen wird eine aus horizontalen Dipolen bestehende Antenne einer solchen aus vertikalen wegen der einfacheren Anordnung und der geringeren Masthöhe vorzuziehen sein.

Wir werden also die gleichen horizontalen Dipolelemente wie bei der Telefunken-Richtantenne verwenden und müssen nun Sorge tragen, daß jedes Dipolelement mit gleicher Spannung und gleicher Phase erregt wird. Ein „Halbwellendipol" ist etwa 0,483 λ lang. Das Optimum der Strahlenbündelung findet aber bei einem Elementabstand von 0,5 λ statt. Zur Spannungsumkehr werden „Viertelwellen"-Lecherdrähte verwendet. Diese werden um die erwähnte Differenz kürzer gewählt, als es ihrer Eigenschwingung entspricht. Dadurch ist erreicht, daß das Antennensystem in Resonanz ist und trotzdem der optimale Dipolabstand von 0,5 λ eingehalten wird.

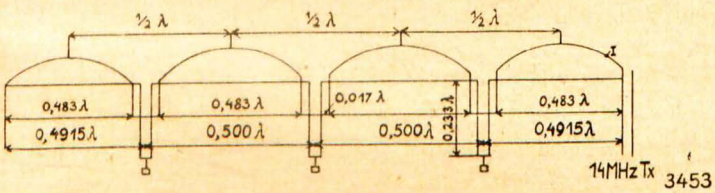


Abb. 1. Stromverteilung und Längen der Richtantenne als Funktion der Wellenlänge

Das Prinzipbild zeigt Abb. 1. Die experimentelle Ermittlung der Längen wurde an einem etwa ¼ λ über dem Boden hängenden System durchgeführt. Die Lecherdrähte wurden, von der senderabgekehrten Seite beginnend, justiert, bis sich die Spannungsknoten an den Fußpunkten ausbildeten. Die sich ergebenden Längen änderten sich bei größerer Antennenhöhe praktisch nicht und sind in Abb. 1 als Funktion der Wellenlänge eingetragen. Daraus ist ersichtlich, daß $l = \lambda/2{,}07$ im Mittel beträgt.

2. Praktische Versuche

In acht Wellenlängen Entfernung von den Antennenmitte wurden einige Punkte der Richtkennlinie gemessen und stimmten mit dem gerechneten Diagramm, Abb. 2, überein. Bei den Versuchen mit amerikanischen Stationen ergab sich ein Lautstärkegewinn von 1½ bis 2 r-Stufen, einer zehnfachen Energieverstärkung entsprechend.

In Indien, 27° vom Leitstrahl fiel die Lautstärke gegenüber der Standardantenne bereits um 1 bis 1½ r-Punkte. Das bedeutet also (3 r-Stufen entsprechend) einem Hundertstel der Energie des Leitstrahles. In Japan war die Richtantenne überhaupt unhörbar, wenn bei der anderen Antenne r 7 und mehr gemeldet wurde.

Nachdem auf Vergleichsbasis das Bestehen der gewünschten Bündelung auch praktisch nachgewiesen wurde, ist es verständlich, daß die Energieverstärkung in der gewählten Richtung: USA, Kanada, Island einerseits, Ägypten, Irak andererseits bis zehnfach beträgt.

Mit einer Trägerleistung von 30 bis 35 Watt wurden aus USA und Kanada häufig r 9-fone Berichte gemeldet,

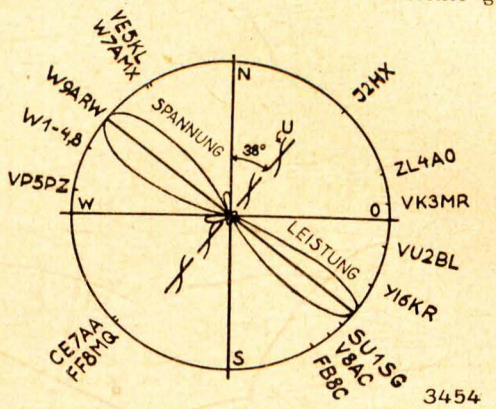


Abb. 2. Diagramm der aus vier Einzeldipolen bestehenden Richtantenne

darunter einige mit r 9 plus. Mit Telegraphie sind die r 9-Meldungen noch zahlreicher, naturgemäß hauptsächlich von der amerikanischen Ostküste, jedoch auch von W 6 und VE 4.

3. Ausnahmen

a) Europa

Bis 1500 km etwa ist die Richtwirkung bei weitem nicht so ausgesprochen wie bei Übersee. Das Strahlungsdiagramm Abb. 2 ist im freien Raum als Drehkörper um die Antennenachse vorstellbar. Für Strahlen, die Winkel bis zu 30° mit der Erdebene einschließen (Übersee!), ist das Diagramm Abb. 2 direkt anwendbar. Im Nahverkehr bis rund 1500 km sind die wirksamen Strahlen aber viel steiler. Stellt man sich einen steilem Strahl einer vom Leitstrahl seitlich liegenden Station räumlich vor, so sieht man, daß dieses steile Einfallen einen kleineren Winkel zur antennennormalen Ebene bedingt, als der Winkel Gegenstation-Leitstrahl in der Erdebene ausmacht.

Es sei der Winkel zwischen dem Großkreis Sender-Empfänger und dem Leitstrahl (Maximum) der Richtantenne ψ, der Einfallswinkel zur Erdebene α, der daraus resultierende „Diagrammwinkel" des Strahles zur antennennormalen Ebene ε.

Dann gilt die folgende vereinfachte Ableitung: Der geradlinig verlängerte Strahl zum Ort der Gegenstation wird um $1/\cos\alpha$ länger werden als der (gestreckte) Bodenabstand. Ist die in der Erdebene ermittelte Abweichung Leitstrahl-Gegenstation der Winkel ψ, so wird sein Sinus um die verlängerte Basis kleiner werden.

Der Sinus des wahren Diagrammwinkels wird also:

$$\sin\varepsilon = \frac{\sin\psi}{1/\cos\alpha} = \sin\psi\ \cos\alpha$$

Die sich daraus ergebende scheinbare Verbreiterung des Richtdiagrammes ist in Abb. 3 für Abstrahlwinkel von 30, 60 und 90° zur Erdebene ausgeführt. Daraus ist ersichtlich, daß die Diagrammverbreiterung für Strahlen bis zu 30° unbedeutend ist. Für den gedachten oder höchstens für Nahreflektionen realisierbaren Fall einer senkrecht zur Erde stattfindenden Abstrahlung würde das Diagramm die Kreisform erlangen.

Der Einfluß des Erdbodens wurde vernachlässigt. Dieser ändert wohl die relativen Werte, nicht aber die in Abb. 3 für verschiedene Abstrahlwinkel gezeichneten Diagrammformen.

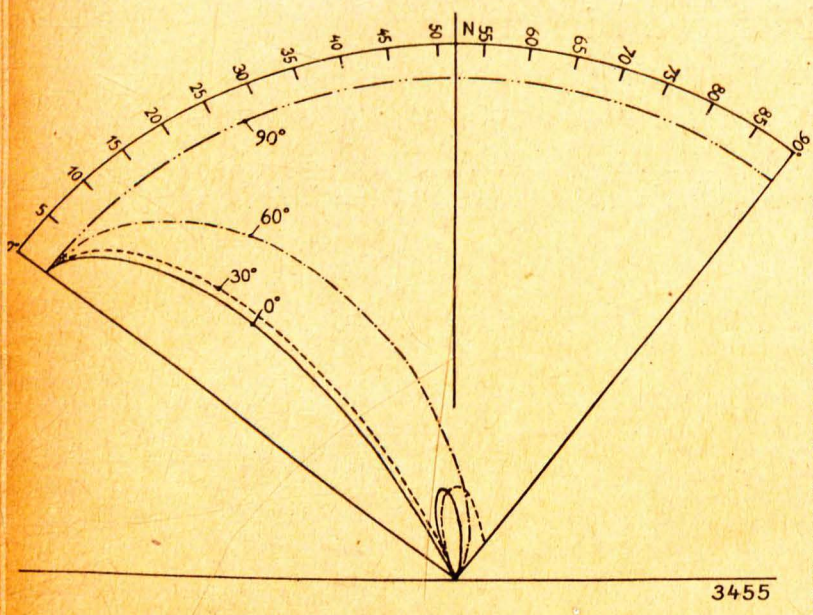


Abb. 3. Resultierendes Richtdiagramm für Strahlen, die mit 0, 30, 60 und 90° zur Erde einfallen

b) Abweichungen im Überseeverkehr

Ein typisches Beispiel dafür gab die Verbindung mit einer neuseeländischen Station. Zur Feststellung, ob es sich vielleicht um eine Reststrahlung handele, wurden zwei Vergleichsantennen umgeschaltet. Das Ergebnis war, daß der Richtstrahler wie sonst in Nordamerika bedeutend stärker als die zweite, ebenfalls — jedoch schwächer — in diese Richtung werfende Antenne war und die dritte, eigentlich für Neuseeland bestimmte Antenne in diesem Fall die schwächste war. Er wurde mehrfach umgeschaltet und ergab sowohl hier beim Empfang als dort stets die gleichen Resultate. Die Strahlen haben also an diesem Tag nicht den Weg des Großkreises genommen.

Diese Erscheinung wurde bereits auch von anderer Seite beobachtet [1]).

c) Polarisationserscheinungen

Bei den ersten durchgeführten Vergleichen zwischen dem Richtstrahler und einer 79 m langen spannungsgekoppelten Antenne wurden bei einigen Gegenstationen Abweichungen der regulären Vergleichsbeobachtungen der beiden Antennen festgestellt. Ihre Regelmäßigkeit schloß Beobachtungsfehler oder Schwunderscheinungen aus. Da man bei Wellen um 20 m nicht gewöhnt ist, an Lautstärkeunterschiede durch verschiedene Polarisation zu glauben, wurde eine dritte Vergleichsantenne aufgestellt. Die Lautstärkenunterschiede der drei Antennen ergaben den deutlichen Einfluß der Polarisation, allerdings kann ich infolge der Schwierigkeiten dieser Messungen trotz des zahlreichen Beobachtungsmateriales noch keine allgemeinen Sätze aufstellen. Nach dem Bisherigen liegt der Lautstärkeunterschied zwischen gleicher und 90° verschiedener Polarisation von Empfangs- und Senderseite zwischen 1 und 1½ r-Stufen (Welle: 21 m). Über den Einfluß der Antennenhöhe, Erfahrungen mit Richtstrahlern auf der 10-m-Welle und die praktische Ausführung der beschriebenen Richtantenne soll in einem weiteren Aufsatz berichtet werden.

Zeichnungen vom Verfasser

[1]) Mögel, Telefunkenzeitung 56, 1930, S. 30.

Bandwechselschaltung für Sender

Um mit möglichst geringem Aufwand an Schaltelementen auf drei Amateurbändern arbeiten zu können, verwendet man (Abb. 1) einen Drehkondensator C von etwa 200 bis 250 cm Höchstkapazität und möglichst geringer Anfangskapazität. Die Abstimmspule L_1 wird dann so dimensioniert, daß sie mit einer Kapazität nahe der Höchstkapazität von C auf die längste Betriebswelle abgestimmt ist. Bei Einstellung von C auf etwa ¼ des vorherigen Wertes erreicht man dann das zweite Amateurband, das harmonisch zum ersten liegt (also beispielsweise 80-m- und 40-m-Band mit einer Spule). Für das dritte Band (hier 20 m) wird dann zu L_1 eine zweite Spule L_2 mittels des Schalters S parallel geschaltet. Sie wird so dimensioniert, daß C auf eine ziemlich niedrige Kapazität zu stehen kommt. Nachstehend seien die Daten für ein durchgerechnetes Beispiel wiedergegeben. $L_1 = 10\ \mu H$, $L_2 = 2{,}33\ \mu H$ bzw. 2,788 μH. L_1 : 10 cm Durchmesser, 20 cm lang 16 Windungen 7 mm Kupferdraht oder -rohr. Der $\operatorname{tg}\delta$ beträgt dann rund 0,001, der Verlustwiderstand 0,24 Ohm bei 3,5 MHz und 0,00077 bzw. 0,34 Ohm bei 7 MHz. Es ergibt sich demnach beim Arbeiten auf 3,5 MHz und einer am Kreis liegenden Wechselspannung von 1000 V eff. (reicht für 50 bis 100 Watt bei weitem aus!) rund 5 Watt Verlust im Kreis, wenn die Verluste im Drehkondensator vernachlässigbar klein sind, bei 7 MHz ist der Verlust nur noch etwa 1,75 Watt. Wird L_2 (5 cm Durchmesser, 10 cm Länge, 12 Windungen 2,5 mm Draht mit $\operatorname{tg}\delta = 0{,}001$, $R = 0{,}24$ Ohm) parallel geschaltet, so ergibt sich bei Berücksichtigung der Verluste von L_1 bei 14 MHz ($\operatorname{tg}\delta = 0{,}00054$ und $R = 0{,}475$ Ohm) und einer in L_1 verbrauchten Leistung von rund 0,61 Watt und von rund 5 Watt in L_2 ein gesamter Leistungsverlust von rund 5,6 Watt im Kreis. Wählt man L_2 mit 10 cm Durchmesser, 10 cm Länge mit 6 Windungen 10 mm Draht oder Rohr, so ergibt sich ein $\operatorname{tg}\delta$ von 0,0006 und ein R von 0,123 Ohm für L_2, so daß die Verluste in L_2 rund 3 Watt betragen, im ganzen Kreis der Verlust also nur rund 3,5 W wird. Das sind vernachlässigbare Werte. Für kleinere Leistungen und Spannungen ergeben sich ähnliche Verhältnisse bei kleineren Spulenabmessungen. Bei symmetrischen Schaltungen ist eine Anordnung nach Abb. 2 empfehlenswert; um die Symmetrie zu wahren, wird L_2 in zwei gleiche Teile aufgeteilt.

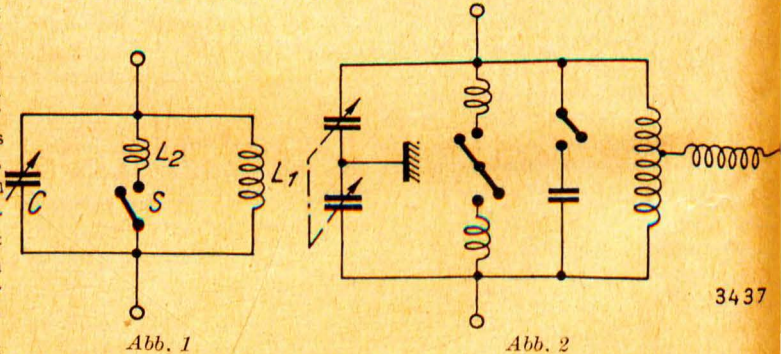


Abb. 1 *Abb. 2*

Zeichnungen vom Verfasser *R. W.*

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für „CQ": Rolf Wigand, Berlin. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. DA I. Vj. 1936 = 8300. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G., Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94, Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78. Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung.
Nachdruck sämtlicher Artikel verboten

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS
15. Juni 1936 Heft 12
Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056
Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungskosten von 1 Pfg. enthalten.
Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Das Ende der Niederfrequenz-Vorstufe?

Zur Frage der Schaltungsgliederung beim modernen Superhet

Von **H. J. Wilhelmy**

Der Vierröhren-Superhet erfreut sich heute großer Beliebtheit. Er ist ein Typ, der ohne besondere Kunstgriffe — auch beim Selbstbau durch den Bastler — die für einen genußreichen Fernempfang auch unter schwierigen Verhältnissen notwendige Leistungsreserve erreicht. Schaltungstechnisch ist der Empfänger heute bei der Industrie weitgehend vereinheitlicht. Für den Bastler stehen jedoch drei sehr verschiedene Wege zur Gliederung einer solchen Schaltung offen, die in jedem einzelnen Fall sehr genau zu überlegen sein werden, und es ist keine Frage, daß auch die Industrie trotz der gegenwärtigen Vereinheitlichung bald vor denselben Fragen stehen wird.

Bevor wir diese drei Wege verfolgen, wollen wir ihren Ausgangspunkt kennenlernen, nämlich die Schaltungsteile, die bei jeder der möglichen Schaltungsgliederungen immer wieder mehr oder weniger unverändert beibehalten werden. Zunächst ist das die Mischstufe. Sie ist gewissermaßen der Grundstein jeder Überlagerungsschaltung und kann durch nichts anderes ersetzt werden. Ob nun die Mischstufe mit einer einzigen Achtpolröhre, mit einer Verbundröhre oder mit zwei getrennten Röhren bestückt wird, spielt bei unserer heutigen Betrachtung nicht die geringste Rolle, ebensowenig, wie diese Veränderlichen nach der heutigen Zählweise einen Einfluß auf die Röhren-Nennzahl des Empfängers haben. Die zweite, unerschütterlich festliegende Stufe unseres Superhet ist die Endstufe. Selbst unter der reichlich optimistischen Annahme, daß die Lautsprecher-Wirkungsgrade einmal auf 90 % oder noch höher getrieben werden könnten, werden wir um eine niederfrequente Leistungsstufe nicht herumkommen. Die dritte praktisch festliegende Stufe ist die Zwischenfrequenzstufe, obwohl diese theoretisch nicht absolut lebensnotwendig erscheint. Ein Verzicht auf sie würde nämlich den Einsatz einer gleich hoch verstärkenden Niederfrequenzstufe bedingen, und nachdem wir heute schon mit Zwischenfrequenz-Verstärkungsziffern von etwa 500 arbeiten, wäre das allein schon elektroakustisch und netzanschlußtechnisch eine indiskutable Lösung. Ebenso brauchen wir wohl nicht näher auszuführen, warum man statt mit der Zwischenfrequenzstufe nicht vielleicht mit einem Rückkopplungsaudion, einem Richtverstärker oder einer Reflexstufe arbeiten wird, denn die moderne Schaltungsentwicklung geht ja gerade dahin, den Röhren möglichst nur mehr einfache Aufgaben zuzumuten und insbesondere nichtlineare Gleichrichter und Verstärkersysteme, mehrfache Stufenausnutzung und künstliche Entdämpfungen nach Möglichkeit zu vermeiden. In Verbindung mit unseren elektrisch und mechanisch hervorragend durchgebildeten neuen Röhren führt diese Baurichtung zu Geräten höchster Betriebssicherheit, die jede ihrer Aufgaben einwandfrei erfüllen. Ein Verlassen dieser Richtung kommt daher für den Vierröhren-Superhet nicht mehr in Frage, obwohl bei kleineren Empfängern — beim Einkreiser, beim Dreiröhren-Einbereich-Superhet — z. B. das Rückkopplungsaudion noch durchaus zweckmäßig und technisch befriedigend erscheint.

Es bleibt also dabei, daß der fortschrittliche Vierröhren-Superhet von heute und morgen stets folgende Stufen enthalten wird: Mischstufe, Zwischenfrequenzstufe und Endstufe. Wohin soll nun aber die vierte Stufe treten?

Hier also zweigen unsere drei Wege ab: Der erste führt über eine Niederfrequenzstufe, der zweite über eine Hochfrequenz-Vorstufe, der dritte über eine zweite Zwischenfrequenzstufe. Diese Aufzählung erfolgte gewissermaßen in chronologischer Reihenfolge, denn der heute am meisten begangene Weg ist der erste, und der, der vielleicht am spätesten zu ähnlicher Bedeutung gelangen wird, ist der letztgenannte. Alle drei Wege führen zu einer Steigerung der Empfindlichkeit unseres Empfängers; es wäre jedoch falsch, anzunehmen, daß sie alle ohne Unterschied nach Rom führen, denn es sind sowohl die Wege wie die erreichbaren Ziele recht verschieden. Verfolgen wir sie nun genauer:

1. Der Superhet mit einer besonderen Niederfrequenzstufe

Weitaus die meisten der heute gebauten Vierröhren-Superhets besitzen eine besondere Niederfrequenz-Stufe, d. h. eine vor der Endröhre angeordnete niederfrequente Spannungsverstärkerstufe; mit der Bezeichnung „Niederfrequenz-Stufe" sei dagegen in unserer heutigen Betrachtung niemals die Endstufe gemeint. Abb. 1 zeigt die zugehörige Schaltungsgliederung.

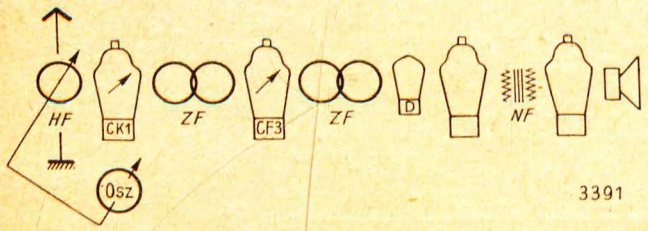


Abb. 1. Schaltungsgliederung des heute üblichen Vierröhren-Superhets in Standardausführung

Ein Vorteil dieser Anordnung ist zunächst ihre Einfachheit. Wir können schon mit den einfachsten Röhren arbeiten und benötigen in diesem Fall nicht einmal Hilfsspannungen. Ein besonderer Mehraufwand bei den Entkopplungsgliedern wird durch das Einfügen einer Niederfrequenz-Stufe nicht bedingt; eine solche Stufe enthält auch keine besonders kritischen Größen und bedarf keiner Abgleichung. Die Niederfrequenz-Stufe bietet auf sämtlichen Wellenbereichen und bei der Schallplattenwiedergabe eine bestimmte Spannungsverstärkung, und zwar ist diese praktisch je nach Schaltung und Röhre ungefähr 20fach bis 300fach. Diese Vorteile haben dazu geführt, daß heute die meisten Vierröhren-Superhets mit einer Niederfrequenz-Stufe ausgerüstet sind, und es ist dies auch die Anordnung, die dem mit beschränkten Geldmitteln oder mit wenig Sachkenntnis arbeitenden Bastler wohl am ehesten zu empfehlen ist, und zwar besonders dann, wenn ohne jede Schwierigkeit ein guter Kurzwellen-Empfang erreicht werden soll.

Als Nachteile der Schaltungen mit Niederfrequenz-Vorverstärkung ist festzustellen, daß die zusätzliche Stufe im allgemeinen keinen Beitrag zur Verbesserung der Trennschärfe und des Schwundausgleichs leisten wird. Wir sagen „im allgemeinen", weil es möglich ist, die Niederfrequenz-Stufe durch Einführung einer niederfrequenten Tonbandregelung zur Trennung in ihrer Weise beitragen zu lassen, und weil auch die Mitregelung der Niederfrequenz-Stufe bei manchen modernen Schwundausgleichs-Schaltungen eine Rolle spielt. Die Niederfrequenz-Stufe dürfte jedoch nicht zwangsläufig Vorbedingung für die Einführung der Tonbandregelung sein, und die Mitregelung der Niederfrequenz-Stufe erscheint bedenklich, wenn wir eine besonders hohe Klangqualität erstreben. Das Herunterregeln der Niederfrequenz-Verstärkung erhöht den Innenwiderstand und schmälert damit den Tonumfang, und die Tatsache, daß auf der Gitterkennlinie der vorzusehenden Regelröhre ein gerades Stück naturgemäß nicht existiert, verlangt eine sehr scharfe Begrenzung der vom Empfangsgleichrichter angelieferten Spannungen, wenn wir nicht einen Klirrfaktor von 20% und mehr in Kauf nehmen wollen, der unangenehmerweise auch noch hauptsächlich durch die besonders störende 2. Oberwelle hervorgerufen wird. So müßten wir eigentlich mit einer Gegentaktschaltung arbeiten, wollten wir die Niederfrequenz-Stufe zu einer kräftigen Unterstützung der Schwundregelung heranziehen und gleichzeitig die Gefahr nichtlinearer Verzerrungen eindämmen.

Nicht zu übersehen sind ferner die Schwierigkeiten, die die Niederfrequenz-Stufe bei Allstrom-Betrieb bietet. Meist müssen sämtliche Schaltelemente des Gitter- und auch des Empfangsgleichrichterkreises sorgfältig abgeschirmt werden, wenn kein störendes Netzbrummen entstehen soll, wozu diese Geräte besonders neigen, weil ihr gesamtes Gestell gegen Erde Wechselspannung zu führen pflegt. Selbst Kleinigkeiten, wie z. B. mit dem Netzschalter kombinierte Dreh-Spannungsteiler, die gegen den Schalter nicht restlos abgeschirmt sind, oder eine unabgeschirmte Lötöse im Gitterkreis machen sich unangenehm bemerkbar, wodurch die Konstruktion einwandfreier Allstrom-Empfänger meist teurer wird, als die ähnlicher Wechselstrom-Empfänger. Ein Verzicht auf die Niederfrequenz-Stufe würde diese Schwierigkeiten aus der Welt schaffen.

Der Hauptnachteil der Schaltung mit Niederfrequenz-Stufe ist aber der, daß die als Empfangsgleichrichter dienende Zweipolröhre eigentlich im unteren, nichtlinearen Teil ihrer Kennlinie arbeiten müßte. Nehmen wir beispielsweise an, daß die Endstufe erst bei voll aufgedrehtem Lautstärkeregler ihre Maximalsprechleistung erreichen und dazu eine Gitterwechselspannung von 10 V eff. benötigen soll, wie dies bei einer richtig bemessenen Schaltung auch praktisch vollkommen zutrifft. Die Niederfrequenz-Stufe verstärke 140fach (Fünfpol-Schirmröhre in Widerstandskopplung); am Gitter der Niederfrequenz-Röhre sind dann zur Aussteuerung der Endstufe 0.07 V eff. oder 0.1 V Scheitelspannung notwendig. Bei 50 %iger Modulation wird dazu praktisch der vor dem Gleichrichter liegende Hochfrequenzkreis ca. 0.3 V Scheitelspannung führen müssen. Abb. 2 zeigt nun, daß sich unter diesen Verhältnissen allein bei der Gleichrichtung schon ein Klirrfaktor von 10 bis 20 % ergibt.

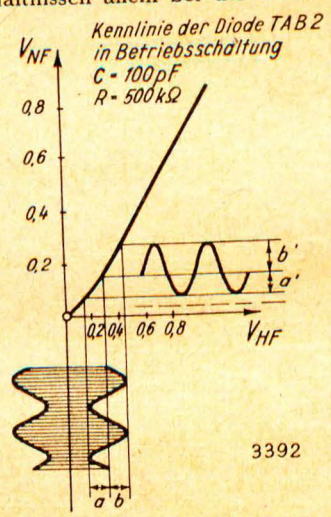


Abb. 2. Das Entstehen nichtlinearer Verzerrungen bei der Gleichrichtung kleiner, modulierter Hochfrequenzspannungen

Der große Vorteil der Gleichrichtung mit Zweipolstrecke, praktisch verzerrungsfrei arbeiten zu können, wird also bei Anwendung einer Niederfrequenzstufe nicht oder nicht voll ausgenutzt. Wir sehen hieraus nebenbei, daß die besonders empfindliche Schaltung mit Fünfpol-Schirmröhre und Drosselkopplung hinsichtlich der Wiedergabegüte am ungünstigsten abschneiden muß, während die billigste Anordnung mit Dreipolröhre und CW-Kopplung in dieser Beziehung immer noch am günstigsten sein dürfte. Bei der Planung eines Empfängers für höchste Wiedergabequalität werden wir jedoch auch diese Schaltung nicht verwenden, denn wir müssen uns dann den „erlaubten" Verzerrungsbetrag für die Stufen des Empfängers aufsparen, wo die Verzerrungen nicht oder nicht unter geringem Aufwand zu drücken sind, also für die Mischstufe und die Regelstufen sowie für die Endstufe. Im Empfangsgleichrichter nichtlineare Verzerrungen entstehen zu lassen, wäre dagegen unzweckmäßig, soweit nicht andere Beweggründe in manchen Fällen stärker sind, als das Streben nach hoher Wiedergabegüte.

Ein Kniff, um die nichtlinearen Verzerrungen im Empfangsgleichrichter trotz ausgiebiger, nachfolgender Niederfrequenz-Verstärkung gering zu halten, besteht darin, dafür zu sorgen, daß die Endstufe bei voll aufgedrehtem Lautstärkeregler bereits weit überschrieen ist. Normalerweise wird man dann mit weit zurückgedrehtem Regler empfangen, d. h. für eine bestimmte Niederfrequenz-Eingangsspannung wird nun am Empfangsgleichrichter eine bedeutend höhere Hochfrequenz-Spannung angelegt werden müssen, womit die nichtlinearen Verzerrungen natürlich sinken. Eine Abänderung dieser Maßnahme liegt darin, daß in Reihe mit dem niederfrequenten Lautstärkeregler ein

Festwiderstand gelegt wird, der die gleichen Verhältnisse nun schon bei voll aufgedrehtem Regler eintreten läßt; damit wird verhindert, daß der Nur-Hörer sich darüber beschwert, sein Gerät neige zu Übersteuerungen. Ganz gleich, welche Maßnahmen getroffen werden, um die Zwischenfrequenz-Spannungen am Gleichrichter zu erhöhen, bedeuten diese jedoch immer eine schlechte Ausnutzung der Niederfrequenz-Stufe.

Für die Praxis des Bastlers ist die erste Maßnahme entschieden am ehesten zu empfehlen. Normalerweise wird er ohnehin vernünftig genug sein, um den Lautstärkeregler nicht zu weit aufzudrehen; braucht er aber wirklich einmal die letzte Verstärkungsreserve des Empfängers, beispielsweise zum Kurzwellenempfang, so braucht er den Regler bloß weiter aufzudrehen, so daß ihm diese Reserve jederzeit zur Verfügung steht, während sie bei der zweiten Anordnung ohne Eingriff in den Empfänger ein für allemal verloren wäre.

Eine ganz ähnliche Schwierigkeit liegt in der Vereinigung einer wirklich einwandfreien Schwundausgleichschaltung mit einer Niederfrequenzverstärkung nach dem Empfangsgleichrichter. Obwohl die Niederfrequenz wie auch die Schwundregelspannung an der gleichen Stelle gewonnen werden müssen, nämlich am Ausgang des Zwischenfrequenzverstärkers, unterscheiden sie sich bei Anwendung einer Niederfrequenzstufe ungefähr um eine Größenordnung! Die Schwundregelspannung muß nämlich nahezu 20 Volt erreichen, um die Vorstufen voll durchzuregeln, wozu eine Zwischenfrequenzspannung von ungefähr 15 V eff. notwendig ist; gleichzeitig dürfte aber die an derselben Stelle abgegriffene Empfangs-Hochfrequenzspannung höchstens 1,5 V eff. erreichen.

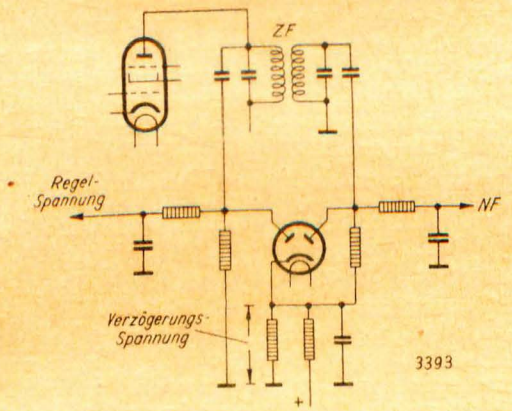


Abb. 3. Überbrückung des Größenunterschiedes von Regel-Zwischenfrequenzspannung und Empfangs-Zwischenfrequenzspannung durch ein Bandfilter

Aus dieser Tatsache ergibt sich folgendes: Greifen wir die zur Erzeugung der Schwundregelspannung benutzte Spannung tatsächlich am gleichen Punkt ab wie die Empfangsgleichrichterspannung, so würde der Empfänger wegen ungenügender Herabregelung der Vorstufen überschrieen werden. Koppeln wir dagegen den Empfangskreis loser an den Zwischenfrequenz-Ausgangskreis als die Regelzweipolröhre, so bedeutet das wiederum eine schlechte Ausnutzung der an sich gegebenen Verstärkungsmöglichkeiten. Allerdings ist es möglich, durch Einschaltung eines Bandfilters, von dem primärseitig der Regelkreis, sekundärseitig der Empfangskreis (Abb. 3) gespeist wird, die Verhältnisse ohne ein ungewöhnliches Opfer zu bessern — wir sind ja durchaus gewohnt, bei Bandfiltern im Austausch für deren Trennwirkung eine Spannungsverkleinerung von etwa 1 : 2 in Kauf zu nehmen. Auch bei dieser Anordnung wird jedoch der Empfänger noch überschrieen, wenn wir das Filter nicht loser koppeln, als es sonst zwischen zwei Stufen üblich ist, so daß wir um ein Opfer an Verstärkung nicht herumkommen. Praktisch wird sich der Bastler hier wohl am besten so helfen, daß er ein Zwischenfrequenz-Filter mit veränderlicher Bandbreite verwendet und es so einstellt, daß nicht mehr Hochfrequenz an den Empfangsgleichrichter geliefert wird, als zur Verhinderung nichtlinearer Verzerrungen (s. oben) notwendig ist.

Somit wird das befriedigende Arbeiten eines Superhets mit Niederfrequenzverstärkung durch zwei aus dem Schaltbild nicht ersichtliche und somit wenig auffällige, in weiten Kreisen sogar unbekannte Maßnahmen erreicht: Erstens durch eine abnormal lose Kopplung des letzten Bandfilters, und zweitens durch Herabsetzung der Niederfrequenzverstärkung mit dem handbedienten Lautstärkeregler. So wird erreicht, daß auch diese Bauart des Vierröhren-Super, die nun einmal den unbestreitbaren Vorteil größter Einfachheit und Billigkeit besitzt, sowohl hinsichtlich des Schwundausgleichs wie der Klangqualität auch hohen Ansprüchen genügen kann, obwohl die Verstärkung der vierten Röhre fast nicht mehr zur Geltung kommt: Sie muß dazu dienen, die künstliche Verstärkungsreduktion vor und nach dem Empfangsgleichrichter wettzumachen; eine hundertprozentige Lebensberechtigung besitzt sie somit eigentlich nur bei der Schallplattenverstärkung.

Diese Schlußfolgerung gilt allerdings streng genommen nur theoretisch. Praktisch liegen die Dinge etwas anders, denn der Hörer, vor allen anderen aber gerade der Bastler, nimmt gewisse Mängel in der Schwundregelung oder ein gewisses Maß „unerlaubter" Verzerrungen erfahrungsgemäß meist viel eher in Kauf, als eine geringe Empfindlichkeit, weshalb die künstlichen Verstärkungs-Verkleinerungen, die wir als notwendig erkannt haben, wenn wir hohen Ansprüchen genügen wollen, sowohl von der Industrie wie vom Bastler meist nicht in dem theoretisch erforderlichen Maße vorgenommen werden, so daß die Niederfrequenz-Stufe eben doch einen Verstärkungsgewinn ergibt und dazu beiträgt, die Verstärkungsreserve des Empfängers größer zu machen, als die des Dreiröhren-Superhets. Vor allem für die Industrie, die oft durch die Angabe der Höchstempfindlichkeit für ihre Empfänger zu werben sucht, ist die Niederfrequenz-Stufe recht nützlich, denn die Empfindlichkeitsmessung wird selbstverständlich bei voll aufgedrehtem Lautstärkeregler vorgenommen und ergibt so ein besonders günstiges Bild, während beim praktischen Betrieb der Regler zur Verhinderung des Überschreiens doch meist stark zurückgedreht werden müßte: ein ausgezeichneter Weg, um billig zu niederen Mikrovolt-Zahlen zu kommen!

2. Der Superhet mit Hochfrequenz-Vorstufe

Der zweite Weg, der bei der Schaltungsgliederung eines Vierröhren-Superhets begangen werden kann, führt über den Einsatz einer Hochfrequenz-Vorstufe. Abb. 4 zeigt diese

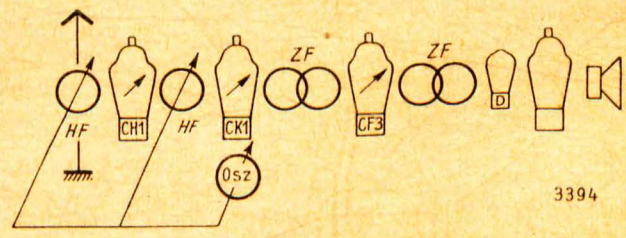


Abb. 4. Schaltungsgliederung eines Vierröhren-Superhets mit Hochfrequenz-Vorstufe

Form der Schaltungsgliederung; die Angabe eines ausführlichen Schaltbildes dürfte sich hier wohl ebenfalls erübrigen, da die möglichen Ausführungen nicht so ausschlaggebend für Wesen und Wirkung der Vorstufe sind.

Was uns zuerst auffallen wird, ist die Tatsache, daß sich nun zwischen dem Empfangsgleichrichter und der Endstufe keine Röhre mehr befindet. Der Empfangsgleichrichter muß

daher mit Zwischenfrequenz-Spannungen von etwa 20 Volt beschickt werden, wenn er eine für die unmittelbare Aussteuerung der Endstufe ausreichende Niederfrequenz-Spannung liefern soll. Somit dürfen wir mit einer praktisch vollkommen linearen Gleichrichtung rechnen und sind der Sorgen um den Klirrfaktor enthoben. Zu gleicher Zeit verschwindet der Größenunterschied zwischen Regelspannung und Empfangsspannung, so daß wir auch zu einem einwandfreien Schwundausgleich gelangen, ohne hierfür ein Opfer an Verstärkung bringen zu müssen.

An dieser Stelle ist bemerkenswert, daß die Röhrenindustrie in Form der CF 3 und AF 3 Hochfrequenz-Fünfpol-Regelröhren geschaffen hat, die mit Anodenströmen bis zu 8 mA betrieben werden können und die Hochfrequenz-Ausgangsleistung, die unsere Schaltungen ohne Niederfrequenz-Stufe verlangen, ohne weiteres aufbringen. Die exponentielle Kennlinie dieser Röhren ist bis zu — 55 Volt Gittervorspannung ausgezogen, während die übrigen Regelröhren schon bei minus 20 Volt vollständig heruntergeregelt sind. So wird ohne jede weitere Schaltmaßnahme erreicht, daß die den Regelspannungs-Gleichrichter speisende Röhre nur in beschränktem Umfang mitgeregelt wird, wie es bei dieser Stufe notwendig ist, damit sie ihre eigene Gittervorspannung einwandfrei erzeugen kann. Röhrentechnisch sind also alle Voraussetzungen zu einer Umgehung der Niederfrequenz-Stufe gegeben.

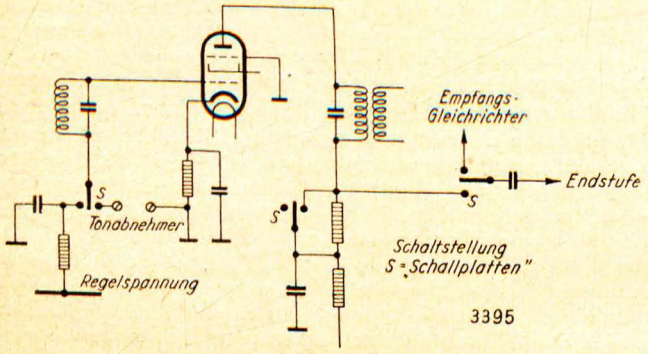


Abb. 5. Umschaltung einer Zwischenfrequenzstufe zur Schallplattenverstärkung

Die Vorstufe selber trägt sehr vielseitig zu einer Verbesserung des Empfangs bei. Sie wird fast immer einen Abstimmkreis enthalten und damit die Vorselektion verbessern; bei Zwischenfrequenzen in der Gegend von 450 kHz ist das zwar auf dem Rundfunkbereich ziemlich bedeutungslos, wohl aber bedeutet die Vorstufe für den Langwellenempfang eine große Erleichterung und erspart im allgemeinen die Anwendung von Interferenzsperren. Auch rein verstärkungstechnisch ist die Vorstufe recht günstig, und zwar zunächst schon deshalb, weil im ganzen Empfänger keine weitere Stufe auf der gleichen Frequenz arbeitet; somit bleiben die Selbsterregungsgefahr und der Entkopplungsaufwand gering. Durch die Vorstufe, die wir selbstverständlich regeln, wird ferner erreicht, daß die an das Mischröhren-Steuergitter gelangenden Spannungen beim Empfang schwacher Sender nicht zu gering werden, was das Verhältnis von Rauschstärke zur Empfangsstärke ungünstig beeinflussen würde; umgekehrt werden beim Empfang starker Sender zu hohe Spannungen am Mischröhrengitter verhindert, die leicht zu Pfeifstellen infolge der Bildung starker Oberwellen führen können.

Ein Nachteil der Hochfrequenz-Vorstufe ist ihr hoher Aufwand: Sie verlangt einen umschaltbaren, abgeglichenen Spulensatz und einen Drehkondensator. Der Trennschärfenzuwachs, der mit der Hochfrequenzstufe zu erreichen ist, ist unbedeutend im Vergleich zu dem einer Zwischenfrequenzstufe. Wir müssen nämlich bedenken, daß ein auf die Empfangsfrequenz abgestimmter Kreis sich auch heute noch nicht so gut durchbilden läßt, wie z. B. ein fest auf 450 kHz abgestimmter Filterkreis, bei dem einmal die Arbeitsfrequenz fast immer tiefer liegt, bei dem sich das LC-Verhältnis günstigst bemessen läßt, bei dem keine Umschaltverluste entstehen; vor allen Dingen müssen wir aber bedenken, daß beim Superhet die Vorkreise oft nicht genau auf die tatsächlich gewünschte Frequenz abgestimmt sind, sondern infolge der nahezu unvermeidlichen Gleichlauffehler zwischen Oszillator und Vorkreisen vielleicht um bis zu 5 kHz daneben. Somit wird die abgestimmte Vorstufe auf einem Teil des Wellenbereichs zur Steigerung der Empfindlichkeit und Trennschärfe praktisch bedeutend weniger beitragen als beispielsweise in einem Geradeausempfänger ohne diese Gleichlauffehler.

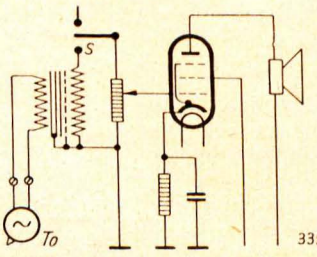


Abb. 6. Unmittelbare Steuerung der Endstufe bei Schallplattenverstärkung — das notwendige Gegenstück zur unmittelbaren Steuerung beim Empfang

Wenn wir besonderen Wert auf eine hohe Empfindlichkeit auf dem Kurzwellenbereich legen, so ist ebenfalls die Vorstufe nicht ganz das Richtige. Gerade wenn mehr als zwei Wellenbereiche verlangt werden, müssen wir natürlich versuchen, mit möglichst wenig abgestimmten Kreisen auszukommen, damit der Aufwand an Spulen und Schaltern nicht zu stark wächst. Andererseits ist die Verstärkung, die sich bei kurzen Wellen mit direkt abgestimmten Stufen erreichen läßt, auch mit den neuesten Röhren und Spulen noch kläglich im Vergleich zu der auf längeren Wellen erreichbaren, müssen wir doch auf Kurzwellen wegen des ungünstigen LC-Verhältnisses der Abstimmkreise und wegen der Verluste, die hier schon aus den unscheinbarsten Quellen erwachsen, mit Resonanzwiderständen in der Größenordnung von 20 000 Ohm rechnen.

Eine weitere Schwierigkeit des Vierröhren-Superhets mit Vorstufe, die wir aber auch bei der an dritter Stelle zu besprechenden Anordnung finden werden, ist das Fehlen der zur Schallplatten-Verstärkung benötigten Niederfrequenz-Stufe. Nach Abb. 5 helfen wir uns heute meist so, daß wir die Zwischenfrequenz-Stufe mit ein paar Umschaltkontakten in eine Niederfrequenz-Stufe verwandeln, sobald Schallplattenwiedergabe verlangt wird; wir kommen so natürlich zu einwandfreien Ergebnissen, doch sind Schaltkontakte mit den zugehörigen Verbindungen nun einmal von Haus aus in der Funktechnik unbeliebt. Ist unser Super für Allstrom-Betrieb eingerichtet, so erhöhen diese Kontakte und Leitungen die Brummgefahr, wenn wir nicht mit einer Vorsicht schalten, die dem unerfahrenen Bastler nicht geläufig sein wird. Einfacher ist daher schon die Verwendung einer kleinen Dreipol-Hilfsröhre zur Schallplattenverstärkung, die man eventuell mit den beiden Zweipolstrecken des Empfängers zu einer Verbundröhre zusammenfassen wird. Auch hier aber erwächst für die Schallplattenverstärkung ein fühlbarer Mehraufwand, den wir bei allen früheren Empfängertypen nicht kannten.

An dieser Stelle muß nach Ansicht des Verfassers nicht mehr schaltungsmäßig, sondern größenmäßig bei der weiteren Entwicklung eine befriedigende Lösung gefunden werden, denn wir werden die als hervorragend günstig erkannte Superhet-Anordnung ohne Niederfrequenzstufe auf gar keinen Fall wieder verlassen, bloß damit wir es mit der doch wohl nebensächlichen Schallplattenverstärkung recht bequem haben.

Es ist bekannt, daß bei Allstrom-Empfängern ein Übertrager notwendig ist, um den Tonabnehmer an den Verstärkerteil anzuschließen, und zwar ein Übertrager mit einer

Schirmwicklung zwischen Primär- und Sekundärwicklung, wie er dem Bastler heute leider noch nicht zur Verfügung steht. Bilden wir diesen so aus, daß er optimal an den Tonabnehmer angepaßt ist, daß er möglichst geringe Verluste und das denkbar günstigste Übersetzungsverhältnis besitzt, versuchen wir ferner, Tonabnehmer erhöhten Wirkungsgrades und Endröhren von erheblich verringertem Steuerspannungs-Bedarf zu bauen, so müßte eine Schallplattenverstärkung mit Sprechleistungen von 2 bis 3 Watt nach Abb. 6 zu erreichen sein, also ohne eine besondere Niederfrequenzstufe, wie dies der Natur des modernen Superhets entspricht, besonders wenn er für Allstrombetrieb gebaut ist. Eine solche Entwicklung wäre nach Ansicht des Verfassers unbedingt der Mühe wert, denn sie würde zu unerhört einfachen Anordnungen führen, denen gegenüber alle die mehr oder weniger gekünstelten Umschaltverfahren der letzten Zeit bald für immer verschwinden würden.

Abschließend können wir also sagen, daß der Superhet mit Vorstufe auf den Normalwellenbereichen mehr bietet, als der mit Niederfrequenzstufe, der ihm jedoch bei kurzen Wellen oft überlegen sein wird. Der Aufwand dieser Bauart ist aber auch höher als derjenige der an erster Stelle besprochenen Bauart, und die Schallplattenverstärkung erfordert Schaltungen, mit denen wir noch nicht restlos glücklich sein können; einwandfreie Lösungen dieser letzten Frage erscheinen jedoch durchaus möglich.

3. Der Super mit zwei Zwischenfrequenzstufen

Wollen wir in unseren Superhet eine Stufe einsetzen, die auf allen Wellenbereichen einen gleichbleibend hohen Beitrag zur Steigerung der Empfindlichkeit und Trennschärfe liefert, so werden wir uns für eine zweite Zwischenfrequenzstufe entscheiden. Die zugehörige Schaltungsgliederung finden wir in Abb. 7.

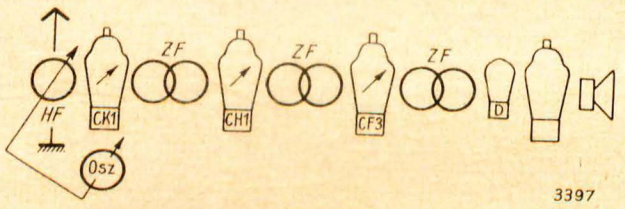


Abb. 7. Schaltungsgliederung eines Vierröhren-Superhets mit zwei Zwischenfrequenzstufen

Eine gut ausgebildete Zwischenfrequenzstufe ist heute in der Lage, eine 300- bis 500fache Verstärkung zu liefern; gleichzeitig ermöglicht sie die Aufnahme eines weiteren Bandfilters in den Zwischenfrequenzverstärker und somit eine entsprechende Verbesserung der Trennschärfe. Diese Wirkung der Zwischenfrequenzstufe ist unabhängig von allen Gleichlaufstörungen und von der Höhe der Empfangsfrequenz; sie kommt daher in besonders fühlbarer Weise dem Freund des Kurzwellenempfangs zugute. Selbstverständlich trägt die Zwischenfrequenzstufe infolge ihrer Regelbarkeit auch sehr wesentlich zur Verbesserung des Schwundausgleichs bei.

Ein Superhet ohne Hochfrequenz-Vorstufe, bei dem also die gesamte Verstärkung erst nach der Mischung erfolgt, ist ein bedeutend „reinrassigerer" Vertreter seiner Art als ein solcher mit Vorstufe; denn was ist ein Superhet mit Vorstufe anders als eine „Kreuzung" von Geradeaus- und Superhet-Empfänger? Infolgedessen ist klar, daß bei ihm die Kennzeichen des Superhets besonders deutlich hervortreten: geringer Aufwand an Abstimmitteln, Unabhängigkeit der Empfindlichkeit und der Trennschärfe von der Empfangsfrequenz, hervorragend günstige Röhrenausnutzung. Diese Vorzüge sind derartig groß, daß der reine Superhet vielleicht einmal das Feld restlos beherrschen wird. In der Praxis jedoch haftet ihm nach den Erfahrungen des Verfassers heute der Mangel an, daß die Verstärkung nach der Mischröhre bei guter Ausnutzung der Stufen zu hoch ist: Die bei der Mischung auftretenden Rauschspannungen werden bis zu einer störenden Stärke hinaufgetrieben, sobald zum Empfang eines schwachen Senders die volle Verstärkung der zwei Zwischenfrequenzstufen eingesetzt wird; zweifellos läßt sich dieser Mangel durch Weiterentwicklung der Mischstufen und durch Einschaltung einer niederfrequenten Rauschsperre vollständig beseitigen. Geräte, in denen dies nicht geschehen ist, werden aber beim Empfang schwacher Sender, besonders also auf dem Kurzwellenbereich, stärker rauschen, als es der Musikfreund als zulässig empfindet, so daß die hohe Verstärkung der Zwischenfrequenzstufe praktisch nicht ganz ausgenutzt werden kann. Für den mehr technisch-sportlich eingestellten Bastler allerdings wird das Rauschen überhaupt belanglos sein. — Nicht zu übersehen ist bei Anwendung von zwei Zwischenfrequenzstufen auch, daß der Aufwand wesentlich höher ist, als es auf den ersten Blick erscheinen mag. Sobald wir nämlich auf ein und derselben Frequenz mit derart hohen Verstärkungsziffern arbeiten, ist die Stabilisierung des Verstärkers durchaus nicht mehr leicht zu nehmen und erfordert außer einem denkbar vorsichtigen Aufbau die Anwendung zahlreicher Entkopplungsglieder in den Spannungszuführungen. Daß auch die Verarbeitung von Zwischenfrequenz-Ausgangsspannungen von etwa 20 Volt sich mit einem hochempfindlichen Zwischenfrequenzverstärker nicht ohne weiteres verträgt, dürfte ebenfalls auf der Hand liegen; es wird also eine ganz besonders sorgfältige Schirmung und Siebung am Ausgang des Zwischenfrequenzteiles und in der Gegend der Zweipolröhre notwendig. Einige Mikrovolt Zwischenfrequenz-Spannung werden aber bei aller Sorgfalt wohl doch immer wieder vom Ausgang (Lautsprecherleitungen!) auf den Eingang des Empfängers zurückkehren, so daß wir froh sein dürfen, daß diese ausgestrahlte Spannung dort auf stark verstimmte Kreise stößt und daher einigermaßen ungefährlich wird. Recht unangenehm können die Streuspannungen jedoch bei Anwendung niederer Zwischenfrequenzen (130 kHz) werden, da ihre infolge der Gleichrichtung stets in ausgeprägtem Maße vorhandenen Oberwellen zum Teil in die Empfangsbereiche fallen und somit an manchen Stellen der Skala keine verstimmten Kreise mehr vorfinden, sondern vom Eingang freudig aufgenommen werden und zu zahlreichen Pfeilstellen führen. Da wir uns unsere Konstruktionsarbeit nicht unnötig erschweren werden, folgt daraus, daß wir beim vorliegenden Typ des Vierröhren-Superhet zweckmäßig mit Zwischenfrequenzen um 450 kHz herum arbeiten werden.

*

Vorstehend wurden die Vor- und Nachteile der drei heute hauptsächlich in Frage kommenden Schaltungsgliederungen des Vierröhren-Überlagerungsempfängers und die neuzeitlichen Entwicklungsrichtungen besprochen. Die heutige Standart-Bauart mit Niederfrequenzstufe erfordert einen besonders geringen Aufwand und birgt nur geringe Schwierigkeiten, weshalb sie nach wir vor für den Bastler, der mit mäßigen Mitteln und mit beschränktem Rüstzeug an den Empfängerbau geht, trotz gewisser Mängel das Gegebene ist. Ein auch hohen Ansprüchen genügender Schwundausgleich und Verzerrungsfreiheit werden jedoch besser durch unmittelbare Steuerung der Endstufe durch den Empfangsgleichrichter erreicht. Die vierte Röhre wird man dann als Hochfrequenz-Vorstufe benützen, wenn auf dem Rundfunk- und Langwellenbereich die höchstmögliche Empfangsqualität erreicht werden soll, oder als zweite Zwischenfrequenzstufe, wenn daneben eine hohe Empfindlichkeit auf Kurzwellen verlangt wird. Die Niederfrequenzstufe wird wohl im modernen Superhetbau nach und nach verschwinden. Um trotzdem Schallplatten mit „zeitlos" einfachen und zuverlässigen Anordnungen übertragen zu können, wird man sich bemühen müssen, auch bei Schallplattenverstärkung die Endstufe unmittelbar durchzusteuern, als ohne Niederfrequenzstufe.

Zeichnungen vom Verfasser

Die Zeitkonstante bei der Dynamikregelung

Von

Theo Sturm

Eine sehr wichtige selbsttätige Regelvorrichtung, die im Begriff steht, sich in die Hochfrequenztechnik und Elektroakustik einzuführen, ist die selbsttätige Dynamikvergrößerung [1]). Für sie gibt es bereits eine größere Reihe von brauchbaren Verfahren. Sie gehen alle von dem Prinzip aus, am Geber bzw. Sender die dynamischen Lautstärkenunterschiede zusammenzudrücken, um innerhalb des durch Störpegel einerseits und Übersteuerungsgrenze andererseits gegebenen Lautstärkebereiches zu bleiben. Am Wiedergabegerät werden dann die Lautstärken beispielsweise dadurch wieder auseinandergezogen, daß der Verstärkungsfaktor bei zunehmender Lautstärke der Darbietung vergrößert wird. So lassen sich die ursprünglichen Dynamikverhältnisse wieder herstellen. Um die Änderung des Verstärkungsgrades — oder bei anderen Anordnungen des Durchlässigkeitsgrades — herbeizuführen, wird eine Regelspannung benötigt, die in der Regel durch Gleichrichtung der ankommenden und gegebenenfalls verstärkten Tonfrequenzspannung gewonnen wird.

Um nun unerwünschte (vgl. unten!) tonfrequente Spannungen von der Regelspannung fernzuhalten, pflegt man Siebglieder anzuwenden, welche natürlich der Anordnung eine „Zeitkonstante" verleihen. Die Folge ist, daß die Auf- bzw. Zuriegelung nicht gleichzeitig mit der Zu- oder Abnahme der Primärlautstärke geschieht, sondern zeitlich in bestimmter Weise dagegen verschoben wird.

Diese Erscheinung wird nun von vielen Seiten als Nachteil betrachtet und es wird viel Mühe und Gedankenarbeit darauf verwendet, um Mittel und Wege zu finden, durch deren Hilfe man die Zeitkonstante so klein wie möglich machen kann. Manche Erfinder wollen sie sogar gänzlich zu Null machen können. Im folgenden soll nun gezeigt werden, wie weit man auf diesem Wege gehen darf und daß es nicht möglich ist, eine trägheitslose Dynamikregelung zu bekommen.

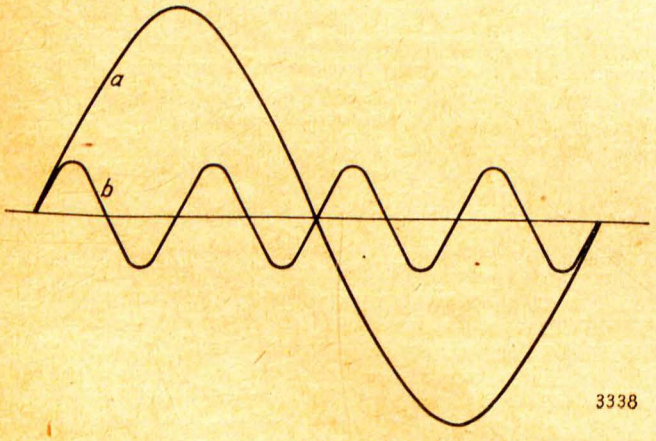


Abb. 1

Da man es einer gegebenen Stromkurve, z. B. einer Sinuslinie, nicht schon bei ihrem Durchgang durch die Nullinie ansehen kann, bis zu welchem Scheitelwert sie ansteigen wird — dieser ist allein maßgebend für das Maß der Aufriegelung —, muß man mindestens den Scheitelwert abwarten, ehe man die selbsttätige Regelung wirksam werden lassen darf. Dies gilt für die langsamste Schwingung, die in dem Tongemisch, das die Darbietung ausmacht, enthalten ist. Es ist also, wie aus Abb. 1 ersichtlich wird, nicht angängig, beispielsweise den Neigungswinkel der Kurve beim Durchgang durch Null als bestimmende Größe für die Aufriegelung zu benutzen. Denn stellt die Linie *a* eine mit großer Amplitude auftretende niedrige Frequenz dar, die Linie *b* eine mit geringerer Amplitude auftretende höhere Frequenz, so ist sofort zu erkennen, daß hier die Neigung beim Nulldurchgang dieselbe ist, obwohl für die Kurve *a* die Verstärkung vergrößert werden müßte (verglichen mit *b*). Bei den üblichen Darbietungen liegen die Verhältnisse insofern noch ungünstiger, als dort der Kurvenverlauf nicht sinusförmig ist, so daß also eine Kurve zu sehr hoher Amplitude ansteigen kann, wenn sie auch mit geringer Neigung durch Null gegangen ist.

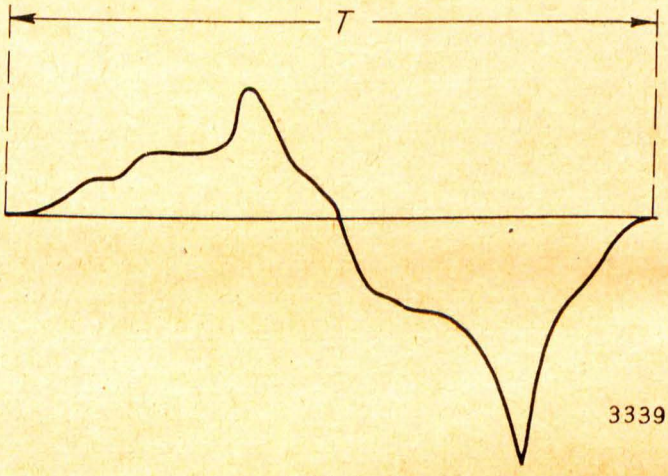


Abb. 2

Stellt nun Abb. 2 eine beispielsweise vorliegende Stromfunktion dar, deren Periodendauer T ist, so ist es klar, daß die Regelung frühestens nach der Zeit T mit der Verstärkungsänderung einsetzen darf, da ja der Scheitelwert unsymmetrisch liegen kann und im ungünstigsten Falle erst nahe vor dem Ende der Periode auftritt. Dabei wird vorausgesetzt, daß der Gleichrichter, der die Regelspannung für die Dynamiksteigerung erzeugt, ein Vollweggleichrichter ist, denn sonst würde die Dynamikänderung verschieden sein, je nachdem, ob das Maximum bei der positiven oder negativen Halbwelle auftritt. Das würde aber ein zweideutiges Arbeiten der Einrichtung bewirken.

Es ist unbedingt zu fordern, daß die Regelspannung keine Komponenten enthält, deren Frequenz größer als $1/T$ ist. Denn würde man, wie viele Erfinder das wollen, die Dynamikregelung, auch unter Vermittlung beliebiger Zwischenmechanismen, schon während des Verlaufes der ersten Periode eine Verstärkungsänderung hervorrufen lassen, so wäre das der Erzeugung nichtlinearer Verzerrungen, besonders bei tiefen Frequenzen, gleichbedeutend. Denn da dann während des Verlaufes einer Periode der Verstärkungsgrad geändert würde, erhielte man in diesem Falle eine Verformung der Stromkurve, die sich in nichts von der unterscheidet, die sich bei nichtlinearen Kennlinien des Übertragungsweges ergibt. Diese Folgerung ist an sich selbstverständlich. Da jedoch hierüber noch einige Unklarheit herrscht, sollte nicht versäumt werden, die Frage an dieser Stelle zu erörtern.

Es erhebt sich nun die wichtige weitere Frage, wie man denn eine Zeitkonstante, die nach obigem nicht umgangen werden kann, in den Weg der Regelspannung einzuführen hat, um eine Verfälschung der Wiedergabe zu verhüten. Hier ist es nötig, einen Kompromiß zu schließen. Die

[1]) Vgl. „Funk" 1936, Heft 2, Seite 39.

Anteile an Wechselspannung müssen ausgezeichnet ausgesiebt werden, sonst würde man, wie soeben gezeigt, dauernd nichtlineare Verzerrungen erhalten. Demnach muß man ein Tiefpaßfilter anwenden, dessen obere Grenzfrequenz noch tiefer liegt als die tiefste Frequenz, die in der Darbietung vorkommt. Man wird den Tiefpaß in an sich bekannter Weise nach Schaltung und Bemessung so auswählen, daß oberhalb der „Grenzfrequenz" möglichst plötzlich abgeschnitten wird, damit man die Grenzfrequenz möglichst dicht an die tiefste Musikfrequenz heranrücken kann (Spulenkette!).

Dies ist deshalb wichtig, weil die Darbietung oft sehr plötzliche Übergänge von sehr großer zu sehr kleiner Lautstärke und umgekehrt aufweist. Erfolgt der Lautstärkewechsel schneller, als der Grenzfrequenz des Tiefpasses entspricht, so wird die Dynamikkorrektur nachhinken. Eine rein empfängerseitige Abhilfe gegen diese Erscheinung gibt es nicht. Es gibt nur den einen Ausweg, der darin besteht, der Dynamikkorrektur am Sender die gleiche Zeitkonstante zu geben wie der am Empfänger. Es wäre demnach vor allgemeiner Einführung der selbsttätigen Dynamikkorrektur eine entsprechende Festsetzung zu treffen. Da in diesem Falle die Dynamik-Minderung am Sender in gleicher Weise nachhinken würde wie am Empfänger die Dynamik-Steigerung, würde die Dynamik-Verzerrung im ganzen genommen gerade kompensierbar sein, was natürlich ein großer Gewinn wäre und zudem in der praktischen Anwendung weit einfacher ist als die meisten Anordnungen, welche die Zeitkonstante zu vermeiden suchen.

Für die Bemessung des Tiefpasses ist schließlich noch zu bedenken, daß die Änderung des Verstärkungsgrades bei plötzlichen Lautstärkeänderungen nur so langsam erfolgen darf, daß sie während einer Periode der Musikfrequenzen nicht merklich ist. Im andern Falle wären wieder nichtlineare Verzerrungen die Folge, welche aber weniger störend wirken als die zuerst genannten. Denn sie könnten ja nur während der Umstellung des Verstärkungsgrades auftreten, also nur während verhältnismäßig kurzer Zeiten. Man wird diese Verzerrungen in der Praxis kaum ganz vermeiden können, wenn man nicht sehr lange Einstellzeiten (oder einen Verzicht auf die ganz tiefen Töne) in Kauf nehmen will. Diese sind jedoch aus dem Grunde unzulässig, weil sonst während sehr plötzlicher Lautstärkeanstiege eine Übersteuerung des Senders vorkommen könnte. Die hierdurch gebildeten Verzerrungen wären aber bedeutender als die, welche sich durch zu schnelle Verstärkungsänderung ergeben. Deren verhältnismäßig geringe Bedeutung kann jeder Hörer selbst prüfen, indem er den Lautstärkeregler seines Gerätes sehr schnell betätigt.

Zeichnungen vom Verfasser

Die Technik der deutschen Superhet-Kofferempfänger

Von

Erich Schwandt

Nachdem der „Funk" in Heft 6 innerhalb des Berichtes über die Leipziger Frühjahrsmesse eine Übersicht über die neu auf den Markt gekommenen Kofferempfänger gegeben hatte, brachte er in Heft 8 eine größere Arbeit über die Technik der Kofferempfänger in Geradeaus-Schaltung. Die nachstehenden Ausführungen befassen sich nunmehr mit den beiden am deutschen Markt befindlichen Kofferempfängern in Superhet-Schaltung.

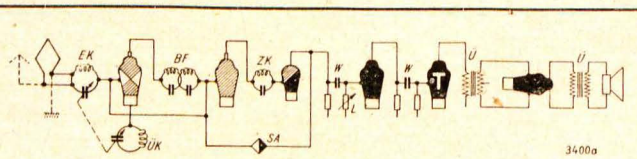
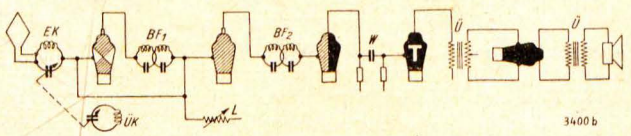
Kommt es darauf an, Kofferempfänger größtmöglicher Leistungsfähigkeit zu bauen, die unter allen Umständen mit der eingebauten Rahmenantenne und ohne eine zusätzliche Antenne jederzeit die Auswahl zwischen mehreren Sendern bieten, so muß man die Geradeausschaltung verlassen und die Superhetschaltung zur Anwendung bringen. Nur mit ihr kann man Empfindlichkeitsziffern erreichen, wie sie für diesen Zweck notwendig sind, ohne daß der Aufwand ins Untragbare wachsen würde. Denn nur bei der Superhetschaltung hat man die Möglichkeit, die Hauptverstärkung in Stufen mit fest eingestellten Schwingkreisen vorzunehmen. Das aber ist gerade beim Koffergerät ein entscheidender Vorteil, da in ihm Drehkondensatoren mit mehr als zwei Einheiten mit Rücksicht auf die große mechanische Beanspruchung während des Transports kaum zur Anwendung kommen können. Genau so empfindlich wie Mehrfach-Drehkondensatoren wären aber auch die anderen Bauteile der Stufen von Empfängern mit mehr als zwei gleichlaufenden Kreisen. Beim Superhetempfänger kann man sich dagegen stets auf einen Zweigang-Drehkondensator beschränken; die eigentliche Verstärkung nimmt man im Zwischenfrequenzteil des Gerätes vor, der in üblicher Weise mit fest abgeglichenen, völlig unveränderlichen Kreisen ausgerüstet wird.

Mit diesem Vorteil der Superhetschaltung für den Bau von Kofferempfängern verbindet sich aber ein Nachteil: der verhältnismäßig große Röhrenaufwand. Er ergibt sich allerdings nicht aus der Superhetschaltung allein; es wäre vielmehr denkbar, einen Superhet-Kofferempfänger zu bauen, der ebenso wie die Zweikreis-Geradeausempfänger vier Röhren besitzt und der z. B. eine Mischstufe, eine Zwischenfrequenzstufe, ein empfindliches Audion und eine Endstufe aufweist. Entschließt man sich zur Superhetschaltung, so bekundet man aber damit auch die Absicht, einen ausgesprochenen Hochleistungskoffer zu bauen; dann ist es naheliegend, an Stelle einer einfachen Endröhre eine B-Stufe anzuwenden und diese mit der neuen Doppel-Dreipolröhre KDD 1 zu bestücken. Dadurch kommt aber die fünfte Röhre, nämlich die Treiberstufe für die Endröhre, ohne weiteres Zutun hinzu. Diesen Überlegungen ist es wohl zu danken, daß die beiden deutschen Superhet-Kofferempfänger stufen- und schaltungsmäßig ganz ähnlich aufgebaut sind: sie verfügen je über eine Mischstufe mit Achtpolröhre, über eine Zwischenfrequenzstufe mit Fünfpol-Regelröhre, über einen Empfangsgleichrichter und schließlich über einen Niederfrequenzteil in B-Schaltung, der aus der Treiberröhre KC 3 und der Doppel-Dreipol-Endröhre KDD 1 besteht. Lediglich der Empfangsgleichrichter ist verschiedenartig ausgebildet: der eine Empfänger macht hier von einer Fünfpol-Schirmröhre Gebrauch und schaltet diese als Audion, auf das dann unmittelbar die Treiberstufe folgt, während der andere für die Gleichrichtung eine Zweipolröhre anwendet und auf diese eine normale Dreipolröhre als Niederfrequenz-Vorverstärker folgen läßt. Auf diese Vorstufe folgt dann die Treiberstufe des B-Verstärkers.

Beide Empfänger sind — selbstverständlich — mit eingebauter Rahmenantenne ausgestattet, beide haben einen permanentdynamischen Lautsprecher, beide machen auch von einem Akkumulator als Heizstromquelle Gebrauch, mit Rücksicht auf den verhältnismäßig hohen Heizstrom (0,68 bzw. 0,77 Amp.), der zu einem schnellen Verschleiß der Heizbatterie führen und einen häufigen und damit kostspieligen Ersatz der Trockenbatterie erzwingen würde. Der Akkumulator, den man mit Hilfe eines kleinen Ladegerätes selbst aufladen kann, ist hier wesentlich angenehmer und wirtschaftlicher.

Die wichtigsten Zahlen der beiden Empfänger gehen aus der Zahlentafel auf Seite 360 und 361 hervor.

Superhet-

Herstellerfirma	Typ	Schaltung	Röhrenbestückung Misch	ZF	Gleichr.	1. NF	Treiber	End	Wellenbereiche	Lautspr.
Braun	BKS 36		KK 2	KF 3	KB 2	KC 1	KC 3	KDD 1	K, M, L	permanentdynamisch
Körting	KS 6240		KK 2	KF 3	KF 7	—	KC 3	KDD 1	ML	permanentdynamisch

[1]) Typ LB 3/2 (Varta). [2]) Typ NB 4 (Sonnenschein). [3]) Nach Angaben der Empfängerfabriken.

Die Schaltung des Körting-Koffer-Superhets KS 6240 zeigt Abb. 1. Dieses Gerät ist zwar schon seit dem vergangenen Jahr auf dem Markt, es wurde aber in den letzten Monaten unter Benutzung der neuen Batterieröhren umkonstruiert. So war die Zwischenfrequenzstufe bei der ersten Ausführung mit der KF 8 bestückt, und auf das Audion folgte unmittelbar eine Röhre KL 2. Die neue Ausführung macht von der modernen Fünfpol-Regelröhre KF 3 Gebrauch und weist hinter dem Audion die KC 3 und die KDD 1 auf.

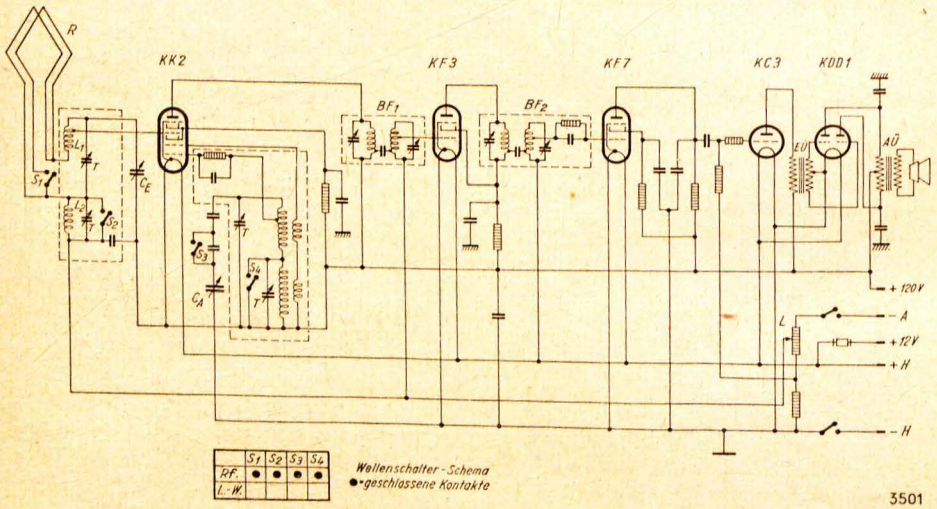


Abb. 1. Schaltung des Körting-Koffer-Superhets KS 6240

Der Eingangskreis besteht aus der Rahmenspule R, die zweiteilig und umschaltbar ausgeführt ist, um neben den Mittelwellen auch die Langwellen gut zu empfangen. Die Anordnung ist so getroffen, daß bei Langwellenempfang nur die eine Wicklung wirkt, während beim Rundfunkwellenempfang beide Wicklungen in Parallelschaltung angeschlossen sind. Der Eingangskreis besteht aber nicht aus dem Rahmen allein, sondern es sind außerdem zwei Zusatzspulen vorhanden (L_1 für den Mittelwellenbereich, L_2 für den Langwellenbereich). Durch zwei Trimmer und durch eine Änderung der Spulen-Selbstinduktion kann Gleichlauf eingestellt werden. Die Eingangsschaltung liegt in üblicher Weise am vierten Gitter der Achtpolröhre, während der Überlagererkreis am ersten Gitter angeordnet ist und vom zweiten Gitter her erregt wird. Der Überlagererkreis ist normal aufgebaut; er besteht aus Mittelwellen- und Langwellen-Zusatzspule, weist für beide Wellenbereiche Trimmer und außerdem zur Erzielung des Gleichlaufs Serienkapazitäten zum Abstimm-Drehkondensator auf.

Auf die Mischröhre folgt ein kapazitiv gekoppeltes, zweikreisiges Bandfilter BF_1, das am Gitter der Zwischenfrequenzstufe, einer Fünfpol-Regelröhre, liegt; über ein weiteres zweikreisiges Bandfilter BF_2 ist eine als Audion arbeitende Fünfpol-Schirmröhre angekoppelt. In Widerstandskopplung folgt nun die Treiberröhre und schließlich die Endstufe in B-Schaltung mit Eingangsübertrager. Doppel-Dreipolröhre und Ausgangsübertrager.

Neben dem Abstimmgriff besitzt der Empfänger lediglich einen weiteren Regelgriff, und zwar für die Lautstärke. Er wirkt auf einen Drehspannungsteiler, mit dem die Gittervorspannung der ersten beiden Röhren geändert wird; unter Ausnutzung der logarithmischen Kennlinien der beiden Röhren kann man die Lautstärke auch starker Sender bis auf 0 herunterregeln.

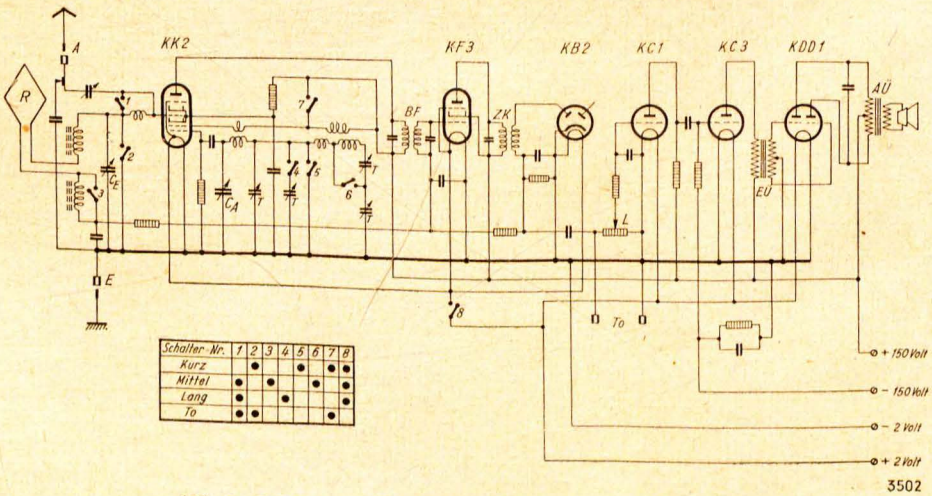


Abb. 2. Schaltung des Braun-Koffer-Superhets BKS 36

Kofferempfänger

Stromverbrauch Heizstrom Amp.	Stromverbrauch Anodenstrom mA	Abmessungen in mm Länge	Breite	Tiefe	Gesamtgewicht kg	Heizbatterie Art	Spannung Volt	Maße mm	Gewicht kg	Hörzeit Stunden [3])	Anodenbatterie Spannung Volt	Maße mm	Gewicht kg	Hörzeit Stunden [3])	Antenne	Bemerkungen
0,77	15	325	165	300	9,5	A[1])	2	70×115×128	2	50 ÷ 60	150	65×145×175	2	110 ÷ 120	Rahmen u. offene	mit Tonabnehmeranschluß und Schwundregelung
0,68	17	470	360	215	18,7	A[2])	2	85×120×190	2,9	35	120	77×160×167	4,2	180	Rahmen	Zwischenfrequenz = 470 kHz

Etwas abweichend ist die Schaltung des Braun-Koffer-Superhets BKS 36 gehalten; sie geht aus Abb. 2 hervor. Die Rahmenwicklung ist zwischen der Mittelwellen- und der Langwellenspule eingeschaltet; sie stellt also in beiden Fällen — beim Mittel- und Langwellenempfang — nur einen Teil der Kreisselbstinduktion dar. Schaltet man auf Kurzwellenempfang, so wird der Eingangskreis vollständig kurzgeschlossen; der Kurzwelleneingang ist mit Hilfe einer Drosselspule nur grob abgestimmt, er ist also das, was man einen aperiodischen Eingang nennt. Die Scharfabstimmung des Empfängers erfolgt dann nur durch den Überlagerer, und dem Empfang dient dann nicht der Rahmen, sondern eine offene, bei *A* anzuschaltende Antenne. Erzeugung der Hilfsschwingung und Überlagerung erfolgen in einer Achtpolröhre KK 2. Die Zwischenfrequenz wird über ein zweikreisiges Bandfilter an die Zwischenfrequenzstufe KF 3 gelegt, von dieser verstärkt, an den Zwischenfrequenzkreis *ZK* weitergegeben, auf die Zweipolröhre übergekoppelt, gleichgerichtet und nun als Niederfrequenz in der Niederfrequenz-Vorstufe und schließlich in dem als Treiberröhre und Doppelendröhre bestehenden B-Verstärker verstärkt. Der Empfänger besitzt selbständige Schwundregelung, und zwar werden sowohl die Achtpol-Mischröhre, als die Zwischenfrequenzröhre geregelt. Interessant ist die Umschaltung bei Tonabnehmeranschluß; um Heizstrom zu sparen, wird die Heizung der ersten beiden Röhren in diesem Fall abgeschaltet.

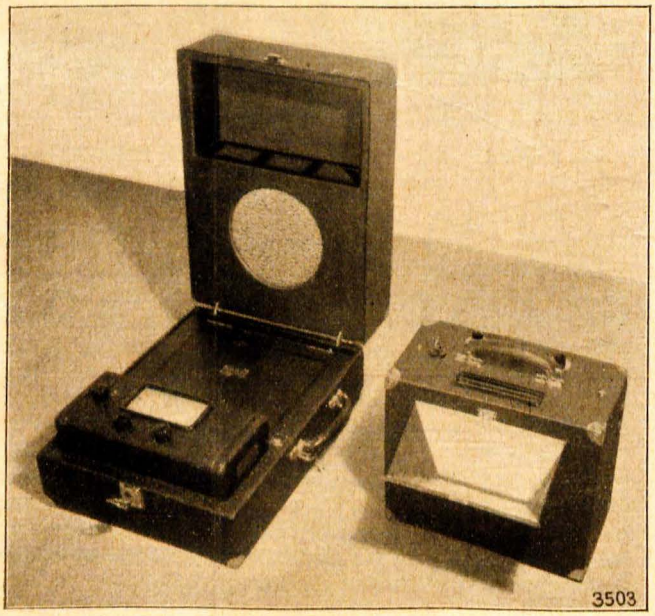


Abb. 3. Die beiden Superhet-Kofferempfänger

Der Aufbau der beiden Superhet-Kofferempfänger ist grundverschieden voneinander; genau so verschieden sind aber auch Größe und Gewicht. Während der Körting-Empfänger in der traditionellen Kofferform gehalten ist, bei der das Innere erst nach dem Aufklappen eines Deckels zugänglich wird, macht der Braun-Empfänger von

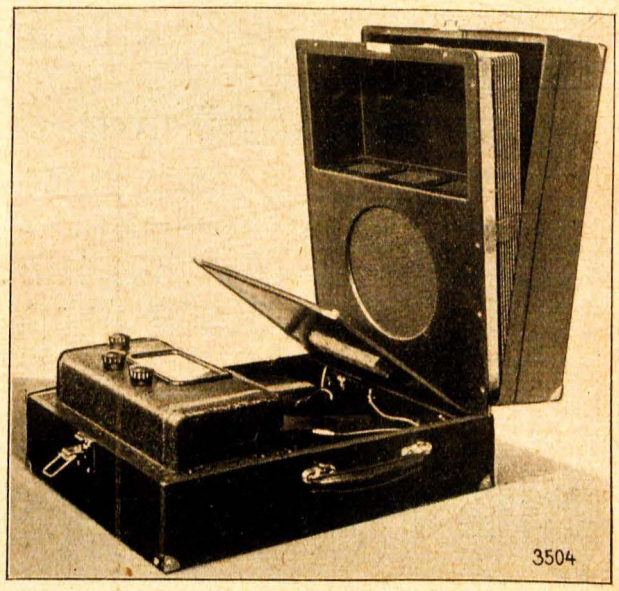


Abb. 4. Der große Koffer-Superhet, geöffnet; Rahmenantenne und Batterieraum sind ebenfalls sichtbar

einer neuartigen Form Gebrauch, die für den praktischen Gebrauch außerordentlich angenehm ist: die Bedienungsgriffe liegen hier neben dem Traggriff und sind infolgedessen ständig zugänglich, während der Lautsprecher freigegeben wird, wenn man eine kleine seitliche Klappe öffnet, die im geöffneten Zustand die Wirkungsweise eines Schalltrichters besitzt und den Schall nach oben abstrahlt. Abb. 3 zeigt die beiden empfangsfertig aufgestellten Empfänger nebeneinander. Die Form des Braun-Empfängers eignet sich vor allem dann, wenn man das Gerät auch im Kraftwagen (im Kleinwagen) oder in einem Paddel- oder Ruderboot mit beschränkten Raumverhältnissen benutzen will; hier erweist sich ein aufklappbarer Deckel oft als störend. Beachtlich ist auch der große Unterschied der beiden Empfänger im Volumen und im Gewicht; der kleine Empfänger ist wesentlich angenehmer und leichter zu tra-

gen, er ist also universeller zu verwenden als das große Gerät, bei dem man in viel größerem Umfang auf Kraftwagen, Eisenbahn und andere Transportmittel angewiesen ist; allerdings scheint man bei dem kleinen Koffer in der Gewichtsverminderung doch etwas weit gegangen zu sein, denn er bietet nur für ziemlich kleine Batterien Platz, die entsprechend schnell erschöpft sind. Der große Koffersuperhet macht von einer wesentlich größeren Anodenbatterie Gebrauch, während der Heizakkumulator allerdings kaum nennenswert größer ist. Ein Vorteil des großen Koffers ist ferner der, daß er keine Spezial-Anodenbatterie erfordert, sondern eine Normalbatterie benutzt, die man überall ohne Schwierigkeiten erhält. Schließlich ist der große Koffer dem kleinen noch durch die etwa doppelt so große Rahmenantenne — infolgedessen durch eine bessere Empfangsleistung bei sonst ziemlich weitgehend übereinstimmender Schaltung — und durch die größere Lautsprecher-Strahlwand überlegen.

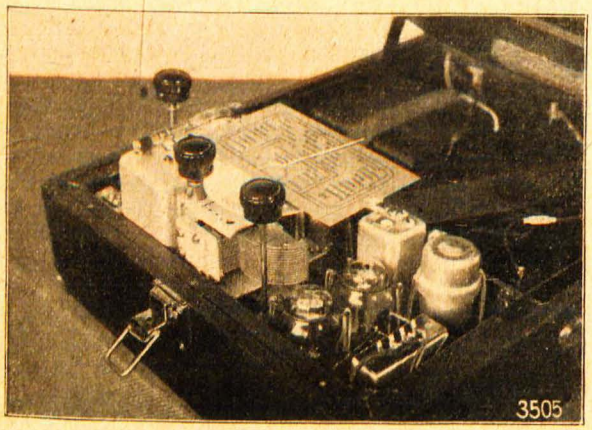


Abb. 5. Der Empfangsteil des Kofferempfängers nach Abb. 1 u. 4

Man ersieht aber aus dieser Gegenüberstellung, daß die Frage, welche Art des Aufbaues die günstigere ist, gar nicht absolut zu entscheiden ist. Beide Formen sind berechtigt; jede der beiden Formen hat ihre Vorzüge und Nachteile. Es wird hier immer weitgehend auf die persönlichen Wünsche des Käufers ankommen; der eine wird den kleineren, leichteren Koffer bevorzugen und mit der geringen Einbuße hinsichtlich der Empfangsmöglichkeiten und der geringeren Hörzeit der Anodenbatterie zufrieden sein, der andere wird auf höchste Empfangsleistung und größere Betriebszeit Wert legen und dafür das höhere Gewicht, die größeren Abmessungen und die Unbequemlichkeit in der Benutzung in Kauf nehmen. Ideal wäre vielleicht ein Gerät nach Art des Braunschen, das zwei Kilogramm mehr wiegt und dieses zusätzliche Gewicht den Stromquellen zugute kommen läßt.

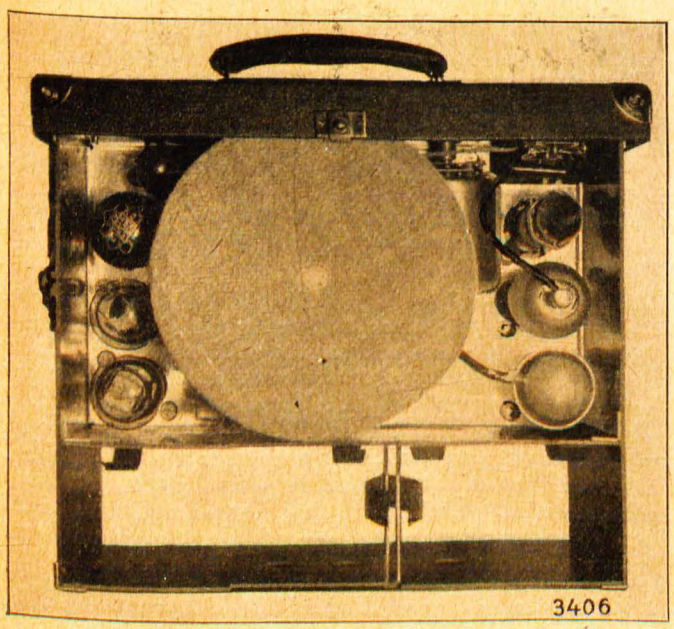


Abb. 6. Der kleine Koffer-Superhet in der Innenansicht, Batterien entfernt

Der große Koffer-Superhet ist noch einmal aus Abb. 4 ersichtlich. Der Einsatz mit Lautsprecher und Rahmenantenne, der an sich fest in den Deckel eingeschraubt ist, wurde für diese Aufnahme etwas herausgeklappt, um die Anbringung des Rahmens zu zeigen. Ebenso ist der Deckel des Batterieraumes geöffnet. Der Empfangsteil befindet sich vor dem Batterieraum; er ist etwas höher als letzterer und durch eine Metallkappe abgedeckt. Sie wird — nach Entfernung der Drehknöpfe — abgenommen, wenn man an die Röhren gelangen will. Abb. 5 zeigt eine Innenansicht des eigentlichen Empfangsteils. Man erkennt den Zweigang-Drehkondensator, links davon die Abschirmungen des Eingangs- und Überlagererkreises; rechts vom Drehkondensator sind die beiden Röhren des Niederfrequenzteils, ganz rechts in der Ecke ist die Audionröhre sichtbar. Neben den Röhren sieht man den Übertrager angedeutet. Deutlich sichtbar ist auch die eigenartige

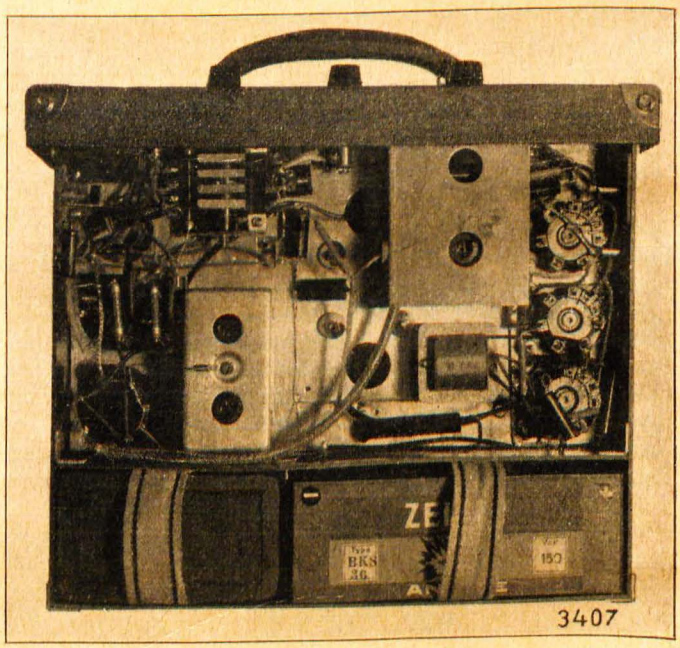


Abb. 7. Rückansicht der Inneneinrichtung des kleinen Koffer-Superhets, Batterien eingesetzt

Skala, eine rechteckige Aluminiumplatte, auf die die Sendernamen aufgedruckt sind. Auf der Kondensatorachse sitzt ein Drahtzeiger, der über die Skala hinwandert. Links vom Abstimmknopf befindet sich der Wellenschalter, mit dem man den Empfänger auf Mittel- und Langwellen schalten kann. Ein von Hand zu bedienender Einschalter ist nicht vorhanden; der Empfänger wird vielmehr selbsttätig eingeschaltet, wenn man den Deckel öffnet. Der Schalter ist an dem Ende des Batterieraumes eingebaut, es ist ein Druckknopfschalter, der durch den Deckel in die Aus-Stellung gedrückt wird. Es wäre sicher vorteilhaft, wenn man daneben noch einen von Hand zu bedienenden Schalter anbrächte, damit man den Empfänger auch ausschalten kann, ohne den Deckel zu schließen.

Bei dem kleinen Kofferempfänger, der in Abb. 3 rechts steht, mußte ein grundsätzlich andersartiger Aufbau ge-

wählt werden. Als Träger für die einzelnen Teile dient hier ein mit Hilfe von Aluminiumwinkeln zusammengenieteter Rahmen aus fünf Hartpapierplatten, der dadurch versteift wird, daß in ihn die aus Aluminium bestehende eigentliche Empfänger-Grundplatte gewissermaßen als Querwand eingesetzt ist. Um den Empfänger möglichst billig erzeugen zu können, wurden u. a. die drei waagerecht angeordneten Hartpapierplatten mit den gleichen Werkzeugen gestanzt, so daß sie sämtlich die gleichen Löcher und Aussparungen besitzen; an jeder der drei Stellen, an denen die Platten eingebaut werden, wird dann nur der entsprechende Teil der Durchbrechungen benutzt. Die dritte waagerechte Platte, die zwischen den beiden Endplatten angebracht ist, teilt den Innenraum des großen Rahmens in einen unteren niedrigen und in einen oberen hohen Raum; der niedrige Raum, der seinerseits wieder durch Aluminiumschienen in zwei Teile geschieden ist, nimmt die Heiz- und die Anodenbatterie auf. Die Kontaktgabe zu den Polen der Batterien wird durch federnde Kontaktstreifen bewirkt, die den Anschluß selbsttätig herstellen, wenn man die Batterien einschiebt. Der obere Teil des Rahmens nimmt das eigentliche Empfängergestell und den Lautsprecher auf; sämtliche Teile des Empfängers (Drehkondensator, Spulensätze, Röhrenfassungen usw.), aber auch das Lautsprechersystem sind auf der schon erwähnten senkrecht stehenden Aluminiumplatte angebracht. Abb. 6 zeigt das Innere des Empfängers von der Lautsprecherseite; wir erkennen, wie sich um das Lautsprechersystem die Röhren gruppieren. Rechts oben neben dem Lautsprecher sieht man den besonders kleinen Zweigang-Drehkondensator angeordnet. Abb. 7 gibt den Empfänger von der Rückseite wieder; die Batterien sind hier eingeschoben. Um sie sind endlose Schleifen eines Gewebebandes gelegt, an denen sie bequem aus dem Empfänger herausgezogen werden können. Man erkennt rechts und links die Röhrenfassungen, links neben diesen das Zwischenfrequenz-Bandfilter, rechts oben den dritten Zwischenfrequenzkreis (hinter der gleichen Abschirmung sitzt der Lautstärkeregler), links oben den Umschalter, außerdem — über den ganzen Empfänger verteilt — die frei aufgehängten Widerstände und Kondensatoren. Aus Abb. 8 schließlich geht die Bedienungsplatte des Empfängers hervor; das Einschalten erfolgt durch Einstecken eines Schlüssels. Außerdem sind lediglich der Abstimmgriff, der Lautstärkeregler und der Wellenschalter vorhanden. Der Empfänger gestattet neben dem Mittel- und Langwellenempfang auch den Kurzwellenempfang, aber natürlich nicht am Rahmen, sondern nur nach Anschluß einer Antenne und einer Erdleitung; übrigens läßt sich durch deren Anschluß auch der Mittel- und Langwellenempfang verbessern. Eine Anschlußmöglichkeit für einen Tonabnehmer ist ebenfalls vorgesehen.

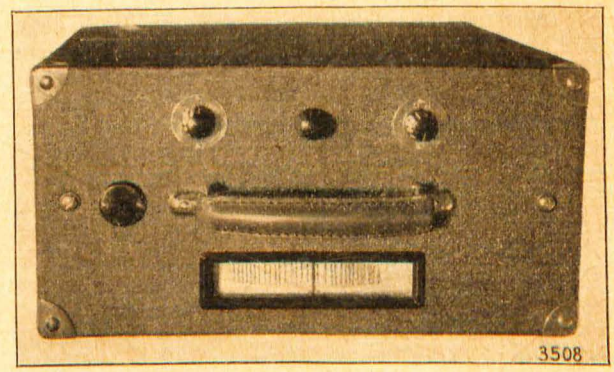


Abb. 8. Bedienungsplatte des Kofferempfängers nach Abb. 6 u. 7

Die Batterien sind leicht zugänglich, wenn man eine Klappe unten an der Rückseite des Empfängers öffnet. Will man an die Röhren gelangen, so müssen zwei Schrauben gelöst und das ganze Empfängergestell nach oben aus dem Gehäuse herausgezogen werden. In diesem Zustand ist die gesamte Inneneinrichtung des Gerätes leicht zugänglich, was für Prüfungen sehr angenehm ist.

Abb. 1, 2, 4 und 5 Werkbilder, die übrigen Aufnahmen vom Verfasser

Eichung und Anwendungsmöglichkeiten des Röhrenvoltmeters mit stabilisierter Stromquelle

Von

Heinz Boucke

In Heft 11 des „Funk", Seite 321 ff., veröffentlichten wir eine ausführliche Anleitung für den Bau eines empfindlichen Röhrenvoltmeters mit stabilisierten Stromquellen. Der nachfolgende Aufsatz behandelt die Eichung des Gerätes und das Arbeiten mit ihm.

Die Eichung des Meßgerätes

Dem Gerät eine zuverlässige, seiner Empfindlichkeit angepaßte Eichung zu geben, die seine Vorzüge auch meßtechnisch auszunutzen gestattet, ist nicht einfach, da infolge der hier angewendeten Gittergleichrichtung im Gegensatz zu den mit Anodengleichrichtung arbeitenden Röhrenvoltmetern kein Vergleich — wenigstens kein unmittelbarer — mit Gleichspannungen möglich ist. Für den Amateur, der nicht in der Lage ist, das Instrument von einem gutgeleiteten Laboratorium eichen zu lassen, seien weiter unten Anweisungen gegeben, wie auch mit verhältnismäßig einfachen Mitteln eine genügend genaue Eichung selbst durchgeführt werden kann. Bedingung dafür ist unbedingte Sorgfalt und u. U. mehrmaliges Messen der einzelnen Eichpunkte, um daraus einen mittleren, dem wahren Wert am nächsten gelegenen Eichpunkt zu bilden.

Vor Beginn der eigentlichen Eichung muß der Abgriff 2 am Widerstand R_6 so eingestellt werden, daß das Anzeigeinstrument M_1 bei mittlerer Stellung der beiden Widerstandsregler R_2 und R_3 auf Null zeigt. Zur Erleichterung dieses Abgleichs dient der größere der beiden Regelwiderstände, nämlich der 2000 Ohm zählende Regler R_{2a}, während der kleinere Regler zu 500 Ohm zum Einstellen des Instruments genau auf den Nullpunkt benutzt wird. An ihm wird vor Beginn einer Meßreihe und zwischendurch in Meßpausen stets die Nullage des Instruments herbeigeführt. Die Messungen sollen erst nach etwa einhalbstündigem Betrieb des Geräts vorgenommen werden, weil erst dann die Nullage einen für längere Zeit konstanten Wert annimmt. Die Widerstände R_{2a}, R_{2b}, R_3 und der Gleichstromwiderstand der Röhre bilden den einen Zweig der Wheatstoneschen Brücke, deren anderer Zweig aus den beiden Abschnitten a) und b) des Spannungsteilers R_6 besteht (Abb. 1 in Heft 11, Seite 322). Die Genauigkeit ist an sich dann am größten, wenn zwischen den Spannungsabfällen an den Widerständen bzw. Widerstandsgruppen annähernde Symmetrie besteht. Aus diesem Grunde müßte hier der Abgriff 2 an R_6 eigentlich in der Mitte angebracht werden und die Widerstände $R_2 + R_3$ hätten dann gleich dem Widerstand der Röhre bemessen werden müssen. Da aber die Anodenspannung dann nur etwa 50 Volt beträgt, nimmt die Empfindlichkeit infolge des geringen durchschnitt-

lichen Anodenstroms stärker ab, als der infolge der Symmetrie erreichten Empfindlichkeitssteigerung entsprechen würde. Praktisch hat sich bei einem bei etwa 75 Volt liegenden Abgriff 2 an R_6 die größte Empfindlichkeit ergeben.

Bei Bestimmung der Nullage darf keinerlei Wechselspannung an das Gitter des Audions gelangen. Zu diesem Zweck wird die Klemme H durch einen Kurzschlußstecker mit E verbunden. Der Anschluß an dem Spannungsteiler R_5 ist entweder genau auf die Mitte einzustellen, oder seitlich davon etwas in Richtung zum positiven Pol, um auf alle Fälle zu vermeiden, daß das Gitter eine negative Gittervorspannung erhält, welche schon bei kleinstem Betrag genügen würde, die Empfindlichkeit zumal bei Messung kleiner Spannungen erheblich herabzusetzen. Die beiden Kapazitäten C_3 und C_4 dienen zur Glättung der Spannungsabfälle, um auch bei kleiner Unsymmetrie der Hälften ein Eindringen von Wechselspannungen, die als kleiner Rest dem Heizstrom überlagert sein könnten, an das Gitter zu verhindern. Daher besitzen diese Kapazitäten den sehr großen Wert von 200 µF. Dafür ist allerdings ihre Betriebsspannung mit 10 Volt entsprechend gering. Damit nun keinesfalls höhere Spannungen an diesen Kondensatoren zur Wirkung kommen, muß unbedingt darauf geachtet werden, daß im Betrieb der Widerstand R_5 stets entweder durch die Röhre oder durch ein Milliamperemeter (bei Abgleichung) überbrückt ist.

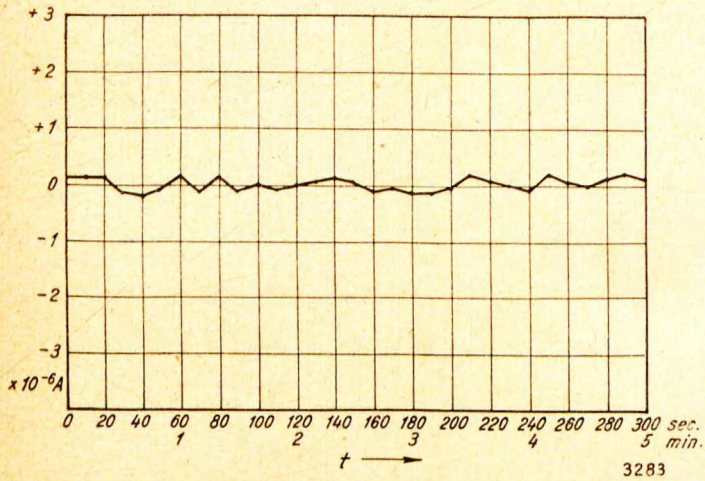


Abb. 1. Verlauf des Ruhestroms (Abweichungen von der Nullage), gemessen mit Galvanometer höchster Empfindlichkeit. Die Kurve läßt die erzielte hohe Konstanz des Anodenstroms der Meßröhre erkennen, dessen die Meßgenauigkeit begrenzende Schwankungen in Größenordnung von ± 0,3 Millionstel Ampere liegen. Gemessen mit Galvanometer 17 Millivolt, 745 Ω

Als Anzeigeinstrument hat sich ein Milliamperemeter besonders gut bewährt, das auch bei einem Innenwiderstand von nur 40 Ohm bereits bei 0,3 mA Vollausschlag zeigt. Das benutzte Instrument ist auf 3 mA umschaltbar, was bei Messung höherer Spannung als 0,5 Volt von Wert ist. Zur Herabsetzung der Empfindlichkeit des Anzeigeinstruments läßt sich auch ein im Meßgerät selbst untergebrachter Parallelwiderstand verwenden, der durch einen noch einzubauenden Schalter an die Klemmen I und II angeschaltet wird. Auch der regelbare Parallelwiderstand R_4 kann hierzu benutzt werden. An sich dient er vor allem dazu, das Instrument vor Überlastung zu schützen, wenn die zu prüfenden Spulen ausgewechselt werden und dadurch die Klemme freigelegt wird. Instrumente wie das bekannte Mavometer sind für diesen Zweck, wenigstens für genaue Messungen, zu unempfindlich, es sei denn, man verstärkt die Gleichspannungen vorher in einem ein- oder zweistufigen Gleichstromverstärker. Andererseits sind die Instrumente, wie sie in hochempfindlichen Brückenschaltungen und in Verbindung mit Thermoelementen in vielen Laboratorien gebraucht werden, im allgemeinen zu empfindlich, da sie schon an den Störpegel des Anodenstroms heranreichen, d. h. sie reagieren schon auf die zufälligen kleinen Änderungen der Emission, die durch keine Maßnahme auszuschließen sind. Diese Schwankungen der Emission, welche die Empfindlichkeit der Meßeinrichtung begrenzen, liegen in der Größenordnung von 0,3 Millionstel Ampere. Um einen Begriff von der durch die hervorragende Stabilisation der Betriebsspannungen erreichten Konstanz des Anodenstroms zu geben, ist in Abb. 1 der Stromverlauf gezeigt, wie er bei dem beschriebenen Modell in Abständen von 10 zu 10 Sekunden im Verlauf von 5 Minuten sich ergab. Die Abweichung von der Mittellage betrug demnach max. 0,0003 mA, d. h. wenn man für den vorliegenden Fall einen Anodenstrom von ungefähr 1 mA annimmt, ist die Stromstärke auf ± 0,03 % konstant. Diese Messung bezieht sich auf das benutzte Galvanometer mit 745 Ohm Innenwiderstand. Bei Verwendung des niederohmigen Milliamperemeters erhöht sich der Anodenstrom, und die Konstanz beträgt dann ca. ± 0,0005 mA.

Wie hoch ist nun die Genauigkeit hinsichtlich der Hochfrequenzmessungen? Man unterscheidet bei Meßgeräten bekanntlich zwischen einer relativen und absoluten Meßgenauigkeit. Die relative Genauigkeit wird in Prozenten der gemessenen Spannung ausgedrückt und steigt daher bei gegebener Empfindlichkeit mit der Größe der gemessenen Spannung an. Die absolute Genauigkeit ist dagegen bei vielen Meßinstrumenten, z. B. Drehspulinstrumenten, eine Konstante. Sie gibt an, welche kleinste Spannung oder kleinste Spannungsänderung noch beobachtet werden kann und wird daher nicht in Prozent-, sondern in Spannungswerten ausgedrückt.

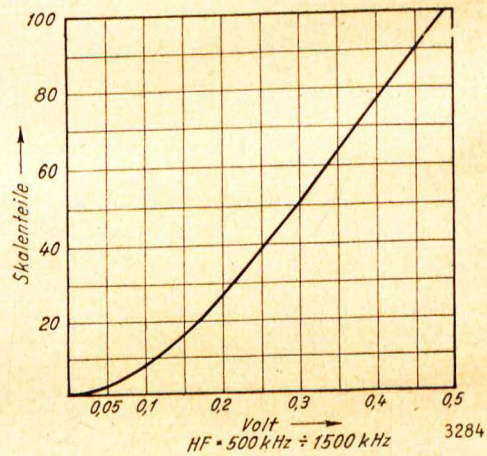


Abb. 2. Eichkurve des Meßgeräts, gemessen mittels Milliamperemeter 0,3 mA. Bereich: 0,05 bis 0,5 Volt. Bei Messung höherer Spannungen ist die Nullage zu ändern oder die Empfindlichkeit des Anzeigeinstruments herabzusetzen. Gilt für 40 Ω-Instrument. 0,3 mA = 100 Skalenteile

Die absolute Meßgenauigkeit ist in unserem Fall von dem Verlauf der Eichkurve (Abb. 2) abhängig. Sie erreicht ihren höchsten Wert in dem steilen Bereich der Kurve, nimmt also in dem gekrümmten Anfangsteil der Kurve stark ab. Die abgebildete Kurve bezieht sich nur auf Spannungen bis herauf zu 0,5 Volt. Bei Messung höherer Spannungen muß entweder die Empfindlichkeit des Anzeigeinstruments durch Parallelwiderstand herabgesetzt werden, wodurch aber die Meßgenauigkeit sinkt. Ein anderer Weg besteht darin, die Nullage des Instruments um einen bestimmten bekannten Betrag zu ändern, was jedoch nicht ganz ohne Einfluß auf die Eichung ist und ferner im Verlauf der Messung zur Überlastung des Instruments führen kann, wenn die

Hochfrequenzspannung unvorhergesehen eine Verringerung erfährt. Am besten ist es also, die zu messende Spannung durch einen Spannungsteiler zu verkleinern oder die Kopplung mit dem Meßsender auf ein dementsprechendes Maß zu verringern. Bei 0,5 Volt etwa besteht die größte Genauigkeit, bis 1 Volt bleibt sie noch annähernd die gleiche, um sich dann bei 1,5 bis 2 Volt infolge Übersteuerung der Audiongleichrichtung wieder stark zu verringern. Im Bereich von 0,2 bis 1 Volt entspricht einer Stromänderung von 0,0005 mA eine Hochfrequenz-Spannungsänderung von 0,65 Millivolt. Da nun im ungünstigsten Fall die zufällige Schwankung des Ruhestroms eine Abweichung um zweimal 0,0005 mA von der angenommenen Ruhelage bewirken kann, ist die Hochfrequenzmessung auf etwa 1,3 Millivolt genau, was einer prozentualen Genauigkeit von im Durchschnitt 0,2 bis 0,3 Prozent (!) entspricht. Von etwa 180 Millivolt ab nimmt die Genauigkeit sehr stark ab. Die kleinste Hochfrequenzspannung, die noch einen Einfluß auszuüben vermag, der etwas größer ist, als die zufälligen Änderungen des Ruhestroms, liegt bei 15 Millivolt. Messungen im eigentlichen Sinn beginnen jedoch erst bei 0,05 Volt (das sind 50 Millivolt).

Eine Frequenzabhängigkeit des Meßgeräts war innerhalb des Bereichs von 500 kHz bis 1500 kHz nicht festzustellen. Selbst bei der Netzfrequenz von 50 Perioden sank die Empfindlichkeit erst um etwa 28 %. Bei Frequenzen über 1500 kHz, insbesondere bei den höheren Frequenzen des Kurzwellenbereichs und der ultrakurzen Wellen, nimmt die Empfindlichkeit infolge der zwischen Gitter und Kathode bzw. Erde bestehenden Kapazität, zu der sich noch die Schaltkapazitäten der Strecke Klemme *H*—Gitterkondensator—Gitter sowie die Eigenkapazität des Ableitwiderstandes gesellen, stärker ab. Hier ist die Feststellung des Grades der Frequenzunabhängigkeit für die Richtigkeit der Messung von großer Bedeutung, d. h. es ist der Prozentsatz zu ermitteln, um den die Hochfrequenz-Amplitude zur Erzielung desselben Ausschlags bei den höheren Frequenzen größer sein muß, als im Bereich der Rundfunkfrequenzen. Erleichtert wird diese Umeichung dadurch, daß nur ein einziger Eichpunkt jeweils bekannt sein braucht, da sich an dem Verlauf der Kurve als solcher nichts ändert. Praktisch wird man allerdings mehrere Eichpunkte ermitteln, um einen genaueren Durchschnittswert zu erhalten.

Läßt die genannte hohe Genauigkeit des Meßgeräts es somit theoretisch zu, eine beliebige Hochfrequenzspannung in Größenordnung etwa eines Volt auf 1,3 Millivolt genau zu bestimmen, so ist praktisch die Verwirklichung einer so genauen Messung wegen der dazu notwendigen, entsprechend genauen absoluten Eichung des Geräts sehr erschwert. Das schadet aber in der Praxis in den weitaus meisten Fällen kaum etwas, denn dort handelt es sich weniger darum, eine Hochfrequenzspannung ihrer absoluten Größe nach genau festzustellen, als vielmehr darum, kleine Änderungen, die sich z. B. bei Verstimmen eines Schwingungskreises gegenüber einem Meßsender ergeben, zu bestimmen. Diese Spannungsänderungen aber können mit der oben angegebenen Genauigkeit ermittelt werden, da die Eichkurve über große Strecken nahezu linear verläuft und daher selbst bei starker Streuung der einzelnen Eichpunkte der Verlauf der Kurve als Mittelwert sich mit großer Annäherung an den richtigen Wert feststellen läßt.

Die Vornahme der Eichung kann auf verschiedene Weise geschehen. Zunächst besteht die Möglichkeit, die Kurve mittels der Netzfrequenz zu bestimmen. Im Anschluß daran würde es genügen, einen Punkt der Kurve im Bereich ihrer größten Steilheit hochfrequenzmäßig zu erfassen. Die Eichung mittels der Netzfrequenz hat aber eine Schwierigkeit, die darin besteht, daß das Gitter selbst bei niederohmiger Überbrückung der Klemmen *H* und *E* leicht mit einer geringen Wechselspannung behaftet ist, die z. B. durch die Streufelder der Drosseln oder des Transformators in der Röhre selbst induziert werden kann. In diesem Fall ist es nicht gleichgültig, mit welcher Phase die Addition der zusätzlichen Spannung mit der am Gitter bereits vorhandenen erfolgt, was man sehr einfach dadurch feststellt, daß man an einem der Heizwicklung parallel geschalteten Spannungsteiler eine kleine Wechselspannung von etwa 0,1 Volt abgreift und den Klemmen *H* und *E* zuführt. Wenn der Ausschlag unabhängig von der Polarität des Anschlusses ist, so besitzt das Gitter eine neutrale Ruhespannung, und man kann die Eichung ohne Einschränkung mit Wechselstrom vornehmen. In dieser Hinsicht ist auch eine gut durchgeführte Erdung von günstigem Einfluß. Wenn dagegen die Polarität die Größe des Ausschlags mit bestimmt, so müssen zwei Eichkurven ermittelt werden, woraus sich die gesuchte Eichkurve durch Mittelwertbildung ergibt.

Zum Vergleich kann eines der bekannten Wechselstrommeßinstrumente verwendet werden, die aus einem Drehspulinstrument und einem Kontaktgleichrichter bestehen. Als Spannungsquelle verwendet man am besten eine Hälfte der mit Mittelanzapfung versehenen 4-Volt-Heizwicklung des im Meßgerät selbst vorhandenen Netztransformators. Als Spannungsteiler kann einer der verbreiteten Drehspannungsteiler dienen. Besitzt man keinen Wechselspannungsmesser, so muß man sich mit der Annahme begnügen, daß die Heizwicklung in ihrer Spannung mit dem Nennwert übereinstimmt. Da dieser für die betriebsmäßige Belastung gilt, ist für eine entsprechende Stromentnahme zu sorgen. Teilspannungen müssen bei dieser Art Eichung an einem in seinem Widerstandsverlauf genau bekannten Widerstand abgegriffen werden. Dazu eignen

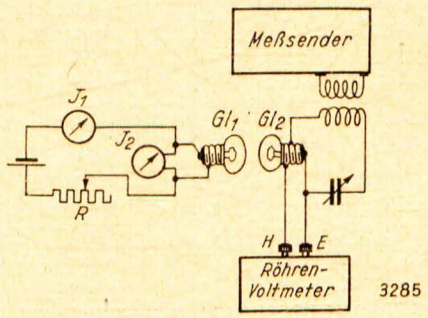


Abb. 3. Einfache Eichanordnung. Bestimmung von Hochfrequenzspannungen durch Vergleich mittels Gleichspannungen unter Zuhilfenahme zweier gleicher Glühlampen

sich jene Widerstandsstreifen gut, wie sie im Meßgerät vorhanden sind. Ein solcher Widerstand von 1000 Ohm besteht aus etwa 140 Windungen (im Einzelfall abzuzählen). Von einem zweiten 1000-Ohm-Streifen schalten wir noch 60 Windungen hinzu, so daß zwischen den Enden des Spannungsteilers genau 200 Windungen eingeschaltet sind. Es entfällt dann bei 2 Volt Gesamtspannung auf je zwei Windungen eine Teilspannung von 0,01 Volt. Diese Art der Eichung wird zweckmäßig von zwei Personen ausgeführt. Die eine drückt den Kontaktnehmer, der am besten aus einem am Ende gabelförmig eingekerbten Stück Schaltdraht besteht, gegen den Widerstandsdraht, ohne dabei die benachbarten Windungen zu berühren. Die zweite Person liest am Instrument ab und schreibt die Werte in eine Tafel.

Ist der Verlauf der Eichkurve bestimmt, so gilt es, zumindest einen Punkt der Kurve — zweckmäßig in der Größenordnung eines halben Volt — mit Hochfrequenz einzueichen. Dazu ist ein kleiner Meßsender erforderlich, der genug Energie liefert, um eine durch einen Schwingungskreis angekoppelte Taschenlampen-Glühlampe in dunkle

Glut zu versetzen. Eine Röhre RE 134 oder RE 604 (oder entsprechende Röhren anderen Fabrikats) dürfte dazu ausreichen. Die entsprechende Anordnung zur Eichung ergibt sich aus der Abb. 3. Links befindet sich die Gleichstromquelle, aus der über einen Regelwiderstand R die kleine Glühlampe Gl_1 geheizt wird. Die beiden Instrumente I_1 und I_2 lassen Heizstrom und Fadenspannung erkennen. Die zweite Glühlampe (Gl_2) ist in einen mit dem Generator gekoppelten Schwingungskreis geschaltet. Bei gleichem Fabrikat der Glühlampen darf man annehmen, daß ihr Glühzustand bei derselben Fadenspannung einsetzt (was praktisch durch eine entsprechende Auswahl unter mehreren Lämpchen zu erreichen ist). Die Kopplung des Resonanzkreises oder sein Resonanzzustand sowie der Regelwiderstand R im Gleichstromkreis werden nun so eingestellt, daß beide Lämpchen in gleicher Helligkeit, und zwar dunkelrot glühen. Um den Vergleich zu erleichtern, stülpt man über beide Lämpchen ein kurzes Papprohr, damit Seitenlicht abgehalten wird. Bei gleicher Helligkeit ist die dem Instrument ganz oder über einen Spannungsteiler (selbstinduktionslos) zugeführte Fadenspannung von Gl_2 gleich der am Instrument I_2 abgelesenen Fadenspannung. Statt des Spannungsteilers kann zur Abnahme kleinerer Spannungen auch ein der Glühlampe vorgeschalteter, vom Hochfrequenzstrom durchflossener Vorwiderstand Verwendung finden, dessen Widerstand bekannt sein muß.

Die Feststellung des hochfrequenten Eichpunktes der Kurve kann auch unter Zuhilfenahme eines aus einem Audion provisorisch angefertigten einstufigen Röhrenvoltmeters mit Anodengleichrichtung geschehen, das zunächst seinerseits mit Gleichspannungen geeicht wird.

Wegen seiner großen Empfindlichkeit und Genauigkeit ist das Meßgerät auch in hervorragendem Maße als Strommesser bis herab zu kleinen Bruchteilen eines Milliampere verwendbar, indem man von dem an einem bestimmten Widerstand erzeugten und gemessenen Spannungsabfall gemäß dem Gesetz $i = e/w$ auf den durchfließenden Strom schließt. Zum Gebrauch stelle man sich aus dünnem Draht verschiedene Widerstände her, am besten in den Werten 1, 5, 10, 50, 100 Ω und — sofern man den dazu erforderlichen sehr feinen Widerstandsdraht sich beschaffen kann — auch einen Widerstand zu 500 Ohm, der in seinem Wert dem Hochfrequenzwiderstand der empfindlichsten Thermoelemente entspricht. Die Schwierigkeit bei der Anfertigung zumal der höherohmigen Widerstände liegt darin, daß sie die Länge von wenigen Zentimetern nicht überschreiten dürfen und als gestreckte Leitung ausgebildet sein müssen, um die Selbstinduktion — wenigstens im Rundfunkbereich — vernachlässigbar klein zu halten. Die Widerstände werden auf kleinen Haltern befestigt, die mit einem zu den Klemmen H und E des Meßgeräts passenden Doppelstecker ausgerüstet sind, um leichte Auswechselbarkeit zu erzielen. Mit dem 1-Ohm-Widerstand lassen sich Ströme von 50 mA bis etwa 1,5 Ampere messen, wobei Stromänderungen von 1,3 mA noch feststellbar sind. Bei 100 Ohm sind die entsprechenden Werte 0,5 bis 15 mA bei ± 0,007 mA Genauigkeit bei den größeren Werten. Bei einem 500-Ohm-Widerstand beträgt der Meßbereich 0,1 bis 3 mA. Im Bereich zwischen 0,3 bis 3 mA sind dabei Änderungen des Hochfrequenzstromes, die größer sind als 3 Millionstel Ampere, noch wahrnehmbar. Da, wie oben erwähnt, die kleinste Hochfrequenzspannung, die noch einen erkennbaren Einfluß auf den Anodenstrom bzw. Ruhestrom des Anzeigeinstruments ausübt, etwa 15 Millivolt beträgt, würde bei dem 500-Ohm-Widerstand die Reizschwelle bei 0,03 mA liegen, was im Vergleich zu den Messungen mittels Thermoelementen oder Bolometern als sehr günstig bezeichnet werden muß. Dabei bestehen gegenüber der Messung mittels Thermoelementen noch erhebliche praktische Vorteile: 1. Genügt ein Instrument geringerer Empfindlichkeit mit rascherer Einstellung und Ablesbarkeit, 2. ist bei der Strommessung mittels Röhrenvoltmeter die Eichung über große Bereiche fast linear, während die auf der Erhitzung von Leitern beruhende Messung annähernd quadratisch verläuft, 3. sind die Widerstände sehr viel einfacher und daher billiger herzustellen als Thermoelemente entsprechender Empfindlichkeit.

Anwendungsmöglichkeiten für das Meßgerät

Wegen seiner in einer großen Empfindlichkeit, hohen Genauigkeit, weitgehenden Frequenzunabhängigkeit und Betriebssicherheit liegenden Vorzüge, zu denen sich noch die doppelte Verwendbarkeit als Spannungs- und Strommesser gesellt, ergeben sich für die hier beschriebene Meßapparatur außerordentlich zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten. Im Bereich der Netzfrequenz z. B. kann man Leerlaufspannungen von Transformatoren, Selbstinduktionswerte von Drosseln und dergl. messen. Im Gebiet der Tonfrequenzen können mit ihrer Hilfe unter Mitverwendung eines veränderlichen Tonsummers Frequenzkurven von Niederfrequenzverstärkern bestimmt werden. Bei der Hochfrequenztechnik ist vor allem die Messung von Resonanzkurven von Schwingungskreisen wichtig, wodurch Spulendämpfungen, Verlustwinkel von Kondensatoren und Isolierstoffen usw. sich mit einer für einstufige Röhrenvoltmeter überraschenden Genauigkeit ermitteln lassen. In dieser Hinsicht muß allerdings daran erinnert werden, daß ein Röhrenvoltmeter mit Audiongleichrichtung kein reiner Spannungsmesser ist, sondern für den Meßkreis eine — wenn auch in geringem Maße — stromverbrauchende und daher dämpfende Belastung darstellt. Die Größe der infolge der Audiongleichrichtung in dem Meßkreis herbeigeführten Dämpfungszunahme läßt sich auf Grund einiger Messungen ermitteln. Man nimmt dazu die Resonanzkurve einmal bei Anschluß des Gerätes an die Spulenenden der Schwingkreisspule auf, das andere Mal, indem man das Meßgerät nur einem kleinen Teil der Windungen parallel schaltet. Dabei ist es im zweiten Fall erforderlich oder wenigstens praktisch, dem Meßkreis vom Meßsender her erhöhte Energie zuzuführen, damit die Resonanzspannung in beiden Fällen etwa die gleiche ist. Es ergeben sich daraus zwei voneinander abweichende Resonanzkurven bzw. zwei Dämpfungswerte, in derem ersten die Dämpfung durch das Meßgerät voll enthalten ist, während im zweiten Fall nur ein der Spannungsteilung an der Spule entsprechender Prozentsatz der Meßgerätdämpfung eingeht. Daraus läßt sich dann rechnerisch die Dämpfungskonstante des Audions ermitteln. Einfacher ist es natürlich, die zusätzliche Dämpfung durch Vergleich mit einer Resonanzkurve festzustellen, die unter Verwendung eines Röhrenvoltmeters mit Anodengleichrichtung gemessen wurde, jedoch muß dabei das Vergleichsinstrument von genügender Genauigkeit und daher am besten zweistufig sein. Ferner müssen höhere Resonanzspannungen angewandt werden. Übrigens läßt sich das hier beschriebene Meßgerät auch auf Betrieb als Anodengleichrichter umschalten. Die Gittervorspannung wird dann durch einen Abgriff an R_7 abgenommen. Der Widerstand R_8 ist wegen des erhöhten Gleichstromwiderstandes der Röhre dabei auf etwa 15 000 Ohm zu erhöhen. Der Spannungsmeßbereich beträgt dann etwa 0,5 bis 10 Volt.

Abbildung 2 von O. Limann, die anderen Abbildungen vom Verfasser

★

Es sei abschließend darauf hingewiesen, daß man die Baukosten und den Verbrauch des Gerätes dadurch etwas herabsetzen kann, daß man eine geringere Anodenspannung bei der Gleichrichterröhre anwendet und zum Ausgleich dafür die Strecke B2/B1 kurzschließt. Das gilt im besonderen dann, wenn man das Gerät ausschließlich als Meßinstrument benutzen will.

Die selbsttätige Aufzeichnung von Schwunderscheinungen

Von
Richard Theile

Der rechte Bastler betrachtet es als eine ehrenvolle Aufgabe, selbst fördernd an der Entwicklung der Funktechnik mitzuarbeiten. So haben sich die Bastler immer bereitwillig in den Dienst von Massenbeobachtungen gestellt, die für die Erforschung der Ausbreitungsvorgänge überaus wichtig sind. Der Wert solcher Massenbeobachtungen würde erheblich gewinnen, wenn es möglich wäre, das Ausmaß der Beobachtungen und ihre Zuverlässigkeit durch Verwendung von Schreibverfahren zu erhöhen. Wir betrachten es daher als ein sehr verdienstvolles Unternehmen, daß der Verfasser des nachstehenden Aufsatzes sich die Mühe gemacht hat, ein einfaches Schreibverfahren zu ersinnen und ein Schreibgerät zu schaffen, dessen Herstellung jedem geschickten Bastler möglich ist, ohne allzu große Kosten zu verursachen.

Die Schriftleitung

Das Prinzip der Rundfunkübertragung beruht bekanntlich auf der Benutzung eines hochfrequenten Trägers. Die Funktechnik beschäftigt sich mit der verzerrungsfreien Verstärkung hoch- und niederfrequenter Wechselströme, mit den Vorgängen der Modulation und Demodulation, der naturgetreuen Umwandlung von Schallschwingungen in elektrische und umgekehrt, mit Leistungsfragen, Einführung automatischer Arbeitsweisen im Empfänger u. dgl. m. Es ist aber nicht zu verkennen, daß für die Sicherheit der drahtlosen Verbindung der Weg zwischen Sende- und Empfangsantenne von ausschlaggebender Bedeutung ist. Die genaue Kenntnis der Ausbreitungseigenschaften der elektrischen Wellen ist sehr wichtig und zu einem bedeutenden, namentlich von physikalisch technischer Seite her bearbeiteten Forschungsgebiet geworden.

Der Empfang der Rundfunkwellen ist stark von der Tageszeit abhängig. Wir können abends Sender in großer Entfernung hören, deren Empfangsintensität bei Tag weit unter dem Störspiegel liegt. Die Ergebnisse der Erforschung der Ausbreitungseigenschaften der elektrischen Wellen seien hier nur kurz angedeutet: Man unterscheidet bei dem Empfang zwei Arten von ankommenden Wellenzügen, die Bodenwelle, die Tag und Nacht festzustellen ist, und die vom Sender nach oben ausgestrahlte, von besonders gearteten hohen Schichten der Atmosphäre zur Erde zurückreflektierte Raumwelle, deren Einfluß sich im Rundfunkwellenband erst bei fehlender Sonneneinstrahlung merklich geltend macht. Nach dem Namen des Forschers, der die ersten richtunggebenden Grundannahmen bezüglich der Ausbreitungsverhältnisse angab, nennt man die in Frage kommende Schicht die Heaviside-Schicht[1]). Oft wird auch der Name Ionosphäre gebraucht, da als Grund für das den elektrischen Wellen gegenüber besondere Verhalten die Ionisierung angesehen wird. Das heißt also, in diesen Schichten sind neutrale ungeladene Moleküle in positive Ionen und negative Elektronen gespalten. Die Ursache der Ionisierung ist die (ultraviolette) Sonneneinstrahlung, daher die Abhängigkeit der Empfangsintensität von der Tageszeit. Die Ionisation ist um Mittag am größten und nimmt mit abnehmender Einstrahlung ebenfalls allmählich ab, verschwindet aber nachts nicht etwa vollständig. Je nach der Konzentration des Elektronengehaltes und je nach der Frequenz der eingestrahlten Senderwelle ist das Verhalten der Heaviside-Schicht in bezug auf Reflektion oder Zurückbeugung zur Erde verschieden. Bei geeigneten Trägerfrequenzen ist es möglich, mit kleinen Leistungen große Entfernungen zu überbrücken, was durch die bessere Leitfähigkeit der Schichten infolge der Ionisation verständlich wird. Wie alle Amateure wissen, beruht hierauf der Transozeanverkehr auf kurzen Wellen.

[1]) Der Name „Heaviside-Schicht" wird in der Hauptsache nur für die untere Schicht in etwa 100 km Höhe gebraucht.

Viele Untersuchungen beschäftigen sich damit, die Höhe der ionisierten Schichten über dem Erdboden festzustellen. Es ergab sich hierbei das Resultat, daß mehrere Schichten in verschiedenen Höhen vorhanden sind. Es sind dies in erster Linie die *E*-Schicht in etwa 100 km Höhe und die *F*-Schicht, deren Höhe etwa zwischen 200 und 300 km angegeben wird. Die Resultate der verschiedenen Forscher und die Meinungen über die Einzelheiten der Ionosphäre sind noch nicht ganz einheitlich; es werden bis zu 5 Schichten erwähnt.

Der Fernempfang ist bekanntlich abends nicht gleichmäßig stark, sondern die Lautstärke ist oft heftigen Schwankungen unterworfen. Diese Schwunderscheinungen beeinträchtigen den Genuß des Empfangs erheblich, weshalb der selbsttätige Ausgleich im Empfangsgerät eingeführt wurde, eine Schaltmaßnahme, die wirksam nur bei größeren und damit teuren Geräten möglich ist. Daß die Erscheinung bei Tagempfang der Bodenwelle allein nicht auftritt, ist ein Beweis dafür, daß es sich um eine Wechselwirkung der Boden- und Luftwelle oder um die Veränderlichkeit der Luftwelle allein handelt. In der Tat sind beide Möglichkeiten denkbar.

1. Bei einem Sender, dessen Entfernung vom Empfangsort klein genug ist, daß die Bodenwelle noch wirksam empfangen werden kann, haben wir es in der Empfangsantenne mit den erwähnten zweierlei Erregungen zu tun. Für wellenförmige Vorgänge gilt nun aber nicht die selbstverständliche Weisheit des täglichen Lebens, wonach ein etwas plus demselben etwas ein entsprechend größeres etwas ergibt, sondern zwei gleichstarke Wellenzüge verschiedener Phasenlage können sich im ungünstigsten Fall sogar vollständig auslöschen (Phasenverschiebung 180°). Da durch die größere Weglänge der Raumwelle die Phasenlage im allgemeinen der Bodenwelle gegenüber eine andere ist, können solche Interferenzerscheinungen auftreten, die wir dann als Nahschwunderscheinungen feststellen.

2. Wir stellen aber die störenden Schwunderscheinungen auch bei Sendern fest, deren Bodenwelle überhaupt nicht mehr zu empfangen ist. Um die vorgenannte Interferenz kann es sich dabei also nicht handeln. Die Ursache kann in folgendem liegen: Es können Interferenzen zwischen zwei Raumwellen sein (z. B. durch Mehrfachreflektion), oder die Reflektions- und Beugungseigenschaften der ionisierten Schichten sind zeitlich stark veränderlich. Für die letztgenannte Erscheinung sprechen auch die festgestellten zeitlichen Änderungen des Einfallswinkels und des Polarisationszustandes der aus der Heaviside-Schicht kommenden elektrischen Wellen, die darauf hindeuten, daß es sich keinesfalls um Reflektionen ähnlich denen an einer festen Wand handelt, sondern daß die Struktur der Ionosphäre verhältnismäßig locker angenommen werden muß. Der letzte Einfluß muß auch für die vorhin geschilderten Nahschwundeffekte als vorhanden angesehen werden, denn nur durch eine zeitliche Veränderung des Weges der Luftwelle können die Phasenlagen der beiden Erregungen in der Empfangsantenne einmal Verstärkung, dann wieder Auslöschung bewirken. Der Luxemburgeffekt, über den wiederholt eingehend berichtet wurde[2]), kann erklärt werden als Veränderung des Ionisierungszustandes im Rhythmus der Feldstärkeänderungen des starken Langwellensenders, wodurch dann die Modulation auch auf einer an diesen Schichten reflektierten Raumwelle eines anderen Rundfunksenders hörbar wird. Diese Erklärungsmöglichkeit deutet also ebenfalls auf eine lockere Struktur und leichte Beeinflussung durch äußere Felder usw. hin.

[2]) Vgl. Funk 1935, Heft 2, Seite 33.

Die Schwunderscheinungen stellen eine recht störende Fehlerquelle im gesamten Übertragungsprozeß des Rundfunks dar, so daß es durchaus lohnt und sogar nötig ist, sich mit diesen Naturerscheinungen eingehend zu befassen. Leider ist es uns nicht vergönnt, in die Heaviside-Schicht hinaufzusteigen und dort an Ort und Stelle praktische Messungen durchzuführen, sondern wir müssen uns darauf beschränken, die Verhältnisse an ihren Auswirkungen auf den Empfang genau zu studieren. Nur systematische Beobachtungen können hier ein gesundes Fundament für mögliche Erklärungen bieten. Ein Vergleich mit der Meteorologie und Wettervorhersage möge die Nützlichkeit solcher systematischen Beobachtungen veranschaulichen. Wir können heute von unseren Wetterberichten sagen, daß die Sicherheit ihrer Richtigkeit einen hohen Grad erreicht hat. Warum? Weil man an vielen verschiedenen Orten automatisch registrierende Instrumente aufgestellt hat, deren Resultate schnell einer Zentrale zur gemeinsamen Bearbeitung zugeleitet werden. Auf Grund der Gesamtheit der objektiven Unterlagen ist es leicht möglich, einen Gesamtüberblick über die Witterungsverhältnisse, die Wanderung bestimmter Luftdruckzonen u.a.m. zu bilden. Ähnlich ist es mit der Erforschung der Ausbreitungseigenschaften der elektrischen Wellen, wenn auch der Vergleich selbstverständlich nicht wörtlich übertragen werden darf. Von einer Voraussage kann hier natürlich keine Rede sein.

Für die Erforschung der Vorgänge wäre aber das Einsetzen möglichst vieler die Schwunderscheinungen automatisch registrierender Geräte verteilt über das ganze Land recht wertvoll. Wieviel interessante Ergebnisse könnten wir erhalten, wenn viele Geräte in den verschiedensten Entfernungen zu gleicher Zeit den gleichen Sender beobachten! Weiterhin ist es z. B. aufschlußreich, mit zwei Geräten am gleichen Empfangsort zu gleicher Zeit zwei verschiedene Sender zu registrieren. Schon mit einem Gerät allein aber ergibt sich eine Fülle von Beobachtungsmöglichkeiten, die dem wahren Funkfreund viel Freude machen. Abgesehen von dem großen Wert einer solchen Anlage zur Demonstration und Vorführung kann sie zur genauen Festlegung der Empfangsverhältnisse am Wohnort des betreffenden Funkfreundes benutzt werden, indem nach und nach sämtliche Sender zu den verschiedensten Zeiten aufgezeichnet werden. Solche Ergebnisse sind von großem Wert. Sie bieten die objektiven Unterlagen des Rundfunkempfangs in unserem Land, die zum Ausbau des Sendernetzes wesentlich beitragen können. Bereits die subjektive Senderbeobachtung hat viele Resultate gefördert; wieviel mehr können aber solche objektiven Kurven nützen. Und wer wollte da nicht produktiv mitarbeiten!

Die Herstellungskosten des Gerätes und die Anforderung zu dessen Aufbau überschreiten die des Baues normaler moderner Rundfunkgeräte nicht. Es sei vorweg bemerkt,

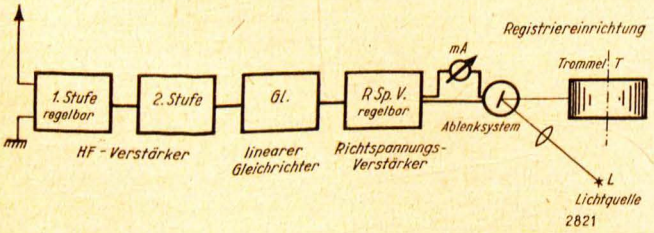


Abb. 1. Schema der Anlage zum automatischen Aufzeichnen von Schwunderscheinungen

daß das beschriebene Gerät in erster Linie zur selbsttätigen Aufzeichnung relativer Feldstärkeschwankungen, also der Schwundeffekte, gedacht ist. Die Messung der absoluten Empfangsfeldstärken, die besondere Stabilisation und Eichung erfordert, wird die Möglichkeiten des Bastlers überschreiten und sei deshalb nicht besonders hervorgehoben.

Wir wenden uns jetzt dem Aufbau der Anlage zu. Die Arbeitsweise sei kurz an Hand des Schemas Abb. 1 erklärt. Die vom Sender in der Empfangsantenne erregte Hochfrequenz wird in einem regelbaren Hochfrequenzverstärker intensiv verstärkt und danach gleichgerichtet. Die sich hierbei ergebende Richtspannung wird einer Verstärkerstufe zugeleitet, in deren Anodenkreis ein Milliamperemeter eingeschaltet ist. Es handelt sich hierbei um Gleichspannungsverstärkung. Der Anodenstrom der letzten Stufe entspricht also eindeutig einer bestimmten Richtspannung und damit einer im Eingang vorhandenen Hochfrequenzamplitude. Die Feldstärkeänderungen machen sich in entsprechenden Schwankungen des Anodengleichstromes im Ausgang bemerkbar. In Serie mit dem Milliamperemeter ist ein zweites Instrument gelegt, das mit dem Zeiger ein kleines leicht drehbar gelagertes Spiegelchen steuert und somit die Stromwerte in entsprechende Auslenkungen eines Lichtstrahles umsetzt. Der von der Lichtquelle L kommende Strahl erzeugt demgemäß auf der Trommel T, über die ein Streifen lichtempfindlichen Papieres gezogen ist und die sich langsam dreht, punktweise Schwärzungen, die in stetiger Aneinanderreihung den zeitlichen Verlauf der Feldstärke wiedergeben. Die gesamte Anlage zerfällt somit in zwei Teile, das Empfangsgerät und das photographische Registriergerät.

Das Aufnahmegerät

Die Grundlage der Schaltung ist in Abb. 2 gezeichnet, wo alles zum Verständnis des Prinzips Überflüssige zunächst fortgelassen ist. Für den Hochfrequenz-Verstärker wurden zwei Fünfpolschirmröhren gewählt. Der mögliche Verstärkungsgrad ist damit so groß, daß selbst Energien von kleinen Zimmerantennen zum Vollausschlag des Endinstrumentes ausreichen. Die erste Stufe ist mit einer Regelröhre ausgerüstet, um die Empfindlichkeit je nach Stärke des einfallenden Senders einstellen zu können. Zur guten Ausnutzung der Fünfpolschirmröhren (hoher Innenwiderstand)

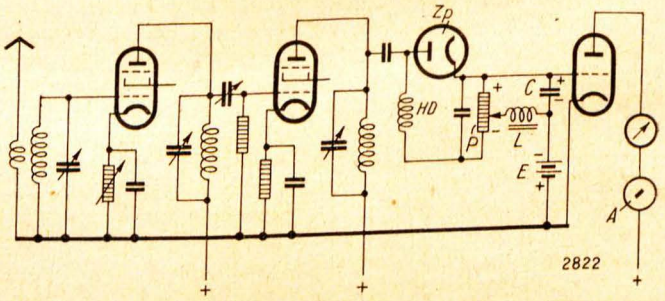


Abb. 2. Das Prinzip der Schaltung

wurde die Sperrkreiskopplung gewählt, die außerdem in bezug auf die Spulenselbstherstellung recht vorteilhaft ist. Hochfrequenzgemäß parallel zum letzten der drei Schwingkreise liegt der Gleichrichter in Form der Zweipolröhre Zp. Dieser Schaltteil des Gerätes ist von großer Wichtigkeit. Die Anzeige der einfallenden Feldstärke soll ja unabhängig von der jeweiligen Modulation des empfangenen Senders sein, d. h. der Zeiger des Ausgangsinstrumentes soll ruhig stehen und nicht im Rhythmus der modulierenden Sprache oder Musik hin- und herschwanken. Dies würde eine feine Aufzeichnung unmöglich machen und auf dem Registrierstreifen verwaschene Bänder entstehen lassen.

Die üblichen Rundfunksender (sofern sie nicht mit modernen stromsparenden Modulationsarten ausgerüstet sind) sind amplitudenmoduliert, d. h. die Stärke der hochfrequenten Trägerwelle schwankt im Rhythmus der Besprechung um den in den Pausen vorhandenen Mittelwert. Da die Modulationskennlinie eine Gerade ist, bleibt auch während der Besprechung der Mittelwert konstant und gleich dem Ruhewert. Man erkennt daraus eindeutig, daß empfängerseits eine Unabhängigkeit von der Modulation nur

bei linearer Demodulation und Gleichrichtung erreicht werden kann. Quadratische Gleichrichterkurven, wie sie z. B. zum Anzeigen von effektiven Werten elektrischer Wechselspannungen benutzt werden, kommen also nicht in Frage. Bei ihnen würde der Mittelwert der Richtspannung bei Besprechung ansteigen. Man sieht dies z. B. an den kleinen modulierbaren Empfänger-Prüfgeneratoren, die zur Kontrolle der erzeugten Hochfrequenz einen quadratisch arbeitenden Thermoumformer haben.

Die Forderung einer bis zu 0 herunter gradlinigen Gleichrichtung kann mit heute handelsüblichen Mitteln nicht erfüllt werden. Daran schuld ist die bei Glühemission vorhandene Raumladung. Direkt geheizte Röhren fallen vollständig aus, da bei ihnen der Heizspannungsabfall über den Glühfaden stört; jedes Heizfadenelement hat hier ein anderes Potential und somit seine eigene Kurve. Die durch Übereinanderlagerung dieser Teilkurven entstehende Richtkurve ist, wie man sich am besten durch graphische Konstruktion überzeugt, wesentlich nichtlinearer als bei einer Äquipotentialkathode einer indirekt geheizten Röhre. In diesem Sinn ist die Herstellung der indirekt geheizten Batterie-Zweipolröhre sehr zu begrüßen.

Wenn man eine Forderung nicht restlos erfüllen kann, muß man sich mit Annäherungen an die Lösung begnügen. Die verwendete Zweipolröhre arbeitet für unseren Zweck ausreichend linear. Man findet, daß die Richtkurve oberhalb etwa 0,2 bis 0,3 Volt Hochfrequenzspannung bei genügend großem Außenwiderstand sehr gerade ist. Aus diesem Grunde wurde die Hochfrequenzverstärkung sehr hoch gewählt, damit auch bei schwachen Sendern die am Gleichrichter liegende Spannung in der Größenordnung einiger Volt liegt, wobei die Gleichrichtung praktisch vollständig linear anzusehen ist. Nur bei starkem Schwund, wenn der Sender so schwach wird, daß die Schwingkreisspannung des letzten Kreises die angegebene Grenze unterschreitet, können kleine Schwankungen auftreten, jedoch sind diese Störungen von untergeordneter Bedeutung. Bei so stark absinkender Feldstärke ist der Schwund meist ohnehin von Verzerrungen begleitet, so daß dann von selbst undefinierte Verhältnisse vorliegen. Die Praxis bestätigte die ausreichende Linearität der gewählten Gleichrichteranordnung.

Man könnte daran denken, den Richtstrom der Zweipolröhre selbst zur Aufzeichnung in das Ablenksystem zu schicken. Die Schwierigkeiten einer solchen Maßnahme sind jedoch leicht einzusehen; das Instrument müßte nämlich dann auf Bruchteile eines Milliampere ansprechen. Der Gleichrichter-Außenwiderstand wäre im Interesse größerer Richtströme klein zu wählen, wodurch die Linearität erheblich leidet. Außerdem genügt dann nicht mehr ein Hochfrequenz-Spannungsverstärker, sondern die zweite Stufe müßte als Leistungsverstärker arbeiten.

Viel näherliegend ist die in Abb. 2 sichtbare leistungsfreie Gleichspannungsnachverstärkung, die den Hochfrequenzteil nicht zusätzlich belastet. Sie wurde in Anlehnung an die Schwundregelung der modernen Empfänger erdacht. Der Zweipolröhren-Außenwiderstand ist als Spannungsteiler P ausgeführt. Ein Teil der sich an ihm einstellenden Richtspannung wird vom Schleifer gegen Kathode abgenommen. Die Teilspannung lädt den Kondensator C auf und steuert die Gittervorspannung einer normalen Dreipolröhre, in deren Anodenkreis Kontroll-Milliamperemeter und Ablenksystem liegen. Bei veränderlicher Hochfrequenz-Eingangsspannung wird somit die statische Anodenstrom - Gitterspannungs - Röhrenkennlinie durchlaufen. Wie nachher noch gezeigt, werden deren Krümmungen durch einen ohmschen Außenwiderstand ausgeglichen. Die Lage der Polarität der Richtspannung ist so gewählt, daß sie der sperrenden Ruhevorspannung E entgegenwirkt. Der Ausschlag des Milliamperemeters am Ende steigt also bei einfallender Hochfrequenz, da die Richtspannung den Arbeitspunkt in Richtung der positiven Spannungen verschiebt. Die Steuerung erfolgt leistungsfrei, da sich der Arbeitsbereich auf das Gebiet negativer Gitterspannungen beschränkt. Um Störungen bei starker Modulation, die in der Dreipolröhre einen niederfrequenten Richteffekt hervorrufen könnte, zu vermeiden, wurde die Niederfrequenz vor der letzten Stufe unterdrückt. Es gelingt dies sehr leicht durch Spannungsteilung in der Serienschaltung der Niederfrequenzdrossel L mit dem Kondensator C. Abgesehen von ganz tiefen Frequenzen (wenige Hertz), die der Sender nicht ausstrahlt, liegt am Kondensator C nur ein verschwindend kleiner Bruchteil der Niederfrequenz, der sich aus den Blindwiderständen leicht berechnen läßt. Störungen durch die mit dem Siebglied gegebene Zeitkonstante sind nicht zu erwarten, da so schnelle Schwunderscheinungen nicht aufgezeichnet werden sollen. Versuche ergaben, daß im allgemeinen schon ohne die Siebanordnung ein Pendeln des Stromzeigers im Ausgangskreis im Rhythmus der Modulation kaum festzustellen ist. Sie kann also bei sparsamem Aufbau entbehrt werden. Es ist vorteilhaft, einen möglichst kleinen Teil der gesamten am Spannungsteiler vorhandenen Richtspannung abzugreifen. Dann ist nämlich die an der Zweipolstrecke liegende Hochfrequenz groß und die Gleichrichtung sehr linear. Außerdem wird der Ohmsche Spannungsteiler-Widerstand nicht durch evtl. Einschwingvorgänge der LC-Kombination beeinflußt, so daß eine einwandfreie Flächengleichrichtung, also Unabhängigkeit des Mittelwertes von der Modulation, vorliegt.

Abb. 3 zeigt das vollständige Schaltbild des Aufnahmegerätes. Es sind dort die einzelnen Werte der Schaltelemente angegeben. Durch die Wahl der Sperrkreiskopplung gestaltet sich die Spulenfrage sehr einfach und billig. Die Schwingkreis-Induktivität besteht aus der Hintereinanderschaltung der Mittelwellenspule L_1 mit der Langwellenzusatzspule L_2. Die Spulen sind auf Sirufer-H-Kerne gewickelt, wodurch sie sehr verlustarm und klein werden. Die Antennen-Ankopplungsspulen L_3 und L_4 sind mit auf die Spulen des ersten Schwingkreises aufgewickelt.

Die Wicklungsdaten sind folgendermaßen:

L_1 55 Windungen HF-Litze, $20 \times 0{,}05$, CuLSS, auf 2 Kammern des H-Kern-Wickelkörpers verteilt,

L_2 200 Windungen Volldraht, 0,10 ⌀, CuSS, Verteilung wie L_1,

L_3 20 Windungen HF-Litze, $20 \times 0{,}05$, CuLSS, auf die freie Kammer einer L_1,

L_4 80 Windungen Volldraht, 0,1 ⌀, CuSS, auf die freie Kammer einer L_2.

Es empfiehlt sich, die Ankopplungsspulen L_3 und L_4 mit Abgriffen zu versehen, um jeweils die beste Anpassung an die vorhandene Antenne einzustellen. Die Wellenumschaltung wird in der üblichen Weise durch Kurzschließen der Langwellenzusatzspule erreicht (Schalter S). Um einen Kurzschluß der Anodenspannung bei zufälliger Berührung der Drehkondensatorplatten in den Anodensperrkreisen zu vermeiden, sind die Schutzkondensatoren von 5000 cm in Reihe geschaltet. Vor dem Gitter der 2. Hochfrequenz-Röhre liegt zur Ankopplung der Vorstufe ein kleiner veränderlicher Kondensator von etwa 50 cm Höchstkapazität (Trolitultrimmer). Über den Ableitwiderstand von 1 MΩ ergibt sich somit eine hochfrequente Spannungsteilung. Durch die Veränderlichkeit des Koppelkondensators kann der Empfindlichkeitsbereich des Verstärkerteiles in weiteren Grenzen als durch die Gittervorspannungs-Regulierung der ersten Röhre allein geregelt werden. Namentlich bei sehr stark einfallenden Sendern ist dies von Vorteil. — Die Anodenspannung der 1. Stufe wird noch besonders durch ein Widerstands-Kondensator-Siebglied gereinigt.

Die Zweipolröhre liegt in Parallelschaltung zum letzten Schwingkreis. Es wurde eine Doppel-Zweipolröhre gewählt, wobei die zweite Gleichrichterstrecke zur Abnahme der ton-

frequenten Modulation als Kontrollspannung (beim Einstellen) herangezogen wird. Da die Hochfrequenzamplitude aus vorhin erwogenen Gründen groß ist, kann mit der Ausgangsspannung bereits ein einstufiger Verstärker ausgesteuert werden. Die gut lineare Gleichrichtung ermöglicht eine verzerrungsfreie und klirrfaktorarme Wiedergabe, sofern der nachgeschaltete Verstärker keine zusätzlichen Nichtlinearitäten enthält. Also auch für Zwecke guter Wiedergabe läßt sich mit einfachen Zusatzgeräten unsere Anlage verwenden. Wird nur eine Einstellkontrolle gewünscht, so kann man an den Tonfrequenzausgang über einen hochohmigen Widerstand von etwa einigen Hundert k-Ohm einen empfindlichen Kopfhörer anschließen. (Der Hochohmwiderstand verhindert eine störende Dämpfung). Man kann da dann die Aufzeichnung infolge der Krümmung im unteren Knick stark verzerrt wird.

Die Kurzschlußkennlinie der Dreipolröhre wurde durch Einschalten eines Außenwiderstandes von 5000 Ohm linearisiert. Der Verlust an Steilheit ist dabei unbedeutend. Es wurde erwogen, an Stelle der Doppel-Zweipolröhre und Dreipolröhre eine Verbundröhre zu verwenden, jedoch liegen die Verhältnisse der gemeinsamen Kathode wegen ungünstiger, und vor allem kostet die Verbundröhre mehr als die beiden einzelnen zusammen. Die Eleganz des gemeinsamen Glaskolbens vermag diese Nachteile nicht aufzuwiegen!

Die Hochfrequenzdrosseln *HDr* sind gute Ausführungen normaler Art. Die Niederfrequenzdrossel *L* für das Sieb-

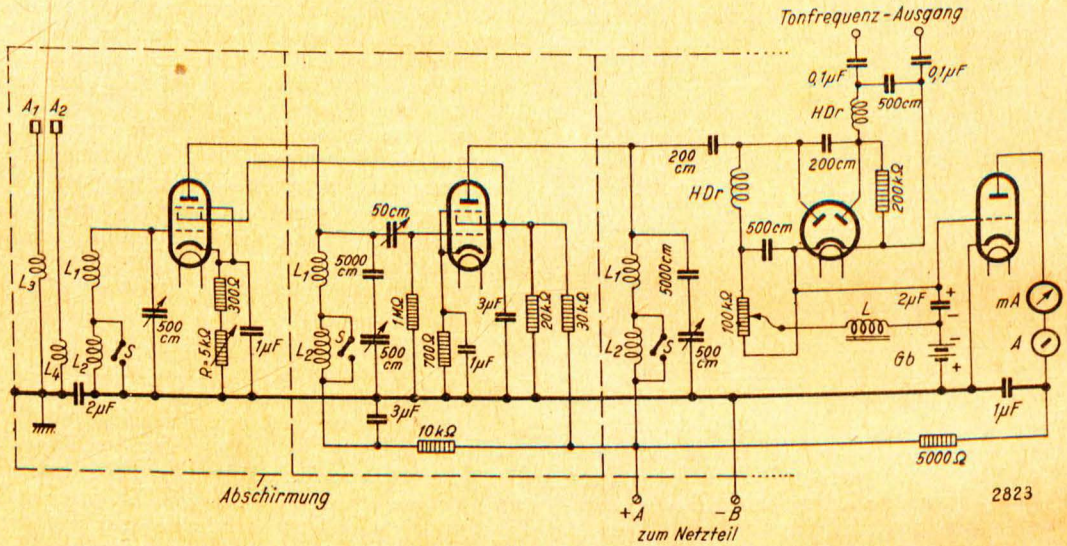


Abb. 3. Schaltbild des Empfängers

auch über einen hochohmigen Regel-Spannungsteiler direkt auf die Tonabnehmerbuchsen eines beliebigen Empfängers gehen.

Das Gitter der letzten Röhre ist so weit vorgespannt, daß nur ein Reststrom von etwa 0,5 bis 1 mA im Anodenkreis fließt. Die Richtspannung des Gleichrichterkreises hebt diese Sperrspannung mehr oder weniger auf, sie wirkt anodenstromerhöhend. Zu beachten ist, daß sich bereits ohne Hochfrequenzbeschickung am Spannungsteiler *P* die Anlaufspannung in der Größe von etwa 1 Volt einstellt, die bei der Glühemission immer vorhanden ist. Diese Spannung hat die gleiche Richtung wie die gleichgerichtete Hochfrequenz. Da man mit dem Spannungsteiler *P* einen Teil der Anlaufspannung abgreift, machen sich Veränderungen der Einstellung als Ruhestromverlagerungen im End-Milliamperemeter geltend. Bei der Bedienung der Anlage ist in bezug auf die Festlegung des Nullpunktes diese Tatsache zu berücksichtigen.

Eine Erzeugung der negativen Vorspannung der Dreipolröhre mit dem üblichen Kathodenwiderstand ist nicht möglich. Es versteht sich von selbst, da dieses Verfahren nur bei konstantem mittlerem Anodenstrom Anwendung finden kann. Eine Entnahme der Vorspannung aus dem Netz ist wohl möglich, jedoch wurde der einfachen Schaltung halber eine kleine Gittertrockenbatterie vorgezogen. Da die Batterie keine Leistung abzugeben braucht, ist ein Auswechseln nur in langen Zeitabständen erforderlich. Bei den angegebenen Röhren werden etwa 6—7 Volt benötigt. Man kann entweder eine Gitterbatterie verwenden oder die erforderliche Spannung mit Stabelementen zusammensetzen. Die Spannung muß dabei so groß gewählt werden, daß im Anodenkreis der angegebene Reststrom von etwa 0,5 mA fließt. Die Röhre vollständig zu sperren ist unvorteilhaft,

glied braucht keine hohe Belastung auszuhalten. Die Induktivität soll etwa 10 bis 20 Henry betragen. Durch Verwendung moderner Drehkondensatoren mit verlustarmen Isolierstoffen und der beschriebenen H-Kern-Spulen haben die Schwingkreise, für sich allein betrachtet, eine große Resonanzschärfe. Der letzte Kreis ist aber durch die Gleichrichterstrecke gedämpft, der erste wurde mit einem Parallelwiderstand von 200 k-Ohm künstlich verschlechtert. Sonst wäre nämlich die Empfindlichkeit der Anlage gegen kleine unwillkürliche Verstimmungen infolge der gar zu

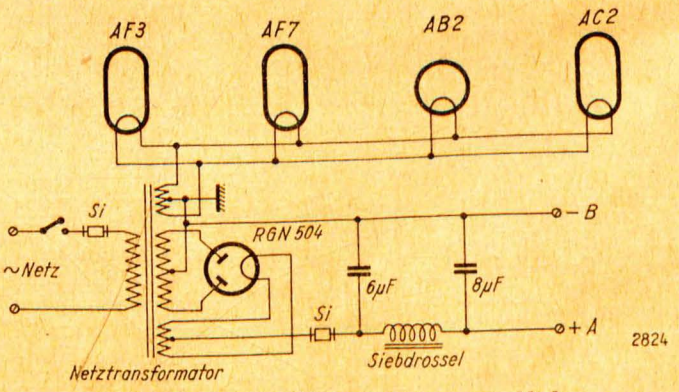


Abb. 4. Netzteil für Wechselstromanschluß

spitzen Resonanzkurve zu groß. Der mittelste Kreis bleibt ungedämpft. Die resultierende Gesamtselektivität der drei Kreise ist auch in den schwierigen Fällen weit ausreichend. Die Güte der Kreise soll nicht weiter gesteigert werden, da sonst der Verstärker labil wird und zur Selbsterregung neigen kann.

Die Aufzeichnung der Feldstärke mit dem vorliegenden Gerät ist linear, d. h. der Ausschlag des Milliamperemeters und Ablenksystems im Anodenkreis der letzten Röhre ist eine lineare Funktion der am Eingang einfallenden Feldstärke[3]). In Anlehnung an das Empfindungsgesetz unseres Gehörsinns könnte man an eine logarithmische Aufzeichnung denken, die gleichzeitig einen größeren Feldstärkebereich zu registrieren gestattet. Die Schaltung und der Aufwand werden jedoch komplizierter, so daß vorläufig davon nicht gesprochen werden soll; diese Ergänzungen können vielleicht später behandelt werden. Die lineare Aufzeichnung ist aber umgekehrt der anderen überlegen, da die Feinheiten der Schwundkurven, die das Ohr niemals festzustellen vermag, enthüllt werden.

Bis hierher wurde die Schaltung des Gerätes behandelt ohne Rücksichtnahme auf die Stromart des betreffenden Lichtnetzes. Wir wollen jetzt die zusätzlichen Netzteile bei Wechselstrom und Gleichstromanschluß betrachten.

Die Stromversorgung

1. Wechselstrom. Es kommen hier folgende Röhren zur Anwendung: 1. Hochfrequenz-Stufe AF 3,

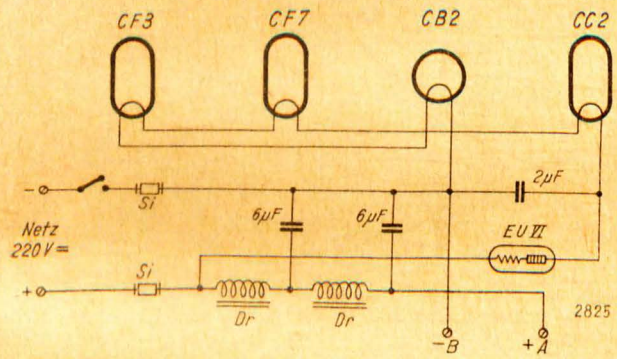


Abb. 5. Netzteil für Gleichstromanschluß

2. Hochfrequenz-Stufe AF 7, Doppel-Zweipolröhre AB 2, Dreipol-Endröhre AC 2. An Stelle dieser modernen stiftlosen Röhren können auch die entsprechenden älteren Ausführungen eingesetzt werden. Die Schaltung des Netzteiles zeigt Abb. 4. Über diese einfache Anordnung, die jedem Leser bekannt ist, braucht nicht viel gesagt zu werden. Die Heizfäden der Röhren sind alle parallel geschaltet. Die Anodengleichspannung wird durch Gleichrichtung mit der kleinen Doppelwegröhre RGN 504 (bzw. entsprechende Typen) erzeugt. Ein Siebglied beseitigt die Welligkeit der Spannung. Die Punkte *A* und *B* sind mit den entsprechend gezeichneten in Schaltung Abb. 3 zu verbinden. Als Netztransformator kommt die zur vorgenannten Gleichrichterröhre passende Ausführung in Frage. Die Belastung ist klein, da der Anodenstrom höchstens 15 bis 20 mA beträgt.

2. Gleichstrom. Hier wurden die stiftlosen Allstromröhren folgender Art verwendet: 1. Hochfrequenzstufe CF 3, 2. Hochfrequenzstufe CF 7, Doppel-Zweipolröhre CB 2, Endröhre CC 2. Die Schaltung des Netzteiles bei Gleichstromnetzanschluß zeigt Abb. 5. Die Heizfäden der Röhren liegen in der eingezeichneten Art in Hintereinanderschaltung über den Eisen-Urdox-Widerstand EU VI am Netz. Dieser hält den Strom auf 200 mA konstant und verhindert starke Einschaltströme. Die Anodenspannung wird in einer Zweifach-Drossel-Kondensator-Siebkette gereinigt. Die Enden *A* und *B* sind wieder mit den entsprechend gezeichneten Stellen in Abb. 3 verbunden zu denken. Die beiden Siebdrosseln *Dr* sollen große Henry-Zahl haben, brauchen aber nur eine Belastung von etwa 15 bis 20 mA auszuhalten, sind also billig zu haben.

Der Aufbau des Gerätes

Das ganze Gerät ist in einen vollständig geschlossenen Aluminiumkasten eingebaut, dessen Maße und Gestalt in Abb. 6 dargestellt sind. Die Blechstärke beträgt 1,5 mm. Die einzelnen Platten werden mit Winkelmessingstreifen an den zusammenstoßenden Kanten verbunden. Im Kasten sind zwei Trennwände sichtbar, die den ganzen Raum in drei Kammern aufteilen. In den ersten beiden linken Kammern

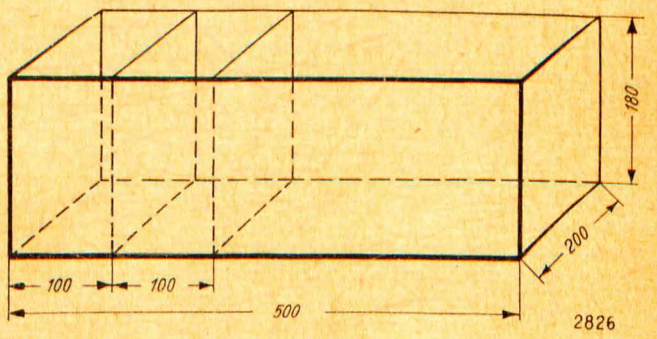


Abb. 6. Der Metallkasten für das Gerät

sitzen die erste und die zweite Hochfrequenzstufe, während alles übrige in den großen Raum rechts eingebaut wird.

[3]) Abgesehen von der leichten Restkrümmung der Dreipolröhre und bei sehr kleinen Amplituden, wo der Gleichrichter nicht mehr gradlinig arbeitet.

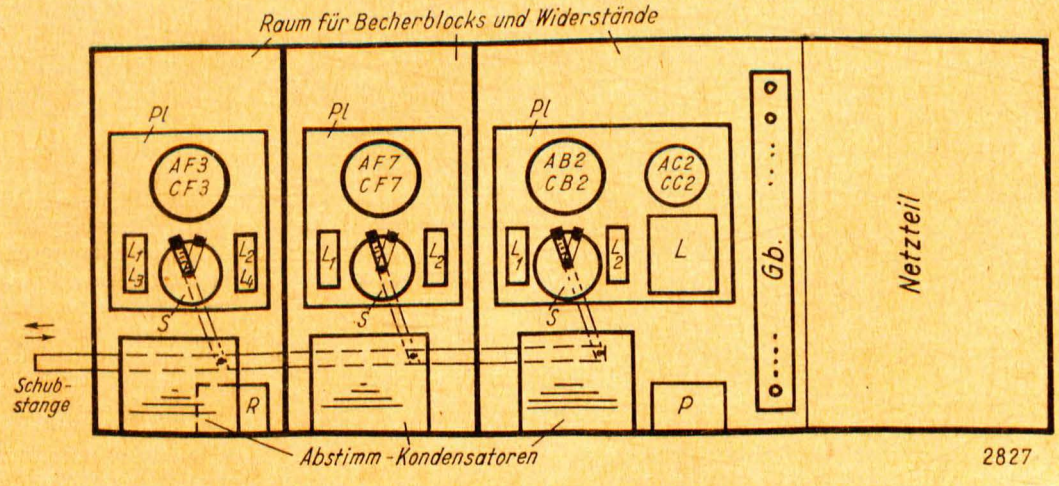


Abb. 7. Schema des Aufbaus der Einzelteile, von oben gesehen

Die Hochfrequenz-Stufen sind auf diese Weise untereinander vollkommen abgeschirmt, so daß Rückwirkungen und hochfrequente Selbsterregung weitgehend vermieden werden. Somit ist es möglich, die hohen Verstärkungsziffern der beiden Fünfpol-Schirmröhren wirklich auszunutzen.

Von einem gemeinsamen Antrieb der drei Schwingkreis-Kondensatoren wurde Abstand genommen, da geringe Verstimmungen bereits sehr stören und ein absoluter Gleichlauf nicht ganz einfach erreicht werden kann. Es kommt ja schließlich auf dasselbe heraus, ob ein gemeinsamer Antrieb

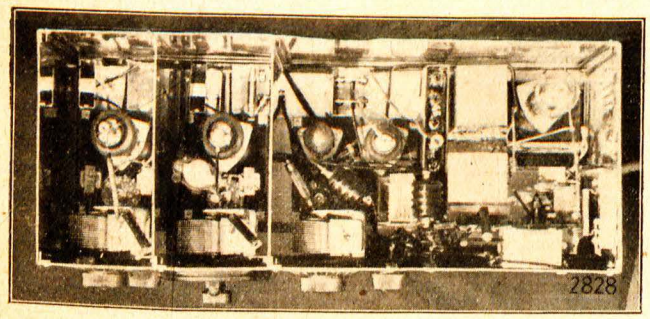


Abb. 8. Das fertige Empfangsgerät von oben gesehen

und zwei Trimmer oder drei Einzelkondensatoren zu bedienen sind! Überdies spielen die Bequemlichkeit und Einstellzeit bei unserer Anlage gar keine Rolle. Der mittlere Kreis mit der besten Resonanzschärfe wird mit einer recht guten Feinstellskala ohne jeden toten Gang abgestimmt. Die Skala kann in Frequenzen geeicht werden, und das Auffinden der gewünschten Station macht keinerlei Schwierigkeiten.

Abb. 7 zeigt eine Ansicht des Aufbaus der Einzelteile im Kasten von oben. Die Röhrenfassungen, Spulenkerne und Wellenumschalter sind auf besonderen Pertinaxplatten *Pl* montiert, die von je vier langen Gewindeschrauben im Abstand von 4 cm von der Grundplatte getragen werden. Die H-Kerne klebt man am besten einfach auf; hierzu eignet sich z. B. sehr gut der Zementleim, eine Mischung von Schellack, Kolophonium und Spiritus. Die Schalter *S* sind gewöhnliche zweipolige Stufenschalter; sie werden mit der eingezeichneten Schubstange, die unten dicht über der Grundplatte liegt, gemeinsam betätigt. Die Verteilung der Einzelteile ist in Abb. 7 zu ersehen. Die Anordnung der dort nicht eingezeichneten Teile ist weniger kritisch und sei der geschickten Hand des Bastlers selbst überlassen.

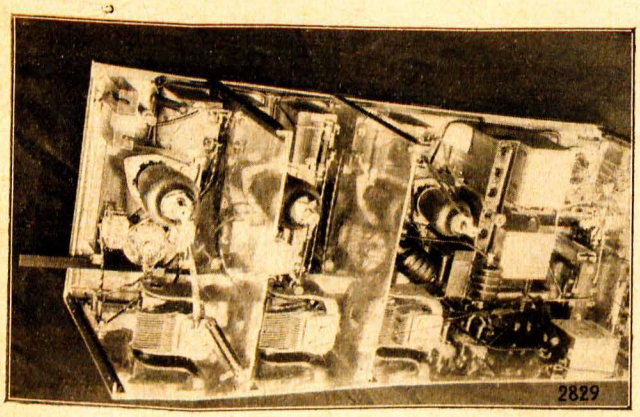


Abb. 9. Innenansicht des fertigen Gerätes

Die Verdrahtung ergibt sich von selbst aus der Anordnung der Bauteile. Empfehlenswert ist es, die Anodenleitungen der Hochfrequenzverstärkerröhren in abgeschirmtem Kabel zu verlegen. Bei der Schirmung durch die Kammerteilung des Kastens erübrigt sich eine besondere Abschirmung anderer Leitungen. Bei Wechselstrom sind die Heizleitungen wie üblich zu verdrillen. Die Verbindungen der Vorstufenkammern mit dem anderen Raum sind unten zu verlegen. Die Trennwände werden dementsprechend an ihrer unteren Kante mit Ausschnitten versehen. Sie können also auch im fertigen Gerät nach oben leicht herausgezogen werden. — Zur Lüftung namentlich bei Gleichstromnetzanschluß sind über dem Netzteil einige Abzugslöcher in die Deckplatte zu bohren.

Weitere Einzelheiten des Gerätes sind aus den Photos des Mustergerätes des Verfassers unschwer zu erkennen. Es handelt sich dabei um die Gleichstromnetzanschluß-Ausführung; der Aufbau des Wechselstromnetzteiles dürfte jedoch keinerlei Schwierigkeiten bereiten. Abb. 8 zeigt eine Innenansicht von oben aufgenommen, die die einzelnen

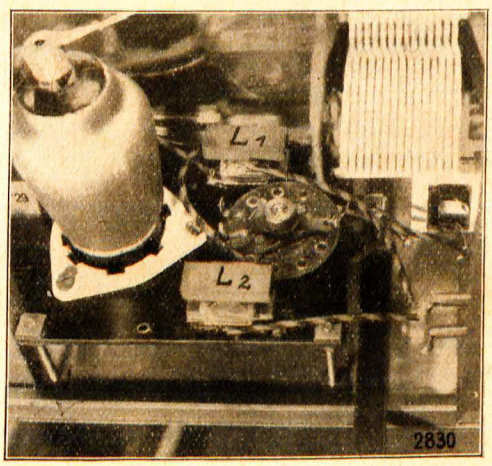


Abb. 10. Teilansicht des Gerätes. Inneres einer Hochfrequenzstufe: Die beiden H-Kernspulen und der Umschalter

Stufen, die Kammereinteilung, die Abstimmdrehkondensatoren und weiteres mehr klar erkennen läßt. Abb. 9 zeigt das Gerät bei abgenommenen Seitenwänden und bringt viele Einzelheiten des Aufbaues, besonders der wichtigen ersten Stufen. Die Anordnung der H-Kern-Spulen mit dem Schalter ist in Abb. 10 besonders gezeigt, während Abb. 11 schließlich das fertige Gerät von außen darstellt.

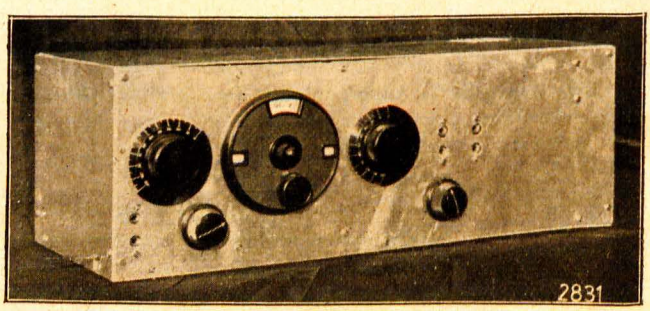


Abb. 11. Außenansicht des fertigen Gerätes

Wir sehen hier die drei Einstellskalen der Abstimmkondensatoren, links unten den Gitter-Regelwiderstand der ersten Röhre zur Vorspannungs-Regulierung und rechts den Spannungsteiler des Gleichrichterkreises, links die beiden Antennenbuchsen (bei mehreren Abgriffen der Ankopplungsspule sind entsprechend größere Klemmleisten vorzusehen), rechts die Ausgangsbuchsen für das Kontroll-Milliamperemeter, das Ablenksystem und den Tonfrequenzausgang. Ganz links ist die Schubstange zur Wellenumschaltung sichtbar. Die Methode des Einbaues in einen Metallkasten verbindet gute Abschirmung mit einem für Meßgeräte auch wichtigen formschönen Aussehen.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser *(Schluß folgt)*

Ein Dreiröhren-Dreikreis-Allstromempfänger

Von **Herbert Lennartz**

Allstromempfänger erfreuen sich immer steigender Beliebtheit. Das hat sich besonders deutlich nach dem Erscheinen der neuen C-Röhren gezeigt. Abgesehen vom Netzteil unterscheiden sich die Allstromgeräte rein schaltungsmäßig nicht wesentlich von den modernen Wechselstrom- und Gleichstromempfängern. Es hat jedoch den Anschein, als ob einige wesentliche Dinge, technische und wirtschaftliche, gerade von den Bastlern viel zu wenig beachtet würden, weshalb im folgenden neben der reinen Baubeschreibung auch einige grundsätzliche Fragen des Allstromproblems behandelt werden sollen.

So findet man vielfach die irrige Anschauung verbreitet, daß Allstromgeräte 1. teurer im Aufbau und Betrieb, 2. schwieriger zu bauen wären. Das trifft in keinem Punkte auch nur annähernd zu. Im Gegenteil, wie an vorliegendem Beispiel gezeigt werden soll, gestalten sich der Bau und die Betriebsweise der Allstromgeräte nicht unerheblich günstiger und vor allem bedeutend interessanter, als die beinahe schon zur Schablone gewordene Ausführungsform der zwei anderen Gerätetypen. Die anfänglichen Mißerfolge, die man mit Allstromgeräten hatte, rührten fast ausschließlich von der Verwendung der üblichen Gleichstromröhren für Allstromzwecke her. Es soll damit nicht gesagt werden, daß es unmöglich wäre, auch mit Gleichstromröhren ein gut arbeitendes Allstromgerät auszuführen; eine große Anzahl von Beispielen beweist das Gegenteil. Aber die Schwierigkeiten sind doch recht erheblich, und nicht jeder hat ein genügend großes Meßinstrumentarium zur Verfügung, um die auftretenden Fehler erkennen und beseitigen zu können. Mit dem Erscheinen der neuen C-Röhren hat sich nun die Sachlage von Grund auf geändert. Die C-Röhren ermöglichen den Bau eines billigen, einfachen und vor allem sehr leistungsfähigen Gerätes. Es ist z. B. auch gar nicht einzusehen, warum die Allstromgeräte der Industrie, vor allem die kleinen Typen, so unverhältnismäßig viel teurer sind als die Wechselstrom- und Gleichstromausführungen.

Eine kurze Überschlagsrechnung soll über die wirtschaftlichen Grundlagen der Allstromgeräte Aufschluß geben. Zunächst interessiert natürlich der Leistungsverbrauch eines solchen Gerätes. Bekanntlich verbrauchen die C-Röhren sämtlich 0,2 Amp. bei verschiedenen Heizspannungen. Da man die Heizfäden aller Röhren fast immer in Serie legen wird, berechnet sich die Heizleistung aus der jeweiligen Netzspannung, multipliziert mit dem Heizstrom von 0,2 Amp. Das sind für 220 Volt = 44 Watt und für 110 Volt = 22 Watt. Diese Werte sind praktisch unabhängig von der Anzahl der Röhren, mit denen das Gerät bestückt ist. Zählt man die Heizspannungen der einzelnen Röhren zusammen und subtrahiert man diesen Betrag von der Netzspannung, so ist leicht einzusehen, daß man den Restbetrag der Spannung durch einen Widerstand vernichten muß. Es kommt also gar nicht darauf an, ob in dem Gerät einige Röhren mehr oder weniger vorhanden sind, wenigstens spielt diese Tatsache für die Berechnung der Betriebsunkosten keine Rolle.

Aus den angeführten Beispielen geht deutlich hervor, daß die Wirtschaftlichkeit bei 110 Volt Netzspannung bedeutend größer ist als bei 220 Volt. Diese Tatsache hat man bei der Konstruktion der C-Röhren ganz besonders beachtet, worauf noch einmal zurückzukommen sein wird.

Den Verbrauch an Anodenstrom kann man im ungünstigsten Falle mit etwa 30 bis 50 mA annehmen, was bei 220 Volt Netzspannung einer Leistung von rd. 12 Watt und bei 110 Volt einer solchen von rd. 6 Watt entspricht, d. h. rd. ¼ der Heizleistung. Es ist leicht nachzuweisen, daß diese Werte, auf den Gesamtverbrauch umgerechnet, mindestens ebenso günstig liegen wie bei einem genau auskalkulierten Wechsel- oder Gleichstromgerät. Bei Geräten, die mit mehr als 4 Röhren bestückt sind, schneiden die Allstromausführungen auf jeden Fall wohl noch etwas günstiger ab.

Wie steht es nun mit dem Preis der für ein Allstromgerät benötigten Einzelteile? Wiewohl bei jedem Gerät, ist dieser abhängig von den Anforderungen, die man an das Gerät stellt. Ein Unterschied besteht lediglich in dem etwas höheren Preise der Röhren. Viel zu sehr wird der erhöhte Bedarf an Siebmitteln hervorgehoben. Es werden zwar zweckmäßigerweise an Stelle der üblichen 4 µF-Blockkondensatoren solche von 8 µF eingesetzt; der Preisunterschied ist jedoch, vor allem wenn man Elektrolyt-Kondensatoren verwendet, überhaupt nicht spürbar. Dagegen spart man bei Wechselstrombetrieb auf jeden Fall den Netztransformator, wodurch eine wesentliche Verbilligung der Anlage erzielt wird. Dadurch wird der etwas höhere Preis der Röhren vollkommen kompensiert.

Nachteile in finanzieller Hinsicht entstehen also durch den Bau eines Allstromgerätes nicht [1]). Bei der Frage nach der Leistung wird das Allstromgerät auf jeden Fall besser abschneiden als die Gleichstromausführung, mit dem Wechselstromgerät zumindest aber auf einer Stufe stehen. Das liegt vor allem in den neuen Röhren begründet. An Hand einiger Beispiele sollen die Grundlagen hierfür erörtert werden. In Abb. 1 a und b sind die Anodenstrom-Anodenspannungs-

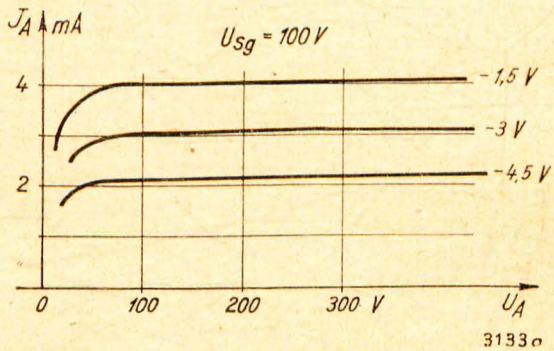


Abb. 1a. Anodenstrom-Anodenspannungs-Kennlinien der CF 7

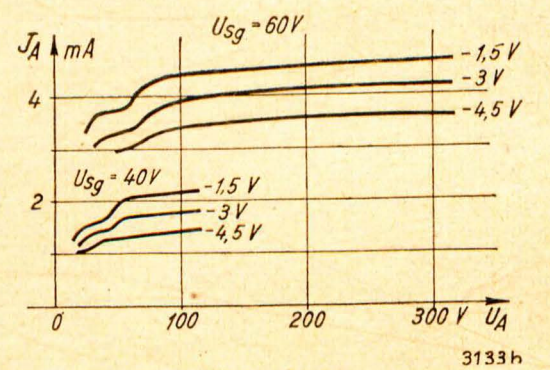


Abb. 1b. Anodenstrom-Anodenspannungs-Kennlinien der RENS 1820

kennlinien der ersten Gleichstrom- und der ersten Allstrom-Fünfpolröhre wiedergegeben. Man braucht gar nicht lange zu suchen, um die Überlegenheit der CF 7 über die RENS 1820 (H 2018 D) zu erkennen. Die Krümmung der Kennlinien beginnt erst weit unter 100 Volt Anodenspannung. Außerdem ist der Abstand der Kennlinien verhältnismäßig groß, was einer großen Steilheit entspricht. Betrachten wir dagegen eine Kennlinienschar der RENS 1820, so sieht man, daß der kritische Krümmungsbereich bereits zwischen 100 und 110 Volt

[1]) Die Sachlage verschiebt sich dann etwas zu Ungunsten des Allstromempfängers, wenn man einen permanentdynamischen Lautsprecher benutzt, was meist geschehen dürfte.

merklich in Erscheinung tritt. Der Abstand der Kennlinien, und damit die Steilheit, ist bedeutend geringer als bei der CF 7. Zwar liegen die Verhältnisse bei einer etwas niedrigeren Schirmgitterspannung der RENS 1820 in Bezug auf den Krümmungsbereich etwas günstiger; dabei rücken aber die Kennlinien schon so eng aneinander, daß ein wesentlicher Rückgang des Verstärkungsfaktors zu beobachten ist.

Es wurde mit Absicht der Vergleich zwischen der CF 7 und der RENS 1820 durchgeführt, da beide Röhren die ersten Ausführungsformen ihrer Art darstellen. Ein Vergleich mit der bereits stark verbesserten Gleichstromröhre RENS 1884 wäre nicht so eindeutig.

Ein sehr wesentlicher Fortschritt wurde in der Endröhrenfrage erzielt. Zur Veranschaulichung sollen das Kennlinienfeld der CL 2 und die Grenzkennlinien einiger sehr verbreiteter Endröhren angeführt werden (Abb. 2 a

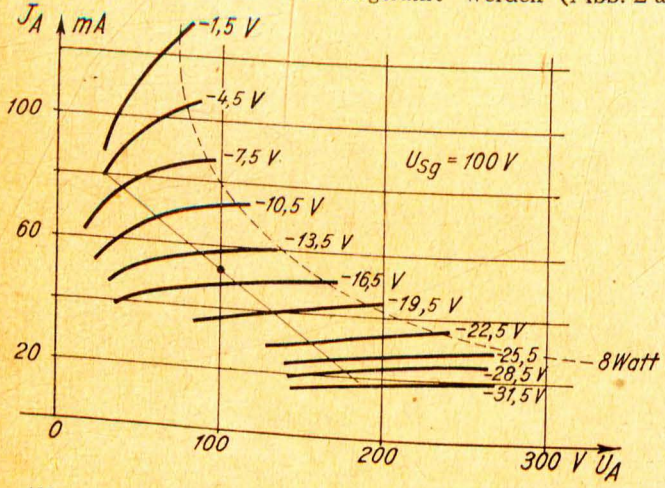


Abb. 2a. Kennlinienfeld der CL 2 mit Arbeitskennlinien für 100 Volt

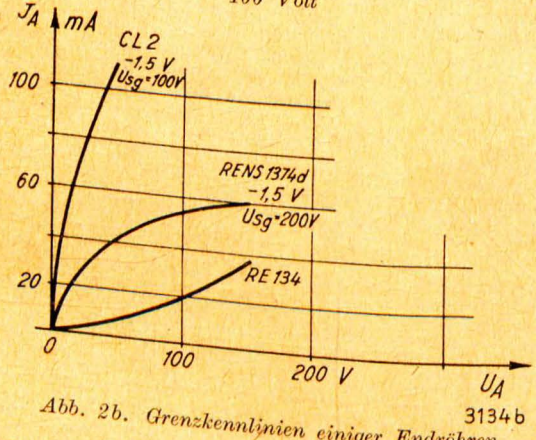


Abb. 2b. Grenzkennlinien einiger Endröhren

und b). Betrachtet man die Arbeitskennlinie bei dem praktisch ungünstigsten Fall, d. h. einer Anodenspannung von nur 100 Volt, so erkennt man, daß die Anodenspannung noch bis auf 20 Volt herunter ausgesteuert werden kann, ohne daß man in den Bereich des Gitterstroms gelangt, Verzerrungen also vermieden werden. Vergleicht man einmal die Grenzkennlinien einiger anderer Röhren mit derjenigen der CL 2, so sieht man, daß der Fortschritt gerade in der Nutzbarmachung der niedrigen Anodenspannung liegt. Es ist ohne weiteres möglich, mit der CL 2 bei 100 Volt Anodenspannung noch eine Sprechleistung von 1 Watt zu erzielen. Derartig große Endleistungen sind, abgesehen vom Gegentaktprinzip, mit den bisherigen Röhren in normalen Schaltungen heute noch nicht zu erzielen. Den Vorteil geringer Anodenspannung hat man natürlich nur durch einen relativ hohen Anodenstrom erkaufen können; dieser geringe Mehrbedarf fällt jedoch für den Gesamtverbrauch gar nicht ins Gewicht.

Es sollte gezeigt werden, daß es möglich ist, mit Allstromröhren Geräte auszuführen, die bei einer Netzspannung von 110 Volt genau so leistungsfähig sind wie bei einer Netzspannung von 220 Volt. Daraus ergeben sich einige für die Konstruktion sehr wichtige Gesichtspunkte. Es ist zu überlegen, ob es nicht zweckmäßig ist, die Allstromgeräte einheitlich für 110 Volt auszuführen, da sich dadurch wesentliche Vereinfachungen ergeben. Die Einstellung der verschiedenen Netzspannungen könnte dann einfach durch einen richtig bemessenen Vorwiderstand erfolgen[2]). Ein weiterer Vorteil bietet sich dadurch, daß es dann möglich ist, einige Schaltelemente, z. B. Blockkondensatoren, bedeutend schwächer zu dimensionieren, wodurch eine nicht unwesentliche Verbilligung erzielt werden kann.

In vielen Fällen ergibt sich jedoch die Notwendigkeit, hohe Anodenspannungen anzuwenden. Das ist besonders dann der Fall, wenn Sprechleistungen von 2 bis 5 Watt ohne besonders großen Aufwand verlangt werden. Dabei scheinen zunächst die 110-Volt-Netze erheblich benachteiligt zu sein, denn bei 220 Volt ist diese Bedingung ohne besondere Schwierigkeit zu erfüllen. Durch eine neue Art von Gleichrichterröhren, die zwei Anoden und zwei getrennte Kathoden besitzt, kann man aber bei 110 Volt eine Spannungsverdopplung anwenden. Die beiden Röhrensysteme werden gewissermaßen gegeneinander geschaltet, wie aus Abb. 3 deutlich hervorgeht. Diese beiden gegen-

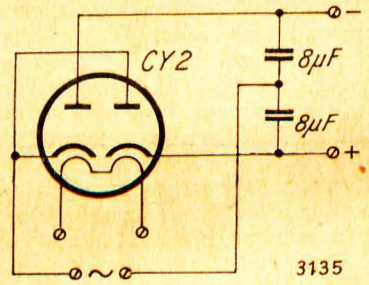


Abb. 3. Die Gleichrichterröhre CY 2 in Spannungsverdoppler-Schaltung

einandergeschalteten Systeme läßt man nun auf zwei in Reihe liegende Kondensatoren arbeiten. Während der einen Hälfte der Periode der Wechselspannung wird der eine der Kondensatoren aufgeladen, während der andere sich entlädt. In der nächsten Halbperiode wird der andere Kondensator aufgeladen, während der erste sich entlädt, usf. So erhält man den doppelten Spannungsbetrag der Netzwechselspannung. Auch bei 220 Volt Netzspannung läßt sich diese Methode gut anwenden, was vor allem für Zwecke, die außerhalb des Bereichs der Allstromempfänger liegen, von großer Bedeutung ist.

Schaltung des Dreiröhren-Allstromempfängers

Bei der Auswahl der Schaltung wurden die Anforderungen zugrunde gelegt, die an das Gerät gestellt werden. Das sind:

1. große Selektivität,
2. große Empfindlichkeit,
3. große Endleistung, gute Wiedergabe,
4. weitgehende Netztonfreiheit.

Diese Bedingungen sollten mit möglichst kleinem Aufwand und einer kleinen Röhrenzahl erfüllt werden. Deshalb wurde auch auf den Schwundausgleich völlig verzichtet. Man entscheidet sich zweckmäßig für ein Gerät, das mit

[2]) Das ist z. B. in Amerika durchweg gebräuchlich. Für die deutschen Verhältnisse kann man diesem Vorschlag nicht ohne weiteres zustimmen, bzw. nur dann, wenn durch weiteren entsprechenden Ausbau der Röhren dafür gesorgt wird, daß auch bei 110 Volt keinerlei Leistungseinbußen mehr bestehen.

drei Fünfpolröhren bestückt ist. Von der Industrie sind Geräte dieser Art mit zwei bzw. drei Abstimmkreisen heute zu hoher Vollkommenheit entwickelt worden. Beim Bastler ist das Zweikreis- bzw. Dreikreis-Dreiröhren-Gerät schon seit jeher beliebt gewesen, einmal wegen der verhältnismäßig einfachen Ausführung, zum anderen wegen der hohen Leistungsfähigkeit trotz der Billigkeit der ganzen Anlage. Es lohnt sich deshalb, auf diese Schaltung zurückzugreifen und die Leistung dank der guten Eigenschaften der neuen Röhren so weit zu treiben, daß das Gerät hinter den industriemäßigen Ausführungen nicht zurücksteht.

Die Bedingung großer Selektivität ist bei einer Geradeausschaltung nur durch einen Bandfiltereingang zu erfüllen. Die hohe Empfindlichkeit wird durch Verwendung von drei Fünfpolröhren erreicht. Eine gute Wiedergabe und eine große Endleistung werden durch die Auswahl einer geeigneten Endröhre und die richtige Ankopplung des Audions an die Niederfrequenzstufe erzielt. Weitgehende Netztonfreiheit ist durch geschickte Dimensionierung der Siebmittel bedingt.

Die nach diesen Überlegungen entwickelte Schaltung zeigt Abb. 4. Der Eingangskreis ist als Bandfilter ausgebildet. Wie aus den Bildern zu sehen ist, wurden handelsübliche Spulensätze verwendet. Gerade der Selbstbau einwandfreier Bandfilter bereitet oft große Schwierigkeiten. Wer jedoch genügend große Erfahrung im Selbstbau solcher Sätze besitzt, kann selbstverständlich auch selbstangefertigte Einheiten einbauen. Die Verwendung der handelsüblichen Sätze vereinfacht den Bau aber ungemein, außerdem gestaltet sich die Abgleichung sehr einfach.

Die Antenne wird dem Bandfilter über einen Sperrkreis zugeführt. Der Sperrkreis sollte unbedingt eingebaut werden, da wegen der großen Feldstärke des Orts- bzw. Bezirkssenders dieser die benachbarten Sender sonst sehr stark überdeckt. Zwischen Antenne und Spulensatz ist noch ein Kondensator von 1000 pF geschaltet, um Kurzschlüsse bei einer zufälligen Erdung der Antenne zu vermeiden. Diese können dadurch entstehen, daß der eine Pol der Netzleitung mit der Masse des Empfängers verbunden ist. Dieser Umstand ist bei Allstromgeräten überhaupt immer zu beachten. Es empfiehlt sich, das Gerät nachher so einzubauen, daß ein Berühren des Gestells unmöglich wird; ev. ist das ganze Gerät auf Gummifüße zu setzen.

Um die eben erwähnten Kurzschlüsse zu vermeiden, muß natürlich auch die Erde gegen Masse gesichert werden. Aus diesem Grunde liegt zwischen Erdanschluß und Gestell ein Block von 2000 pF. Um Verzerrungen wegen zu hoher Eingangsspannung am Gitter der Hochfrequenzröhre zu vermeiden, wurde zwischen Antenne und Masse ein Dreh-Spannungsteiler gelegt, das es gestattet, jede beliebige Eingangsspannung abzugreifen. Hierdurch hat man es in der Hand, die Empfindlichkeit des Gerätes der jeweiligen Empfangslage anzupassen. Das ist besonders wichtig für Gegenden, die zeitweilig unter starken Störungen zu leiden haben.

Die Hochfrequenzstufe ist normal geschaltet. Zu beachten ist, daß bei den neuen Röhren das Fanggitter und die Außenmetallisierung an besondere Sockelkontakte geführt sind. Das Fanggitter legt man zweckmäßigerweise auf Kathodenpotential, während man die Außenmetallisierung mit dem Metallgestell verbindet. Das Schirmgitter ist über einen Widerstand von 0,05 MΩ mit der Plusleitung verbunden. Bei schwankender Anodenspannung stellt sich stets die richtige Spannung ein. Die Anodenspannung wird durch den Widerstand von 0,02 MΩ etwas erniedrigt. Dieser Widerstand kann jedoch in den meisten Fällen ohne Bedenken weggelassen werden. Sollte sich eine starke Schwingneigung zeigen, so ist der Wert dagegen noch etwas zu vergrößern.

Wichtig ist, daß die Gitter- und Anodenleitungen gut abgeschirmt sind. Für die Abschirmung dieser Leitungen kommt eigentlich nur Sinepertkabel in Frage, da die gewöhnlichen Abschirmleitungen zu große kapazitive Verluste aufweisen. Das Steuergitter der Röhren ist nach oben herausgeführt; deshalb muß man besonders auf eine genügende Abschirmung dieses Kontaktes achten. Die gewöhnlichen Sechspolröhren-Kappen reichen vollkommen aus.

Die Hochfrequenzstufe ist transformatorisch an das Audion angekoppelt. Der geringe Verlust an Verstärkung wird durch die hohe Empfindlichkeit des Gerätes und durch die erzielte größere Selektivität gegenüber anderen Schaltungsmöglichkeiten vollkommen wettgemacht. Im Empfangsgleichrichter wird ebenfalls eine Fünfpol-Schirm-Röhre verwendet; es wird Gittergleichrichtung benutzt. Diese Art der Gleichrichtung ist für das vorliegende Gerät

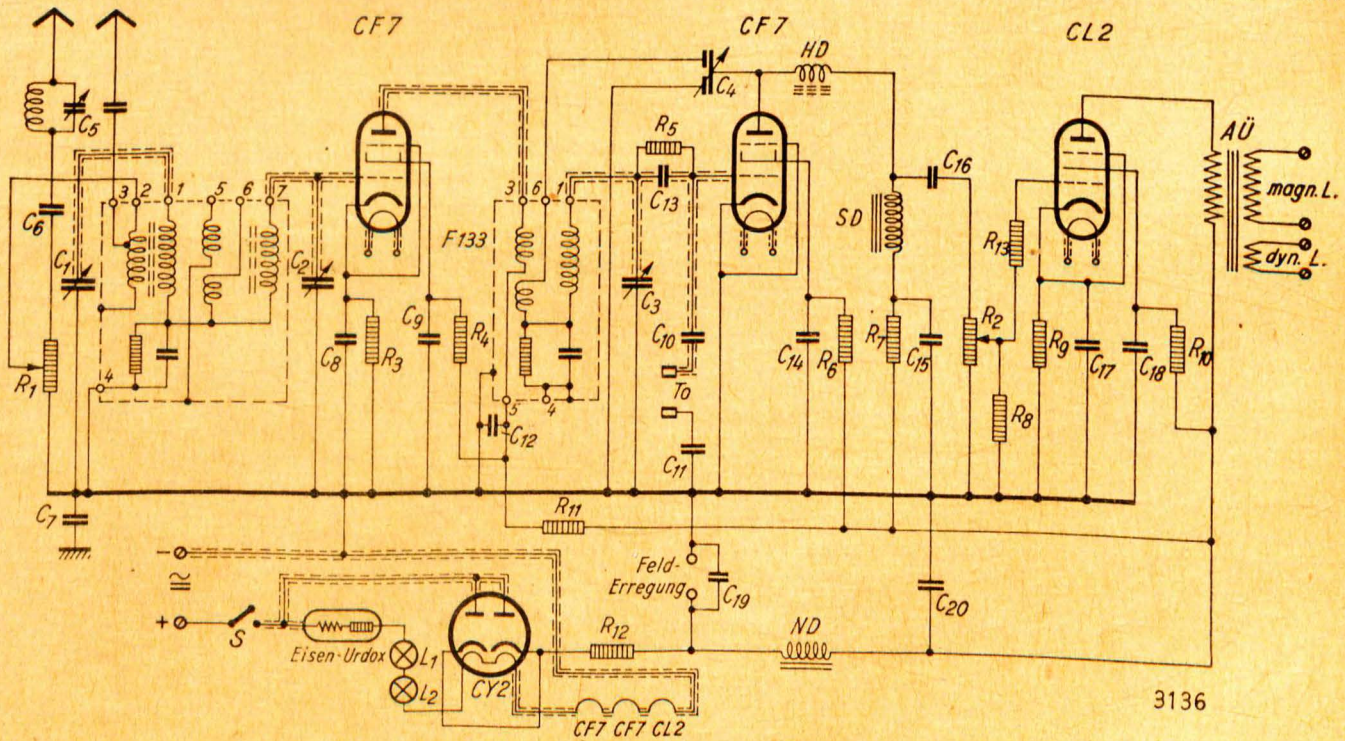


Abb. 4. Gesamtschaltung des Dreikreis-Dreiröhren-Allstromempfängers

die günstigste. Versuche ergaben, daß eine bessere Klangqualität bei Anodengleichrichtung nicht erzielt wurde; dabei war die Verstärkung bedeutend geringer und die Rückkopplung setzte sehr viel härter ein. Die Gitterwiderstand-Block-Kombination muß sehr nahe am Gitteranschluß der Audionröhre angebracht werden, um Beeinflussungen dieser empfindlichen Leitung zu vermeiden. Es ist zu beachten, daß mit Absicht eine Parallelschaltung des Gitterblocks und des Gitterwiderstandes benutzt wird. Legt man nämlich, wie es allgemein üblich, den Gitterwiderstand zwischen Gitter und Kathode, so geht dieser bei Betrachtung des Resonanzwiderstandes des Audionabstimmkreises als Parallelwiderstand ein und wirkt deshalb bedeutend schädlicher, als in der gezeichneten Anordnung.

Sehr umstritten ist bei Allstromgeräten der Schallplattenanschluß. Das Problem läßt sich allerdings sehr leicht lösen, indem man den Schallplattenanschluß gegen das Metallgestell durch zwei Kondensatoren von 0,1 µF sichert. Von der Verwendung eines besonderen Schalters für den Schallplattenanschluß wurde abgesehen, da dieser nur unnötig lange unerwünschte Gitterleitungen verursacht. Die Schirmgitterspannung der Audionröhre wird in derselben Weise erzeugt, wie die der Hochfrequenzröhre. Versuche ergaben, daß bei Widerstandswerten zwischen 0,2 bis 0,6 MΩ keine wesentliche Veränderung der Leistung des Gerätes eintrat.

Von großem Einfluß auf das Arbeiten des Gerätes ist ein einwandfreier Rückkopplungseinsatz. Zunächst einmal wird aus diesem Grunde ein Dreiplatten-Drehkondensator benutzt. Auch eine gute Hochfrequenzdrossel ist wesentlich. Ferner hängt der Rückkopplungseinsatz noch in hohem Maße von der Anodenspannung ab; diese wird über einen Widerstand von 0,02 MΩ und eine Niederfrequenzdrossel zugeführt. Der Widerstand wird durch einen Blockkondensator von 1 µF abgeblockt, was eine willkommene zusätzliche Siebung bedeutet. Im Interesse einer großen niederfrequenten Verstärkung ist es unbedingt notwendig, eine gute Drossel zu verwenden. Die benutzte Spezialdrossel erwies sich allen möglichen Widerstandswerten überlegen.

Wegen des Schallplattenanschlusses ist eine niederfrequente Lautstärkeregelung vorteilhaft; hierzu dient der Dreh-Spannungsteiler von 0,8 MΩ mit logarithmischer Kennlinie. Um zu vermeiden, daß bei einem Kontaktfehler dieses Spannungsteilers die Endröhre ohne Gittervorspannung ist, liegt zwischen Gitter der Endröhre und dem Metallgestell ein Schutzwiderstand von 1 MΩ. Vor dem Gitter der CL 2 ist noch ein Widerstand von 0,1 MΩ vorgesehen, der dazu dient, Reste von Hochfrequenz von der Niederfrequenzstufe fernzuhalten.

Für die Wahl der 9-Watt-Endröhre waren die einleitend besprochenen Gesichtspunkte maßgebend. Es ist so möglich, auch bei einem 110-Volt-Netz noch ohne Spannungsverdopplung eine genügend große Endleistung zu erzielen. Andererseits hat man bei normalen Spannungsverhältnissen eine erhebliche Lautstärkereserve, was für manche Zwecke sehr vorteilhaft ist.

Ein Ausgangstransformator mit dynamischem und magnetischem Ausgang wurde eingebaut, um von dem jeweils verwendeten Lautsprecher unabhängig zu sein. Natürlich ist auf eine gute Qualität dieses Ausgangsübertragers zu achten. Das Schirmgitter der CL 2 erhält nicht die volle Anodenspannung, was zwar zulässig, aber nicht vorteilhaft ist. Durch die angebrachte Block-Widerstand-Kombination erreicht man eine Verbesserung der Lautstärke wie auch eine größere Netztonfreiheit. Die Gittervorspannung der Endröhre wird durch einen Widerstand in der Kathodenleitung erzeugt. Dieser Widerstand muß durch einen Block von mindestens 8 µF überbrückt werden, da bei der verhältnismäßig hohen Niederfrequenzleistung die tiefen Frequenzen sonst merklich geschwächt werden.

Von großer Bedeutung ist der Netzteil. Er besteht aus der Gleichrichterröhre, einem Eisen-Urdox-Widerstand und der Siebkette. Die Schaltung der Gleichrichterröhre bei Spannungsverdopplung ist schon in Abb. 3 angegeben worden. Um die Möglichkeit der Spannungsverdopplung offen zu lassen, wurde als Gleichrichterröhre die CY 2 gewählt; es kann jedoch ohne weiteres die CY 1 eingesetzt werden. Bekanntlich werden die Heizfäden der Röhren alle in Serie geschaltet. Schaltet man das Gerät nun ein, so wird ein hoher Einschaltstrom entstehen, da die Fäden in kaltem Zustand einen bedeutend geringeren Widerstand besitzen, als in warmem. In Anbetracht einer langen Lebensdauer der Röhren und vor allem der Skalen-Glühlampen ist es aber ratsam, diese hohen Einschaltströme zu vermeiden. Das ist nun in sehr einfacher Weise möglich durch Anbringen eines Eisen-Urdox-Widerstandes; dieser erniedrigt außerdem noch die Spannung auf den benötigten Betrag. Beim Übergang auf eine andere Netzspannung ist es daher lediglich nötig, diesen Widerstand auszuwechseln, und das Gerät ist für die neue Spannung betriebsbereit. Selbstverständlich kann man die verschiedenen Netzspannungen auch an einem gewöhnlichen Widerstand, der an Stelle des Eisen-Urdox-Widerstandes eingeschaltet ist, abgreifen; immerhin ist aber der Eisen-Urdox-Widerstand sehr zu empfehlen. Für die Netzspannung von 220 Volt kommt ein solcher mit einem Regelbereich von 110 bis 220 Volt in Frage.

Die Siebkette muß besonders reichlich bemessen sein. Sie besteht aus einer guten Drossel und zwei Kondensatoren zu je 8 µF. An dieser Stelle verwendet man zweckmäßig Elektrolyt-Kondensatoren (unpolarisiert!). Bei ruhigen Gleichstromnetzen oder geringeren Ansprüchen an die Brummfreiheit kann man auch mit kleineren auskommen, etwa solchen von 4 bis 6 µF. Der Widerstand von 75 Ohm in der Plus-Leitung ist nur notwendig, wenn der erste Block der Siebkette 8 µF oder mehr besitzt. Zu beachten ist noch, daß man den Erregerstrom für einen dynamischen Lautsprecher an der bezeichneten Stelle vor der Drossel abnehmen soll, um mit diesem Strom nicht auch noch die Drossel zu belasten. Bekanntlich sinkt die Induktivität der Drossel mit steigender Belastung, was zur Folge hat, daß auch die Sperrwirkung mit steigender Belastung abnimmt.

Die praktische Ausführung des Gerätes

Im folgenden sollen noch einige praktische Hinweise für den Bau des Gerätes gegeben werden. Das Wesentliche geht ja schon aus den Abb. 5 und 6 hervor. Die Einzelteile sind auf ein Aluminiumgestell von 320×220×60 mm, aus 1,5 mm starkem Aluminiumblech gebogen, montiert. Die Ausmaße sind an und für sich nicht besonders groß zu nennen; es läßt sich jedoch bei etwas gedrängterem Zusammenbau noch eine bedeutende Ersparnis an Aluminium erreichen. — Von vorn gesehen, sind links die Spulensätze

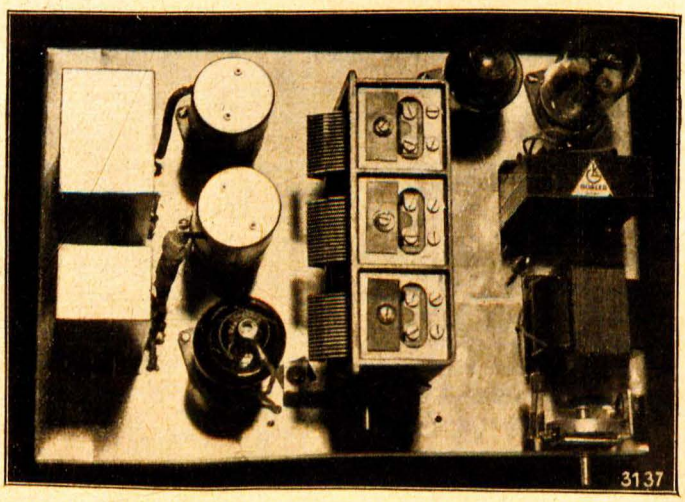


Abb. 5. Ansicht des Empfängers von oben

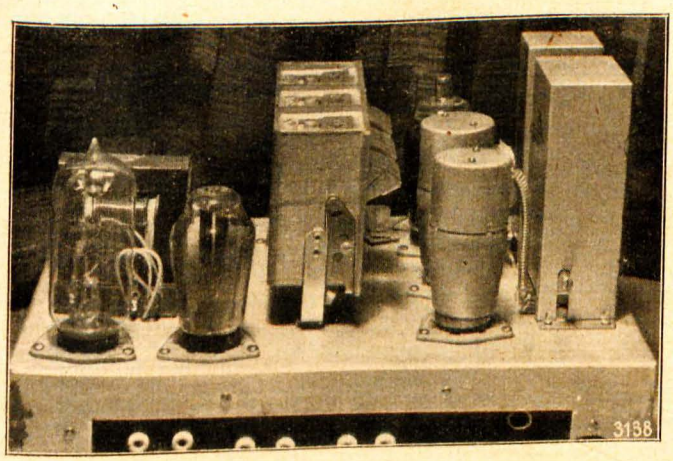


Abb. 6. Rückansicht des Gerätes

montiert, deren Umschalterstange nach vorn herausgeführt wird. In der Mitte ist der Dreifach-Drehkondensator angebracht. Zwischen Kondensator und Spulensätzen liegen noch die Hochfrequenz-, die Audion- und die Endröhre. Diese Anordnung ist vorteilhaft, um möglichst kurze Gitterleitungen zu erhalten. Senkrecht unter dem Drehkondensator — und zwar unter dem Gestell — ist der Rückkopplungskondensator angeordnet. — Die rechte Seite des Gerätes wird von der Gleichrichterröhre, dem Eisen-Urdox-Widerstand, dem Ausgangstransformator, der Netzdrossel und dem Lautstärkeregler ausgefüllt. Der Dreh-Spannungsteiler zur Lautstärkeregelung besitzt einen auf gleicher Achse angebrachten Schalter, der als Netzschalter benutzt wird. Der Spannungsteiler ist etwas erhöht angebracht, um die Symmetrie zu dem Umschalter des Spulensatzes zu wahren.

Alle Anschlüsse sind nach hinten mit einer Hartpapierleiste herausgeführt. Das in der Abbildung noch freie Loch in der Leiste ist zur Aufnahme des Empfindlichkeitsreglers bestimmt. Der Sperrkreis wird unterhalb des Zwischenbodens angebracht; er wird einmal eingestellt und braucht dann nicht mehr verändert zu werden.

In der Heizleitung liegen noch zwei Skalenlämpchen; diese sollen nach Möglichkeit für einen Strom von 0,21 bis 0,22 A bemessen sein. Im Mustergerät wurden diese Lämpchen zunächst unterhalb des Gestells angebracht, da noch keine bestimmte Skala gewählt war. Die Lämpchen lassen sich sehr gut zur zweifarbigen Beleuchtung einer Skala verwenden. Die Ausgestaltung des Kastens und der Skala richtet sich nach dem persönlichen Geschmack des einzelnen. Es soll an dieser Stelle nochmals erwähnt werden, daß das Metallgestell unbedingt gegen jede Berührung gesichert sein muß.

Nachdem alle Leitungen nachgeprüft wurden, kann das Gerät in Betrieb genommen werden. In den meisten Fällen wird es auf Anhieb arbeiten; nur die Abgleichung wird noch zu erfolgen haben. Da die Spulensätze und Drehkondensatoren jedoch bereits fertig abgeglichen geliefert werden, muß nur die richtige Anfangskapazität der einzelnen Kreise mit Hilfe der auf den einzelnen Kondensatoren angebrachten Trimmer eingestellt werden. Hierbei geht man so vor, daß man einen nicht zu stark einfallenden Sender in der Mitte des Mittelwellenbereiches durch Verdrehen der Trimmer auf größte Lautstärke bringt. Es kann nun sein, daß an den Enden des Wellenbereiches die Abgleichung nicht mehr ganz stimmt; dann muß man durch vorsichtiges Verstellen der geschlitzten Rotorplatten die richtige Einstellung herbeiführen. Auf keinen Fall darf man an den fertig abgeglichenen Spulensätzen etwas verändern.

Die Leistung des Empfängers ist für ein Dreiröhrengerät außerordentlich groß. Es konnten z. B. mit kleiner Zimmerantenne an einem Abend einwandfrei 50 Sender gezählt werden. Vor allem ist der Empfang verhältnismäßig störungsfrei. Durch geschickte Bedienung des Empfindlichkeitsreglers läßt sich gerade in diesem Punkte viel erreichen. Die Trennschärfe ist bestimmt so gut wie die eines normalen Dreiröhren-Superhets. Volle Ausnützung aller Möglichkeiten bietet die Rückkopplung, mit der man die Selektivität nicht unwesentlich steigern kann. Die Wiedergabe ist außerordentlich gut und übertraf sogar alle Erwartungen. Nachträglich durchgeführte Messungen ergaben eine für ein normales Rundfunkgerät sehr gute Frequenzkurve.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 4	Größe
1	1	Dreifach-Drehkondensator	C_1, C_2, C_3	3×500 cm
2	1	Differential-Rückkopplungskondensator	C_4	2×250 cm
3	2	Blockkondensatoren	C_5, C_6	1000 pF
4	1	desgl.	C_7	2000 pF
5	5	desgl.	$C_8, C_9, C_{10}, C_{11}, C_{12}$	0,1 µF
6	1	desgl.	C_{13}	250 pF
7	3	desgl.	C_{14}, C_{15}, C_{18}	1 µF
8	3	Elektrolytkondensator (C_{17} = 20V)	C_{17}, C_{19}, C_{20}	8 µF
9	1	Blockkondensator	C_{16}	20000 pF
10	1	Dreh-Spannungsteiler, induktionsfrei	R_1	0,02 MΩ
11	1	desgl. mit logarithm. Kennlinie und Schalter	R_2, S	0,8 MΩ
12	1	Hochohmwiderstand 1 Watt	R_3	1000 Ω
13	1	desgl.	R_4	0,05 MΩ
14	2	desgl.	R_5, R_8	1 MΩ
15	1	desgl.	R_6	0,4 MΩ
16	2	desgl.	R_7, R_{11}	0,02 MΩ
17	1	desgl. 2 Watt	R_9	500 Ω
18	1	desgl. 1 Watt	R_{10}	0,03 MΩ
19	1	desgl.	R_{12}	75 Ω
19a	1	desgl.	R_{13}	0,1 MΩ
20	1	Hochfrequenz-Bandfilter-Spulensatz	*F 132*	
21	1	Audion-Spulensatz	*F 133*	
22	1	Ausgangsübertrager für dyn. u. magn. Lautspr.	*AÜ*	
23	1	Netzdrossel	*ND*	
24	1	Spezial-Anodendrossel f. Schirmgitterröhren	*SD*	
25	1	Ferrocart-Hochfrequenzdrossel	*HD*	
26	2	Skalenlampen	L_1, L_2	12 V, 0,21 A
27	1	Aluminiumgestell 320 × 220 × 60 mm, 1,5 mm stark		
28	2	abgeschirmte Röhrenkappen (Hexodenkappen)		
29	5	Röhrenfassungen		
30	—	Sinepert-Kabel für Abschirmleitungen		
31	—	gewöhnlichen Abschirmschlauch f. Heizleitungen		
32	—	Schaltdraht, Isolierteile, Schrauben, Buchsen, Knöpfe, Skala usw.		
		Röhren:		
33	2	Röhren für Hochfrequenz- und Audionstufe CF 7 oder TCF 7		
34	1	Endröhre CL 2 oder TCL 2		
35	1	Gleichrichterröhre CY 2 oder TCY 2		
36	1	Eisen-Urdox-Widerstand, für 220 Volt EU VI mit Regelbereich 110 ÷ 220 Volt, für 110 Volt entsprechend		

Die Rundfunkvorbereitungen für die Olympia-Übertragungen

Der deutsche Rundfunk hat im August dieses Jahres die größte technische und organisatorische Aufgabe zu bewältigen, die ihm je gestellt wurde: er muß den deutschen Reichssendern und den maßgebenden ausländischen Sendern die Möglichkeit geben, lückenlose Übertragungen von den Olympischen Sommerspielen in Berlin durchzuführen. Zu dem umfangreichen olympischen Programm, das in seiner Gesamtheit durch den Deutschlandsender und in Auswahl durch sämtliche übrigen Reichssender verbreitet wird, außerdem durch die deutschen Kurzwellensender, kommen die zahlreichen für das Ausland bestimmten Sendungen, die teils als Exklusivsendungen für bestimmte Länder, zum großen Teil aber im Rahmen des internationalen Programmaustausches verbreitet werden. Hierfür stehen neben den zahlreichen Kabelleitungen, die als Leitwege zu den europäischen Rundfunksendern benutzt werden, vier Kurzwellensender zur Verfügung. Die übrigen Kurzwellensender verbreiten die Olympia-Programme des deutschen Rundfunks. Im Funkhaus selbst sind bedeutende Vorbereitungen für das umfangreiche Olympia-Programm getroffen worden; so wurde eine Notbaracke errichtet, die eine Reihe zusätzlicher Verstärker beherbergt.

Die technische Zentrale für die Olympia-Sendungen wurde aber auf dem Reichssportfeld in Berlin untergebracht. Hier befindet sich die Vermittlungszentrale für alle Olympia-Sendungen, von welcher Stelle Berlins oder Deutschlands (z. B. Kieler Förde) sie auch ausgehen, und nach welchen Sendern Deutschlands oder der Welt sie auch gerichtet sind. Man rechnet in der Zeit vom 1. bis 16. August mit 2500 bis 3000 Sendungen allein für den internationalen Programmaustausch. Das deutsche Programm wird etwa 380 Sendungen umfassen; umgerechnet entspricht das einem täglichen Olympia-Programm von 11 Stunden. Der Deutschlandsender gilt hierfür als Urheber, d. h. er wird den Gesamtablauf der Olympischen Sommerspiele bieten; die übrigen Sender stehen in einem Parallelbetrieb, der ein gemischtes Programm umfaßt, in dem sich aktuelle Nachrichten und hörspiel- sowie echoartige Zusammenfassungen besonders auszeichnen. Allein Echosendungen, die sich bei solchen sportlichen Großereignissen stets besonderer Beliebtheit erfreuen, werden einen Gesamtumfang von 35 Stunden haben. Besonderen Wert wird man ferner auf eine hörspielartige Durchdringung der wichtigen Olympia-Ereignisse legen; unmittelbare Übertragungen wechseln hier mit hörspielartigen Szenen und musikalischen Darbietungen ab, um ein lebendiges, eindrucksvolles Bild zu bieten. Ein ungeheurer technischer Aufwand ist notwendig, um die großen Anforderungen des deutschen und des ausländischen Rundfunks erfüllen zu können.

Die technischen Einrichtungen für die Übertragungen von den Olympischen Sommerspielen sind, wie Dr. Rieche kürzlich vor der Presse ausführte, wesentlich ausgedehnter, als bei den Olympischen Winterspielen in Garmisch-Partenkirchen, da nicht nur einige Sportplätze für die Übertragungen herzurichten sind, sondern eine große Zahl verschiedenartigster Stätten. Allein die Kampfbahn auf dem Reichssportfeld erhält neun Mikrophonstellen, die mit je 9 bis 20 Mikrophonen — insgesamt mit etwa 70 — ausgestattet werden. An acht weiteren Stellen des Reichssportfeldes werden noch einmal 70 Mikrophone verteilt. Ferner sind 19 Übertragungsstellen in Berlin anzuschließen. Festlichkeiten, Empfänge, die Strecke des Fackelläufers, der Lustgarten, das 50-km-Gehen, das 100-km-Radfahren, der Marathonlauf und viele andere Ereignisse sind zu übertragen. Am 8. August erreicht die Arbeit des Rundfunks ihre Spitze: von 17 verschiedenen Plätzen sind Übertragungen fast gleichzeitig durchzuführen.

Zu den Olympischen Spielen in Deutschland haben mehr als 50 Nationen ihre Teilnahme angemeldet, und fast alle wollen Übertragungen von den Kämpfen durchführen; dabei wollen mehrere Nationen nicht nur ein Programm, sondern zwei oder noch mehr senden. Die Schweiz z. B. will gleichzeitig drei Programme in ihren Landessprachen verbreiten, und auch Frankreich und die Vereinigten Staaten, in denen der Rundfunk in den Händen mehrerer privater Sendegesellschaften liegt, wünschen mehrere Programme. So müssen die technischen Anlagen hergerichtet werden, um gleichzeitig 30 Sendungen durchführen zu können. 18 europäischen Ländern können Sendungen gleichzeitig über Kabel zugeleitet werden, und 11 überseeische Länder können sie gleichzeitig über Kurzwellen erhalten. Daneben besteht eine praktisch unbegrenzte Zahl von Schallaufnahme-Einrichtungen, damit andere Veranstaltungen zunächst auf Platten genommen und dann zu anderer Zeit gesandt werden können, wenn Kabel- oder Funkwege ins Ausland freigeworden sind. Die Schallaufnahme-Einrichtungen treten auch dann in Tätigkeit, wenn Veranstaltungen für die empfangenden Sender zeitlich ungünstig liegen oder wenn mehrere wichtige Kämpfe gleichzeitig abrollen.

Im Olympia-Stadion am Reichssportfeld wurden 20 Sprecherkabinen eingerichtet, von denen man freien Ausblick auf die Kampfbahn hat. Jede Sprecherkabine steht mit einem Verstärker und einer Schallaufnahmeeinrichtung in Verbindung; man kann sie auf diese oder auch auf eine Leitung schalten. Sie können ferner mit den zahlreichen Mikrophonen an anderen Stellen der Kampfbahn zusammengeschaltet werden, um eine Sendung aus der Berichterstattung über mehrere Mikrophone in verschiedener Lage zu gestalten. Die Sendungen laufen sämtlich über die Verstärkerzentrale, die am Olympia-Stadion in der Nähe der Führerkanzel, für das Publikum unsichtbar, untergebracht ist. Hier befinden sich noch einmal 30 Verstärkerstellen sowie Abhörzellen, Einrichtungen für die Schallaufnahme, schließlich die große Hauptschaltstelle, durch die die Vielzahl von Berichten auf die verschiedenen Leitwege verteilt wird. Der große Hauptverteiler ist nach dem Kreuzschienensystem gebaut; er ist 21 m lang und weist 10 000 Schaltbuchsen auf. 4000 Signallämpchen künden, ob die Schaltungen einwandfrei ausgeführt sind. Imponierend sind auch die Leitungslängen, die für die Olympia-Übertragungen verlegt wurden: auf dem Reichssportfeld allein liegen rund 300 km Doppelleitung; zählt man aber die in Berlin verlegten Leitungen zusammen, so kommen 7500 km heraus. Durch diese Leitungen werden u. a. rund 280 Mikrophone mit der Olympia-Zentrale verbunden; von ihnen sind 75 geräuschunempfindliche Kristallmikrophone. 1000 Kopfhörer werden für die Übertragungen gebraucht, 140 Schallaufnahmekoffer können eingesetzt werden und 40 000 Schallplatten werden während der Olympischen Sommerspiele geschnitten. Wollte man diese Schallplatten hintereinander abspielen und dabei täglich 10 Stunden Schallplatten hören, so würde man ¾ Jahre hierfür gebrauchen.

Wir kennen nun ungefähr den Umfang der technischen Einrichtungen, und wir können so begreifen, daß es möglich ist, bis zu 100 Berichte gleichzeitig zu verarbeiten. Sie teilen sich folgendermaßen auf: 18 Berichte lassen sich über Kabelleitungen nach europäischen Sendern absetzen, 10 über Kurzwellenverbindungen nach Übersee und 1 Bericht ist für den deutschen Rundfunk bestimmt. 38 Schallaufnahmen können gleichzeitig hergestellt werden, für 4 weitere Schallaufnahmen befinden sich Einrichtungen an der Ruderkampfstrecke in Berlin-Grünau. Außerdem sind 20 Aufnahmewagen mit je einer Plattenschneidvorrichtung verfügbar; hierzu kommt ein Groß-Übertragungswagen, der allein 8 Schallaufnahmen ermöglicht. Dieser Groß-Übertragungswagen besteht eigentlich aus zwei omnibusähnlichen Wagen, von denen der eine 10 Verstärker, der andere 8 Schallaufnahme-Einrichtungen aufweist.

Die große Rundfunkzentrale im Olympiastadion ist während der Olympischen Sommerspiele gewissermaßen das Herz der Welt. Neben dem großen Verteiler, den Abhör- und Sprechzellen, den Verstärkergestellen und dem riesigen Verteiler enthält sie u. a. eine vollständige Fernsprechzentrale, durch die Verbindungen mit den Funkhäusern im Reich und im Ausland hergestellt werden und der gesamte anfallende Fernsprechverkehr abgewickelt wird. Man muß bedenken, daß neben den eigentlichen Übertragungsleitungen sogen. Meldeleitungen erforderlich sind, über die die Rundfunkberichterstatter mit der Zentrale im Olympiastadion und diese wieder mit den auswärtigen und ausländischen Sendern in Verbindung stehen. Jeder Berichterstatter hat die Möglichkeit, vom Standort seines Mikrophons aus mit seinen Dienststellen zu sprechen, gleichgültig, in welchem Lande sich diese befinden.

So sind Einrichtungen im Entstehen, die die Olympischen Kämpfe in Berlin auch rundfunkmäßig nicht nur zum Mittelpunkt Deutschlands, sondern zum Mittelpunkt der Welt machen. Die Rundfunkberichterstatter aus der ganzen Welt werden in Deutschland Arbeitsmöglichkeiten antreffen, die ohne jedes Beispiel sind und die noch weit über die hinausgehen, die man in Garmisch-Partenkirchen antraf und die damals schon Bewunderung und Beifall aller Fachleute fanden. Diese Einrichtungen waren nur aus dem festen Willen heraus zu gestalten, sich rückhaltlos für das gesteckte Ziel einzusetzen und unbedingte Höchstleistung sicherzustellen. Auch in den funktechnischen Einrichtungen zu den Olympischen Sommerspielen wird der Welt ein Beispiel gegeben, was die Technik unter zielbewußter Führung im Dienst für Volk und Nation zu leisten vermag.

Tragbare Lautsprecheranlagen großer Einsatzbereitschaft

Oft erweist es sich als notwendig, große Menschenmassen durch Lautsprecher zu leiten, ohne daß die Zeit vorhanden wäre, eine geeignete Anlage aufzubauen. Bisher hat man in solchen Fällen Lautsprecherwagen eingesetzt; sie haben den Nachteil, daß in ihnen ein sehr hohes Kapital festgelegt ist, das ganz ungenügend ausgenutzt wird. Für die Zwecke der Polizei, der Verkehrsunternehmen, der Feuerwehr usw. wurde deshalb eine tragbare Verstärker- und Lautsprechereinrichtung geschaffen, die so durchgebildet ist, daß sie plötzlich, in wenigen Minuten, eingesetzt werden kann und keinerlei fremde Stromquellen benötigt; sie entnimmt den gesamten Betriebsstrom einer eigenen Batterie. Die Anlage ist mit ihren Bestandteilen in drei massiven Koffern untergebracht, die zwar nicht leicht sein können, die aber doch einen bequemen Transport der Lautsprecheranlage ermöglichen.

Die tragbare Lautsprecheranlage macht von einem neuartigen Lautsprecher Gebrauch, der aus vier breitstrahlenden Trichterlautsprechern dynamischen Prinzips besteht; nur durch diesen Zusammenbau, der aus Abb. 1 und 2 hervorgeht, war es möglich, in einer Einheit eine so starke Schallquelle unterzubringen. Der Lautsprecher wird aus einem 20-Watt-Verstärker in B-Schaltung gespeist, er muß also eine Sprechleistung von 20 Watt anstandslos verarbeiten können. Die gewählten Schallführungen ermöglichen es, mit diesem einen Lautsprecher eine dicht mit Menschen besetzte Fläche von etwa 250 × 250 m Größe zu besprechen. Der Lautsprecher wird auf einem Stativ aufgestellt; an ihm kann gleichzeitig ein Bändchen-Mikrophon angebracht werden, das mit dem Eingang des Mikrophon-Vorverstärkers verbunden ist, der zusammen mit dem B-Verstärker und einem Umformer in einen gemeinsamen Koffer eingebaut ist. Spricht man in das Mikrophon, so steht das Publikum unter dem Eindruck, als würde man ein großes Sprachrohr benützen, und es ist vielleicht nur verwundert, auf welche Weise die Stimme eine so ungeheure Stärke bekommt. Der Schall kommt gewissermaßen aus dem Munde des Sprechers; so ist die Schallrichtung, die bei manchen Übertragungen so viel Kopfzerbrechen macht, eindeutig gewahrt.

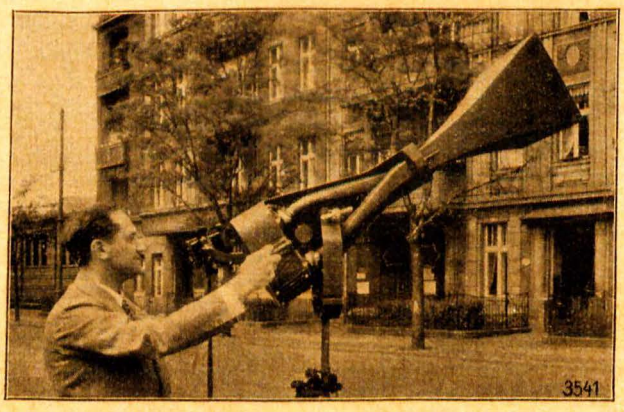


Abb. 1. Neuer Vierfach-Trichterlautsprecher für eine tragbare Lautsprecheranlage

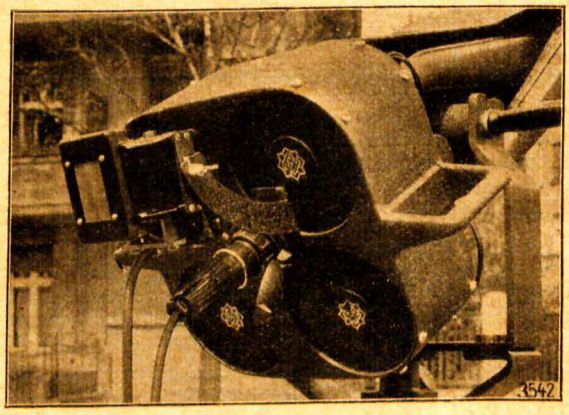


Abb. 2. Die Anbringung des Bändchen-Mikrophons an dem Lautsprecher

Die Teile der Lautsprecheranlage sind in drei großen Koffern untergebracht, die mit Inhalt zusammen rund 335 kg wiegen. Der eine Koffer enthält den Lautsprecher (Abb. 3), der zweite einen Bleisammler von 12 Volt und 150 Ampere-

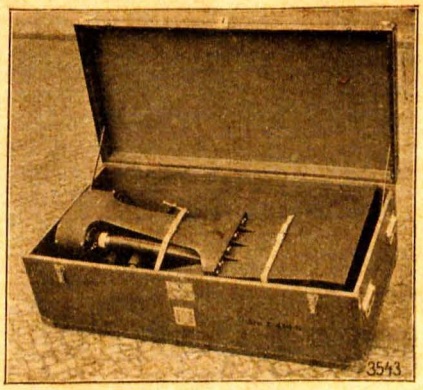


Abb. 3. Der Vierfach-Lautsprecher im Tragkoffer

stunden (in Abb. 4 im Vordergrund sichtbar), der dritte schließlich die Verstärker sowie einen Umformer, der die Gleichspannung von 12 Volt in eine Wechselspannung von

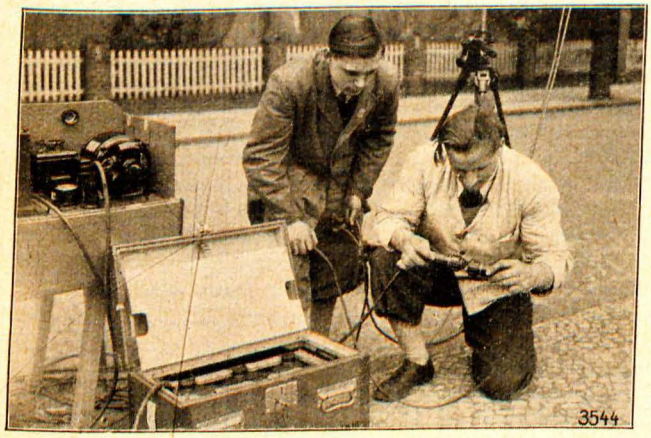


Abb. 4. Die Anlage beim Zusammenschalten. Im Vordergrund der Batteriekoffer; links, höher aufgestellt, der Verstärkerkoffer

220 Volt umwandelt, mit der beide Verstärker betrieben werden können. Zu dem Umformer gehören ein Regelanlasser und ein Spannungsmesser, die ebenfalls beide in den Koffer eingebaut sind. Als Verstärker dient ein normaler 20-Watt-Kraftverstärker mit B-Endstufe; davor ist ein Mikrophonverstärker geschaltet, der die vom Bändchenmikrophon abgegebenen Spannungen auf den für den Kraftverstärker erforderlichen Pegel hebt. In dem Verstärkerkoffer ist ferner ein Entzerrer untergebracht, mit dessen Hilfe man die Wiedergabe den gerade vorhandenen akustischen Verhältnissen anpassen kann.

Die einzelnen Bestandteile der Anlage sind mit Kabeln ausgerüstet bzw. in sie sind Steckdosen eingebaut, die durch Stecker und Kupplungen in Sonderbauart verbunden werden, so daß die Zusammenschaltung ohne Mühe in wenigen Minuten erfolgen kann. Der Akkumulator ist ausreichend groß, um die Anlage zehn Stunden lang ununterbrochen in Betrieb zu halten; nach zehn Betriebsstunden ist eine Aufladung der Batterie erforderlich.

Durch die neue tragbare Lautsprecheranlage haben die der täglichen Praxis zur Verfügung stehenden elektroakustischen Hilfsmittel erneut eine Bereicherung erfahren. Die großstädtische Polizei und die in Frage kommenden Behörden verfügen in ihr über eine Einrichtung, die ohne jede zeitliche Verzögerung und unabhängig von jedem Starkstromanschluß eingesetzt werden kann, um großen Menschenansammlungen Mitteilungen zu machen, um Menschenmassen im Fall von Katastrophen oder Veranstaltungen zu leiten und sie unter ständigem Einfluß der Führung zu halten. *Schw.*

Werkbilder (Telefunken)

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Selbsttätige Frequenzkontrolle im Empfänger

Bei der hohen Trennschärfe, die heute von Empfängern zu fordern ist, bedingt bereits eine geringe Änderung der Abstimmung bzw. eine geringe Schwankung der Senderfrequenz verhältnismäßig große Änderungen der Lautstärke und der Klangfarbe. Eine Vorrichtung, die den Empfänger stets automatisch wieder auf die mittlere Trägerwelle abstimmt, ist deshalb von großem Vorteil. Eine solche Anordnung gleicht überdies, wenn sie im Zwischenfrequenzkreis eines Überlagerungsempfängers angeordnet wird, auch Schwankungen der Überlagerungsfrequenz aus. Die in der

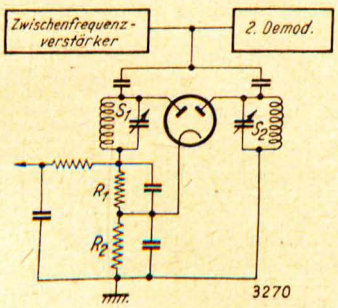


Abbildung dargestellte, von S. Y. White vorgeschlagene Anordnung arbeitet wie folgt: Die zwischenfrequenten Schwingungen werden zwei Kreisen zugeführt, von denen S_1 auf eine Frequenz abgestimmt ist, die etwas unterhalb der Trägerfrequenz liegt, während die Eigenfrequenz von S_2 etwas oberhalb der Trägerfrequenz liegt. Die beiden Kreise steuern zwei Zweipolröhren. Entspricht die erzeugte Zwischenfrequenz der gewünschten, so werden beide Zweipolröhren den gleichen Anodenstrom führen und die an R_1 und R_2 erzeugten Spannungen heben sich gegenseitig auf. Im anderen Falle werden je nach Abweichung der erzeugten Zwischenfrequenz von der gewünschten verschieden große und verschieden polarisierte Spannungen über den Widerstand R_1, R_2 entstehen. Diese Spannung kann nun zur Steuerung der Generatorabstimmung benutzt werden, indem sie z. B. einen kleinen Motor antreibt, der den Abstimmkondensator verstellt, oder indem sie einen Strom erzeugt, der die Magnetisierung des Eisenkernes der Schwingkreisselbstinduktion ändert, bis die erhaltene Zwischenfrequenz mit der gewünschten übereinstimmt. *Schr.*

Electronics, New York, Band 8, Heft 1, Seite 18

Dämpfungsmessungen an technischen Isolierstoffen bei kurzen Wellen

An einer großen Anzahl von technischen Isolierstoffen wurden von H. Keßler Messungen der Dielektrizitätskonstanten und Dämpfungsmessungen im Kurzwellenbereich ausgeführt. Bei den Dämpfungsmessungen zeigte sich, daß die Dämpfung bei festen Isolierstoffen nach kürzeren Wellen hin ansteigt, und zwar bei keramischen Substanzen monoton, während bei organischen Substanzen bei 10 m Wellenlänge ein Dämpfungsmaximum auftritt. Eine Erklärung für diese Erscheinung wird nicht gegeben. *Schr.*

Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Leipzig, Band 45, Heft 3, Seite 91

Bandpaß-Filter

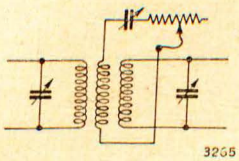
Die prinzipielle Wirkungsweise von aus Quer- und Längswiderständen bestehenden Bandpaß-Filtern legt R. L. Brown dar. Besprochen werden sowohl solche Filter, bei denen die Widerstände aus einfachen Kapazitäten und Selbstinduktionen, als auch solche, bei denen sie aus Serien- oder Parallelresonanzkreisen bestehen. *Schr.*

Radio World, London, Band 26, Heft 13, Seite 10

Bandfilter veränderlicher Bandbreite

Außer einer Anordnung, bei der die Bandbreite eines Bandfilters durch Änderung der Kopplung der Spulen durch Verdrehung der Spulen gegeneinander variiert wird, wird von J. Kelter eine Bandfilteranordnung veränderlicher Bandbreite beschrieben, bei der die gegenseitige Lage der Spulen ungeändert bleibt. Wie die Abbildung zeigt, ist zwischen den beiden Spulen der Abstimmkreise eine dritte Spule angeordnet, die auf die gleiche Frequenz ab-

gestimmt ist, wie jeder Kreis für sich genommen. Dieser zusätzliche Kreis wirkt energieentziehend auf die Bandfilterkreise und beeinflußt somit die Bandbreite. Der



Energieentzug wird geregelt mittels eines in dem zusätzlichen Kreis vorgesehenen veränderlichen Widerstandes.

Schr.

Radio World, New York, Band 27, Nr. 1, Seite 4

Selektivitäts- und Regelkurven

Zur Messung von Selektivitätskurven (Frequenzabhängigkeit der Verstärkung bei fest eingestellten Abstimmorganen) und der Regelkurve (niederfrequente Ausgangswechselspannung in Abhängigkeit von der hochfrequenten Eingangsspannung) in Empfängern mit automatischer Lautstärkeregelung kann nach H. Baumgartner eine Anordnung benutzt werden, in der der zu prüfende Empfänger über eine künstliche Antenne von einem Signalgenerator (Meßsender) gespeist wird und im Ausgangskreis auf einen Wechselstrommesser arbeitet. Im Verlauf des die Aufnahme der Regelkurven behandelnden Teiles gelangt der Verfasser zu dem Ergebnis, daß in Empfängern, in denen nur Stufen geregelt werden, die vor der regelnden Stufe liegen, ein vollständiger Lautstärkeausgleich nicht stattfinden kann, daß zur Erreichung dieses Zieles vielmehr auch die Regelung einer hinter der regelnden Stufe liegenden Verstärkerstufe erforderlich ist. *Schr.*

Radio-Amateur, Wien, 12. Jahrgang, Heft 4, Seite 181

Selbsttätiges Batterieladegerät

Mit Hilfe der Trockenplattengleichrichter ist die Konstruktion sehr einfacher Kleinladegeräte möglich geworden. Bei diesen wird die Gleichrichterwechselspannung vielfach nur so hoch gewählt, daß etwa zwischen 2,6 und 2,8 Volt Zellenspannung Gleichgewicht zwischen Ladespannung und Batteriegegenspannung herrscht. Dadurch wird es möglich, das Gerät dauernd am Netz zu lassen; jedoch liegt die Höchstspannung pro Zelle im Ladezustand zu hoch. Für ständig angeschlossene Pufferbatterien ist daher ein Schaltorgan erwünscht, das die Nachladung möglichst selbsttätig auf engere Spannungsgrenzen beschränkt. Als solches wäre neben geeigneten Relais auch eine sogenannte Phasenkippdrossel zu verwenden. Diese hat den Vorteil, daß alle beweglichen, sich abnutzenden Teile in Fortfall kommen. Eine Schaltung, die diese Phasenkippdrossel verwendet, wird ihrem Aufbau und ihrer Wirkung nach beschrieben. *Schr.*

Helios, Leipzig, 40. Jahrgang, Nr. 43, Seite 1334

Meßinstrumente mit Gleichrichtern

Bei Wechselstrom-Meßinstrumenten, die einen Gleichrichter benutzen, macht sich das Zusammendrängen der Skalenstriche an dem einen Ende der Skala nachteilig bemerkbar. F. E. Terman zeigt, daß der Skalencharakter von der Ausbildung des Eingangswiderstandes des Gleichrichters abhängig ist, und daß sich durch geeignete Bemesssung dieses Widerstandes, der aus Quer- und Längswiderständen gebildet wird, eine gleichmäßige Ausbildung der Skala erzielen läßt. Für die Ausbildung des Eingangswiderstandes und die Ermittlung der Werte der Teilwiderstände werden Formeln und Tabellen gegeben. *Schr.*

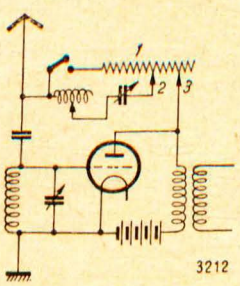
Proceedings of the Institute of Radio Engineers, New York, Band 23, Nr. 3, Seite 234

PATENTSCHAU

Anordnung zur Unterdrückung der Spiegelbildfrequenz

Nach der amerikanischen Patentschrift 1 976 958 — G. Mountjoy (Radio Corp. of America).

Die Abbildung zeigt die Eingangs-Hochfrequenzverstärkerstufe eines Überlagerungsempfängers. Neben den Schwingungen des gewünschten Senders gelangen in den Eingangskreis auch Schwingungen anderer Sender, von denen die des sog. Spiegelbildsenders besonders störend wirken. Um sie zu beseitigen, ist zwischen Antenne und Anodenkreis der Verstärkerröhre ein weiterer Weg vorgesehen, der einen Widerstand 1 mit Abgriffen 2 und 3



enthält. Durch Einstellung des Abgriffes 3 kann ein gewünschter Betrag des Antennenstromes über die Ausgangsspule des Empfängers geleitet werden. Der Abgriff wird so eingestellt, daß die über den Verstärker in den Ausgangskreis gelangten Störschwingungen kompensiert werden. In vielen Fällen wird diese Maßnahme auch zur Kompensation der Spiegelbildfrequenz ausreichen. Ist dies nicht der Fall, so kann man zwischen dem Abgriff 2 und der Antenne noch eine Serienkompensation von Spule und Kondensator vorsehen. Es kann dann durch Einstellung der Selbstinduktion, der Kapazität und des Widerstandes eine wesentlich weitergehende Kompensation der Spiegelbildfrequenz erreicht werden. *Schr.*

Kondensator nach dem Thermometerprinzip

Nach der deutschen Patentschrift 614 401, Kl. 21a4, Gr. 67 (Marconi's Wireless Telegraph Company).

Es sind Kondensatoren nach dem Thermometerprinzip bekannt, bei denen eine Elektrode durch eine Säule aus Quecksilber oder aus einer anderen leitenden Flüssigkeit oder durch einen Bimetallkörper gebildet ist, so daß bei Temperaturänderungen die Kapazität sich relativ stark ändert. Derartige Kondensatoren können vorteilhaft in Verbindung mit anderen wärmeabhängigen Apparaten, z. B. gewöhnlichen Kondensatoren oder Drosseln, verwendet werden, um die Wärmeabhängigkeit der anderen Apparate zu kompensieren oder die Wärmeabhängigkeit des ganzen Kreises in einer anderen gewünschten Weise zu beeinflussen.

Verwendet man einen solchen Thermometerkondensator in Verbindung mit einem Drehkondensator, so ist die Kompensierung der Wärmeeinflüsse oder die Einstellung der gewünschten Wärmeabhängigkeit nur bei einer bestimmten Rotorstellung des Drehkondensators möglich, bei anderen Stellungen ist die Wirkung des zusätzlichen Thermometerkondensators entweder ungenügend oder zu groß. Diese Schwierigkeit wird dadurch behoben, daß der Thermometerkondensator mit dem Drehkondensator derart mechanisch

zusammengebaut ist, daß sich mit der Rotorverstellung des Drehkondensators auch die Einstellung der Temperaturabhängigkeit des Thermometerkondensators zwangsläufig ändert. Dies kann z. B. in der Weise verwirklicht werden, daß das Thermometerrohr des Thermometerkondensators unbeweglich angeordnet ist, während die das Rohr exzentrisch umgebende Elektrode mit der Rotorspindel mechanisch fest verbunden ist.

Ein Ausführungsbeispiel ist in der Zeichnung schematisch dargestellt. Abb. 1 zeigt einen Schnitt senkrecht zur Achse und Abb. 2 einen Teil des Rotors im axialen Schnitt mit dem eingebauten Thermometerkondensator. Hier sind *r* die

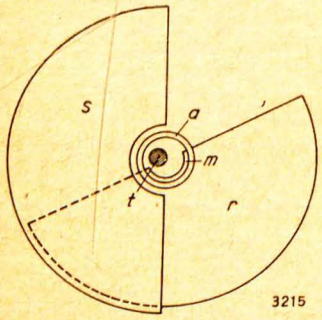


Abb. 1.

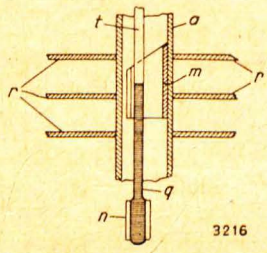


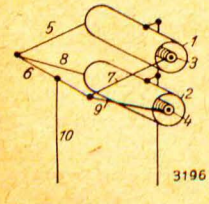
Abb. 2.

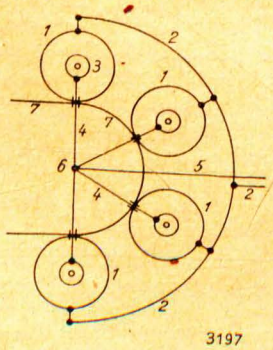
an einer drehbaren hohlen Spindel *a* befestigten Rotorplatten des Drehkondensators, die mit den Statorplatten *s* zusammenarbeiten. Eine Elektrode des Thermometerkondensators stellt die Quecksilbersäule *q* eines innerhalb der hohlen Spindel *a* eingebauten Thermometerrohres *t* dar. Der Stromanschluß an diese Elektrode kann entweder durch eine ins Rohr an passender Stelle eingeführte Stromzuführung oder kapazitiv durch eine das Rohr umgebende Metallmanschette genügender Größe erfolgen. Diese letztere (oder die erwähnte Stromeinführung) ist mit dem Stator elektrisch verbunden. Die andere Elektrode des Thermometerkondensators wird gebildet durch eine an der Innenwand der Rotorspindel befestigte metallische, zylindrische Mulde *m* von geeignetem, der gewünschten Kapazität entsprechenden Schnitt. Diese ist elektrisch mit den Rotorplatten verbunden. *Schr.*

Ultrakurzwellen-Röhrenanordnung mit mehreren Röhren in Bremsfeldschaltung

Nach der deutschen Patentschrift 608 794 Kl. 21g Gr. 13/01 (Dr. E. Gerhard).

Es sind Ultrakurzwellenröhren für Bremsfeldschaltungen bekannt, bei denen ein kleiner aus der Gitterwendel des Röhrensystems und einem die Enden des Gitters überbrückenden Drahtbügel bestehender Schwingungskreis vor-





handen ist. Dieser Schwingungskreis ist üblicherweise in dem Glaskolben der Röhre miteingeschmolzen, und die Zuführung der hohen positiven Gitterspannung erfolgt in der Mitte des Gitterkreisdrahtbügels oder der Gitterwendel. Die Strahlungsenergie wird hauptsächlich von dem Gitterbügel ausgestrahlt.

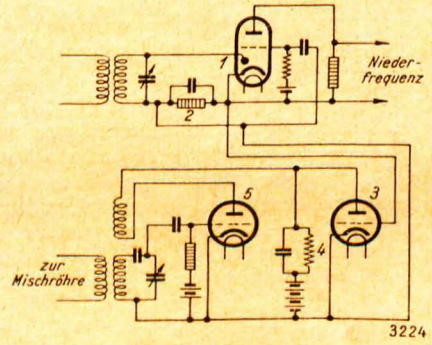
Um mehrere solcher Ultrakurzwellenröhren parallel zu betreiben, werden erfindungsgemäß die Gitterbügelkreise so angeordnet, daß alle ein einziges Leiterstück gemeinsam haben. Auf diese Weise werden Zwischenleitungen vermieden, die große Energieverluste bedingen.

Abb. 1 zeigt eine Doppelröhre mit den Bremselektroden 1 und 2, den Gitterelektroden 3 und 4 und den Gitterbügelkreisen 3, 5, 6, 7 und 4, 8, 6, 9. Der Leitungsweg 6 ist beiden Gitterbügelkreisen gemeinsam und trägt in der Mitte die Zuführung 10. Abb. 2 zeigt eine ähnliche Schaltung für Vierröhrensysteme im Grundriß, wenn die zylindrischen Systeme senkrecht zur Zeichenebene stehen. Die Bremselektroden 1 besitzen eine gemeinsame Zuführungsleitung 2. Die Gitterelektroden 3 sind durch die Drahtbügel 4 und das gemeinsame Bügelstück 6 miteinander verbunden und besitzen die gemeinsame Zuführungsleitung 5. Die Bremselektroden 1 sind durch ein Blech 7 zweckentsprechender Biegung gegen das allen Gitterkreisen gemeinsame Bügelstück 6 abgeschirmt, so daß die von diesem Bügelstück ausgestrahlten Wellen an dem zweckentsprechend parabolisch gebogenem Blech 7 reflektiert werden und damit in die Richtung der frei abgestrahlten Wellen gelenkt werden. *L.*

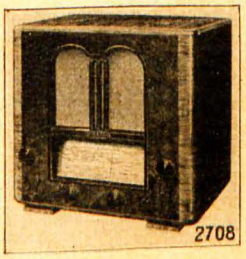
Selbsttätige Lautstärkeregelung im Überlagerungsempfänger

Nach der französischen Patentschrift 775 702 (N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken

Während sich bei den Geradeausempfängern zur selbsttätigen Regelung im wesentlichen nur die Möglichkeiten der Beeinflussung des Verstärkungsgrades und des Gleichrichtungseffektes bieten, besteht beim Überlagerungsempfänger außerdem noch die Möglichkeit der Regelung durch Beeinflussung der Amplitude der örtlich erzeugten Schwingung. Eine solche Schaltung ist in der Abbildung dargestellt. Der durch Gleichrichtung der zwischenfrequenten Schwingungen in dem Zweipolsystem 1 erzeugte Spannungsabfall an dem



Widerstand 2 steuert die Verstärkerröhre 3, deren Anodenstrom in dem Widerstand 4 einen Spannungsabfall hervorruft. Die dadurch bedingte Spannungsänderung an der Anode der Überlagererröhre 5 bewirkt eine Änderung der Amplitude der örtlich erzeugten Schwingung. Die einzelnen Elemente sind so zu dimensionieren, daß das Produkt aus Empfangsamplitude und Überlagereramplitude konstant bleibt. An Stelle der Beeinflussung der Hilfsschwingung durch Änderung der Anodenspannung kann jede zur Modulation geeignete Methode verwendet werden, z. B. die Änderung der Gittervorspannung oder die Änderung des Anodenwiderstandes der Oszillatorröhre. Im letztgenannten Fall würde man als Widerstand den inneren Widerstand einer vom Widerstand 2 gesteuerten Röhre benutzen. *Schr.*



Vierkreis-Dreiröhren-Superhetempfänger für Wechsel- und Allstrom

MENDE-OKTODEN-SUPER 278

Aufgabe des Empfängers

Dem Konstrukteur war die Aufgabe gestellt, mit drei Röhren einen hochwertigen Superhet zu bauen, der einerseits die für drei Röhren optimale Empfindlichkeit besitzt und sehr trennscharf ist, andererseits aber eine gute Tonwiedergabe liefert, damit er gerade heute, da der Dreiröhren-Superhet durch manche Fehlkonstruktion in Mißkredit geraten ist, beim Publikum Anklang findet. Außerdem sollte das Gerät vollkommen frei von Pfeifstellen und allen dem früheren Kleinsuper eigenen Unzulänglichkeiten sein. Diese Aufgabe wurde durch die Wahl einer geeigneten Schaltung, vor allem aber durch die Wahl wohl der verlustärmsten Teile, wie sie heute im Empfängerbau überhaupt zur Verfügung stehen, gelöst. Wichtig ist, daß die Einzelteile im Gerät auch so angeordnet wurden, daß die Verluste durch den Einbau nicht vergrößert werden, sondern ihr kleines Maß behalten.

Technische Daten

Der „Mende-Oktoden-Super 278" wird für Wechselstrom und für Allstrom gebaut. Er wird mit folgenden Röhren bestückt:

		Wechselstrom	Allstrom
Mischstufe ...	Achtpolröhre	AK 1	CK 1
Empfangs-gleichrichter	Fünfpol-Schirmröhre	RENS 1284/ H 4128 D	CF 7
Regel-gleichrichter	Doppel-Zweipolröhre	AB 1	CB 1
Endstufe.....	Fünfpol-Endröhre ..	RES 964/L 496 D	CL 2
Netz-gleichrichter	Doppelweg-Gleichrichterröhre	RGN 1064/G 1064	CY 2

Die Allstrom-Ausführung enthält als Vorschaltwiderstand den Eisen-Urdoxwiderstand EU 1220.

Der Empfänger wird in einem Preßgehäuse einfacher, schlichter Linienführung von guter architektonischer Wirkung geliefert, und zwar in der Hochbauform. In ihn ist ein dynamischer Lautsprecher eingebaut, unter dessen Schallöffnung sich die waagerechte Linearskala, eine sogen. abc-Skala, befindet, die ihren Namen daher hat, daß die Sendernamen in 16 waagerechte, nach dem Alphabet geordnete Reihen eingetragen sind, die an beiden Enden durch den Anfangsbuchstaben bezeichnet sind. In jede Reihe sind nur Sendernamen mit gleichem Anfangsbuchstaben eingetragen. Neben dem Abstimmgriff und dem Wellenbereichschalter, der mit dem Netz- und Tonabnehmerschalter zusammengelegt ist, weist das Gerät einen stetig veränderlichen Lautstärkeregler und einen gleichartigen Klangfarbenregler auf. Der Empfänger besitzt Schwundausgleich, eingebaute Lichtnetzantenne, eingebauten Sperrkreis, Anschaltmöglichkeit für einen Außen-Lautsprecher, doppelten Entbrummer (getrennt für Endröhre und Vorröhren) und eine von außen nachstellbare, an sich feste Rückkopplung am Empfangsgleichrichter. Wellenbereiche: 200 bis 580, 800 bis 2000 m. Zwischenfrequenz: 482 kHz. Leistungsentnahme aus dem Netz: Wechselstromgerät 55 bis 60 Watt; Allstromgerät 320 mA bei 220 Volt = 70,5 Watt.

Schaltungstechnik

Abb. 1 gibt die Prinzipschaltung des Wechselstromgerätes wieder. Der Empfänger besteht aus einer Achtpol-Mischstufe, die mit einem einfachen Empfangs- und einem Überlagererkreis ausgestattet ist, einem Zwischenfrequenzteil, der ein zweikreisiges Bandfilter und einen Empfangsgleichrichter mit rückgekoppelter Fünfpol-Schirmröhre aufweist, und einer widerstandsgekoppelten Endröhre. Für die Erzeugung der Schwundspannung ist eine zusätzliche Doppel-Zweipolröhre vorhanden, die aber als einfache Zweipolstrecke geschaltet ist.

Am Eingang des Gerätes ist der übliche Zwischenfrequenz-Saugkreis *ZK* vorhanden, außerdem aber ein auf den Ortssender abzustimmender Sperrkreis *Sp*. Zwischen Antenne und Empfänger ist noch eine Sperrspule eingeschaltet, die während des Langwellenempfangs den Eintritt

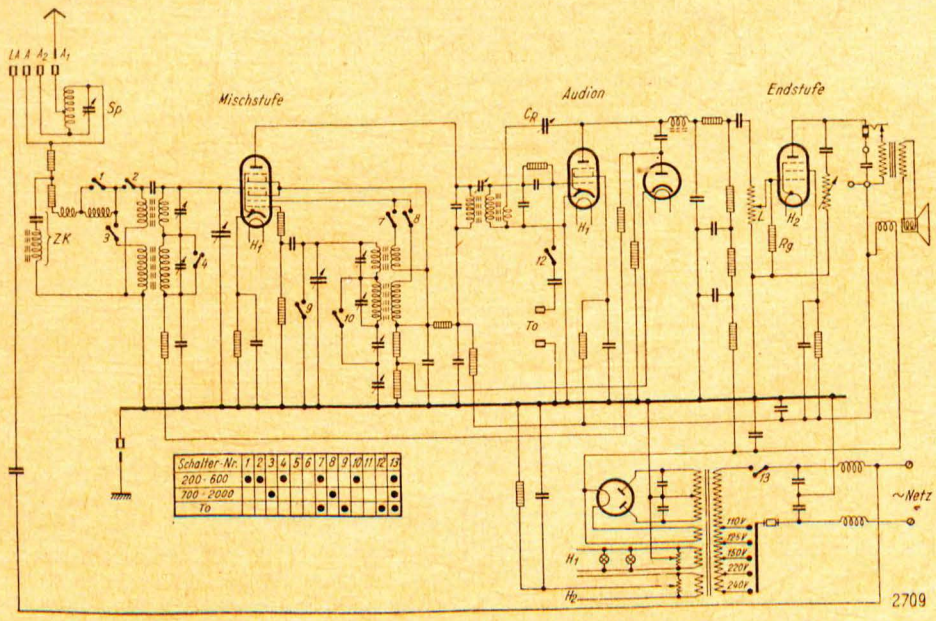


Abb. 1. Prinzipschaltung des Mende-Oktoden-Super 278 für Wechselstrom

von Mittelwellen verhindert. Der Empfangskreis ist induktiv angekoppelt. Der Überlagererkreis liegt wie üblich am ersten Gitter der Achtpolröhre und wird vom zweiten Gitter her erregt. Gleichlauf wird durch Parallel- und Serientrimmer hergestellt, die mit umgeschaltet werden. Außerdem ist die Selbstinduktion der Spulen durch das Verstellen von Abgleich-Scheiben aus Hochfrequenzeisen veränderlich. In den Anodenkreis der Achtpolröhre ist das zweikreisige Zwischenfrequenz-Bandfilter eingeschaltet, bei dem sowohl die Selbstinduktivität, als auch die Kapazität der beiden Schwingkreise, außerdem aber die Kopplungskapazität zwischen den beiden Kreisen veränderlich gehalten ist. Die folgende Röhre ist mit Gitterblock und -widerstand als Audion geschaltet; sie besitzt Rückkopplung, die durch den trimmerartigen Kondensator C_R eingestellt werden kann. Die Endstufe ist in normaler Weise angekoppelt; der Anodenstrom der zweiten Röhre wird durch eine zweigliedrige Siebkette beruhigt.

Durch einen Kondensator wird ein Teil der an der Anode des Audions vorhandenen Hochfrequenz abgenommen und der Anode der Zweipolröhre AB 1 zugeführt, in dieser gleichgerichtet und die entstehende Gleichspannung benützt, um die Mischröhre auf dem vierten Gitter zu regeln. Der Empfänger weist also einen selbsttätigen Schwundausgleich auf.

Sonst ist die Schaltung ganz normal. Bemerkenswert ist der Widerstand R_g, der die Aufgabe hat, der letzten Röhre auch dann die negative Gittervorspannung zuzuführen, wenn an dem Lautstärkeregler L Kontaktschwierigkeiten auftreten. Netzseitig ist eine hochwertige, aus Drosseln und Kondensatoren bestehende Entstörungseinrichtung angeordnet. Die Lautsprecher-Feldspule wird als Siebdrossel für den Anodenstrom benutzt; sie ist so bemessen, daß an ihr ein Spannungsabfall von etwa 150 Volt entsteht; um diesen Betrag ist also die Spannung des Netzteiles über die höchste im Empfänger notwendige Spannung gelegt.

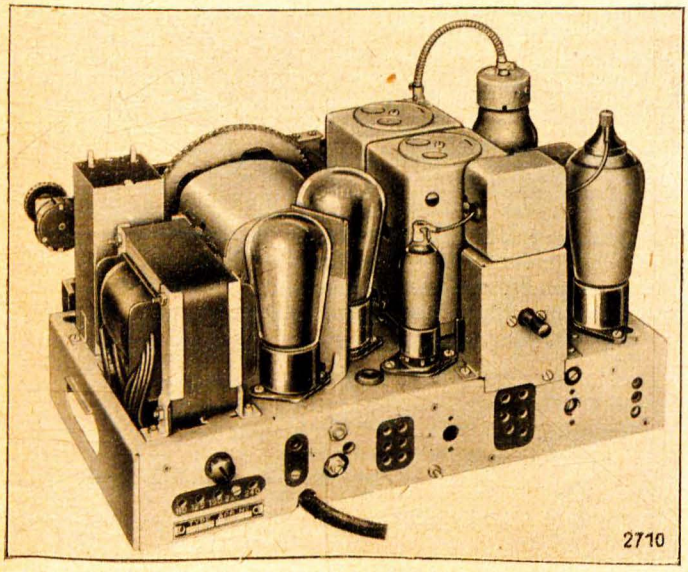


Abb. 2. Innenaufbau des Gerätes

Einzelheiten des Aufbaues

Der Aufbau des Gerätes zeugt von fortschrittlichen Fabrikationsverfahren und einem bemerkenswerten Ideenreichtum in Konstruktion und Herstellung. Von der Punktschweißung wird hier nicht nur zum Zusammenschweißen des Grundgestells Gebrauch gemacht, sondern auch zur Verbindung einer ganzen Reihe weiterer Metallteile. Hochwertige Isolierstoffe (Trolitul, Amenit, Keramik) werden weitgehend verwendet. Die Spulen besitzen zum größten Teil Eisenkerne; es findet ein garnrollenartiger Kern Anwendung, der in eine Isolierstoffdose mit Innengewinde eingesetzt ist, die einen einschraubbaren Deckel aus Trolitul aufweist. In den Deckel ist eine Scheibe aus Hochfrequenzeisen eingekittet. Durch Drehen des Deckels in dem Gewinde kann man die Scheibe in axialer Richtung verstellen und so einen sauberen Abgleich vornehmen. Die Spulensätze sind in geräumigen Abschirmkappen angeordnet, die eine zuverlässige Panzerung bewirken, ohne zu dämpfen. Der C-Abgleich der Kreise wird durch Trimmer mit keramischem Dielektrium bewirkt, der L-Abgleich durch Verstellen der Abgleichscheiben.

Die Verbindung zwischen Drehkondensator (Zweigang-Kondensator kleiner Abmessungen) und Skalenzeiger wird durch eine Gliederkette bewirkt, die über Zahnrollen läuft; so wird eine unbedingte Unveränderlichkeit der gegenseitigen Lage von Kondensator-Rotor und Skalenzeiger gewährleistet. Der Kondensator wird durch eine Reibscheiben-Kupplung angetrieben. Auch der ziemlich tief sitzende Schaltknopf ist mit der höher angebrachten Schalterachse durch eine Gliederkette, die bei beiden Achsen über Zahnräder läuft, verbunden. Der Drehkondensator ist auch nach oben verschlossen; die Abdeckung kann leicht abgenommen werden, wenn man einen kleinen Verschlußhebel löst. Beim Drehkondensator werden durch Kugellagerung weicher Gang und geringer Verschleiß sichergestellt, so daß eine nachträgliche Änderung des Kapazitätswertes unmöglich erscheint.

Interessant ist auch die Anbringung der Skalenglühlampen; ihre Fassungen sind an handlichen Schiebern befestigt, die nach unten aus dem Gerät herausgezogen werden können, wenn man hier zwei ovale Verschlußplatten abnimmt. Diese Art der Zugänglichkeit ist günstiger, als wir sie bei manchen anderen Empfängern antreffen, bei denen oft nur eine kleine, schlanke Hand bis an die versteckt hinter der Skala angebrachten Lampen gelangen kann und bei denen selbst die kleinste Hand manche empfindlichen Teile des Innenaufbaues während des Auswechselns gefährdet.

Werkbilder

Tagung der deutschen Elektrotechniker

Vom 2. bis 5. Juli findet in München die 38. Mitgliederversammlung des Verbandes der Deutschen Elektrotechniker (VDE) statt. Auf ihr werden neben dem Hauptvortrag von Prof. Dr.-Ing. Waldemar Petersen über „Die Bedeutung der Forschung und Entwicklung für die Elektrotechnik" zahlreiche Fachberichte erstattet, die der Fernmeldetechnik und Hochfrequenztechnik gewidmet sind. In der Gruppe „Fernmeldetechnik" wird Mayer über „Nachrichtenübertragung auf Breitbandkabeln", Arendt über „Die neuere Entwicklung der Fernmeldetechnik infolge der Verwendung höherer Frequenzen" sowie Schüller über „Das Magnetophon" berichten. In der Gruppe „Hochfrequenztechnik" sprechen Leithäuser „Über die Zusammenhänge der atmosphärischen Störungen der Hochfrequenztechnik mit den Schichten der Ionesphäre und deren Bedeutung für die Wetterkunde", Dennhardt über „Untersuchungen zur Feststellung und Minderung der Störfähigkeit von Hochspannungsisolatoren", Gutzmann über „Störmodulation an Rundfunksendern" und Heimann über die „Anwendung der Elektronen-Optik in der Fernsehtechnik".

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. — DA I. Vj. 1936 = 8300. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G. Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 88378, Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung. — Nachdruck sämtlicher Artikel verboten

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

1. Juli 1936 Heft 13

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungskosten von 1 Pfg. enthalten. Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Konstruktion und Selbstbau eines Hochtonlautsprechers

Von **Günter Nüßlein**

Es hat sich gezeigt, daß der gesamte Hörfrequenzbereich von einem einzigen Lautsprecher nicht gleichmäßig verarbeitet werden kann. So ist man dazu übergegangen, gleichzeitig zwei Lautsprecher zu verwenden, von denen der eine nur die hohen und der andere nur die tiefen Frequenzen abzustrahlen braucht. Das liegt erstens im Interesse eines guten Wirkungsgrades, da beide Lautsprecher für ihren Bereich optimal gebaut und angepaßt werden können; zweitens läßt sich aber auf diese Weise noch eine Frage lösen, die man sonst nur wenig berücksichtigen kann, nämlich die Verhinderung einer ausgeprägten Richtwirkung.

Ihr ist es zuzuschreiben, daß mit zunehmender Tonhöhe eine immer stärkere Bündelung der ausgesandten Schallwellen eintritt. Die Größe dieser Richtwirkung läßt sich folgendermaßen berechnen: Nehmen wir an, daß eine kreisförmige Membran kolbenartig in einer sehr großen, starren Schallwand schwingt; dann wird der überwiegende Teil der Energie in einem Kegel abgestrahlt, dessen ganzer Öffnungswinkel φ aus

$$\sin \varphi/2 = 0{,}61 \cdot \frac{\lambda}{r}$$

erhalten wird (λ = Wellenlänge, r = Membranradius). Wir sehen hieraus, daß für die Richtwirkung das Verhältnis von Wellenlänge zu Membranradius maßgebend ist. Die Wellenlänge des Schalles in Luft berechnet sich aus

$$\lambda = 330/f \text{ Meter.}$$

Ist r klein gegen λ, dann breitet sich die Welle nach allen Richtungen gleichmäßig aus. Das ist z. B. der Fall, wenn ein gewöhnlicher Lautsprecher tiefe Töne wiedergibt, da deren Wellenlänge nach Metern zählt, während der Membranhalbmesser mindestens zehnmal kleiner ist. Gehen wir indessen zum anderen Ende des Hörbereiches über, dann ändert sich das Bild: es sei r = 13 cm, die Frequenz f = 10 000 Hz, also λ = 3,3 cm. Für diesen Fall erhalten wir einen Gesamtöffnungswinkel des Strahlenkegels von 16 °, d. h. der Lautsprecher wirkt wie ein akustischer Scheinwerfer. Diese Erscheinung ist an sich schon lange bekannt und wird auch technisch ausgenutzt, indem man z. B. für Unterwasserschallsender Quarzplatten großen Durchmessers mit hoher Frequenz erregt [1]).

[1]) Vgl. z. B. Funk 1936, Heft 6, S. 180 ff.

Wie können wir nun die angegebene Formel für unseren Fall praktisch verwenden? Zunächst liegt einmal der Membranradius des Tieftonlautsprechers fest; nehmen wir hierfür 13 cm an und lassen einen minimalen Öffnungswinkel des Schallkegels von etwa 80 ° zu, dann erhalten wir als höchste Frequenz, die der Tieftonlautsprecher noch übertragen darf, eine solche von 2500 Hz. Von da ab muß also der Hochtonlautsprecher einsetzen. Lassen wir nun für diesen gleichfalls als kleinsten Abstrahlungswinkel 80 ° zu, dann finden wir unter der Annahme einer höchsten Frequenz von 10 000 Hz einen Membranhalbmesser von rund 3,5 cm.

Nach dem Gesagten erscheint die Aufteilung des Hörbereiches auf zwei Lautsprecher geradezu als technische Notwendigkeit. Zwar läßt sich der Frequenzgang eines einzigen Lautsprechers durch besondere Maßnahmen so weit verbessern, daß er alle Töne nahezu gleich gut wiedergibt, wie es z. B. der Amerikaner Olson [2]) tat, indem er die Schwingspule teils aus Kupfer, teils aus Aluminium, elastisch verbunden durch ein mechanisches Kopplungsglied, ausführte. Aber die Richtcharakteristik läßt sich auf diese Weise nicht hinreichend berücksichtigen, da man immer mit verhältnismäßig großen Membranen arbeiten muß, um auch noch bei tiefen Frequenzen einen genügenden Strahlungswiderstand zu erhalten.

Unsere Membran führen wir als gewöhnlichen 90°-Konus aus, da bei ihrer Kleinheit die Steifigkeit außerordentlich groß ist und somit keine Gefahr besteht, daß Unteroktavschwingungen auftreten können. Die nach Abb. 1 hergestellte Membran besitzt einen Öffnungsdurchmesser von 7 cm. Als Werkstoff verwenden wir festes Zeichenpapier von 0,15 mm Stärke, so daß die fertige Membran eine Masse von 0,8 g erhält.

Da bei Hochtonlautsprechern stets nur geringe Schwingungsweiten auftreten (der Ausschlag ist bei gleicher physikalischer Schallstärke der Frequenz umgekehrt proportional), können wir der Zentrierspinne eine besonders einfache Form geben, wie sie in Abb. 2 dargestellt ist. Sie wird aus festem Karton oder Preßspan mit einer Stärke von 0,4 bis 0,6 mm ausgeschnitten. Bakelit-Hartpapier

[2]) F. Olson, Proc. Bd. 22, H. 1, S. 33.

ist auch verwendbar; in diesem Fall muß jedoch ein hierfür geeigneteres Klebemittel als Zelluloidlack genommen werden, z. B. dickflüssiger Bakelitlack. Die Zentrierspinne wird an die Membran angeklebt, um diese zu versteifen (nicht, wie es manchmal üblich ist, an die Schwingspule). Zu diesem Zweck legen wir die Membran, die im allgemeinen zunächst noch ziemlich unrund ist, mit der Öffnung nach unten auf eine ebene Fläche und beschweren

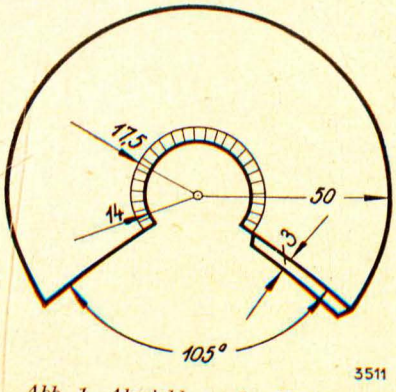


Abb. 1. Abwicklung der Membran

sie oben mit einem Gewicht von ungefähr 250 g; dadurch wird sie genau rund, und wir kleben in dieser Stellung die Zentrierspinne mit viel Zelluloidlack an (oder mit fertig gekauftem Cohesan, das die gleiche Zusammensetzung haben dürfte). Durch diese Art des Anklebens der Zentrierspinne haben wir der Membran neben der Erzielung einer runden Form eine große Festigkeit gegeben, wovon man sich leicht überzeugen kann.

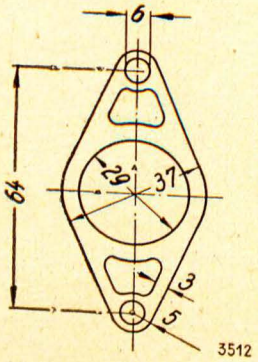


Abb. 2. Zentrierspinne

Das Magnetsystem hat, wie aus Abb. 3 und 6 hervorgeht, einen langgestreckten Bau, da hierdurch infolge der geringen mittleren Windungslänge der Erregerspule die Erregerleistung etwas niedriger gehalten wird. Wir können diese Bauweise (die uns z. B. von Relais her bekannt ist) deshalb wählen, weil der Lautsprecher an sich kleine Abmessungen hat und wir so noch nicht zu einer unhandlichen Baulänge kommen. Allerdings ist darauf zu achten, daß der Querschnitt von Kern und Joch genügend groß gemacht wird. Als Werkstoff für die Jochteile werden wir möglichst gezogenes Eisen verwenden, da sich dann die Oberflächenbearbeitung auf die Stirnflächen beschränkt. Die obere Jochplatte ist zur Verringerung von Streuverlusten zum Ausschnitt hin einseitig abgeschrägt; in erster Linie ist darauf zu achten, daß der Lochdurchmesser genau eingehalten wird und die Höhe des Luftspalts von 1 mm einigermaßen genau, während die angegebenen Winkel weniger kritisch sind. Der Lochdurchmesser von 25 mm wurde besonders mit Rücksicht darauf gewählt, daß u. U. eine Reibahle dieses Durchmessers verwendet werden kann.

Auch der Kern trägt an seinem oberen Ende einen Absatz, um die Streuung zu vermindern, die wegen der an sich magnetisch ungünstigen Abmessungen des Luftspalts beträchtlich ist. Obgleich die Schwingspule 3 mm breit ist, befindet sie sich noch in einem homogenen Felde. Der Streufluß, der sich zum größten Teil in der Nähe des Luftspalts schließt, ohne durch die Schwingspule zu treten, muß ebenfalls von Kern und Jochteilen weitergeleitet werden. Hieraus ergibt sich ein Kerndurchmesser von 22 mm.

Unter der Annahme von 60 % Streuverlusten haben wir die Erregerspule für 1800 Amperewindungen zu bemessen.

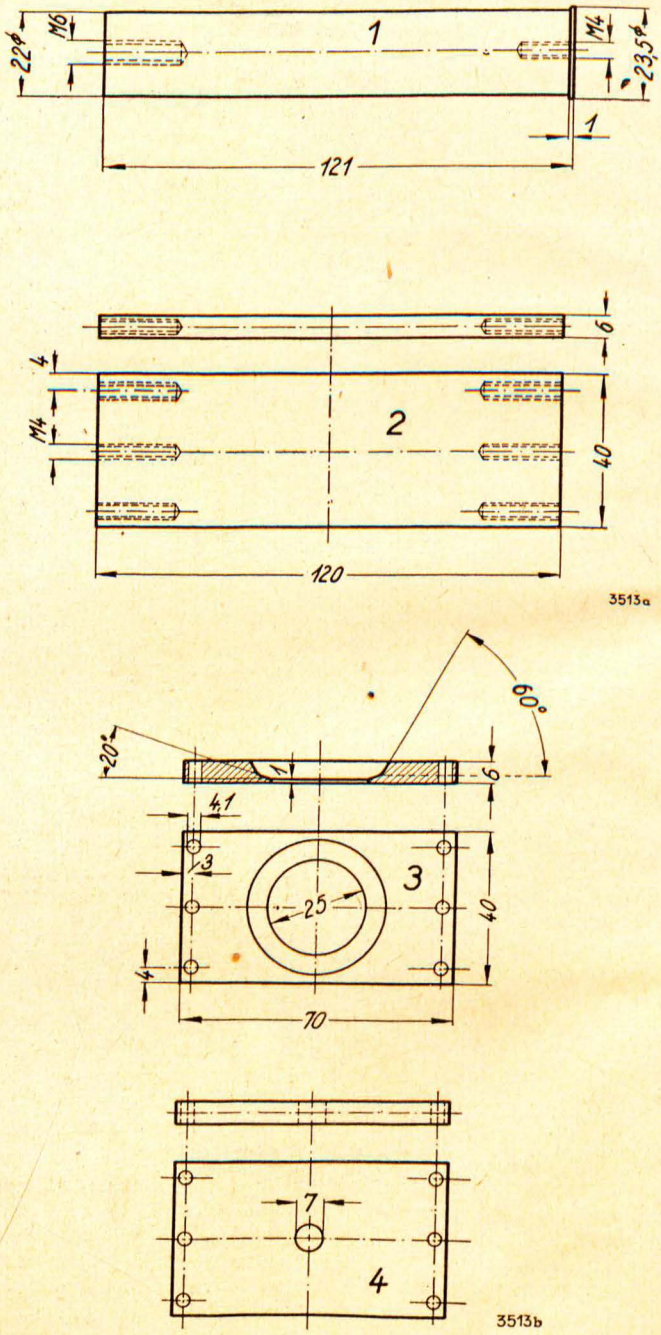


Abb. 3. Eisenteile des Magnetsystems.
1) Kern, 2) Seitenteile, 3) obere Jochplatte mit dem kreisförmigen Ausschnitt, 4) untere Jochplatte

Die folgende Zahlentafel gilt für Spulen, bei denen gerade 1 kg Lackdraht gebraucht wird; dadurch kann man sich in manchen Fällen das Zählen von Windungen ersparen. Die Angaben gelten für genaues Kupfergewicht.

Dabei werden sich im allgemeinen für die Windungszahl kleine Abweichungen von der Tafel ergeben, je nachdem, ob man lagenweise oder wild, fest oder locker wickelt. Umgekehrt werden beim Aufbringen einer genauen Windungszahl die anderen Werte manchmal nicht genau stimmen; solche Abweichungen sind in jedem Fall belanglos. Der Leistungsverbrauch beträgt 5 W; hierbei werden im Luftspalt ungefähr 18 000 Gauß erzielt, so daß wir nach der üblichen Ausdrucksweise neunfachen Wirkungsgrad erhalten. Z ist die Anzahl der isolierenden Zwischenlagen.

Tafel 1

Nr.	Draht ⌀ mm	Windgn.	Ohm	Volt	Ampere	Z
1	0,10	140 000	30 000	390	0,013	35
2	0,11	116 000	21 000	325	0,015	26
3	0,12	98 000	14 700	270	0,019	20
4	0,13	83 000	10 600	230	0,022	16
5	0,14	72 000	7 800	200	0,025	13
6	0,15	63 000	6 000	175	0,029	10
7	0,16	55 000	4 640	150	0,033	8
8	0,18	43 500	2 930	120	0,041	6
9	0,19	39 000	2 380	110	0,046	5
10	0,20	35 000	1 920	100	0,050	4
11	0,23	26 500	1 100	75	0,067	3
12	0,25	22 500	800	65	0,080	2
13	0,27	19 200	580	55	0,090	2
14	0,30	15 600	380	44	0,115	1
15	0,33	12 900	260	36	0,14	1
16	0,35	11 500	205	32	0,155	1
17	0,36	10 800	185	30	0,16	1
18	0,38	9 700	150	27,5	0,18	1
19	0,40	8 800	120	24,5	0,20	1
20	0,45	6 900	75	19,5	0,26	—
21	0,50	5 600	48,5	15,5	0,32	—
22	0,55	4 650	33,3	13	0,39	—
23	0,60	3 900	23,5	11	0,45	—
24	0,65	3 330	17	9	0,55	—
25	0,70	2 860	12,5	8	0,63	—
26	0,80	2 200	7,5	6	0,82	—
27	0,90	1 740	4,6	4,8	1,05	—
28	1,0	1 400	3	3,9	1,28	—
29	1,1	1 160	2,1	3,2	1,55	—
30	1,2	980	1,5	2,7	1,85	—
31	1,5	630	0,6	1,8	2,9	—

Haben wir die Absicht, die Erregerspulen von Hoch- und Tieftonlautsprecher parallel zu schalten, dann suchen wir uns an Hand der Spalte „Volt" die geeignete Wicklung heraus. Hierzu ist übrigens ganz allgemein zu bemerken, daß man bei der Erregung nicht auf besondere Genauigkeit der angegebenen Daten Wert zu legen braucht. Es ist z. B. praktisch gleichgültig, ob eine für 100 V bemessene Spule an 90, 100 oder 110 V angeschlossen wird. Auch hinsichtlich der Leistungsaufnahme bestehen keine Bedenken, Spulen an eine höhere Erregerspannung als vorgeschrieben anzulegen, da auch 10 W noch zulässig sind (natürlich wird man praktisch hiervon nur selten Gebrauch machen, weil die Kraftliniendichte im Luftspalt trotz des höheren Aufwandes nicht mehr wesentlich steigt).

Bei Gleichrichterbetrieb wird man häufig die Erregerspulen von Hoch- und Tieftonlautsprecher hintereinanderschalten. Für diesen Fall suchen wir aus der Spalte „Ampere" die entsprechenden Wickelvorschriften heraus. Die Leistung des früher [3]) beschriebenen Gleichrichters geht bei dieser Art der Stromversorgung auf 100 mA zurück.

Für einige Spannungen und Ströme lassen sich nicht mit gängigen Drahtsorten Erregerspulen wickeln, die gleichzeitig bei einem Gewicht von 1 kg den richtigen Widerstand und die erforderliche Windungszahl besitzen. In solchen Fällen können wir eine Anzahl von Werten aus der nächsten Tafel entnehmen, in der das Kupfergewicht und die Erregerleistung mit angegeben sind.

[3]) Siehe „Funk" 1936, Heft 7, Seite 208.

Tafel 2

Draht ⌀ mm	Volt	Ampere	Watt	kg	Ohm	Windungen	Z
0,11	300	0,018	5,4	0,79	16 600	99 500	24
0,12	250	0,021	5,3	0,80	11 800	85 000	20
0,13	220	0,024	5,2	0,88	9 300	76 000	15
0,15	160	0,033	5,2	0,84	4 900	55 300	9
1,1	3,2	1,67	5,3	0,90	1,9	1 080	—
1,2	2,6	2,0	5,3	0,88	1,3	900	—
1,5	1,65	3,3	5,4	0,80	0,5	545	—

Viele Funkfreunde, die schon einen Lautsprecher geringeren Wirkungsgrades besitzen, werden ihre Anlage ebenfalls durch einen Hochtonlautsprecher erweitern wollen. Es ist dann nötig, geringere Erregerleistungen als 5 W anzuwenden, um ein zu starkes Hervortreten hoher Frequenzen zu vermeiden. Andererseits läßt sich aber auch durch Betrieb des Hochtonlautsprechers mit größerem Wirkungsgrad gegenüber dem Tieftonkonus eine Entzerrung der Frequenzkurve bewirken, wenn etwa im Empfänger oder Verstärker die hohen Töne nur schwach durchkommen sollten. Die notwendige Erregerleistung ersehen wir aus folgender Zusammenstellung:

Gauß	6000	8500	12 000	14 700
Wirkungsgrad	normal	2 fach	4 fach	6 fach
Watt	0,55	1,1	2,2	3,3

In der nächsten Zahlentafel sind Richtwerte für die verschiedenen Wicklungen aus Tafel 1 gegeben. Soll z. B. eine Spule für 110 V gewickelt werden bei zweifachem Wirkungsgrad, dann finden wir aus den Tafelangaben die Vorschrift Nr. 4, also 1 kg Lackdraht 0,13 mm ⌀; oder bei vierfachem Wirkungsgrad soll eine Spule mit 0,1 A arbeiten; hierfür ist die Wickelvorschrift Nr. 16 anzuwenden, d. i. 0,35-mm-Draht. Sollte zufällig keine der aufgeführten 31 Wickelvorschriften passen, läßt sich durch Zwischenwertbildung aus zwei benachbarten die gewünschte finden.

Tafel 3

Wirkungsgrad:	normal		2-fach		4-fach		6-fach	
Nr.	Volt	Ampere	Volt	Ampere	Volt	Ampere	Volt	Ampere
1	130	0,0043	180	0,0061	260	0,0086	320	0,011
2	110	0,0051	150	0,0073	220	0,010	260	0,013
3	90	0,0062	130	0,0087	180	0,012	220	0,015
4	77	0,0072	110	0,010	150	0,014	190	0,018
5	66	0,0084	93	0,012	130	0,017	160	0,021
6	58	0,0096	82	0,014	115	0,019	140	0,023
7	50	0,011	72	0,016	100	0,022	125	0,027
8	40	0,014	57	0,020	80	0,028	100	0,034
9	36	0,015	52	0,022	73	0,031	90	0,037
10	33	0,017	46	0,024	65	0,034	80	0,042
11	25	0,023	35	0,032	50	0,045	60	0,055
12	21	0,027	30	0,038	42	0,053	50	0,065
13	18	0,031	26	0,044	36	0,062	44	0,076
14	15	0,038	21	0,054	30	0,077	36	0,094
15	12	0,046	17	0,065	24	0,092	30	0,11
16	11	0,052	15	0,074	21	0,10	26	0,13
17	10	0,055	14	0,077	20	0,11	25	0,135
18	9	0,061	13	0,086	18	0,12	22	0,15
19	8	0,068	11,5	0,097	16	0,14	20	0,17
20	6,5	0,087	9	0,12	13	0,17	16	0,21
21	5,2	0,107	7,4	0,15	10	0,21	13	0,26
22	4,3	0,13	6	0,18	8,6	0,26	10,5	0,32
23	3,6	0,15	5	0,22	7,2	0,31	9	0,38
24	3,1	0,18	4,3	0,26	6,2	0,36	7,5	0,44
25	2,7	0,21	3,8	0,30	5,3	0,42	6,5	0,51
26	2,0	0,27	2,9	0,39	4,1	0,55	5	0,67
27	1,6	0,35	2,3	0,49	3,2	0,70	3,9	0,85
28	1,3	0,43	1,8	0,60	2,6	0,85	3,2	1,05
29	1,1	0,51	1,5	0,73	2,2	1,0	2,6	1,3
30	0,9	0,61	1,3	0,87	1,8	1,2	2,2	1,5
31	0,6	0,96	0,8	1,35	1,2	1,9	1,4	2,3

Die Schwingspule bestimmt mit ihrer Masse den Frequenzbereich des Lautsprechers. Wir berechnen sie für eine mittlere Frequenz von 10 000 Hz und haben damit die Gewähr, daß ein Frequenzband von etwa 2000 Hz bis über 10 000 Hz hinaus gleichmäßig übertragen wird. In die früher [4]) gegebene Formel haben wir für unsere Schwingspule einen Frequenzparameter $\alpha = 5{,}5 \cdot 10^{-5}$ sec/g einzusetzen und erhalten dann bei einer Membranmasse von 0,8 g eine Schwingspulenmasse von 0,3 g. Bei einem Gleichstromwiderstand von 6 Ω brauchen wir hierzu 3,3 m Lackdraht 0,11 mm ⌀, der mit insgesamt 44 Windungen in zwei Lagen aufgewickelt wird.

Da der Systemkern einen Absatz hat, können wir ihn nicht zum Wickeln der Schwingspule verwenden; wir drehen uns vielmehr hierfür aus beliebigem Metall einen Zylinder von genau 23,5 mm ⌀ und einer ungefähren Länge von 50 mm. Hierüber kommt zunächst eine geschlitzte Lage von 0,07 mm starkem Papier und darauf eine glatte Lage von 0,04 mm starkem Papier, wie es für Durchschriften gebraucht wird; seitlich umgewickelter Draht sorgt dafür, daß diese Papierumhüllung fest anliegt. Dann wird ein 15 mm breiter Streifen 0,04-mm-Papier ganz fest zweimal herumgelegt und in sich mit Bakelitlack verklebt. Es ist besonders darauf zu achten, daß der Lack, auch im Hinblick auf das nachfolgende Streichen der Spule, dünnflüssig genug ist. Sollte es nicht möglich sein, das Papier fest genug herumzulegen, dann kann man den Anfang auf der darunter liegenden Zwischenlage ein wenig anheften, muß aber nach



Abb. 4. Spulenkörper für die Erregerspule

Fertigstellung der Spule dieses Stückchen von innen wegschneiden und den Rest wieder sorgfältig ankleben. Darüber wird, wie in Abb. 5 angedeutet, ein 9 mm breiter Streifen 0,07-mm-Papier nicht ganz zweimal herumgewunden und angeklebt, so daß zwischen Anfang und Ende ein Raum von 2 mm bleibt, in dem die Anschlüsse der Schwingspule herausgeführt werden. Das Wickeln geht so vor sich, daß zuerst der Anfang mit einem winzigen Tropfen Zelluloidlack angeheftet wird und dann die erste Lage mit peinlicher Sorgfalt 3 mm breit gewickelt wird, die wir mit Bakelitlack streichen und fünf bis zehn Minuten oberflächlich antrocknen lassen. Darüber wickeln wir die zweite Lage, die naturgemäß nicht ganz so breit ausfallen wird, und befestigen das Ende auch mit einem Tröpfchen Zelluloidlack. Jetzt lassen sich die beiden Anschlußenden in dem dafür vorgesehenen Ausschnitt ankleben. Die zweite Lage wird ebenfalls dünn lackiert und dann die Spule gebacken. Beim Wickeln ist darauf zu achten, daß nicht

[4]) „Funk" 1936, Heft 6, Seite 167.

etwa zwei Drähte einer Lage übereinander zu liegen kommen. Von Hand wird man kaum den Draht so genau führen können, vielmehr empfiehlt sich die Benutzung einer wenn auch noch so einfachen Führungsvorrichtung. Als solche genügt schon ein an seinem oberen Ende durchbohrtes, von Hand schwenkbares schmales Brettchen, das in einem Abstand von ungefähr 20 cm von der Spule montiert wird; der Draht wird durch das Loch gefädelt, und man kann so,

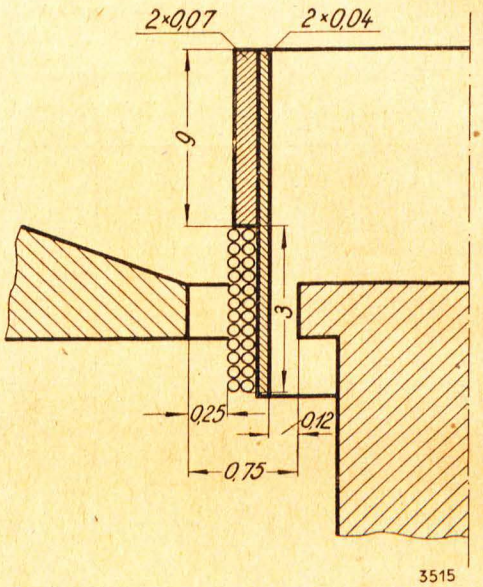


Abb. 5. Abmessungen der Schwingspule (schematisch)

indem man mit der linken Hand langsam die Führungsvorrichtung schwenkt und mit der rechten die Kurbel dreht, ohne besondere Mühe sauber Windung neben Windung legen.

Nach dem Abnehmen vom Wickeldorn wird das seitlich der Wicklung herausragende Papier der 2 × 0,04-mm-Lage bis auf ½ mm weggeschnitten. Aus Abb. 5 sehen wir

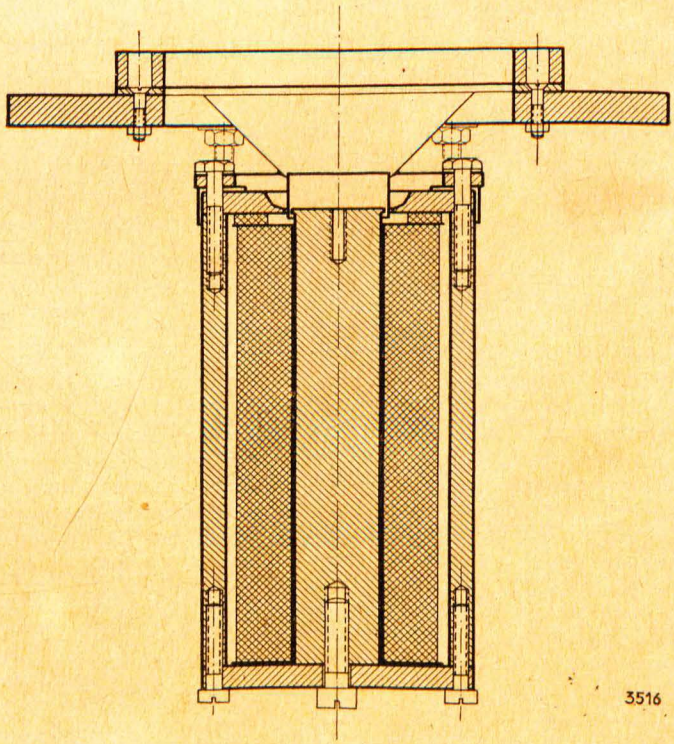


Abb. 6. Das System im Schnitt

übrigens noch, daß der Abstand Schwingspule—Kern kleiner ist als der entsprechende zur Jochplatte. Diese Maße wurden (nach einem anfänglichen Mißerfolg) deshalb so festgelegt, weil die Schwingspule innen sowieso genau rund wird, während außen immer mit Unregelmäßigkeiten zu rechnen ist.

Da es im Handel keinen geeigneten Membrankorb gibt, sind wir auch in dieser Beziehung auf Selbstbau angewiesen; unser Lautsprecher enthält keinen einzigen fertig gekauften Teil. Der Aufbau geschieht (vgl. hierzu Abb. 6

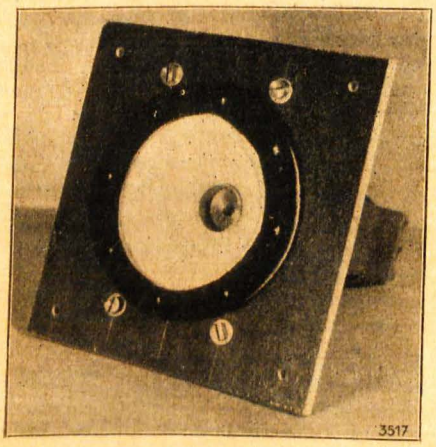


Abb. 7. Das fertige System von vorn

bis 8) auf einem quadratischen Sperrholzbrett von 170 mm Kantenlänge und etwa 8 mm Stärke, das in der Mitte einen runden Ausschnitt von 90 mm ⌀ besitzt. Auf das Magnetsystem werden zwei Stücke Winkelmessing geschraubt, die ihrerseits mit vier Schrauben von 5 mm ⌀ und mindestens 35 mm Länge und Muttern an dem Grundbrett befestigt werden. Auf diese Art können wir den Abstand System — Brett leicht verändern.

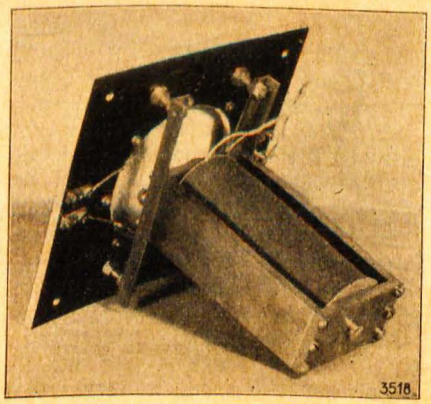


Abb. 8. Rückansicht des fertigen Systems

Aus kräftiger Pappe schneiden wir uns einen Ring von 90 × 120 mm ⌀, der mit 8 Befestigungslöchern versehen wird. Als Werkstoff für den nachgiebigen Membranrand verwenden wir wegen der Kleinheit der auftretenden Amplituden elastischen Stoff, z. B. dünnen Trikot. Unter elastischem Stoff ist solcher zu verstehen, der sich gleichzeitig in Länge und Breite dehnen läßt; das ist nur bei wenigen Arten der Fall. Wir kleben ein Stück mit einem Ausschnitt von 64 mm ⌀ konzentrisch auf dem Pappring fest und kleben danach die Membran mit Syndetikon ringsum an den Stoff an. Ist alles trocken, dann machen wir den Stoff luftundurchlässig, indem wir ihn mit käuflicher Paragummilösung bestreichen.

Ein Streifen aus ungefähr 10 mm starkem Filz, 15 mm breit und 375 mm lang, wird auf dem Pappring mit viel Syndetikon ringsum aufgeklebt und aus ihm der Platz für die Befestigungsschrauben mit einem erhitzten Eisenstab ausgebrannt.

Um die Schwingspule an die Membran anzukleben, befestigen wir zunächst das System an der Holzplatte. Der Kern wird — noch ohne Erregerspule — eingesetzt und ganz leicht angeschraubt. Durch drehende Bewegungen wird er nun nach Augenmaß zentriert und dann mit einem 0,75 mm starken Bündel Kartonstreifen geprüft, ob sich dieses überall im Luftspalt durchschieben läßt. (Die früher [4]) beschriebene Methode des Zentrierens, daß man einfach den Kern ringsum feststeckt und dann die Befestigungsschraube anzieht, hat hier keinen Erfolg.) Ist diese Arbeit erledigt, dann können wir den Kern ganz festziehen. Damit die Schwingspule beim Ankleben gute Führung hat, wird der Wickeldorn zentrisch auf dem Kern angeschraubt. Die Schwingspule wird von innen in der richtigen Lage mit Papierstreifen festgesteckt. Nun ist es leicht, die Membran darüberzuschieben; wir drehen sie so, daß die Befestigungslöcher der Zentrierspinne über den zugehörigen Schrauben stehen. In dieser Lage wird der Pappring mit der Holzplatte verschraubt, worauf das Verkleben von Membran und Schwingspule erfolgen kann.

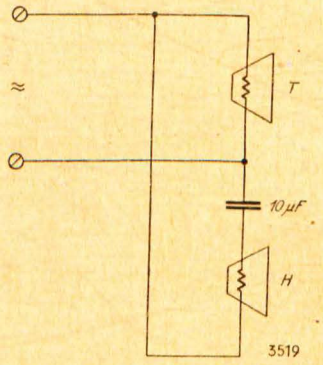


Abb. 9. Schaltung der Lautsprecherkombination

Der Wickeldorn wird wieder entfernt und die Membran mit der Schwingspule abgenommen. Zur Stromzuführung verwenden wir dünne Litze; sie wird mit den Spulenenden sauber verlötet, und dann werden diese auf dem Schwingspulenkörper und der Zentrierspinne mit mehrmals aufgetragenem Zelluloidlack befestigt. Auch der Anfang der Litze wird auf der Zentrierspinne noch angeklebt, und zwar indem wir den Lack bis über ihren Rand hinaus auf ihre andere Seite streichen, damit der sich bildende Film guten Halt hat. Die Litzenenden werden 30 mm lang gelassen und nach dem endgültigen Zusammenbau in etwas gebogener Stellung an zwei starke Drähte gelötet, die auf Klemmen am Holzbrett geschraubt sind (vgl. hierzu Abb. 8).

Die Erregerspule wird jetzt eingesetzt und mit einem Stoffring von 35 × 55 mm ⌀ ein wenig festgeklemmt. Der Kern wird wieder im Luftspalt sorgfältig zentriert, darauf die Membran eingehängt, der Pappring angeschraubt und die Schwingspule innen festgesteckt. Nach Anschrauben der Zentrierspinne und Entfernung der Papierstreifen muß sich die Schwingspule ungefähr 1 mm vor- und zurückbewegen lassen und darf dabei nicht scheuern.

Die Befestigung des ganzen Systems an einer Schallwand geschieht mit vier Holzschrauben durch Löcher in den Ecken der Holzplatte. Hierbei müssen, um ein Verspannen der Holzplatte zu vermeiden, Scheiben oder Abstandsbuchsen untergelegt werden, die so stark sind, daß beim Festziehen der Filzring gerade ein wenig zusammengedrückt wird. Bauen wir das System an den früher [3]) ge-

zeigten Schallschirm an, dann muß das Erregergerät auf der Rückwand seitlich angebracht werden, damit der Hochtonlautsprecher über dem Tieftonkonus Platz findet. Die Anschaltung des Hochtonlautsprechers ersehen wir aus Abb. 9; sie zeichnet sich durch Einfachheit und gute Wirksamkeit aus. Da es sich um Niederspannung handelt, können alte, billige Postkondensatoren verwendet werden, die wir vor dem Einbau noch einmal kurze Zeit zur Prüfung über eine starke Glühbirne ans Netz gelegt haben.

Besondere Sorgfalt wurde auf die Anpassung beider Lautsprecher gelegt. Da der Wirkungsgrad eines Lautsprechers immer als S c h e i n wirkungsgrad definiert ist, d. i. das Verhältnis

$$\frac{\text{abgegebene Schalleistung}}{\text{aufgenommene Scheinleistung}}$$

so kommt es darauf an, ihm eine möglichst große Scheinleistung zuzuführen, mit anderen Worten, seinen Schein-

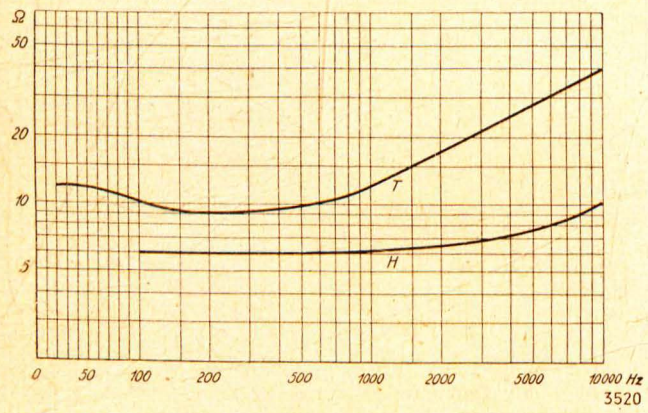


Abb. 10. Scheinwiderstandskurven des Tiefton- (T) und Hochtonlautsprechers (H)

widerstand richtig an die Endstufe anzupassen. Das ist nun bei einem einzigen Lautsprecher gar nicht über den ganzen Hörfrequenzbereich möglich. Abb. 10 zeigt die an den Schwingspulen beider Lautsprecher bei voller Erregung gemessenen Scheinwiderstände. Der Anstieg der Kurven zu den hohen Frequenzen ist auf die Eigeninduktivität der

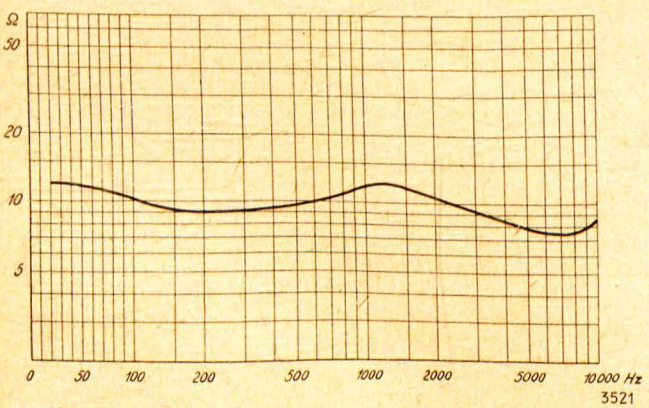


Abb. 11. Scheinwiderstand der nach Abb. 9 zusammengeschalteten Lautsprecherkombination

Schwingspulen zurückzuführen; beim Tieftonkonus zeigt sich außerdem noch ein Anstieg bei tiefen Frequenzen, der seinen Grund in der (beabsichtigten) Resonanz der Membranmasse mit der Federkraft der Zentrierspinne und des Membranrandes hat. Der Scheinwiderstand des Tieftonlautsprechers schwankt, wie man sieht, zwischen 9 und 40 Ω, ist also für eine Anpassung ungünstig. Die Kombination beider Lautsprecher weist dagegen, wie Abb. 11 zeigt, nur geringe Abweichungen von dem Mittelwert 10 Ω auf. Bei 1000 Hz beginnt die Stromübernahme durch den Hochtonlautsprecher, ist bei 2500 Hz etwa 50 % und bei 4000 Hz praktisch vollkommen.

Man braucht übrigens keine Sorge zu haben, daß im Übergangsgebiet durch das gleichzeitige Arbeiten beider Lautsprecher störende akustische Interferenzen auftreten. Erstens ist eine völlige Auslöschung nur bei einer einzigen Frequenz möglich, nämlich etwa 2500 Hz, und dies wäre auch nur beim einohrigen Hören wahrnehmbar, da man sich beim Hören mit beiden Ohren nur ganz selten in einer Zone befinden wird, wo weder das eine noch das andere einen Schalleindruck empfängt. Zweitens werden die Interferenzerscheinungen durch Reflektionen an den Zimmerwänden verwischt, und drittens ist schließlich die Intensität des Schalles an jedem Ort des Raumes durch die Quadratsumme der einzelnen Schalldrucke bestimmt. Das bedeutet, daß überhaupt nur Interferenzen von merklicher Größe in der nächsten Nähe einer einzigen Frequenz auftreten.

Aus diesen Gründen ist die Verwendung komplizierterer elektrischer Netzwerke zur Trennung der hohen und tiefen Töne, wie sie manchmal vorgeschlagen wird in der Absicht, das Übernahmegebiet möglichst schmal zu machen, als zu großer Aufwand anzusehen.

An dieser Stelle sei auch gesagt, daß eine Angabe von Schwingspulwicklungen verschiedener Ohmzahlen ähnlich wie für die Erregerspulen nicht möglich ist, da hiermit eine Umkonstruktion des Kerns und der oberen Jochplatte verbunden wäre. In den Fällen, in denen Tiefton- und Hochtonlautsprecher verschiedene Schwingspulenwiderstände besitzen, helfen wir uns so, daß wir den Hochtonlautsprecher über den Kondensator von 10 µF an die 10-Ω-Anzapfung des Ausgangstransformators legen, während der Tieftonkonus an die für ihn passenden Klemmen angeschlossen wird.

Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß dieser Hochtonlautsprecher sich nicht zur Übertragung des gesamten Hörfrequenzbereiches eignet und daß Versuche, ihn ohne Kondensator an den Verstärker anzuschließen, gefährlich sind, da bei tiefen Tönen so große Amplituden auftreten können, daß mit einer Beschädigung zu rechnen ist.

In welchem Maße der Hochtonlautsprecher die Wiedergabe verbessert, davon kann man sich durch abwechselndes Zu- und Abschalten im Betrieb leicht überzeugen; besonders auffällig ist seine Wirkung bei Sendungen, die die hohen Töne in genügender Stärke aufweisen, also bei Originalübertragungen aus einem Sendesaal des Ortssenders. Kabelübertragungen und vor allem Schallplattensendungen des Rundfunks fallen dagegen sehr stark ab. Wenn man den Hochtonlautsprecher zunächst einmal in einiger Entfernung vom Tieftonkonus aufstellt, dann kann man hören, welche Töne hauptsächlich von ihm wiedergegeben werden: bei Sprache ist es das stimmlose s, das scharf und naturgetreu durchkommt, während bei Musik Becken und Triangel hervortreten. Zu erwähnen ist auch das Beifallsklatschen einer großen Zuhörermenge, das als solches durch das Hinzutreten der höchsten Frequenzen erst deutlich erkennbar wird.

Der Funkfreund kann sich durch den Selbstbau einer guten Lautsprecherkombination eine Wiedergabe verschaffen, wie sie sonst nur von dem teuersten am Markt befindlichen Gerät erreicht wird.

Im übrigen wäre es sehr zu begrüßen, wenn unsere Industrie mit einem ähnlichen Hochtonmodell, wie hier beschrieben, herauskäme, damit auch diejenigen, denen es an Geschicklichkeit, Zeit oder Werkzeug mangelt, nicht zurückzustehen brauchen. Dabei könnte der Preis wegen der kleinen Abmessungen sehr niedrig gehalten werden, besonders, wenn man noch Modelle ausschließlich für geringere Wirkungsgrade herausbringt, bei denen an Eisen und Kupfer gespart werden kann.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Neue steilere Endröhren

Von
Erich Schwandt

Eine große Zahl der im Empfängerbau vorhandenen Probleme hat in den letzten Jahren von der Röhrenseite her eine befriedigende Lösung gefunden. Nach der Schaffung hervorragender Röhren für die Verstärkung hoch-, zwischen- und niederfrequenter Spannungen wurden Sonderröhren für die Mischung und für die verzerrungsfreie Gleichrichtung, vor allem auch für einen einwandfreien Schwund- und Lautstärkenausgleich entwickelt. Nachdem diese vordringlichen Aufgaben bewältigt waren, konnte man sich in der letzten Zeit stärker mit den Endröhren befassen und Typen schaffen, die den technischen Forderungen, die seit langem an die Endröhre gestellt werden, in hohem Maße gerecht werden. Die neuen Röhren, die in vielen Empfängern des kommenden Baujahres angewendet werden, ermöglichen eine bedeutende Verbesserung der Wiedergabe, und ihre Anwendung rechtfertigt es in zahlreichen Fällen überhaupt erst, einen Hochleistungsempfänger auch Qualitätsempfänger zu nennen.



Abb. 1. Dreipol-Endröhre AD 1

Bei der Weiterentwicklung der Endröhren wurden zwei grundverschiedene Wege beschritten, und demzufolge wurden auch zwei voneinander grundverschiedene Röhren auf den Markt gebracht: die Dreipol-Endröhre AD 1 mit einer Anodenbelastung von 15 Watt und einer Nutzleistung von 4,2 Watt bei 5 % Klirrgrad[1]), und die Fünfpol-Endröhre AL 4 mit einer Anodenbelastung von 9 Watt und einer Nutzleistung von 4,5 Watt bei 10 % Klirrgrad. Die AD 1 ist von direkt beheizter, die AL 4 von indirekt beheizter Art. Um eine Röhre von der Art der AL 4 auch für Allstromempfänger zur Verfügung zu haben, wurde außerdem die CL 4 geschaffen, die im wesentlichen mit der AL 4 übereinstimmt, aber eben nicht für eine Heizspannung von 4 Volt, sondern für einen Heizstrom von 200 mA (Fadenspannung 33 Volt) bemessen ist.

Die Dreipol-Endröhre AD 1 entspricht der Forderung nach weiterer Steigerung der Wiedergabe-Güte ohne Rücksicht auf den Aufwand an Röhrenstufen und elektrischer Leistung. Man kann sie als eine Weiterentwicklung der lange Jahre hindurch fast unverändert erzeugten Dreipolröhre RE 604/LK 460 ansehen, die sie u. a. in der Anodenbelastung und damit auch in der abzugebenden Nutzleistung, vor allem aber in der Steilheit übertrifft. Genau wie die RE 604/LK 460 erfordert sie den Einsatz einer entsprechenden Vorverstärkung, die zweckmäßig aus einer Fünfpol-Schirmröhre oder aus einer Dreipolröhre besteht; von der ersteren wird man dann Gebrauch machen, wenn es sich um einen Empfänger ohne umfangreiche Hoch- oder Zwischenfrequenzverstärkung handelt, von der letzteren dann, wenn in dem Gerät Hoch- oder Zwischenfrequenzstufen vorhanden sind. Bei Verwendung einer Fünfpol-Schirmröhre AF 7 reichen rund 0,2 Volt eff. als Gitterwechselspannung aus, um die Anordnung durchzusteuern, während bei Anwendung einer Dreipolröhre AC 2 hierzu rund 1,5 Volt erforderlich sind. Der Leistungs-Aufwand für die Endstufe mit der Röhre AD 1 bestimmt sich nach folgenden Angaben: Anodenspannung 250 Volt, Gittervorspannung — 45 Volt, Anodenstrom 60 mA. Es ist ratsam, unbedingt mit einer Anodenspannung von 250 Volt zu arbeiten, um die in der Röhre verfügbare Leistung auch wirklich voll auszunutzen; niedrigere Anodenspannungen haben einen beträchtlichen Rückgang der Nutzleistung zur Folge. Bei einer Spannung von 200 Volt liegt die Nutzleistung z. B. bereits dicht unter 2,5 Watt.

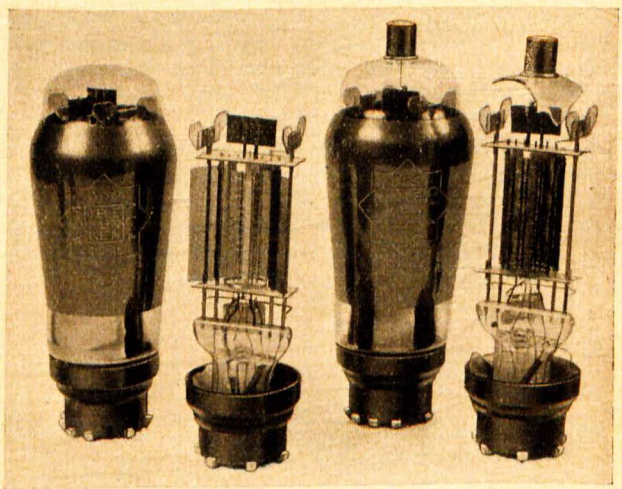


Abb. 2. Fünfpol-Endröhren AL 4 (links) und CL 4 (rechts)

Die Dreipol-Endröhre AD 1 findet ihre Hauptanwendung in dem ausgesprochenen Qualitätsempfänger, und zwar wird man sie hier bevorzugt in einer Gegentakt-Endstufe anwenden. Man kann die Betriebsspannungen hierbei so wählen, daß man eine A-Schaltung erhält, aber man kann sie auch nach den Grundsätzen der B-Schaltung anlegen. Im ersteren Falle betreibt man die Röhren mit einer Anodenspannung von 250 Volt und stellt die Gittervorspannung so ein, daß jede Röhre einen Anodenstrom von 60 mA auf-

[1]) Die in diesem Bericht genannten Zahlen entstammen zumeist den Unterlagen der Röhrenindustrie, es sind also nicht an einzelnen Röhren gewonnene Meßwerte, sondern Durchschnittswerte (sog. Katalog-Angaben).

nimmt. Da in dieser Schaltung die sonst bei Dreipolröhren zu beobachtenden geradzahligen Harmonischen nicht auftreten, ergibt sich in ihr ein besonders kleiner Klirrgrad; er sinkt, wenn Leistung und Außenwiderstand den Verhältnissen bei der Einfachschaltung entsprechen, auf weniger als die Hälfte. So kann man bei Anwendung optimaler Spannungen an einem Außenwiderstand von 4600 Ω eine

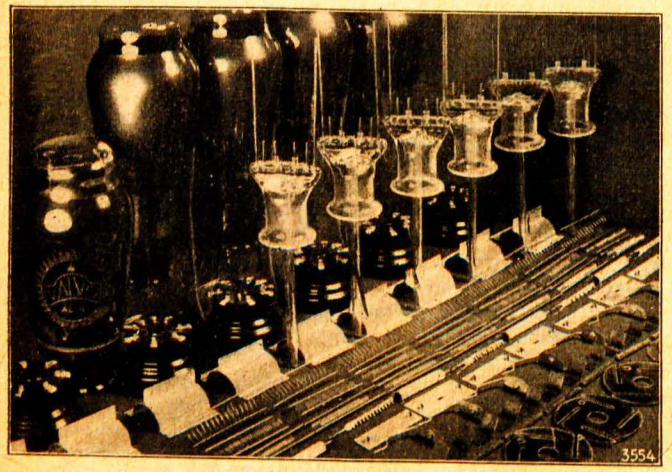


Abb. 3. Die Einzelteile der Endröhre AL 4. Die Reihen zeigen von links nach rechts: Sockel, Anode und Quetschfuß, Bremsgitter, Schutzgitter, Steuergitter, Kathode, Zentrierglimmer, Getterpfanne, Kühlfahnen, Isolierschlauch und Stützglimmer

Leistung von 8,6 % unter einem Klirrgrad von weniger als 2 % erhalten. Das sind Werte, die diese neue Röhre für den Qualitätsempfänger als außerordentlich geeignet erscheinen lassen und die sie auch für den Selbstbau hochwertiger Rundfunk- und Schallplatten- sowie Aufnahmeverstärker besonders wertvoll machen.

Die Schaltung der Dreipolröhre AD 1 erfordert keine Besonderheiten. Es ist wichtig, zu wissen, daß der günstigste Belastungswiderstand 2300 Ω beträgt und daß der Gitterableitungwiderstand höchstens 0,7 MΩ groß gewählt werden darf. Die erforderliche Gitterspannung von — 45 Volt kann auf verschiedene Art gewonnen werden; vorteilhaft ist die selbsttätige Gewinnung der Gitterspannung durch einen Kathodenwiderstand, der, wenn er ausschließlich vom Anodenstrom der AD 1 durchflossen wird, 750 Ω groß sein muß. Bei gemeinsamen Heizwicklungen für die Vorröhren und die Endröhre kann man den Kathodenwiderstand zwischen Mitte Heizwicklung und Masse anordnen, hat hierbei aber den Nachteil zu beobachten, daß

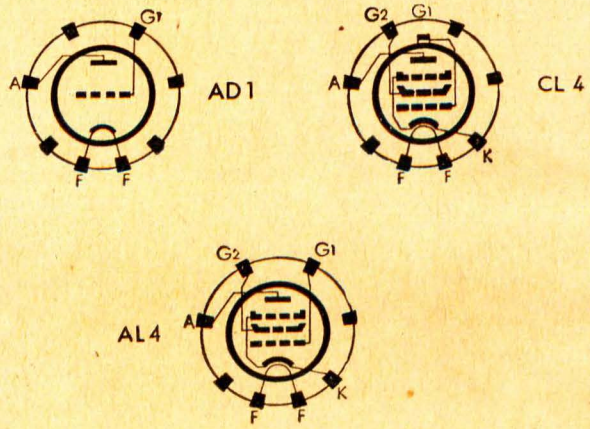


Abb. 4. Die Sockelschaltungen der neuen Röhren

die gleiche Spannung — also 45 Volt — bei den Vorröhren zwischen Faden und Kathodenschicht liegt. Das ist wenig angenehm; man kann diesen Nachteil vermeiden, wenn man der Endröhre eine eigene Heizwicklung gibt. Die Gewinnung der Gittervorspannung durch einen Kathoden-

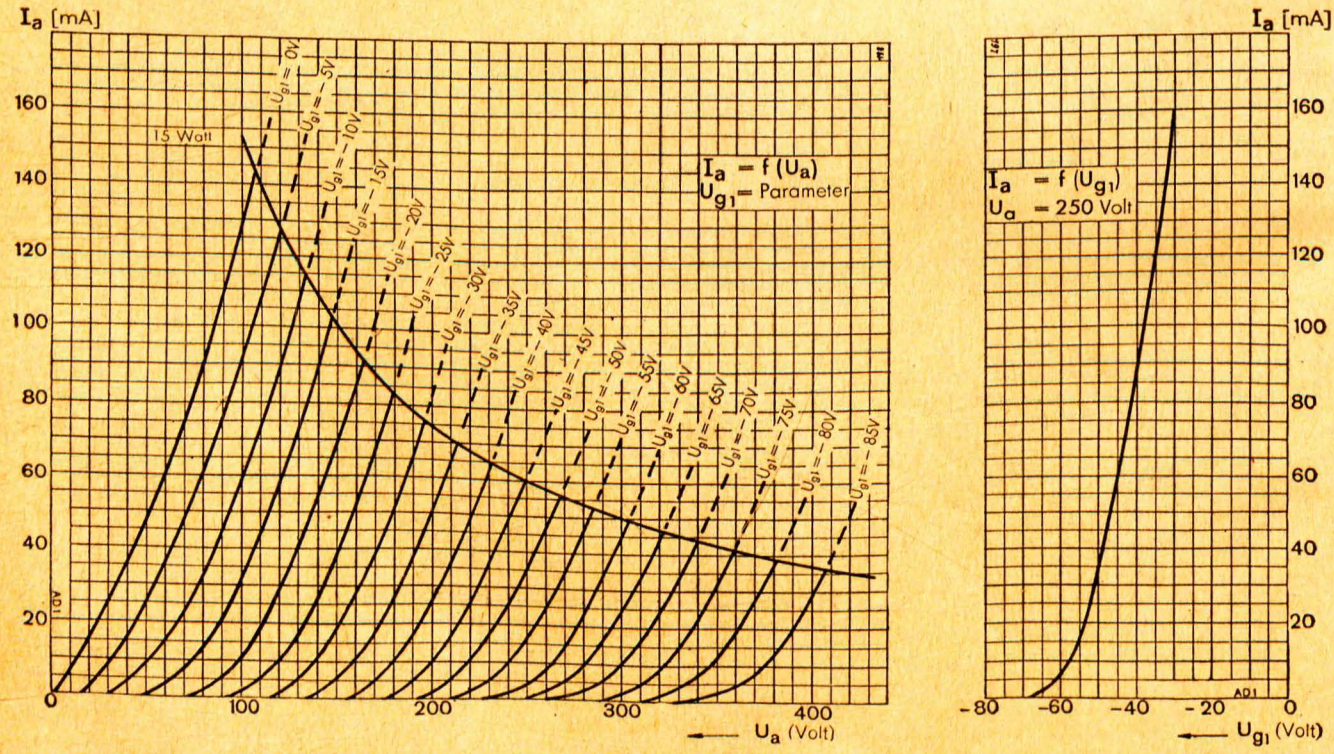


Abb. 5. Kennlinien der AD 1

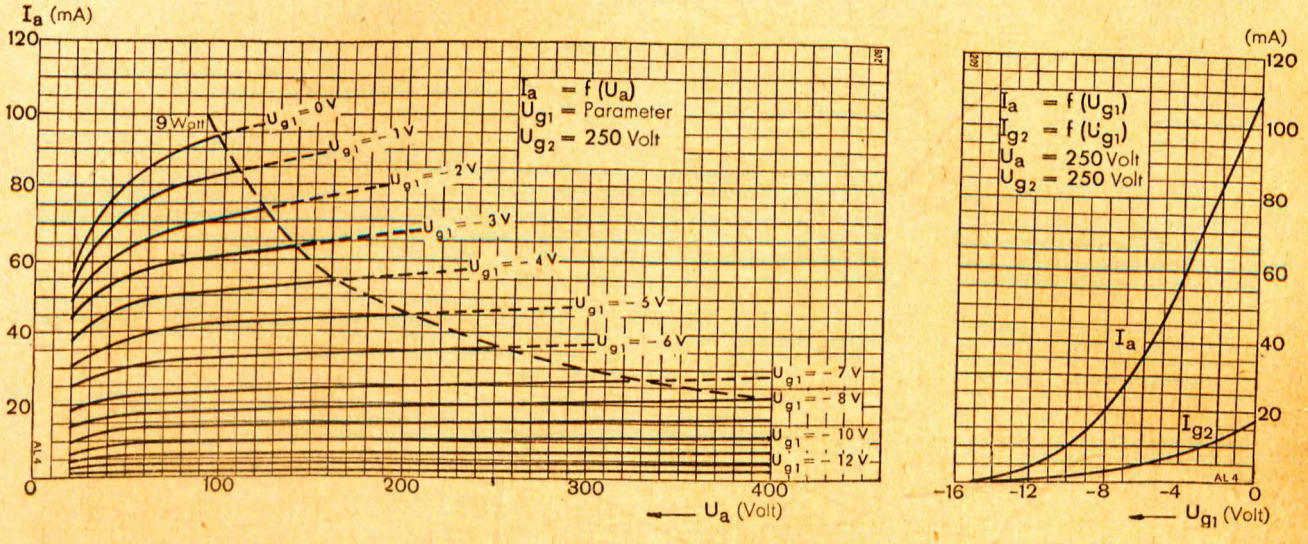


Abb. 6. Kennlinien der AL 4

widerstand, der vom gesamten Anodenstrom des Empfängers durchflossen wird, ist nicht zu empfehlen, da hierbei die Gefahr besteht, daß die Endröhre bei einer Änderung des Anodenstromes in den Vorröhren (Regelröhren!) ebenfalls mit veränderlicher Vorspannung und damit mit veränderlicher Belastung betrieben wird. Eines leidet hierunter bestimmt: entweder die Güte der Wiedergabe oder die Lebensdauer der Röhre.

Ist die AD 1 die Röhre für den ausgesprochenen Qualitätsempfänger bzw. -verstärker — man wird von ihr mit Vorteil auch in allen „Empfängern bester Wiedergabe" Gebrauch machen —, so ist die neue Fünfpol-Endröhre AL 4 für alle röhrensparenden Empfänger bestimmt, in denen man ohne Niederfrequenz-Vorstufe auskommen und die Endstufe unmittelbar von dem Zweipol-Empfangsgleichrichter aussteuern will. Um das zu erreichen, hat man der Röhre bei einer Anodenbelastung, wie sie den bereits bekannten Fünfpol-Endröhren eigen ist (9 Watt), eine auf das Mehrfache gesteigerte Steilheit gegeben; mit 9 mA/V (gegen 2,8 bei der AL 1 und 2,6 bei der AL 2) steht uns hier die steilste der für die Empfangstechnik überhaupt bestimmten Röhren zur Verfügung. Da es außerdem möglich war, den Innenwiderstand entsprechend hoch zu bringen (70 kΩ gegen 43 bzw. 60 kΩ), errechnet sich nach der bekannten Formel für die Spannungsverstärkung eine Verstärkungsziffer von 57 gegenüber einer solchen von 17 bei der AL 1 und von 16 bei der AL 2. Um eine Ausgangsleistung von 50 Milliwatt zu erzeugen, braucht man bei der AL 1 eine Gitterwechselspannung von 1,1 Volt eff., bei der AL 2 sogar eine um etwa 10 % größere; bei Verwendung der neuen Röhre AL 4 sind für die gleiche Leistung nur 0,33 Volt eff. erforderlich. Aus diesen Gründen ist man

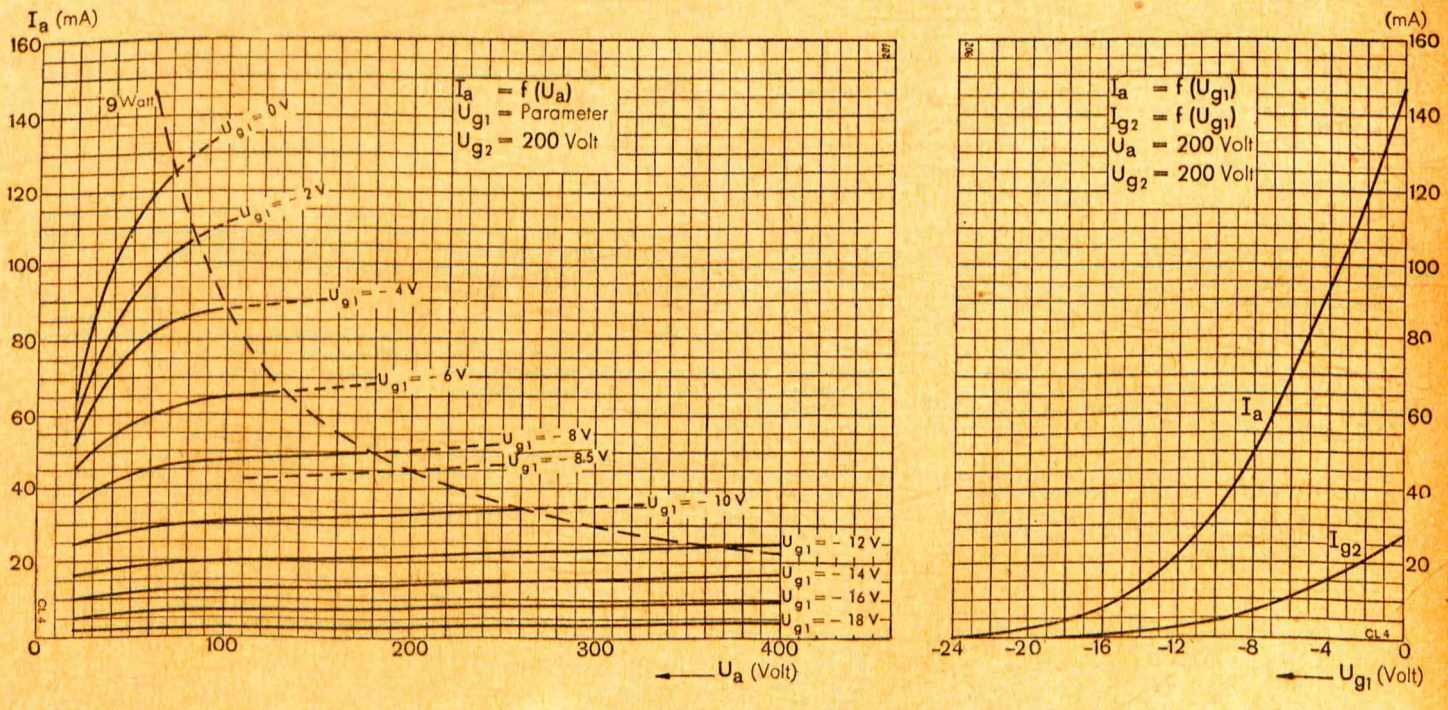


Abb. 7. Kennlinien der CL 4

bei vielen Empfängern in der Lage, von der als Empfangsgleichrichter arbeitenden Zweipolröhre unmittelbar auf die Endröhre zu gehen.

Die AL 4 verhält sich aber auch hinsichtlich der Verzerrungen erheblich günstiger, als die bisher gebräuchlichen Fünfpol-Endröhren. Sie ist als indirekt beheizte Röhre nicht nur besser als die ebenfalls indirekt beheizte AL 2, sondern sogar noch etwas besser, als die direkt geheizte AL 1. Als günstigster Außenwiderstand wird ein solcher von 7000 Ω empfohlen; um 7000 Ω herum erreicht der Klirrgrad seinen Kleinstwert. Er geht bei der Entnahme einer Nutzleistung von 2 Watt bis auf etwa 2,8 % zurück, erreicht bei einer Leistung von 3 Watt etwa 4,5 % und steigt bei einer solchen von 4 Watt bis auf fast 8 %. Anders ausgedrückt kann man dieser Röhre bei einem zulässigen Klirrgrad von 5 % eine Leistung von 3,3 Watt, bei einem zulässigen Klirrgrad von 10 % eine solche von 4 Watt entnehmen. Die entsprechenden Zahlen bei der AL 1 liegen bei 2,5 und 3,1 Watt, bei der AL 2 bei 2 und 3,8 Watt.

Über die schaltungsmäßigen Anforderungen der AL 4 ist zu sagen, daß diese Röhre ausschließlich mit selbsttätiger Gitterspannung, d. h. mit einem Kathodenwiderstand, betrieben werden soll; er muß eine Größe von 150 Ω haben, wenn man bei einer Anoden- und Schirmgitterspannung von je 250 Volt und einem Anodenstrom von 36 mA die notwendige Gittervorspannung von — 6 Volt einstellen will. Der Gitterableitwiderstand darf bei dieser Röhre bis zu 1 MΩ betragen, damit man die Möglichkeit hat, die Röhre unmittelbar vom Zweipol-Gleichrichter aus zu steuern. Bei der Anwendung der AL 4 ist sinngemäß auf die sehr große Steilheit Rücksicht zu nehmen, die leicht zu einer Selbsterregung führt; um diese zu verhindern, muß man die Leitungen zu den einzelnen Röhrenpolen — nicht nur zum Steuergitter! — möglichst kurz halten, und man muß alles tun, um Kopplungen zwischen diesen Leitungen zu verhindern. Schwingt die Röhre trotzdem, so sind die bekannten Maßnahmen zu treffen, d. h. in die Steuergitterleitung sind Widerstandsstäbe bis zu 1000 Ω einzuschalten, in die Schirmgitterleitung solche bis zu 100 Ω. Vielleicht entschließt sich die Röhrenindustrie dazu, entsprechende Dämpfungsmittel unmittelbar in die Röhre einzubauen, so daß die Röhre an sich vollkommen „schwingsicher" ist; dem Gerätebauer — und nicht nur dem Bastler! — würde hierdurch eine große Sorge abgenommen werden.

Die Fünfpol-Endröhre für Allstromgeräte CL 4 ist als Paralleltyp zur AL 4 entwickelt worden; die Abweichungen der elektrischen Werte von der AL 4 ergeben sich allein aus der Tatsache, daß man statt mit einer Anodenspannung von 250 Volt nur mit einer solchen von 200 Volt rechnen konnte und außerdem darauf Rücksicht nehmen mußte, daß die Röhre auch — bei 110-Volt-Netzen — einmal mit 100 Volt arbeiten und eine befriedigende Leistung geben muß. Die Röhre verbraucht bei 200 Volt einen Anodenstrom von 45 mA; ihr Innenwiderstand beträgt 45 000 Ω, der günstigste Außenwiderstand 4500 Ω. Der günstigste Arbeitspunkt stellt sich ein, wenn man der Röhre eine negative Gitterspannung von 8,5 Volt gibt, und diese erhält man wiederum durch einen Kathodenwiderstand von 170 Ω. Die Röhre unterscheidet sich von der AL 4 außerdem dadurch, daß das Gitter nicht nach unten, sondern oben an einem Kolbenanschluß herausgeführt wurde; das geschah, um die Kapazität zwischen dem Heizfaden und dem Gitter möglichst klein zu halten und damit auch die kapazitive Übertragung des Netzbrummens. Der Gitterableitwiderstand darf bei dieser Röhre genau wie bei der AL 4 bis zu 1 MΩ betragen.

Die CL 4 stellt verstärkungsmäßig und damit im Gitterwechselspannungsbedarf einen ähnlichen Fortschritt gegenüber der CL 2 dar, wie die AL 4 gegenüber den bekannten Röhren AL 1 und AL 2. Die neue Röhre besitzt eine etwa 2,5mal so große Verstärkung, wie die bisher bekannte Röhre CL 2; während die letztere zur Gewinnung einer Ausgangsleistung von 50 mW eine Gitterwechselspannung von 1,2 Volt eff. erfordert, braucht die CL 4 nur eine solche von 0,45 Volt (eine Anodenspannung von 200 Volt vorausgesetzt). Die abgegebene Höchstleistung an einem Außenwiderstand von 4500 Ω beträgt rund 4 Watt. Bei einem zulässigen Klirrgrad von 5 % konnte man mit der CL 2 eine Leistung von 0,5 Watt herstellen, während die CL 4 eine solche von 2,2 Watt liefert. Läßt man einen Klirrgrad von 10 % zu, so bekommt man mit der CL 2 rund 2,8 Watt, mit der CL 4 rund 4 Watt. Für die volle Aussteuerung benötigt die CL 2 eine Gitterwechselspannung von 9 Volt, die CL 4 eine solche von 5,5 Volt.

Wesentlich anders wird das Bild beim Betrieb an 110-Volt-Netzen, bei denen man der Röhre nur eine Anoden- und Schirmgitterspannung von je 100 Volt erteilen kann. Der Röhre gibt man dann zweckmäßig eine Gittervorspannung von — 4 Volt, bei der sich ein Anodenstrom von 21 mA einstellt. Die Nutzleistung geht auf 0,6 Watt zurück. Man ersieht daraus, daß sich diese Röhre für eine Netzspannung von 110 Volt nicht sonderlich eignet; das ist nicht weiter verwunderlich, denn diese Röhre scheint ausdrücklich auf die höhere Anodenspannung hin entwickelt und sie besitzt bei der höheren Spannung Eigenschaften, die über die der bekannten Röhren weit hinausgehen.

Mit den neuen Typen stehen den Empfängerfabriken und dem Bastler Röhren zur Verfügung, die sie in ihrem Bestreben um die Verbesserung der Wiedergabe ein gutes Stück weiterbringen. Mit ihnen wird schließlich auch die röhrenmäßige Grundlage für eine selbsttätige Dynamiksteigerung gegeben, für die eine entsprechende Ausgangsleistung natürlich wichtigstes Erfordernis ist. Wir stehen hier wie in der ganzen Röhrentechnik natürlich an keinem Endziel — um so weniger, als durch die amerikanischen Metallröhren eine sehr ernste Beunruhigung in die Röhrenerzeugung getragen wurde, die sich auch auf den europäischen Märkten bald auswirken dürfte —, wohl aber dürfen wir in den neuen Typen einen sehr erfreulichen und in diesem Jahr besonders notwendigen Fortschritt begrüßen.

Werkbilder (Telefunken und Valvo)

Die Daten der neuen Endröhren

	AD 1 ~	AL 4 ~	CL 4 ≅
Heizspannung in Volt	4,0	4,0	33
Heizstrom in Amp.	0,95	1,75	0,2
Heizleistung in Watt	3,8	7	6,6
Art der Heizung	direkt	indirekt	indirekt
max. Anodenspannung in Volt	250	250	200
max. Schirmgitterspannung in Volt	—	250	200
neg. Gittervorspannung in Volt	—45	—6	—8,5
Anodenstrom in mA	60	36	45
Schirmgitterstrom in mA	—	5	6
normale Steilheit in mA/V	6	9,5	9
Durchgriff in %	25	—	—
Innenwiderstand in Ω	670	50 000	45 000
Anodenbelastung in Watt	15	9	9
Nutzleistung in Watt bei 5% Klirrgrad	4,2	3,3	2,2
Nutzleistung in Watt bei 10% Klirrgrad	—	4,0	4,0
Gitterwechselspannungsbedarf für volle Aussteuerung Volt eff.	30	3,6	5,5

Der praktische Aufbau eines Gerätes mit Dynamiksteigerung

Ein Gegentakt-Kraftverstärker mit 5 Watt Ausgangsleistung

Von **Heinz Lamparter**

In Heft 2, 1936, des „Funk" hat Heinz Lamparter einen Aufsatz über das Problem der Dynamik-Steigerung veröffentlicht, der die hierbei auftretenden theoretischen Fragen ausführlich behandelt. Inzwischen ist ein zum Nachbauen geeignetes Gerät dieser Art entwickelt worden. Die Beschreibung ist in zwei Teile gegliedert; sie behandelt 1. den Kraftverstärker, der allgemein verwendbar ist, der aber die besonderen Eigenschaften hat, die zum Betrieb als „Expander"-Anlage notwendig sind, und 2. das Zusatzgerät, das dann die Dynamikvergrößerung ergibt. Die Beschreibung des Kraftverstärkers erfolgt nachstehend, während die Expandervorrichtung im nächsten Heft beschrieben wird [1]).

Kraftverstärker mit einer in dieser Größenordnung liegenden Ausgangsleistung sind wiederholt beschrieben worden. Daß im folgenden eine neue Beschreibung gegeben wird, hat zwei Anlässe. Erstens hat der Verfasser in einem Einzelproblem der Gegentaktschaltung eine — nach seiner Ansicht neuartige — Vereinfachung gefunden, die es wert ist, der Öffentlichkeit übergeben zu werden, und zweitens soll im nächsten Heft dieser Zeitschrift die Beschreibung eines Zusaztgeräts gebracht werden, das eine selbsttätige Dynamiksteigerung ermöglicht. Dieses Zusatzgerät setzt das Vorhandensein eines Kraftverstärkers mit bestimmten Eigenschaften voraus, die der im folgenden beschriebene Verstärker aufweist, während andere Verstärker vielleicht erst auf diese Eigenschaften gebracht werden müßten. Die zu verlangenden Eigenschaften sind: Hohe Ausgangsleistung mit gleichzeitig sehr geringer Brummspannung, dazu gute Frequenzkurve und kleiner Klirrfaktor. Das Problem

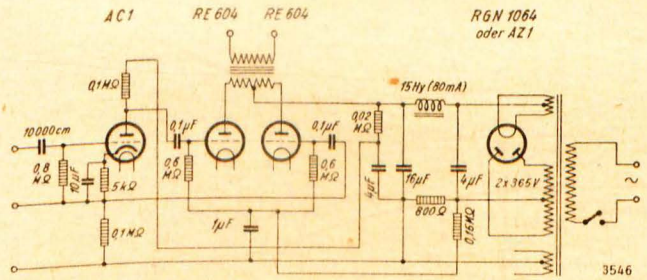


Abb. 1. Schaltung des 5 Watt-Gegentakt-Kraftverstärkers

der Dynamikänderung ist früher [2]) vom Verfasser sehr ausführlich theoretisch dargestellt worden. Zahlreiche Anfragen aus dem Leserkreis zeigen, daß trotz der darin aufgezeigten Schwierigkeiten großes Interesse für eine Baubeschreibung eines „Expander-Verstärkers" besteht. Sie soll deshalb nachstehend und im folgenden Heft gegeben werden.

Die Schaltung des Kraftverstärkers ist in Abb. 1 dargestellt, sein Aufbau, der nur als einfache „Brettschaltung" erfolgte, der aber doch klein und übersichtlich geworden ist, in Abb. 2. Es wurde davon ausgegangen, daß die modernen dynamischen Lautsprecher mit hohem Wirkungsgrad bei Betrieb mit 5 Watt Ausgangsleistung imstande sind, recht erhebliche Lautstärken zu entwickeln, wie sie für den Hausgebrauch ausreichen, auch unter Berücksichtigung der Tatsache, daß das Abhören mit künstlich vergrößerter Dynamik die Möglichkeit eines sehr lauten Fortissimos erfordert, wenn das Pianissimo nicht zu leise werden soll. 5 Watt können sehr einfach und mit sehr kleinem Klirrfaktor (insbesondere bezüglich der sehr störenden quadratischen Verzerrungen) aus zwei Röhren vom Typ der RE 604/LK 460 in Gegentaktschaltung entnommen werden, wenn diese mit 300 Volt und je etwa 33 mA Anodenstrom betrieben werden. Ausgangsseitig bedingt das einen Gegentakt-Ausgangsübertrager, der den Scheinwiderstand des Lautsprechers unter Wahrung des für kleinen Klirrfaktor und gute Frequenzkurve wichtigen Verhältnisses $Ra : Ri = 3 : 1$ bis $2 : 1$ an den inneren Röhrenwiderstand anpaßt.

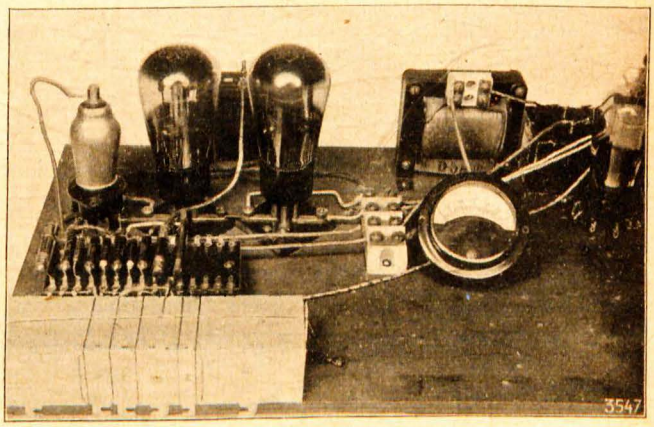


Abb. 2. Ansicht des in „Brettschaltung" aufgebauten Verstärkers

Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß sich bei der Gegentaktschaltung die inneren Widerstände der beiden Röhren addieren. Eingangsseitig ist notwendig, daß an die Gitter der beiden Röhren eine größte Wechselspannung von 30 Volt gelegt wird, wobei der Augenblickswert der an einem Gitter liegenden Spannung um 180 ° gegenüber der am anderen Gitter phasenverschoben sein muß. Gewöhnlich wird dies durch einen Gegentakt-Eingangsübertrager erreicht, dessen eine Wicklung im Anodenkreis einer Vorröhre liegt, dessen andere aus zwei symmetrischen Hälften besteht, von denen die eine zwischen Minus-Gittervorspannung und Gitter der einen, die andere zwischen Minus-Gittervorspannung und Gitter der anderen Röhre liegt.

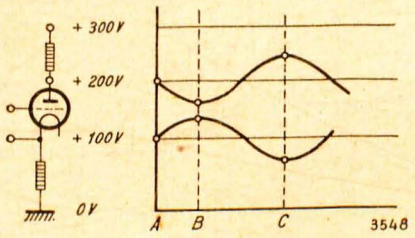


Abb. 3. Wirkungsweise der Gegentakt-Eingangsschaltung

Dieser Gegentakt-Eingangsübertrager wird nun nach der Anordnung des Verfassers durch eine besondere Widerstandskopplung ersetzt, deren Grundlage in Abb. 3 dargestellt ist. In einer Widerstandsverstärkerstufe wird die Hälfte des Außenwiderstandes zwischen Kathode und Minus-Anodenspannung, die andere Hälfte zwischen Anode und Plus-Anodenspannung gelegt. Die in die Abbildung eingetragenen Spannungszahlen sind ein willkürlich angenommenes Beispiel der Spannungsverteilung, die sich bei dieser Schaltung einstellen kann. In der rechten Hälfte der Abbildung ist dargestellt, wie sich die Spannungsverteilung ändern kann, wenn zwischen Gitter und Kathode der Röhre

[1]) Vgl. die Vorbemerkung zu dem Aufsatz auf S. 39 des „Funk" 1936, Heft 2.

[2]) Siehe „Funk", 1936, Heft 2.

eine Wechselspannung gelegt wird. Im Ruhezustand herrscht die Spannungsverteilung *A*. Bei einem positiven Impuls auf das Gitter der Röhre wird der in der Röhre auftretende Spannungsabfall verringert, die Spannung an den beiden Außenwiderständen steigt deshalb an. Es ergibt sich die Verteilung *B*. Umgekehrt wird bei einem negativen Impuls der Spannungsabfall in der Röhre größer, die an den Außenwiderständen auftretenden Spannungen deshalb kleiner, es tritt also die Spannungsverteilung *C* ein. Wie man sieht, können an den Punkten Kathode und Anode der Röhre zwei gleich große, um 180° gegeneinander phasenverschobene Wechselspannungen abgenommen werden, wie sie für die Aussteuerung der Gegentakt-Endstufe benötigt werden.

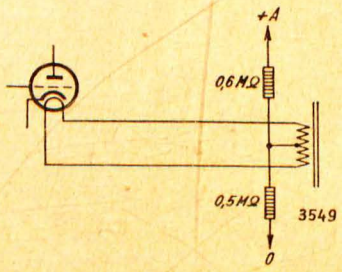


Abb. 4. Schaltungsänderung zur Vermeidung der Spannung zwischen Kathode und Heizung der Eingangsröhre

Bei der endgültigen, in Abb. 1 enthaltenen Schaltung ist dann noch berücksichtigt, daß die Röhre eine negative Gittervorspannung benötigt. Der Eingang weist die Besonderheit auf, daß beide Eingangsklemmen gegenüber Erde eine Niederfrequenzspannung führen. Es muß deshalb in jedem Fall überlegt werden, ob das anzuschaltende Gerät direkt angeschlosesn werden kann, oder ob ein Eingangs-Übertrager (der dann aber ein gewöhnlicher Typ sein kann, nicht Gegentakt!) verwendet werden muß. Ein elektrischer Tonabnehmer, bei dem beide Pole gegen das Gehäuse isoliert sind, was wohl allgemein der Fall ist, kann direkt angeschlossen werden. Ein Empfänger oder Vorverstärker erfordert einen Übertrager. Zur vollen Aussteuerung der verfügbaren Ausgangsleistung werden am Eingang etwa 4 Volt benötigt. So viel Spannung steht aber nur bei einigen Typen von Tonabnehmern zur Verfügung; nur mit solchen kann deshalb ohne Vorverstärkung gearbeitet werden. Zusammen mit dem im nächsten Heft

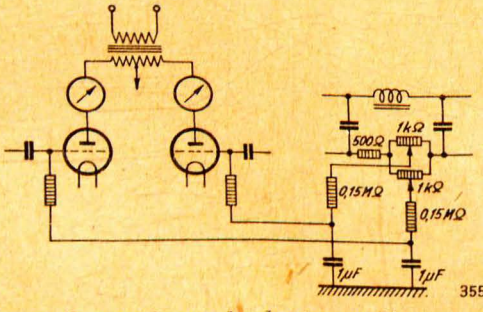


Abb. 5. Genaue Symmetrierung durch getrennte Gittervorspannungen

beschriebenen „Expander-Vorsatz" wird aber eine Empfindlichkeit erreicht, die für alle Typen von Tonabnehmern ausreicht. Wird der Verstärker hinter einen Empfänger geschaltet, so macht es wohl kaum Schwierigkeiten, die erforderliche Eingangsspannung herzustellen. Der Verfasser benutzt den Verstärker sehr viel an einem kleinen „Ortsempfänger-Vorsatz", der aus einer Fünfpol-Schirmröhre und einer Doppel-Zweipolröhre besteht. Dabei ist ohne weitere Nie lerfrequenzverstärkung genügend Spannung verfügbar.

Eine Gegentakt-Eingangs-Schaltung dieser Art liefert allerdings nur die Hälfte der sonst erzielbaren Spannungen, verglichen mit der üblichen Schaltung, bei welcher der volle Außenwiderstand zwischen Anode und Plus-Anodenspannung liegt. Verlangt man sehr hohe abzugebende Spannungen, wie in unserem Beispiel, wo die Gitterwechselspannungen für zwei RE 604 geliefert werden müssen, so bedeutet das, daß notwendigerweise sehr hohe Anodenspannungen anzuwenden sind. Sonst könnte leicht eine Übersteuerung eintreten. Bei der angegebenen Bemessung der Schaltelemente ist eine solche aber noch nicht zu befürchten.

Diese Schaltungsart bedeutet für die Röhre, daß zwischen der Kathode und dem eigentlichen Heizfaden eine verhältnismäßig hohe Spannung liegt. In dem über vier Monate langen Betrieb des Verstärkers beim Verfasser haben sich daraus keine Schwierigkeiten ergeben. Sollte jemand der Röhre diese „Belastung" nicht zumuten wollen (die aber in allen Allstrom-Empfängern üblich ist), so kann nach Abb. 4 durch Verwendung einer eigenen Heizwicklung sehr einfach Abhilfe geschaffen werden.

Noch auf eine andere Möglichkeit einer kleinen Schaltungseinzelheit sei hingewiesen. Die Vorteile der Gegentaktschaltung kommen bekanntlich nur dann voll und ganz zur Auswirkung, wenn bei den Röhren auf möglichst gute Symmetrie geachtet wird. Stehen keine genügend gleichartigen Röhren zur Verfügung, so kann nach Abb. 5 die Gittervorspannung jeder der beiden Röhren unabhängig von der anderen eingestellt werden. Damit läßt sich dann leicht erreichen, daß die Röhren im Ruhezustand genau

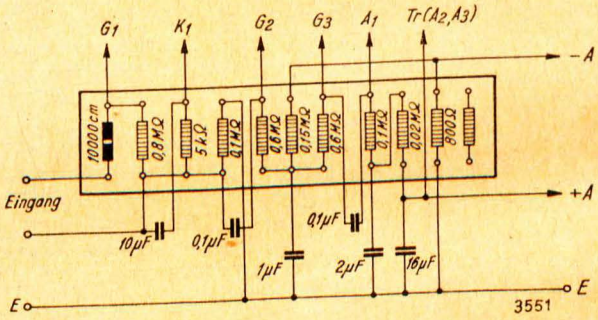


Abb. 6. Anordnung der Kondensatoren und Widerstände

gleich viel Anodenstrom aufnehmen, für ihr symmetrisches Arbeiten also die bestmögliche Vorbedingung geschaffen ist.

Der Anodenspannungsbedarf ist schon oben mit etwa 300 Volt angegeben worden. An Anodenstrom benötigt die Endstufe etwa 66 mA, die Vorstufe etwa 1 mA. Für das noch zu beschreibende Zusatzgerät, das vor den Kraftverstärker geschaltet werden kann und das seine Betriebsspannungen aus diesem entnimmt, werden noch weitere 18 mA benötigt, so daß insgesamt 85 mA aufzubringen sind. Das ist für eine Gleichrichterröhre vom Typ der AZ 1 noch gut zulässig, wenn die ihr zugemutete Wechselspannung nur 2 × 365 Volt beträgt, wie es zur Erzeugung der 300 Volt Anodenspannung und der 60 Volt Gittervorspannung der Endstufe erforderlich ist.

Bezüglich des Aufbaues geht aus der Ansicht der Abb. 2 hervor, daß die größeren Kondensatoren alle in einer Reihe zusammenliegen. Die kleineren Kondensatoren und die Hochohmwiderstände sind alle nebeneinander auf einer Platte mit zwei Reihen von Lötösen angeordnet. Auf diese Weise ist eine leicht zugängliche, übersichtliche Anordnung entstanden, bei der noch dazuhin jedes Einzelteil leicht auswechselbar ist. Trotz alledem ist die Art des Aufbaues doch nur als Brettschaltung und nicht als Aufbau für Dauerbetrieb aufzufassen. Für die Form des letzteren sind der Begabung unserer Leser aber damit keine Hemmungen auferlegt.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Neue Anordnung zur Störbefreiung am Empfänger

Das nachstehend beschriebene Verfahren der Störbefreiung, das in Amerika entwickelt wurde, scheint zwar in mehr als einer Hinsicht zweifelhaft. Auch wenn alles genau so arbeitet, wie von den amerikanischen Urhebern angegeben, würden doch zunächst einmal nur diejenigen Störungen ausgeschaltet, deren Amplitude größer ist als die höchsten vorkommenden Empfangsamplituden. Anscheinend ist man der Ansicht, daß diese Störungen wegen ihrer kurzen Dauer unhörbar sein würden. Das wäre aber nur der Fall, wenn Geräusche von $^1/_{1000}$ Sekunde Dauer unhörbar sein würden. Wie der nachstehende Bericht aber selbst sagt, wird ihre Dauer durch Nachschwingen der Lautsprechermembran verlängert. Genau dasselbe muß dann natürlich auch für die Membran im Ohr gelten. Überhaupt scheinen hier die ganzen sogen. Einschwing- bzw. Ausschwingvorgänge nicht genügend berücksichtigt zu sein, was doch zu ganz falschen Resultaten führen kann. Das Gerät soll anscheinend so wirken, daß bei Störamplituden, die über dem Empfangsspiegel liegen, der Empfänger momentan gesperrt wird. Immerhin kann diese Sperrung doch aber erst erfolgen, wenn die Störung mindestens zu einem Teil ihrer Amplitude empfangen ist. Ob es überhaupt möglich ist, eine Art Schwundregelung zu bauen, die so schnell wirkt, daß in weniger als $^1/_{1000}$ Sekunde der Empfang gesperrt und so ein Teil der Amplitude abgeschnitten ist, scheint ebenfalls fraglich. Aber wenn man einmal annimmt, alles funktioniere so, wie beschrieben, dann ist der Empfänger doch anscheinend während des Einfallens der Störamplitude völlig gesperrt. Statt einer positiven Störung tritt also eine absolute Sperrung der Trägerwelle ein, also mit anderen Worten: eine Empfangsunterbrechung. Diese dürfte sich dann aber wiederum als Störung bemerkbar machen.

Trotz dieser grundsätzlichen Bedenken möchten wir unsere Leser mit dem Vorschlag bekannt machen, denn es ist durchaus möglich, daß manche wichtigen Tatsachen auch in den amerikanischen Veröffentlichungen noch verschwiegen wurden oder daß sich die Anordnung in der Praxis doch anders auswirkt, als es bei Kenntnis allein der irgendwie einseitigen Darstellungen der amerikanischen Urheber theoretisch zu erklären ist.

Seit Beginn der drahtlosen Nachrichtenübermittlung wird ein bis heute scheinbar aussichtsloser Kampf gegen die atmosphärischen und elektrischen Störungen geführt, die über die Antenne in den Empfänger eindringen. Wie wenig Erfolg bisher die Versuche zur Störbefreiung am Empfänger selbst trotz erheblicher Aufwendungen an Mühe und Mitteln hatten, wissen alle Rundfunkhörer; bis heute ist kein Zusatzgerät auf dem Markt, das den bestehenden Anforderungen tatsächlich gerecht wird. Mehr als einmal erklärten selbst Kapazitäten auf diesem Gebiet die Möglichkeit einer empfängerseitigen Störbefreiung für nicht gegeben.

Neuerdings entwickelte man nun in den Vereinigten Staaten ein System, das — nach Angaben seiner geistigen Väter — den weitaus größten Teil aller der Störungen mit Sicherheit beseitigen soll, deren Amplitude größer ist als diejenige des Empfangssignals. Unter Mitwirkung des technischen Stabes der American Radio Relay League (ARRL) in Hartford, Conn., baute es James J. Lamb, der technische Schriftleiter der Amateurzeitschrift „QST", in einjähriger Arbeit aus.

Das in seiner Grundidee überraschend einfache System soll nahezu alle hochfrequenten Störungen beseitigen können, die irgendwie erzeugt werden und über die Antenne in den Empfänger dringen, also Störungen durch elektrische Feldänderungen und Spannungssprünge (Funken usw.), als auch atmosphärische Entladungen, sofern eben ihre Amplitude größer als diejenige des Empfangssignals ist.

Grundsätzlich ging James J. Lamb von der Überlegung aus, die die Abbildungen 1 bis 3 erklären. Verfasser stützt sich hierbei und bei den folgenden Angaben auf die Ausführungen, die ein Mitarbeiter Lambs, Mr. George S. Granger, im Magazin „All Wave Radio" vom Februar 1936 machte.

Abb. 1 zeigt eine schematische Darstellung der Sender- und Störungssignale, wie sie im Eingangskreis eines Superhetempfängers herrschen. Die Darbietung wird im Gerät selbst von Hand auf eine gewisse Lautstärke eingestellt und vom selbsttätigen Schwundausgleich auf dem Signalspiegel konstant gehalten. Die durch die schwarzen Dreiecke dargestellten Störungen sind teils leiser, teils lauter als der Empfang, wo-

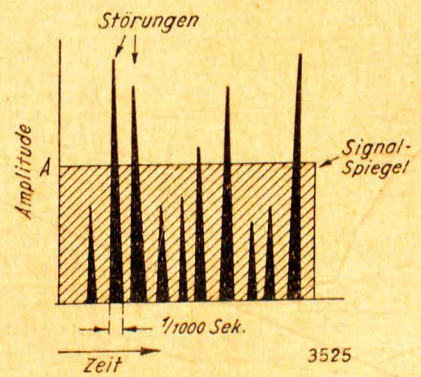


Abb. 1

bei ihre Zeitdauer nicht über $^1/_{1000}$ Sekunde hinausgeht. Würde sich die Dauer ihres Auftretens im Empfänger selbst nicht vergrößern, so könnte das menschliche Ohr sie überhaupt nicht wahrnehmen, da seine Zeitempfindlichkeit weit geringer ist (?). Wie nun Granger erklärt, erleiden die Störungen im Gerät bei der Verstärkung einige Veränderungen. Einmal werden sie, wie die Signale, verstärkt, wobei natürlich das am Empfängereingang gegebene Verhältnis in der Amplitude zwischen Signal und Störungen erhalten bleibt. Aber die Dauer der einzelnen Störung hat sich auf mehr als das Zehnfache erhöht, und nur deshalb sind sie überhaupt hörbar geworden. Zur Erklärung nehme man an, die Ampli-



Abb. 2

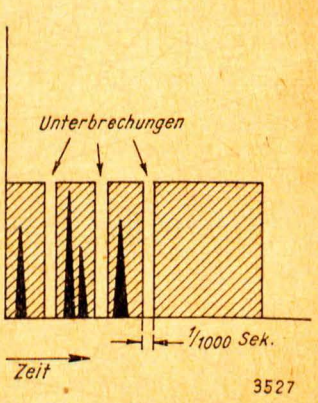


Abb. 3

tude einer Störung sei etwa zwanzigmal größer als der Signalspiegel, dann würden eine oder mehrere Röhren durch den Spannungsstoß bis ins positive Kennlinienfeld hineingesteuert, so daß ein Gitterstrom auftritt, der gewisse elektrische Echoerscheinungen hervorruft. Im weiteren Verlauf trifft die Störung dann als Spannungsstoß auf die Lautsprechermembran, die durch die Heftigkeit zu wesentlich längerer Schwingungsdauer angeregt wird, als die Störung tatsächlich elektrisch dauert. Beide Ursachen wirken zusammen, um die anfangs unhörbar kurzen Schwingungen in ihrer Zeitdauer um mehr als das Zehnfache zu verlängern. Man erkennt dies in Abb. 2, wobei jedoch diejenigen Störungen nicht gezeichnet wurden, deren Amplitude geringer als diejenige des Signals sind.

Die weitere Aufgabe liegt nun darin, an einer solchen Stelle im Empfänger eine Vorrichtung wirksam werden zu lassen,

an der die Störungen noch ihre ursprüngliche Zeitdauer aufweisen. Wenn diese Vorrichtung nun jedesmal, wenn eine Störung mit größerer Amplitude auftritt, den Empfänger für die Dauer des Auftretens aussetzen läßt, so verschwinden damit natürlich die Störungen selbst. Es gilt nun, eine solche Vorrichtung zu finden, die dann selbstverständlich ohne jede Empfangsbeeinträchtigung arbeiten würde, denn wie das Ohr Störimpulse von etwa $^1/_{1000}$ Sekunde Dauer nicht aufnehmen kann, so spricht es auch auf Empfangslöcher von dieser Dauer nicht an [1]).

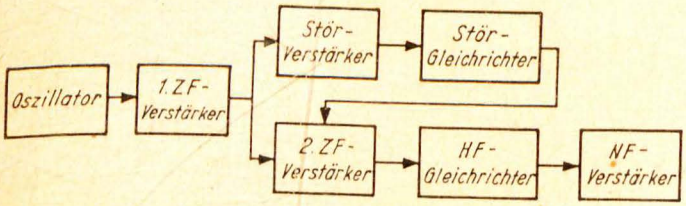


Abb. 4

Die nächste Aufgabe war, diese Einrichtung schaltungsmäßig auszuarbeiten. Bekanntlich ist die einfachste Art, den Empfang zum Beispiel in einem Superhetempfänger zu sperren, die, irgendeiner Röhre eine so hohe negative Gittervorspannung zu geben, daß der Anodenstrom — und damit die Verstärkung — gleich Null wird. Lamb, der die Vorrichtung vorläufig nur für Superhets mit mindestens zwei Zwischenfrequenzstufen entwickeln konnte, gibt eine grundsätzliche Anordnung nach Abb. 4 an. Vom ersten Zwischenfrequenzverstärker gehen zwei Kanäle aus: der erste speist den zweiten Zwischenfrequenzverstärker, von dem aus die Zwischenfrequenz in den Gleichrichter gelangt, der mit einer Doppelzweipolröhre bestückt ist (unten). Der zweite Kanal versorgt den „Störverstärker", der seine verstärkten Impulse an den „Störgleichrichter" weitergibt, von dem aus die negative Gleichstromkomponente auf den zweiten Zwischenfrequenzverstärker, auch „Störberuhiger" (Noise silencer) genannt, zurückwirkt. Der Grundgedanke dabei ist folgender: Im oberen Zweig werden nur die Störungen verstärkt, im unteren Kanal dagegen die Empfangssignale. Genauer ausgedrückt sollen jedoch im Störverstärker lediglich die über den Signalspiegel hinausragenden Störspitzen eine Verstärkung erfahren. Man erreicht dies sehr einfach dadurch, daß die Gittervorspannung entsprechend eingestellt wird. Der untere Kanal, also die zweite Zwischenfrequenzröhre, arbeitet mit normaler Empfindlichkeit, während der Störverstärker soweit negativ vorgespannt ist, daß er mit der Verstärkung erst dann einsetzt, wenn Amplituden auf sein Gitter treffen, die über den Signalspiegel, also über den Punkt *A* in Abb. 1, hinausreichen. Damit ist aber erreicht, daß praktisch nur die Spannungsspitzen der Störungen erfaßt werden. Treten mit dem Signal zusammen keine lauten Störungen auf, so ist der obere Kanal eben außer Betrieb. Sind aber Störungen entsprechend hoher Amplitude vorhanden, so tritt am Belastungswiderstand der als Störgleichrichter wirkenden Doppelzweipolröhre eine negative Spannung auf, die den zweiten Zwischenfrequenzverstärker mehr oder weniger absperrt.

Abb. 5 gibt einen Überblick über die genaue Schaltung. Vom zweiten Zwischenfrequenztransformator *T* trifft die Zwischenfrequenz auf den Punkt *x*, wo sie sich teilt, um an die Steuergitter der Fünfpolschirmröhre 6 J 7 und der Achtpolröhre 6 L 7 zu gelangen. In der letztgenannten Röhre erfährt sie eine weitere Verstärkung, um von der 6 H 6 in Vollwegschaltung gleichgerichtet zu werden. Die beiden Belastungswiderstände der unteren 6 H 6 erlauben, daß einmal die Niederfrequenz über den Schleifer des Dreh-Spannungsteilers in gewünschter Stärke abgenommen werden kann und weiterhin die notwendige Schwundausgleichspannung gewonnen wird, die unter anderem am Steuergitter der 6 L 7 und der Störverstärkerröhre 6 J 7 liegt. Dies sichert die Konstanthaltung der Empfangssignale durch Bereglung der Vorröhre, des Überlagerers und der Zwischenfrequenzverstärkerstufen, und es gibt dem Störkanal gleichzeitig keine Möglichkeit, eine Sperrspannung zu erzeugen, wenn die

[1]) Diese Überlegungen können nur auf einzelne, verhältnismäßig selten (z. B. in einer Sekunde einige Male) auftretende Störungen zutreffen, nicht aber auf den üblichen, brodelnden und zischenden Störpegel, der beim Empfang weit mehr stört als seltene Knackgeräusche. *Die Schriftleitung*

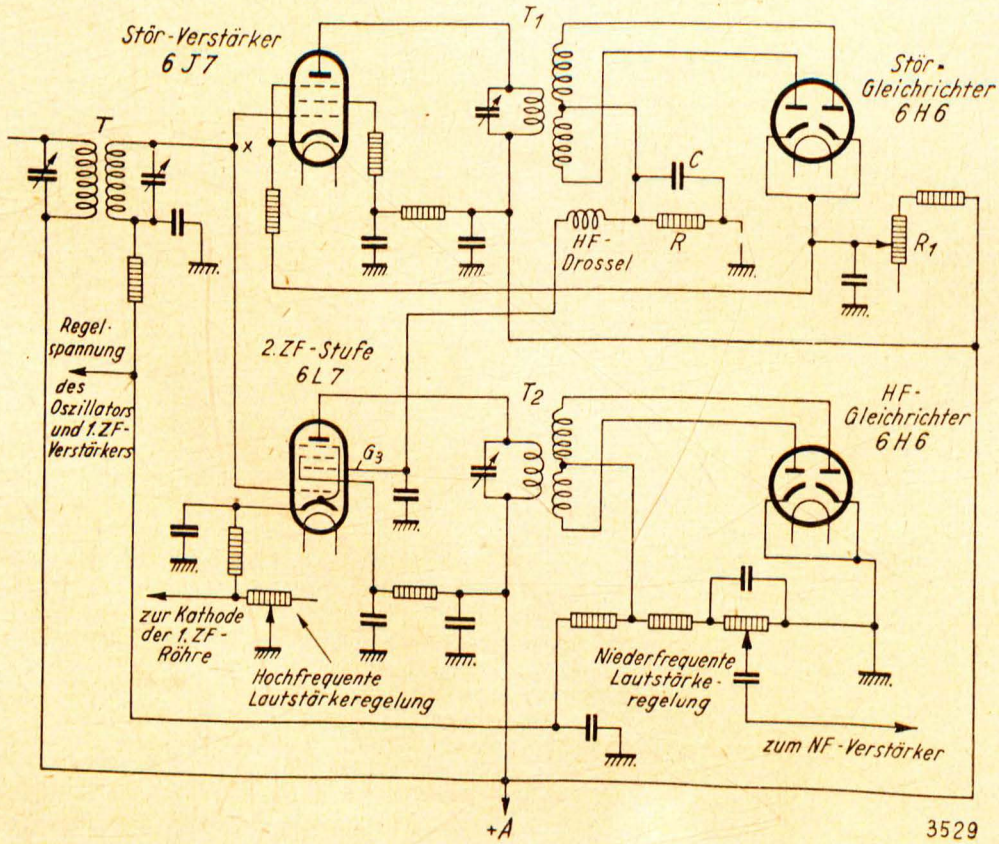


Abb. 5

Signalamplitude über den Punkt A in Abb. 1 steigen sollte. Dies darf nicht geschehen, weil die feste Gittervorspannung des Störverstärkers, einstellbar durch den Spannungsteiler R_1, diesen bei diesem Punkt wirksam werden läßt.

Man erreicht also durch die oben geschilderte Maßnahme, daß im oberen Kanal lediglich die schnellen und hohen Störamplituden verstärkt werden, deren Gleichstromkomponente als negativer Wert am Widerstand R der oberen Doppelzweipolröhre abfällt. Diese negative Spannung gelangt über die Hochfrequenzdrossel an das dritte Gitter der Achtpolröhre, die somit entsprechend den auftretenden Störamplituden kurzzeitig gesperrt wird, so daß die in Abb. 3 gezeichneten Empfangslöcher entstehen. Um eine sofort wirkende Schnellsperrung zu erzielen, müssen die Werte von R und C sehr sorgfältig ausgewählt werden, besonders C muß recht klein sein. Im Gegensatz zu dem verzögerten Schwundausgleich, der von der unteren 6 H 6 ausgeht, muß die von den Störspitzen gelieferte negative Gleichspannung ohne jede selbst die geringste Verzögerung am dritten Gitter der Achtpolröhre wirksam werden, um die Störungen wirksam durch Sperren derselben zu unterdrücken.

Wie aus obigen Ausführungen hervorgeht, ist die Anordnung nur in Superhet-Empfängern mit zwei Zwischenfrequenz-Verstärkerstufen brauchbar. Man baute in USA aber auch bereits Zusatzgeräte, die zu solchen Empfängern zugeschaltet werden können, wie zum Beispiel der Adapter von Leeds „Quiet Can", wofür nur drei Röhren notwendig sind.

Nach amerikanischen Berichten soll die Störbefreiung auf allen Wellenbereichen hervorragend arbeiten, am besten jedoch auf dem Kurzwellenband. Allerdings stehen dem noch einige grundsätzliche Bedenken gegenüber, auf die hier aber nicht näher eingegangen werden soll, denn der Berichterstatter will sich absichtlich auf die Beschreibung der theoretisch-konstruktiven Grundlagen des Systems beschränken, da naturgemäß in Deutschland bisher noch keine praktischen Erfahrungen gesammelt werden konnten. Sollte sich die Einrichtung jedoch bewähren, dann ist ein wesentlicher Schritt in der Weiterentwicklung der modernen Rundfunkgeräte getan, zum mindesten, soweit die größeren Geräte in Frage kommen.

Karl Tetzner

Zeichnungen vom Verfasser

Kleinempfänger mit Schwundregelung

In der Literatur und von seiten der Industrie hört man immer wieder von dem geregelten Zweikreis-Dreiröhren-Empfänger, das bedeutet einen Empfänger, dessen Hochfrequenzvorstufe durch eine irgendwie gewonnene Regelspannung (Verfahren siehe „Funk" 1936, Heft 10) entsprechend der einfallenden Energie in ihrer Empfindlichkeit gesteuert wird. Als Grund für die Berechtigung dieser Schaltung wird angegeben, daß man mit einem Einkreis-Zweiröhren-Empfänger an guten Antennen schon so viel Stationen hört, daß die Hochfrequenzstufe eines Zweikreis-Dreiröhren-Empfängers für alle größeren Sender fast zugedreht ist. Sie kann also praktisch als Reserve für Schwunderscheinungen eingesetzt werden. Dieses wurde an einem nach Vorschlägen in der Literatur gebauten Zweikreis-Dreiröhren-Empfänger nachgeprüft, in dessen Hochfrequenzstufe eine AH 1 bzw. eine AF 3 verwendet wurde, deren 1. und 3. Gitter jeweils durch eine Spannung, die hinter dem Audion (AC 2) mittels einer AB 2 (siehe „Funk" l. c.) gewonnen wird, geregelt wurde. Die Regelung war abschaltbar, um einen Vergleich gegen den ungeregelten Empfänger zu ermöglichen.

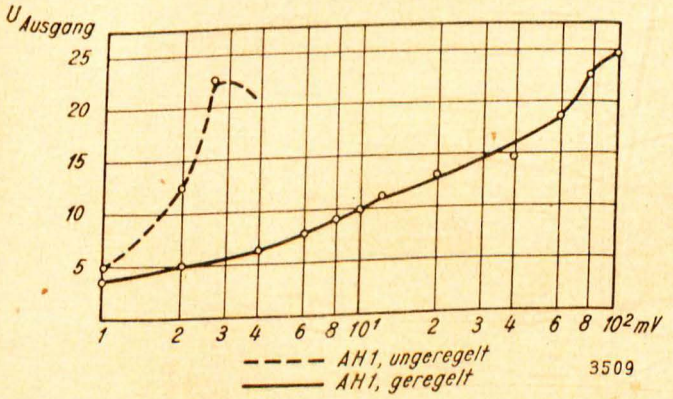


Abb. 1. Abhängigkeit der Ausgangsspannung von der Eingangsspannung bei einer Röhre AH 1 als Hochfrequenzstufe

Zunächst wurde die Empfindlichkeit des Empfängers mit der AH 1 als Hochfrequenzstufe bestimmt. Sie betrug 800 μVolt bei ungeregelter und 880 μVolt bei geregelter Vorstufe und 50 m Watt Ausgang. Der Messender war 30 % moduliert. (Die Empfindlichkeit üblicher Zweikreis-Dreiröhren-Empfänger beträgt 10 bis 100 μVolt. Diese Empfänger verwenden jedoch die AF 7 als Audion; die schlechtere Empfindlichkeit dürfte auf die Verwendung der AC 2 dieser Stufe zurückzuführen sein.) Die 10 % schlechtere Empfindlichkeit dürfte jedoch in der Praxis nicht stören. Das Audion wird bei ungeregelter Hochfrequenz bei 3 mVolt übersteuert, bei geregelter dagegen erst bei 80 mVolt. Das Verhältnis: Eingangsspannung zu Ausgangsspannung an 4000 Ohm zeigt für die AH 1 die Abb. 1; die gestrichelte Kurve gehört zum ungeregelten, die ausgezogene zum geregelten Empfänger. Die Zahlen für die Ausgangsspannung sind Verhältniszahlen. Die niederfrequente Lautstärkeregelung wurde so eingestellt, daß das benutzte Meßinstrument bei 100 mVolt Eingangsspannung Vollausschlag zeigte. Die Rückkopplung wurde auf höchste Empfindlichkeit fest eingestellt.

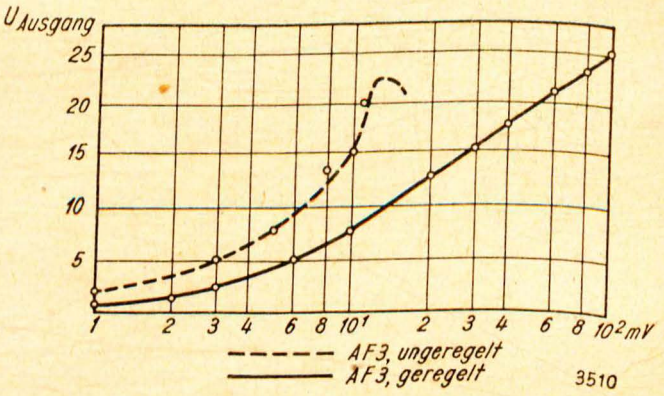


Abb. 2. Abhängigkeit der Ausgangsspannung von der Eingangsspannung bei einer Röhre AF 3 als Hochfrequenzstufe

Dieselben Messungen wurden für die AF 3 durchgeführt. Die Werte für diese liegen schlechter. Die Empfindlichkeit beträgt ungeregelt 1,1 mVolt, geregelt 1,6 mVolt. Auch der Regelbereich ist kleiner; die Audion-Übersteuerung setzt ungeregelt erst bei 12 mVolt ein, geregelt bei 80 mVolt. Die Kurven der AF 3 sind in Abb. 2 dargestellt.

Aus den Kurven ersieht man, daß der schwundgeregelte Kleinempfänger in vielen Fällen verwendbar ist. In der Nähe größerer Sender und bei Verwendung guter Antennen muß man jedoch noch zu einer zusätzlichen Dosierung der Hochfrequenz greifen, für die allerdings in diesem Falle Stufenschaltung ausreichen würde. Der Knopf für die Hochfrequenzregelung wird also nicht überflüssig. Er braucht nur nicht so häufig bedient zu werden, besonders wird seine Bedienung bei Empfangsschwund in den meisten Fällen unnötig.

Zeichnungen vom Verfasser *G.F.*

Was die Funktechnik Otto Scheller verdankt

Der große Kreis von Freunden und Fachgenossen, die Otto Scheller vor kurzem zu seinem 60. Geburtstag beglückwünschten, konnte sich von der erstaunlichen Frische und Tatkraft des Jubilars, der mit Recht als einer der ältesten deutschen Funkpioniere geschätzt wird, überzeugen. Bald nachdem Geheimrat Slaby Ende der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts auf Initiative des Kaisers hin mit seinen bekannten klassischen Versuchen zwischen der Sakrower Heilandskirche, der Potsdamer Marinestation und der Pfaueninsel begonnen und die Funkentelegraphie wohl als erster als Lehrfach an der Technischen Hochschule Charlottenburg eingeführt hatte, tat sich Scheller als einer der eifrigsten Mitarbeiter hervor und trat bald darauf in die neu gegründete Slaby-Arco-Gesellschaft ein, um an dem praktischen Ausbau mitzuarbeiten. Verglichen mit dem Riesenausmaß der heutigen Rundfunk-Großindustrie waren



Geschäftsbetrieb und Umsatz noch recht bescheiden. Der Schwerpunkt lag weniger in Laboratoriumsarbeiten, als vor allem in der Installation von Schiffs- und Landstationen im In- und Auslande. So war Scheller einer der ersten, die vor etwa 35 Jahren in Amerika Stationen errichteten und nach Überwindung der vielfältigen Schwierigkeiten jeglicher Art dem deutschen funkentelegraphischen System Weltgeltung verschafften. Als 1906 die Möglichkeit der Nutzbarmachung der ungedämpften Schwingungen auftauchte, gehörte Scheller zu denen, die ihren großen Wert nicht nur für Abstimmung und Störbefreiung, sondern auch für die Indienststellung der drahtlosen Telephonie erkannten, und er setzte sich sofort hierfür tatkräftig ein. Schon um die Jahreswende 1906/07 begann er mit dem Bau der ersten für ungedämpfte Schwingungen bestimmten Großstation in Cullercoats (Irland) und trat nach Fertigstellung, als infolge des südafrikanischen Krieges die englische Gesellschaft in Schwierigkeiten geraten war, in die C. Lorenz A.-G. ein. Bei dieser hat er bis etwa vor 10 Jahren die drahtlose Abteilung geleitet, und während dieser Zeit ist eine große Zahl wichtiger, verschiedenartigster Sender- und Empfangsanordnungen, gestützt auf seine Erfindungsgabe und überragenden Erfahrungen, ausgebildet worden. Infolgedessen ist Schellers Name nicht nur immer wieder in der technischen Funkliteratur genannt worden, sondern er ist auch in einer großen Zahl Patentschriften festgehalten, ungeachtet der zahlreichen sonstigen Schutzrechte, an denen Scheller maßgeblich mitgearbeitet hat.

Um nur einige Meilensteine flüchtig zu streifen, die die Entwicklung kennzeichnen und die auch für Gegenwart und Zukunft von Bedeutung bleiben, folgendes:

Im März 1907 entstand das DRP 192 524, in dem ein Sender für gerichtete Strahlentelegraphie beschrieben wird, bei dem durch abgestimmte Zuleitungszwischenkreise, deren Strahlung und Dämpfung ein Mindestmaß beträgt, die Energie auf Antennen in der gewünschten Phase und Energieverteilung übertragen wird, also ein Gedanke, der bei vielen Großkurzwellen-Richtstrahlanlagen jetzt noch Verwendung findet.

Vielleicht noch bedeutungsvoller ist das DRP 201 496, gleichfalls schon vom März 1907, das den Titel „Kursweiser" trägt. Durch wechselseitiges Senden mittels zweier gegeneinander versetzter Richtsender werden im Raum Linien gleicher Empfangsintensität erzeugt, welche scharf gebündelt sein können und die für die Navigation, insbesondere auch für den Flugzeugverkehr — in USA werden nach diesem Verfahren bis in die letzte Zeit hinein die Überseestreckenflüge ausgeführt — von Bedeutung sind.

In Fortsetzung dieses Gedankens sind Scheller noch weitere Schutzrechte erteilt worden, wie z. B. das DRP 553 459, wonach die Steuervorrichtung der beweglichen Station so eingerichtet wird, daß sie diese selbsttätig die gewünschte Linienführung einhalten läßt bzw. auch eine andersartige Bewegung wunschgemäß ermöglicht. Welche Ausbildung diese Ideen, insbesondere mit Bezug auf die Gleitwegbaken (drahtloses Nebellandesystem für Flugzeuge) weiterhin erfahren haben, ist im „Funk" 1932, Heft 32, Seite 511, kurz zusammengefaßt.

In gewissem Zusammenhang hiermit stehen die Schutzrechte, welche Scheller auf besondere Antennengestaltungen, die sich vor allem bei Großstationen bewährt haben, erteilt worden sind und die z. B. in den DRP 272 321/272 322 und 492 311 zum Ausdruck gebracht sind.

Auf dem Sendegebiet sind vor allem die Hochfrequenzmaschinen-Anordnungen (DRP 296 030) und das Verfahren zur Frequenzsteigerung (DRP 459 357), das darauf beruht, daß durch bestimmte Mittel die Wechselstromkurve nach Art von Stoßerregungsschwingungen so verzerrt wird, daß während der Auslöschzeiten sich das angestoßene Schwingungssystem frei ausschwingen kann und die aufgenommene Stoßenergie in solche höherer Frequenz umgewandelt wird, bedeutungsvoll geworden, jedoch ist auch die Ausbildung der Lichtbogen- und Röhrensender von Scheller vielfach befruchtet worden, wie z. B. das DRP 201 626, nach welchem beim Poulsen-Lorenz-Lichtbogensender die Wasserstoffatmosphäre mittels Spiritus erzeugt wird und somit erst die praktische Ausgestaltung ermöglichte.

Es ist hier nicht der Raum, auf die verschiedenen sonstigen Erfindungen, welche eigentlich alle Gebiete der drahtlosen Sende- und Empfangstechnik betreffen, zum Teil aber auch auf die elektro-akustischen Probleme, die Meß- und Fernseh- sowie Unterwasserschalltechnik übergreifen, einzugehen, und es soll diesbezüglich nur gesagt werden, daß Scheller stets eigene Wege beschritten hat, um zum Ziele zu gelangen, Wege, die von der Fachwelt ursprünglich vielfach belächelt, später aber als Selbstverständlichkeit hingenommen und verwendet wurden. Wohl kaum einem anderen Erfinder ist eine derartige Universalität, stets getragen von Erfahrung und Theorie, zu eigen gewesen, und es kann daher nicht wundernehmen, daß diese große Erfindungsgabe sich auch noch auf anderen Gebieten weiter betätigt. Zur Zeit steht die Windkraftausnutzung im Vordergrund des Interesses von Otto Scheller, die um so bedeutsamer erscheint, als es bei dem immer weiter gesteigerten Energiebedarf darauf ankommt, die Kohlenvorräte zu schonen. Möchte dem nunmehr 60jährigen, mit dem über ein Jahrzehnt zusammenzuarbeiten für mich eine glückliche Zeit bedeutete, auch auf diesem Gebiet Erfolg beschieden sein! *Dr. N.*

Archivbild

Lautstärke- und Klangfarbenregelung nachträglich eingebaut

Von

Werner W. Diefenbach

Empfangsverbesserung läßt sich auf verschiedene Art erreichen; man kann die Empfindlichkeit, die Trennschärfe oder die Wiedergabegüte verbessern oder auch die Bedienung vereinfachen. Heute wünscht man vor allem eine klangvolle Wiedergabe, die bei Geräten ohne Lautstärke- und Klangfarbenregelung infolge der eintretenden Übersteuerung usw. oft schwer zu erzielen ist. Der nachstehende Aufsatz zeigt deshalb, wie sich diese Regeleinrichtungen nachträglich einbauen lassen.

Bei modernen Empfangsgeräten sind fast stets ein Lautstärkeregler sowie ein Klangfarbenregler vorhanden. Ältere Empfänger dagegen besitzen sehr oft keine Regelmöglichkeit, obwohl gerade hier — um eine verzerrte Wiedergabe zu vermeiden — eine Regelung der Lautstärke und der Klangfarbe sehr wichtig werden kann. Da diese Empfänger wohl kaum mit Schwundausgleich ausgestattet sind, können wir an ihnen auf einfachste Art Klangfarben- und Lautstärkeregelung in Form von zuschaltbaren Zusatzgeräten anbringen.

Wenn wir einen Lautstärkeregler nachträglich einbauen wollen, müssen wir uns darüber klar sein, ob die Regelung hoch- oder niederfrequenzseitig erfolgen soll. Die hochfrequenzseitige Lautstärkeregelung hat vor allem den Vorzug, daß sie gefahrlos und einfach zusätzlich angebracht werden kann und eine volle Ausnützung des Niederfrequenzverstärkers ermöglicht. Sie genügt vor allem auch am besten den grundsätzlichen Bedingungen, die an eine Lautstärkeregelung zu stellen sind: Erstens muß die Lautstärkeregelung frequenzunabhängig erfolgen, zweitens darf keine Änderung der Klangfarbe eintreten.

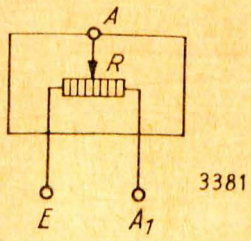


Abb. 1. Dieser Hochfrequenz-Lautstärkeregler besteht lediglich aus einem regelbaren Spannungsteiler, am besten einem Quecksilberregler (A = Antenne, E = Erde, A_1 = Antennenbuchse des Empfängers)

Für Mehrkreiser und Superhets eignet sich eine Anordnung für die Lautstärkeregelung nach Abb. 1 sehr gut, jedoch weniger bei Einkreisern, da dadurch eine hier unzulässig werdende Dämpfung eintreten kann. Wie das Bild zeigt, ist ein Hochfrequenzregler R so geschaltet, daß dessen Mitte mit der Antenne verbunden wird und die beiden anderen Anschlüsse mit der Antennenklemme und der Masse des Gerätes. In Zusatzausführung läßt sich der Regler bequem in ein kleines Abschirmkästchen (60 × 60 mm) einbauen. Rückwärts wird eine Isolierbuchse eingesetzt (A), während an einer der beiten Seiten zwei abgeschirmte Leitungen zum Anschluß an Masse des Empfängers und an die Antennenklemme des Gerätes herausgeführt werden. Die Antenne wird dann in Buchse A gesteckt; der Regler ist betriebsbereit. Vorzüglich eignet sich hier ein Quecksilber-Regler (15 000 Ohm) mit logarithmischer Regelkurve.

Eine andere vorteilhafte hochfrequenzseitige Regelmöglichkeit bietet die Verwendung einer sogen. Regelröhre (für Wechselstrom z. B. AF 3, RENS 1294, H 4129 D, HP 4106) in der ersten Hochfrequenzstufe. Durch Verändern der negativen Gittervorspannung erhält man bei diesen Röhren bekanntlich eine Veränderung der Hochfrequenzverstärkung und somit eine einwandfreie Lautstärkeregelung. Auch dieser Lautstärkeregler kann ohne große Schwierigkeiten als Zusatzgerät ausgebildet werden.

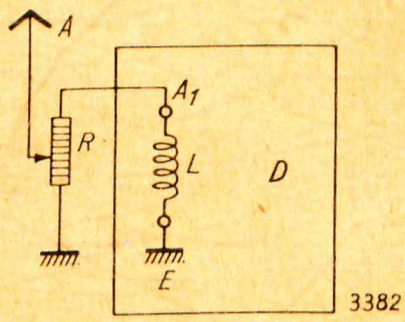


Abb. 2. Das Anschlußschema des Lautstärkereglers nach Abb. 1 (A = Antenne, R = Lautstärkeregler, A_1 = Antennenklemme, E = Erdbuchse, L = Antennenspule, D = Empfänger)

Wir bauen den Festwiderstand R_1 = 200 Ohm, der der Röhre eine Ruhegitterspannung von etwa —2 Volt erteilt, mit dem Überbrückungs-Kondensator C (20 µF, 40 Volt Betriebsspannung) und dem Lautstärkeregler R_2 (5000 Ohm) in ein Abschirmgehäuse (80 × 50 × 50 mm) ein und verbinden die beiden Anschlußenden mit der Kathode der Hochfrequenzröhre und der Masse des Empfängers. Abgeschirmte Leitungen sind dabei nicht notwendig, da die Verbindungen keine Hochfrequenz führen. Im Rundfunkempfänger empfiehlt sich hier eine einfache kleine Änderung, die darin besteht, daß wir die Kathode der Hochfrequenzröhre vom Sockel lösen und mit einer rückwärts am Empfänger vorgesehenen Klemmschraube oder Buchse verbinden. Der Anschluß des Zusatzreglers erfolgt dann mit einem Handgriff. Eine sogen. Funkdose stellt wohl

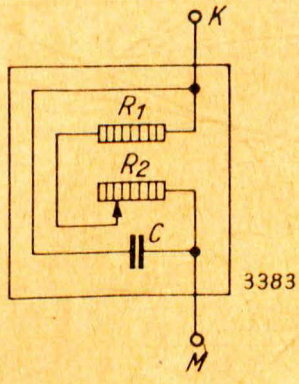


Abb. 3. Bei Regelröhren kann man mit dieser Regelanordnung durch Verändern der negativen Gittervorspannung eine Verstärkungsregelung erzielen. In der Kathodenleitung der Röhre liegt in Serie mit einem Festwiderstand ein Drehwiderstand (R_1 = 200 Ohm, R_2 = 5000 Ohm, C = 20 µF, 40 Volt)

die günstigste Lösung des sicheren Anschlusses (Abb. 4) dar. Hier steht uns eine zweite Buchse zur Verfügung, die wir mit Masse verbinden. Der Regler kann in diesem Falle mittels zweier Bananenstecker-Litzen sofort ein- oder ausgeschaltet werden. Durch einen Kurzschlußstecker können wir andererseits den Kathodenregler, nachdem die Anschlüsse aus der Funkdose gezogen sind, sofort außer Betrieb setzen, wobei der Empfänger jetzt wieder so arbeitet, wie vor der Abänderung.

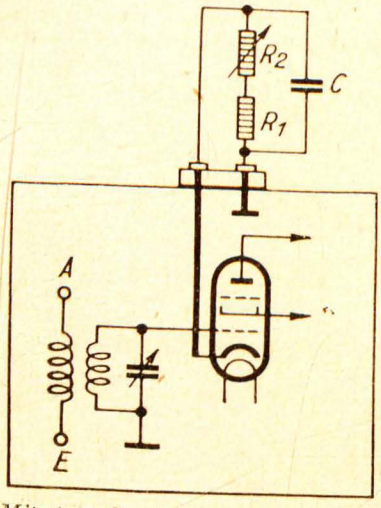


Abb. 4. Mit etwas Sorgfalt kann man den Kathodenregler bequem nachträglich anschließen. Rückwärts am Gerät befinden sich zwei Buchsen

Die Regelung der Lautstärke im Niederfrequenzverstärker besitzt allgemein den Vorzug, daß sie auch bei der Schallplatten- und Mikrophonwiedergabe wirksam ist. Von der sonst allgemein üblichen Art, vor das Gitter der ersten oder der zweiten Niederfrequenzröhre einen Dreh-Spannungsteiler zu schalten, wollen wir absehen, da diese Art bei nachträglichem Einbau oder als Zusatzgerät verwendet, verschiedene Eingriffe in den Empfänger voraussetzt. Wenn wir einfach die an den Lautsprecherbuchsen vorhandene Ausgangsspannung regeln, erhalten

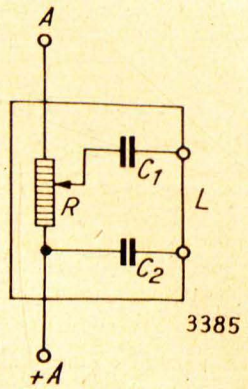


Abb. 5. Niederfrequenzseitige Lautstärkeregelung vereint mit Ausgangsweiche (A = Anschluß an Anode der Endröhre, +A = Anschluß an plus Anodenspannung der Endröhre, R = Regelwiderstand 0,005 Megohm, C_1 und C_2 = Blockkondensatoren je 0,5 µF mit mindestens 600 Volt geprüft)

wir einen ausreichenden Erfolg. Nach Schaltung Abb. 5 sehen wir, daß die hier erwähnte Anordnung noch den Vorzug hat, die Anodengleichspannung vom Lautsprecher fernzuhalten. Wenn wir gelegentlich den Empfänger auch für Kopfhörerempfang verwenden wollen, wissen wir diese Eigenschaft besonders zu schätzen. Beim Zusammenbau des Zusatzgerätes, das in ein Abschirmgehäuse 50×90×50 mm eingebaut wird, achten wir darauf, daß der Dreh-Spannungsteiler keineswegs mit einem seiner drei Anschlüsse mit dem Gehäuse Verbindung hat. Der Spannungsteiler selbst (R = 5000 Ohm) muß einen gegen die Drehachse

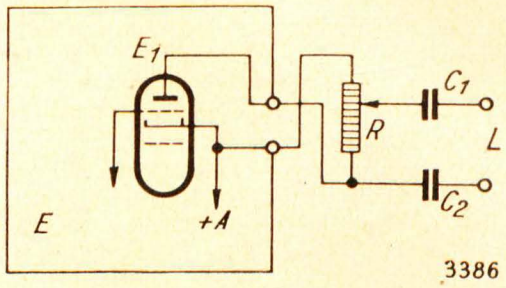


Abb. 6. Der Anschluß dieses Zusatzreglers erfolgt am einfachsten an den Lautsprecherbuchsen (E = Empfänger, E_1 = Endröhre, Einzelteile wie Abb. 5)

elektrisch isolierten Kontaktabnehmer besitzen. Die Kondensatoren C_1 und C_2 sind etwa 0,5 µF groß. Aus dem Abschirmgehäuse führt ein Kabel heraus, das in die Lautsprecherbuchsen gesteckt wird. Der Anschluß des Lautsprechers erfolgt am zweckmäßigsten durch zwei im Gehäuse des Zusatzgerätes vorhandene Buchsen, die mit

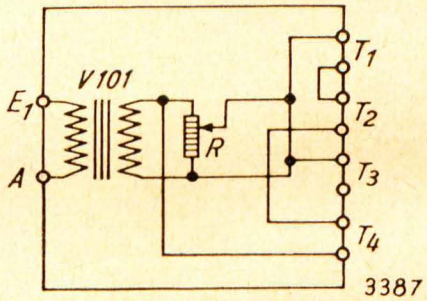


Abb. 7. Für sehr viele Zwecke verwendbares Zusatzgerät. Es eignet sich z. B. sehr gut zum Anschluß von Kopfhörern an Netzempfänger (E_1 = Anschluß an Anode der Endröhre, A = Anschluß an + Anodenspannung der Endröhre, R = Lautstärkeregler 0,05 Megohm, T_1 bis T_4 = Ausgangsbuchsen)

dem anderen Ende der Kondensatoren C_1 und C_2 verbunden sind.

Ein nach dem gleichen Gedanken aufgebautes Zusatzgerät zeigt Abb. 7. Dieses Gerät ist dahin entwickelt

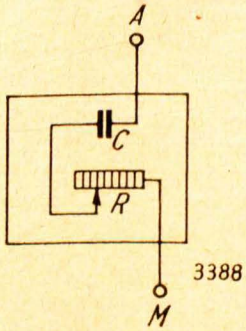


Abb. 8. Anordnung eines Klangfarbenregler-Zusatzgerätes. Die Leitung zur Anode (A) ist abzuschirmen (M = Masse, R = 20 000 bis 30 000 cm, R = 0,05 Megohm)

worden, Lautstärkeregler, Ausgangsweiche und Anschlußgerät von verschiedenen Kopfhörern an Netzgeräten in einem zu vereinigen. Da für Meßzwecke und zur Aufnahme von Telegraphiezeichen der Kopfhörer immer noch ein wichtiges Abhörinstrument bildet, macht sich dieses Zusatzgerät, insbesondere für den Kurzwellenamateur, bald bezahlt. Die Primärseite eines Transformators (V 101) steht mit den Lautsprecherbuchsen in Verbindung. Die Sekundärseite des Übertragers führt über den Lautstärkeregler (R = 0,05 Megohm) zu drei Buchsenpaaren T_1, T_2, T_3. Das vierte Buchsenpaar (T_4) kann direkt Empfang liefern ohne Zwischenschaltung des Reglers. Das Zusatzgerät arbeitet dann ausschließlich als Ausgangsweiche. Eine zweckmäßige Aufbauform dieses kombinierten Zusatzgerätes ist folgende: Größe der Frontplatte 135 × 80 mm; der Eingang ist rückwärts angeordnet. Dieses handliche Zusatzgerät hat sich für verschiedenste Zwecke hervorragend bewährt.

Während diese Einrichtung für die Lautstärkeregelung nachträglich an verschiedenen Punkten der Empfängerschaltung angebracht werden kann, empfiehlt sich die nachträgliche Anordnung eines Klangfarbenreglers lediglich am Ausgang des Gerätes. Die Anode der Endröhre wird mit der einen Seite eines 30 000 cm großen Blockkondensators verbunden. Die andere Seite des Blockkondensators führt zur Mitte eines Ohmschen Reglers R, dessen Ende mit Masse verbunden wird. Der Anschluß dieses Zusatzgerätes ist einfach: Wir bauen Kondensator C und Regelwiderstand R in ein handliches Abschirmgehäuse ein (60×60×60 mm) und führen durch eine Eingangstülle zwei Leitungen hindurch. Die eine, die zur Anode der Endröhre kommt, wird abgeschirmt und die Abschirmung geerdet. Bei Geräten ohne Ausgangstransformator erreicht man die Anode am besten an der Minus-Buchse des Lautsprecheranschlusses. Ist ein am Lautsprecher befestigter Ausgangstransformator vorhanden, dann kann hier die Anodenleitung angezapft werden.

Zeichnungen vom Verfasser

Die selbsttätige Aufzeichnung von Schwunderscheinungen

Von

Richard Theile

In Heft 12 veröffentlichten wir den ersten Teil dieser Arbeit; er beschäftigte sich mit den Grundlagen der Aufzeichnung und dem Bau des Empfängers. Der nachfolgende Schlußteil beschreibt den Bau des Registriergerätes und die Bedienung der Anlage.

Das Registriergerät

Prinzip und Wirkungsweise

Das Registriergerät hat die Aufgabe, die Anodenstromwerte der letzten Röhre des Gerätes, die eindeutig der Feldstärke des eingestellten Senders entsprechen, laufend aufzuzeichnen. Im einfachsten Fall könnte an dem Zeiger eines Meßinstrumentes eine Schreibfeder angebracht werden, die auf einen gleichmäßig bewegten Papierstreifen die jeweiligen Meßwerte aufschreibt. Dieses Verfahren erfordert jedoch sehr starke Meßsysteme, da die zusätzliche Reibung des Schreibvorganges feine Bewegungen des Zeigers hemmt. Für den Selbstbau ist diese Art der Registrierung, wie auch andere mechanische Methoden, die die Reibung teils verhindern (Fallklappen), nicht empfehlenswert. Dagegen ist sicher im Betrieb und billig im Aufbau ein photographisches Registriergerät, dessen Schema und Wirkungsweise Abb. 12 veranschaulicht. Eine kleine Taschenlampenbirne oder Skalenlampe L beleuchtet über die Sammellinse A eine Blende mit einer kleinen Öffnung von 0,5 mm ⌀. Diese Öffnung wird dann mit Hilfe der Linse C über den Spiegel Sp auf der Trommel als Lichtpunkt abgebildet. Die Trommel ist mit photographisch empfindlichem Papier überzogen und wird von einem Uhrwerk angetrieben. Genau unter der Spiegelachse befindet sich ein Drehspulmeßinstrument. Der Mitnahmehebel H überträgt die Ausschläge des Zeigers Z auf die Spiegelachse. Im stromlosen Zustand ist der Spiegel so justiert, daß der Lichtpunkt auf den linken Rand der Trommel fällt. Fließt jetzt ein Strom durch die Drehspule, so wird der Lichtpunkt entsprechend der Stromstärke nach rechts verlagert. Diese Verlagerung ist dem Strom proportional, da die Drehspulinstrumente lineare Skalen haben (im allgemeinen jedenfalls). Ein kleiner Fehler entsteht allerdings dadurch, daß die Trommel in Richtung der Lichtpunktbewegung nicht gekrümmt, sondern gerade ist, die Trommelmitte also näher zum Spiegel als die Randteile liegt. Diese Abweichung ist aber zu vernachlässigen, schlimmstenfalls leicht rechnerisch zu erfassen. Dem Reflektionsgesetz entsprechend ist der Ablenkungswinkel des Lichtstrahles doppelt so groß wie der Zeigerausschlag. Die Empfindlichkeit der Aufzeichnung ist damit verdoppelt.

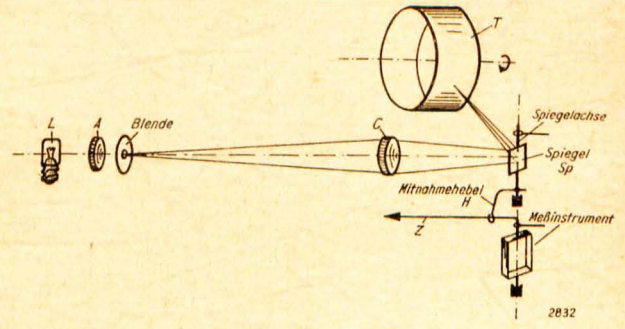


Abb. 12. Schematische Darstellung des Registriergerätes

Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel richtet sich nach der Veränderungsgeschwindigkeit der aufzuzeichnenden Schwunderscheinungen. Im allgemeinen ist eine Umdrehung in der Stunde gerade das richtige, besonders auch deshalb, weil dann alte Weckerwerke ohne weiteren Umbau direkt zum Antrieb benutzt werden können. Nach einem Umlauf wird der Photostreifen abgenommen und entwickelt.

Der praktische Aufbau

Die praktische Ausführung geht aus den Abbildungen und Zeichnungen des Mustergerätes des Verfassers deutlich hervor. Eine rein bauplanmäßige Beschreibung ist überflüssig, da keine besonderen Schwierigkeiten vorliegen und überdies die Einzelheiten von der Beschaffenheit des jeweils zur Verfügung stehenden Meßinstrumentes abhängen.

Als Antriebsinstrument kommt ein Drehspulmeßsystem in Frage. Die letzte Röhre im Empfangsgerät ist die AC 2 bzw. CC 2; sie verträgt eine maximale Strombelastung von etwa 6 mA, so daß der Regelbereich der Aufzeichnung zwischen 0,5 mA (Reststrom bei Feldstärke 0) und 6 mA

liegt. Infolge der Verdopplung des Lichtstrahlausschlages braucht die Empfindlichkeit des Instrumentes nicht in derselben Größe zu liegen, noch dazu wo der ganze Ausschlagsbereich nicht ausgenutzt wird. Es eignen sich hier sehr gut Systeme aus alten Schalttafelinstrumenten mit etwa 10 bis 15 mA bei Vollausschlag. Ein wichtiger Schritt bei der Herstellung des Gerätes war die gesonderte Lagerung der Spiegelachse, denn das bloße Aufkitten eines kleinen Spiegelchens auf den umgebogenen Zeiger führte zu keinen brauchbaren und sicheren Ergebnissen. Abb. 13 a zeigt die Konstruktion des Ablenkungssystems. Eine Aluminiumplatte P wird von zwei Trägern Tr gehalten. Die beiden Winkelmessingstücke W_1 und W_2, die an dieser

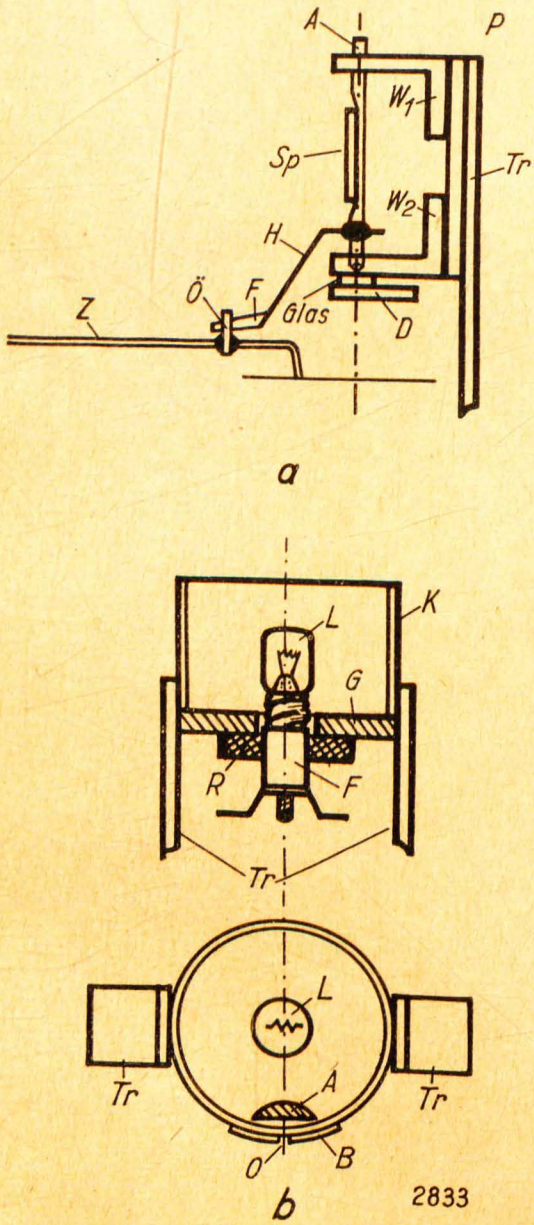


Abb. 13. Skizzen der Einzelteile des Registriergerätes

Platte befestigt sind, dienen als Lager für die Spiegelachse A. An die vorher etwas gefeilte Achse wird ein dünnes quadratisches Stück Messingblech (etwa 14 × 14 mm) angelötet. Auf dieses Messingblech wird dann der kleine Spiegel von gleicher Größe aufgeklebt. Er soll dünn sein, um doppelte Reflexionen zu vermeiden. Findet man nichts Passendes im Handel, so empfiehlt sich die Selbstherstellung durch Versilberung eines Deckgläschens für mikrospische Zwecke mit einer ammoniakalischen Silberlösung.

An den unteren Teil der Achse ist eine Spitze angefeilt. Diese Spitze ruht auf einer kleinen Glasplatte, die von der Gegenplatte D gehalten wird. Diese einfache Art der Lagerung besitzt nur geringe Reibung. Mit der Achse fest verlötet ist der Mitnahmehebel H, der aus einem schmalen Blechstreifen gefertigt wird und dessen unteres Ende zu einer Fahne F umzubiegen ist. Diese Fahne ragt in eine oben offene Öse $Ö$ hinein, die aus einem Stück Draht gebogen auf den Zeiger des Instrumentes aufgeklebt ist. Die Öffnung der Öse ist gerade so bemessen, daß die Fahne eben noch hineinpaßt. Auf diese Weise ist eine sichere aber gegen kleine Verbiegungen doch noch elastische und nachgiebige Übertragung der Zeigerbewegung auf die Spiegelachse erreicht. Durch die leicht lösbare Öse $Ö$ wird das Meßinstrument nicht beschädigt und kann stets für andere Zwecke wieder verwendet werden. Es ist darauf zu achten, daß die verlängert gedachte Spiegelachse genau mit der Drehspulachse des Meßsystems zusammenfällt.

Als Lichtquelle reicht bereits eine Skalenlampe 4 Volt 0,1 Amp. Stromverbrauch, die aus einem kleinen Akkumulator gespeist werden kann. Um unnötige Betriebsunkosten zu sparen, kann die Lichtquelle natürlich auch mit von dem Empfangsgerät gespeist werden. Bei Wechsel-

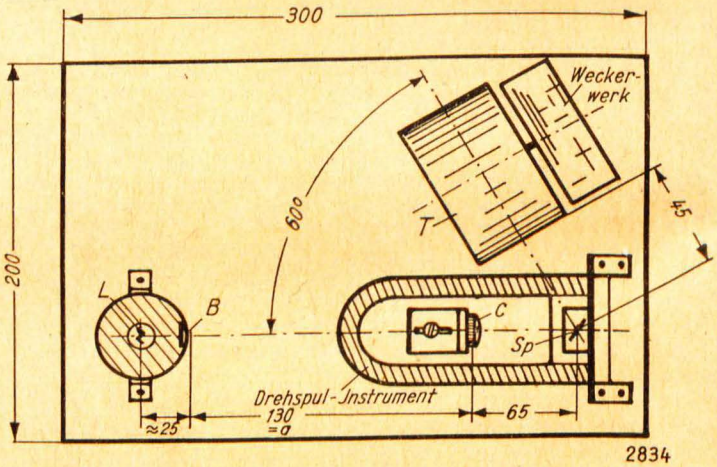


Abb. 14. Anordnung der Einzelteile im Registriergerät von oben gesehen

strom wird sie einfach an die Heizwicklung gelegt, während bei Gleichstrom Serienschaltung in den Heizkreis vorzusehen ist, ganz wie bei der Skalenbeleuchtung. Es sind dann entsprechende Lämpchen zu verwenden mit höherem Stromverbrauch (0,2 Amp. bei Gleichstrom, bei Wechselstrom etwa 0,3), die auch bei schnellen Feldstärkeänderungen genügende Schwärzung des Photopapiers ergeben. Die Lichtquelle wird in ein lichtdichtes Gehäuse eingebaut, wofür sich z. B. ein Pertinaxrohr K sehr gut eignet (Abb. 13 b). Ein solches Rohrstück ist nach oben mit einem abnehmbaren Deckel und nach unten mit der Grundplatte G (Holz) abgeschlossen. Die Fassung der Lampe ist in einem Radiergummi R gelagert. Diese Vorrichtung ermöglicht eine beliebige Drehung und genaue Einrichtung des Leuchtfadens in die optische Achse des gesamten Gerätes. In dem Pertinaxrohr befindet sich noch die Linse A, der außen die Blende B mit der Öffnung O gegenübersteht. Als Linse A kommt eine kleine bi- oder besser plankonvexe Linse von etwa 2 cm Brennweite in Frage. Es genügen hier ganz einfache Ausführungen, da an die optischen Qualitäten keinerlei hohe Anforderungen gestellt werden.

Die Projektionslinse C besteht aus einem plankonvexen Brillenglas von 60 mm Brennweite. Da es sich nur um eine

Abbildung eines kleinen Punktes auf der optischen Achse handelt, ist auch hier keine gute Qualität erforderlich. Bikonvexe Gläser gleicher Brennweite tun es auch. Sie werden etwa bis auf 15 mm abgeblendet. Die Projektionslinse wird von einem Halter aus Blech — zur genauen Justierung nach oben und der Seite etwas verschiebbar — getragen.

Die Aufzeichnungstrommel T hat einen Außendurchmesser von 100 mm bei einer Höhe von 50 mm. Hierzu eignet sich sehr gut ein Aluminiumkochtopf, dessen Henkel

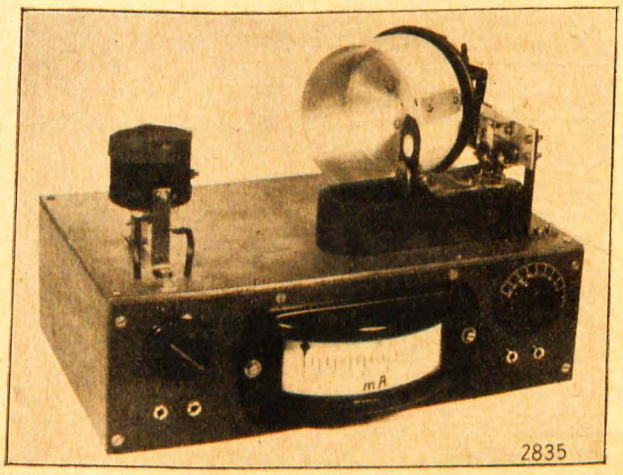


Abb. 15. Das fertige Registriergerät

entfernt wird. In der Mitte des Bodens bringt man eine Messingbuchse an, die mit einer Bohrung zum Aufsetzen auf das Antriebswerk versehen ist. Als Triebwerk wird mit Erfolg ein altes Weckerwerk verwendet. Zur Befestigung des lichtempfindlichen Papierstreifens wird auf den Umfang der Trommel parallel zur Drehachse ein etwa 1 cm breiter

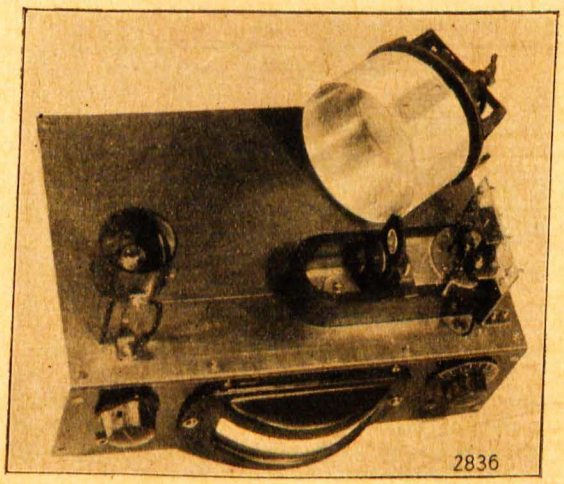


Abb. 16. Das fertige Registriergerät von oben gesehen. Beleuchtungseinrichtung geöffnet

Aluminiumblechstreifen aufgeschraubt. Anfang und Ende des Papierstreifens werden dann unter die etwas abstehenden Längskanten dieses Blechstreifens geschoben.

Die Anordnung der Einzelteile im fertigen Registriergerät zeigt Abb. 14. Es wird alles auf eine Holz- oder Metallplatte von 200 × 300 mm Größe aufgebaut. Diese Grundplatte ruht auf einem Rahmen, so wie es die Photos des fertigen Gerätes zeigen. Bei dem Zusammenbau sind zwei Entfernungen zu beachten: 1. Blende B bis Projektionslinse $C = a$ und 2. Linse C über den Spiegel bis zur Trommel $T = b$. Diese Entfernungen hängen nämlich mit der Brennweite von C über die Linsenformel zusammen. Danach gilt

$$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f};\ f=\text{Brennweite von } C$$

Da unsere Linse eine Brennweite von 60 mm hat, ergibt sich bei $a = 130$, $b \cong 110 = 45 + 65$ (mm!)

Bei anderen Brennweiten evtl. vorhandener Linsen kann entsprechend gerechnet werden. Bei Verwendung einer plankonvexen Linse soll die ebene Seite der Lichtquelle zugewendet sein. Der Hebel H wird mit der Achse des Spiegels so verlötet, daß der Lichtpunkt im Ruhezustand auf dem linken Rand der Trommel liegt. Ein veränderlicher Widerstand (Heizwiderstand) wird dem Meßinstrument parallel geschaltet und so eingestellt, daß bei 6 mA Anodenstrom der Lichtpunkt gerade am rechten Ende der Trommel auftrifft. — Als lichtempfindliches Papier kommt gewöhnliches Kunst- (Gas-) Lichtpapier in Frage. Man schneidet die Streifen am besten aus den überall käuflichen Bögen von der Größe 30 × 40 cm. Die Entwicklung unterscheidet sich in nichts von dem normalen Prozeß bei der Liebhaberphotographie. Die der photographischen Kunst unkundigen Bastler können sich an einen Freund wenden oder ihre Ergebnisse von einem Fachmann entwickeln lassen.

Für eine einwandfreie Aufzeichnung auch feiner Stromschwankungen soll der Lichtpunkt recht scharf auf der Trommel abgebildet werden. Die Befestigung der Linse C mache man zu diesem Zweck etwas verschiebbar, um genau einstellen zu können.

Die Abb. 15, 16 und 17 zeigen das fertige Registriergerät. Die Einzelteile und das eingebaute Kontrollinstrument sind dort gut zu erkennen. Natürlich ist über die ganze Registriervorrichtung ein lichtdichter Kasten zu stülpen.

Die Inbetriebnahme

Erst nach genauer Prüfung der richtigen Schaltung im Empfangsgerät sollte die Inbetriebnahme der ganzen Anlage erfolgen. Ist alles in Ordnung, so wird eingeschaltet und im Tonfrequenzausgang ein Kopfhörer oder Verstärker zur

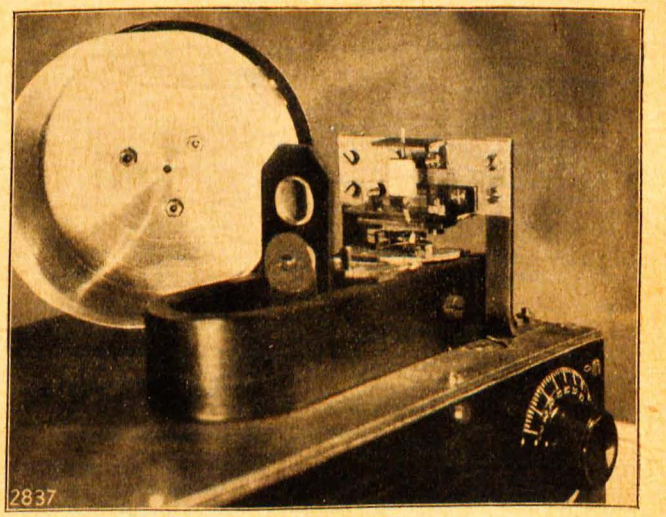


Abb. 17. Das Ablenksystem des photographischen Registriergerätes

Kontrolle angeschlossen. Der Anschluß des Registriergerätes zeigt dann im Kontrollinstrument den Anodenstrom der letzten Röhre, der bei dem Abstimmen entsprechend der Selektionkurve des betreffenden Kreises sich verändern muß. Man achte im Betrieb darauf, daß der Anodenstrom der Verstärkerröhre AC 2 bzw. CC 2 6 mA nicht wesentlich

überschreitet, um Überlastungen zu verhindern. Wie schon vorhin erwähnt, soll das Potentiometer P immer eine möglichst kleine Teilspannung abgreifen. Man stimme dann auf einen fernen Sender ab und wird sich gleich wundern, wie sehr die Feldstärke schwankt, obwohl man gar nichts davon hört. All diese Feinheiten werden mit unserer Anlage enthüllt.

Von einer besonderen Stabilisation der Anodenspannung wurde abgesehen, da die Netzschwankungen im Vergleich zu den Schwunderscheinungen weit geringer sind, so daß der Aufwand bei der vorliegenden Verwendung des Gerätes zur Aufzeichnung relativer Feldstärkeänderungen nicht gerechtfertigt erscheint [4]).

Meßergebnisse

Schließlich sollen einige Beispiele und Probekurven, die mit der Anlage des Verfassers in Marburg an der Lahn aufgenommen worden sind, die Wirkungsweise und die Nützlichkeit der beschriebenen Geräte veranschaulichen.

Die Schwunderscheinungen sind abhängig von dem Aufstellungsort und der Antenne des Senders, von der Entfernung des Empfangsortes von dem Sender sowie von der Wellenlänge. Man findet grundsätzlich zwei verschiedene Arten der Erscheinung. Abb. 18 zeigt die eine davon,

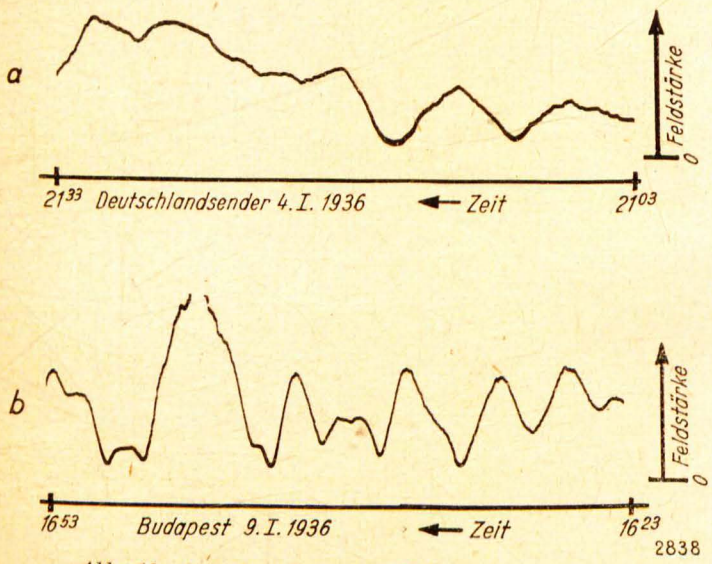


Abb. 18. Aufnahme langsamer Feldstärke-Schwankungen

nämlich die langsamen Änderungen der Feldstärke. Man findet sie stets bei langwelligen Sendern. Die Aufnahmedauer je eines der abgebildeten Streifen betrug ein halbe Stunde, entsprechend einer halben Umdrehung der Registriertrommel. Man sieht in Abb. 18 a, die vom Deutschlandsender gemacht wurde, einen langsamen Anstieg der Intensität, begleitet von kürzeren Schwankungen. Die Kurven sind von rechts nach links im Sinne fortschreitender Zeit zu lesen! Ähnlich verhält sich der Sender Budapest (Abb. 18 b), dessen Entfernung vom Empfangsort verhältnismäßig groß ist und der damit auch nur die langsameren Feldstärkeänderungen aufweist. Ganz anders dagegen der Sender Langenberg, dessen Schwunderscheinungen in Abb. 19 a sichtbar sind. Hier haben wir die andere Art der Erscheinung vor uns, nämlich die kurzfristigen Feldstärkeschwankungen, die namentlich in der Nahschwundzone auftreten. Sie sind also in erster Linie auf das Wechselspiel zwischen Raum- und Bodenwelle zurückzuführen.

[4]) Es versteht sich von selbst, daß das Registriergerät im verdunkelten Raum betrieben werden muß (rotes Licht schadet nicht). Man kann es aber mit einer lichtdichten Kappe versehen, und dann auch im erhellten Zimmer laufen lassen. Nur beim Streifenwechsel wird dann bei rotem oder gelbem Licht gearbeitet.

Eine Mischung beider Arten ist in Abb. 19 b wiedergegeben, wo es sich um eine Aufzeichnung des Senders Leipzig handelt. Hier sind die kurzzeitigen Schwankungen den langsameren Veränderungen überlagert. Wie regelmäßig und fast periodisch die Schwunderscheinungen oft sein können, läßt unschwer die Kurve Abb. 19 c erkennen, die vom Sender Mühlacker registriert wurde.

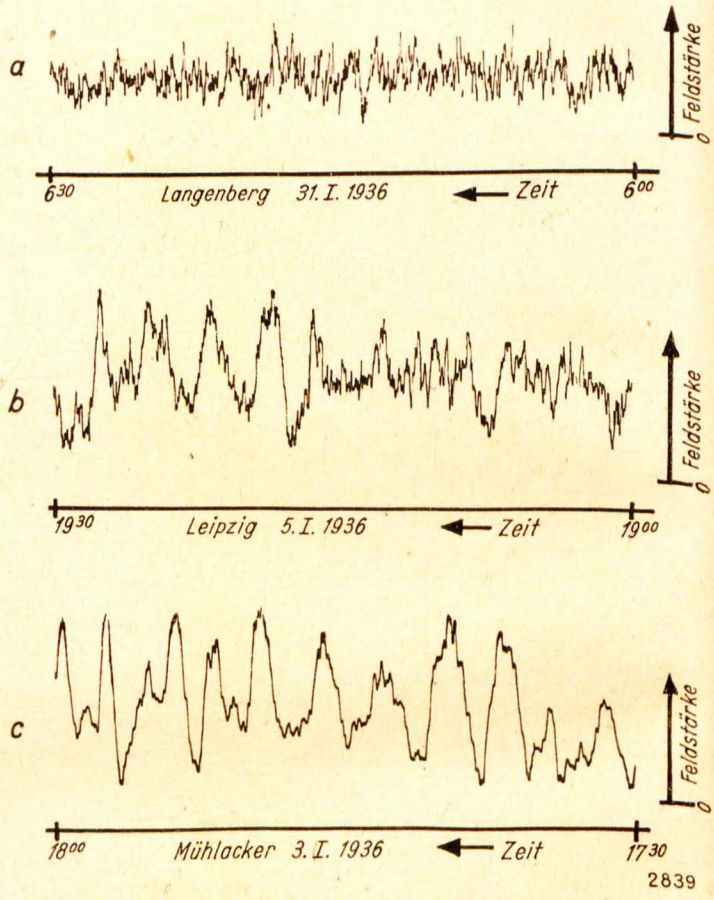


Abb. 19. Aufnahme schnell verlaufender Schwunderscheinungen

Überaus interessant ist der Einsatz des Schwunds nach Sonnenuntergang und das Aufhören vor Sonnenaufgang, sowie das Verhalten eines Senders während eines ganzen Abends u. ä. m. Über die bisher erzielten Ergebnisse soll daher ausführlicher in einem besonderen Aufsatz in dieser Zeitschrift berichtet werden.

Wenn auch der Aufbau der ganzen Anlage etwas Mühe macht, so kann trotzdem nicht behauptet werden, daß Schwierigkeiten ernster Art dem Nachbau entgegenstehen. Sicherlich kann man dies oder jenes noch anders ausführen, vielleicht besser, und es wird mit der vorliegenden Abhandlung keinesfalls der Anspruch erhoben, daß die beschriebene Ausführung die beste unter den vielen möglichen sei. Es war vielmehr die Absicht, überhaupt erst einmal eine bewährte und brauchbare Anlage zu beschreiben und dazu allgemeine Gesichtspunkte anzugeben.

Zum Schluß sei der Hoffnung Ausdruck gegeben, daß die Anregung Widerhall findet und daß wir bald einige eifrige Mitarbeiter finden werden. Die Aufnahme der Feldstärkeänderungen der verschiedensten Sender ist für jeden einzelnen Bastler selbst zweifellos eine reizvolle Arbeit; darüber hinaus kann er das Bewußtsein in sich tragen, daß seine Ergebnisse einem höheren Zweck dienen können, nämlich der objektiven Feststellung der Rundfunkversorgung unseres Vaterlandes.

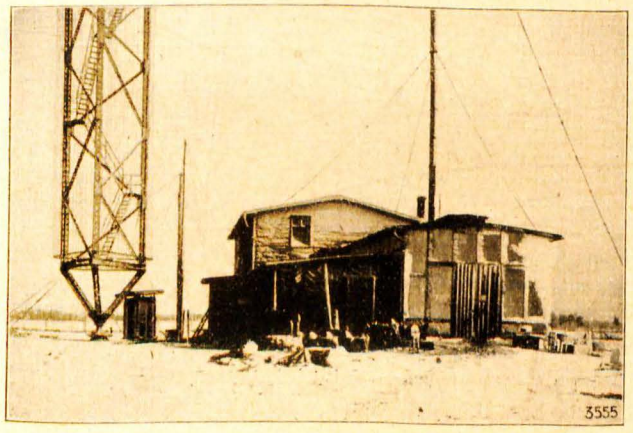
Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Jubelfeier in Nauen

Zum 30jährigen Bestehen der Großfunkstelle

Die deutsche Großfunkstelle Nauen ist 30 Jahre alt, und so rüstet sie dazu, ihren Geburtstag feierlich zu begehen. Es ist aber, wie Direktor Schwab kürzlich bei einer Besichtigung Nauens durch die Presse feststellte, gar nicht so einfach, den wirklichen Geburtstag zu ermitteln. Im ersten Vierteljahr 1906 wurde das Gelände ausgewählt, und am 1. April wurde der Pachtvertrag für einige Quadratkilometer Luchland nördlich von Nauen geschlossen. In den Wochen darauf führte man einen kleinen Fachwerkbau auf, in dem die Einrichtungen eines Versuchssenders untergebracht wurden, und schon Mitte Juni konnte man mit den Vorversuchen beginnen. Am 9. August endlich — nach Fertigstellung des 100 m hohen Stahlmastes — feierten 26 Männer die Einweihung ihrer Versuchsfunkstelle.

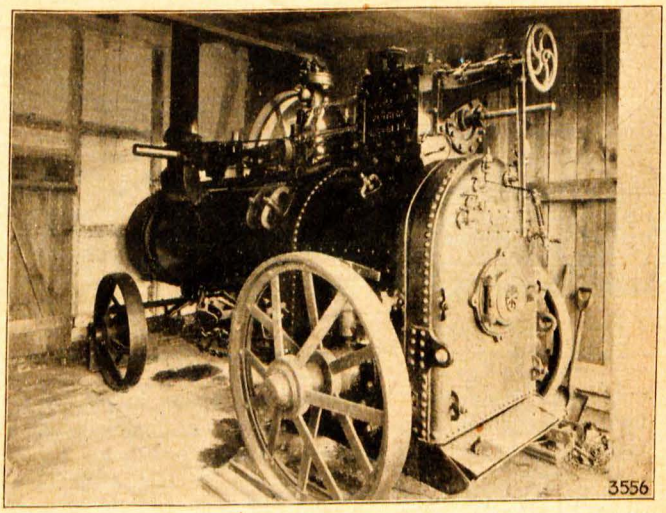
Heute ist Nauen die Großfunkstelle der Deutschen Reichspost, mit der sie vor allem den drahtlosen Verkehr nach Übersee und nach dem Fernen Osten aufrecht erhält. Gegründet aber wurde die Station als eine Versuchsfunkstelle der Telefunken-Gesellschaft, die die Aufgabe hatte, alle für den Bau großer Sender wichtigen Erfahrungen zu sammeln. Es geht die Mar, daß ein kleines Notizbuch die Veranlassung zum Bau gewesen wäre, ein Notizbuch nämlich, in dem sich ein paar dürftige Eintragungen und eine flüchtige Schaltskizze befanden, wonach ein Telefunkeningenieur im brasilianischen Urwald am Amazonenstrom eine Großstation bauen wollte. Mehr Unterlagen hatte man damals nicht; um sie zu gewinnen, um in eifriger und gründlicher Versuchsarbeit alle Erfahrungswerte zu sammeln, die man für den Entwurf und Bau von Großsendern für die verschiedensten Verhältnisse benötigt, wurde schließlich die Versuchsfunkstelle Nauen errichtet.



Nauen vor 30 Jahren: Das erste Sendehaus in Fachwerkbau, daneben der Fuß des Antennenmastes

Man kann sich heute kaum vorstellen, welch ein Wagnis das für die Telefunken-Gesellschaft war, die damals einen typischen Mittelbetrieb darstellte. In launiger Plauderei alter Nauen-Veteranen, die die Deutsche Reichspost zusammen mit der Presse zu einer Erinnerungsstunde nach Nauen eingeladen hatte, erfuhr man Näheres hierüber. Als Kraftquelle diente eine alte Lokomobile, aber diese Lokomobile wurde nicht etwa gekauft, wie man heute denken möchte, sondern gemietet. Es gab ja viele andere wichtige und teure Dinge, die man nicht mieten konnte und die viel Geld verschlangen, mehr, als es der kleinen Telefunken-Gesellschaft angenehm war. Da war vor allem der 100 m hohe dreieckige Stahlmast, ein Wunderwerk der Hochbaukunst, der vollkommen frei stand, lediglich durch drei Seile abgespannt. Da waren große Batterien Leidener Flaschen, da waren vor allem große Funkenstrecken, deren Geknatter weithin über das Luch zu hören war.

Nauen erzielte vom ersten Tag an Reichweiten, die über das damalige Vorstellungsvermögen fast hinausgingen. Nachdem ein kleiner Fehler abgestellt worden war — man wollte fast verzweifeln, weil der Sender nicht einmal in Oberschöneweide bei Berlin gehört werden konnte —, erhielt man Empfangsmeldungen aus dem 1400 km entfernten Petersburg und von einem Dampfer, der gerade auf der Höhe von Teneriffa — 3500 km entfernt — lag. Bald ging es mit Riesenschritten vorwärts: es kamen neue Sendeeinrichtungen, der tönende Löschfunken sowie neue Maschinensender großer Leistung; zu Kriegsanfang 1914 verfügte Nauen über zwei starke Sender von je 100 kW. Sie ermöglichten es ihm, während des ganzen Krieges das Sprachrohr Deutschlands zu sein. Im Jahr 1917 überbrückte Nauen Entfernungen von 10 000 (China) bis 12 000 km (Buenos Aires) und im Sommer 1918 umspannte Nauen den Erdball: seine Sendungen wurden auf der Gegenseite, in Neuseeland, in einer Entfernung von 18 000 km, aufgenommen.

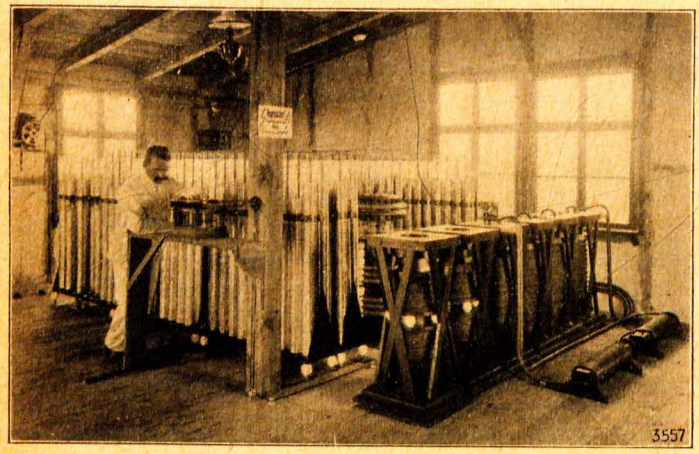


Das „Kraftwerk" der Versuchsfunkstelle Nauen vor 30 Jahren, eine Lokomobile von 35 PS

Stand Nauen während des Krieges im Dienst der Vaterlandsverteidigung, so traten nach dem Weltkrieg völlig neue Aufgaben an die Großfunkstelle heran. Amerika nahm den Funkverkehr mit Deutschland auf; Nauen wurde der deutsche Partner. Die Anlagen wurden Jahre hindurch von der Transradio A.-G. betrieben, bis die Deutsche Reichspost im Jahr 1932, nach Auflösung der Transradio-Gesellschaft, sie in ihre Hände übernahm. Inzwischen waren die Kurzwellen auf den Plan getreten, in Nauen waren zwei Kurzwellen-Häuser mit einer ganzen Reihe von Sendern, es waren vor allem zahlreiche Richtstrahler entstanden, mit denen der Verkehr jetzt auch mit solchen fernen Ländern bewältigt wurde, für die Langwellensender nicht ausreichten. Schließlich wurden sogar in dem großen Sendegebäude, in dem die mächtigen Hochfrequenzmaschinen arbeiten, Kurzwellensender untergebracht; hier arbeiten auch die neuesten und stärksten Kurzwellensender der Großfunkstelle, die mit ihren Leistungen von 50 kW eine Spitzenleistung der deutschen Sendetechnik überhaupt darstellen.

Nauen hat in 30 Jahren eine Entwicklung durchgemacht, die einzigartig ist. Das erkannte man am deutlichsten, wenn man nach den Erinnerungen, die Dr. Nesper und Direktor Behner — zwei Nauen-Veteranen, die den Bau und die Inbetriebnahme der Anlagen mitgemacht hatten — aus den ersten Jahren vermittelten, Zahlen und Angaben über die

Einrichtungen des jetzigen Nauen durch Oberpostrat Mirecki hörte. Nauen besitzt heute: zwei Langwellensender für Wellen von 13 000 bis 18 000 m mit drei großen Antennen, 15 Kurzwellensender für Wellen zwischen 15 und 70 m mit insgesamt 37 Richtantennen. Unter den letzteren sind vor allem die drei Kurzwellensender von 50-kW-Leistung zu erwähnen, die die Zuverlässigkeit der Übertragung bedeutend vergrößerten. Was moderne Technik vermag, erkennt man noch nachdrücklicher in der Verstärkung der Langwellensender, die von 220 auf 400 kW gebracht wurden, obgleich die Hochfrequenzmaschinen an sich bestehen blieben. Die Verstärkung wurde dadurch bewirkt, daß man den Hochfrequenzmaschinen neue und bessere Antriebsmotoren gab und vor allem den Hochfrequenzteil, also die Frequenzverdoppler und die Abstimmkreise, nach modernen Gesichtspunkten größter Verlustarmut durchbildete. Aber auch die Antennenanlage, die



360 Leidener Flaschen lieferten die Spannung für die Funken, die über das ganze Nauener Luch zu sehen und zu hören waren

an Masten von 150, 210 und 265 m Höhe aufgehängt ist, wurde vollständig erneuert und nach neuzeitlichen Anschauungen verbessert. Die Langwellensender sind heute für die Ausstrahlung von drei verschiedenen Wellen eingerichtet. Welche Hochfrequenzleistungen hier umgesetzt werden, erkennt man am besten aus dem Antennenstrom; er beträgt bei einer Spannung von 150 000 Volt rund 650 Amp. (das gilt natürlich für die Langwellensender zusammen). Die Sendeeinrichtungen in Nauen benötigen täglich etwa 10 000 Kilowattstunden an Starkstromenergie, die sie dem Überlandnetz entnehmen; dessen Betriebsspannung von 1000 Volt wird in der Großfunkstelle selbst auf 220 Volt umgeformt.

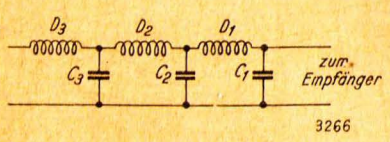
Umfangreich und vielfältig wie seine technischen Einrichtungen sind natürlich auch die Betriebsdienste, die Nauen zu erledigen hat. 15 Funklinien, 8 Fernsprechverbindungen und 3 Bildfunklinien werden betrieben. Funktelegraphenverkehr besteht mit New York, Cairo, Buenos Aires, Ksinking in der Mandschurei, Batavia, Nagoya in Japan, Rio de Janeiro, Manila auf den Philippinen, Santiago de Chile, Mexiko, Bangkok, Teheran, Schanghai, Beyrut und Maracay in Venezuela. Fernsprechverbindunden bestehen mit Buenos Aires (zwei Linien), Rio de Janeiro, Bangkok, Maracay, Cairo, Manila und Nagoya, Bildfunkverbindungen mit New York, Buenos Aires und Bangkok. Außerdem sendet Nauen mittags 13 Uhr und nachts 1 Uhr das Zeitzeichen aus, schließlich die Seuchenmeldungen für die Schiffahrt und den sehr wichtigen Transozean-Pressedienst, der es den deutschen Schiffen ermöglicht, täglich mit einer Bordzeitung herauszukommen, die über die wichtigsten Geschehen in Deutschland und in der ganzen Welt berichtet, der sich im übrigen aber auch an ausländische Empfänger richtet, um sie mit Nachrichten aus Deutschland zu versorgen. Er gibt täglich etwa 10 000 Wörter in deutscher, englischer, französischer und spanischer Sprache.

„Es ist", wie Oberpostrat Mirecki abschließend betonte, „eine unermüdliche Sorge der Deutschen Reichspost, der deutschen Wirtschaft für den Funkfernmeldeverkehr mit dem Ausland einen durch Schnelligkeit und Sicherheit ausgezeichneten Betrieb zur Verfügung zu stellen. Die Funktelegramme nach Übersee werden daher im Betrieb der Deutschen Reichspost überall bevorzugt behandelt. Weitere Maßnahmen, z. B. unmittelbare Drahtverbindungen der wichtigsten deutschen Telegraphenämter mit dem Überseefunkbetrieb des Haupttelegraphenamtes, unmittelbare Auflieferung von Überseetelegrammen durch Fernsprecher bei dieser Stelle usw. sind getroffen, um die aufgelieferten Überseetelegramme mit größter Beschleunigung der Überseebetriebsstelle des Haupttelegraphenamtes zuzuführen und die ankommenden Telegramme in die Hände des Empfängers gelangen zu lassen. Auch das Personal ist für diesen schwierigen Dienst besonders geschult und muß ausreichende fremdsprachige Kenntnisse besitzen. Stets wird die Deutsche Reichspost bemüht bleiben, die Großfunkstelle Nauen, deren Stimme als Künder des neuen Deutschlands in der ganzen Welt gehört wird, in ihren technischen Einrichtungen dem neuesten Stand der Funktechnik anzupassen, damit ihr jederzeit der gute Ruf, den sie wegen ihrer vorbildlichen Betriebsabwicklung jetzt in der Welt genießt, erhalten bleibt." *Werkbilder (Telefunken) Schw.*

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Netzanschlußgerät für Wechselstrom

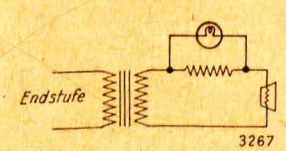
Das an Hand eines Lageplanes und einer Schaltskizze von D. Pollack und S. G. Taylor beschriebene Gerät liefert Anodenspannungen von 20 bis 250 Volt. Die an den Empfänger abgebbare Heizspannung beträgt 6,3 V bei einer maximalen Stromentnahme von 1,5 Amp. Die Schaltung entspricht im allgemeinen der für Wechselstromnetzanschlußgeräte üblichen. Lediglich die Siebkette weist eine Eigenheit auf: Die Drosseln D_1 und D_2 sind die üblichen Beruhigungsdrosseln. Die Kondensatoren C_1 und C_2 haben eine Kapazität von 8 μF. Die Drossel D_3 dagegen ist eine Hochfrequenzdrossel und dient zusammen mit dem Kondensator C_3 von 600 pF der Unterdrückung über das Netz kommender hochfrequenter Schwingungen. *Schr.*



Radio News, New York, Bd. 16, Nr. 7, Seite 403

Prüfung der Ausgangsleistung

Zur Prüfung der Ausgangsleistung eines Empfängers mit dem Ziel, den Empfänger auf höchste Leistung einzustellen, wird gewöhnlich im Ausgangskreis ein Röhrenvoltmeter angebracht. Wenn ein solches nicht zur Verfügung steht, kann nach einem Vorschlag von W. Richter bei



nicht zu großer Ausgangsleistung auch eine Glühlampe kleiner Leistung Verwendung finden. Die Lampe wird durch einen niederohmigen Widerstand überbrückt und, wie die Abb. zeigt, zwischen Ausgangstransformator und Lautsprecher eingeschaltet. Das Auge ist für die Helligkeitsänderungen empfindlicher als das Ohr für die ihnen entsprechenden Lautstärkeänderungen. *Schr.*

Radio News, New York, Bd. 16, Nr. 7, Seite 434

CQ
MITTEILUNGEN DES DEUTSCHEN AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGS-DIENSTES e.V.
JAHR 1936 (DASD e.V.) JAHR 1936
HERAUSGEBER: DEUTSCHER AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGSDIENST e.V.
ANSCHRIFT: BERLIN-DAHLEM, SCHWEINFURTHSTRASSE 78, FERNRUF: G 6 (BREITENBACH) 4941/42
DIE BEILAGE „CQ" ERSCHEINT MONATLICH / GESONDERT DURCH DEN DASD e.V. BEZOGEN VIERTELJÄHRLICH 3,— RM

Sonnenflecken-Durchgang und Kurzwellenempfang

Ein Beitrag zum Störungsproblem

Von **Ing. Willy Lengersdorff**

Naturwissenschaftliche Forschungsstelle des DASD

15. Bericht der Naturwissenschaftlichen Forschungsstelle des DASD

Die Heranziehung der Sonnenflecken-Relativzahlen für die Ermittlung der Störungsursachen sowie ihr unmittelbarer Vergleich mit den Empfangsverhältnissen kurzer Wellen hat nie so recht befriedigen können. Es kann dies auch nicht wundernehmen, wenn man berücksichtigt, in welcher Weise diese Zahlen ermittelt werden: Aufzählung der täglich sichtbaren Sonnenflecken und Gruppen bis zu einer gewissen Größe, ganz gleich ob die Flecken am Ostrande auftauchen oder am Westrande verschwinden; ob sie in hohen Breiten oder gerade durch die Mitte der Sonnenscheibe gehen. Zur Bestimmung der Sonnenfleckenhäufigkeit (der Maxima und Minima) ist diese Aufzählung allerdings unerläßlich, wobei zu bemerken ist, daß die Festlegung dieser wichtigen Phasen der Sonnenaktivität auch nur erst viele Monate nach ihrem Eintritt und in nicht zu engen Grenzen möglich ist.

Unterzieht man sich der Mühe und beobachtet mehrere Monate lang mit geeigneten Instrumenten die Sonnenflecken, so kann man feststellen, daß nur wenige Flecken und Gruppen einmal oder mehreremal die 27tägige Sonnenumdrehung mitmachen nur zu oft verschwinden sie oder lösen sich auf, noch bevor sie den Westrand erreicht haben. Mit derselben Häufigkeit sieht man aber auch Flecken entstehen, sich von Tag zu Tag vergrößern, und zwar an Stellen, die mitunter vorher durch Fackelbildung aufgefallen waren. Die summarische Aufzählung von Flecken oder Fleckengruppen, bzw. ihre dadurch gewonnenen Relativzahlen sind daher nicht geeignet, als Grundlage für die Voraussage von Verkehrsbedingungen zu dienen.

Eine nähere Betrachtung ergibt leicht, daß die durch die Flecken sichtbar werdende Sonnenaktivität nur dann ihre größte Auswirkung auf das Magnetfeld der Erde ausübt, wenn Sonnenmitte — Flecken — Erde sich in einer Achse befinden oder die Flecken, bzw. Fleckengruppen sich nicht zu weit von dieser Achse befinden (Nippoldt). Damit gewinnt der Durchgang der Flecken durch den Meridian eine Bedeutung, die den Fachleuten wohl bekannt ist, aus der aber auffallenderweise bisher nicht die erforderlichen Konsequenzen gezogen worden sind.

Gestützt auf langjährige Beobachtung der Sonnenflecken am Sechs-Zöller meiner Privatsternwarte habe ich im vergangenen Monat April die aufgetretenen Sonnenflecken und Gruppen aufgezeichnet und ihre Durchgänge ermittelt.

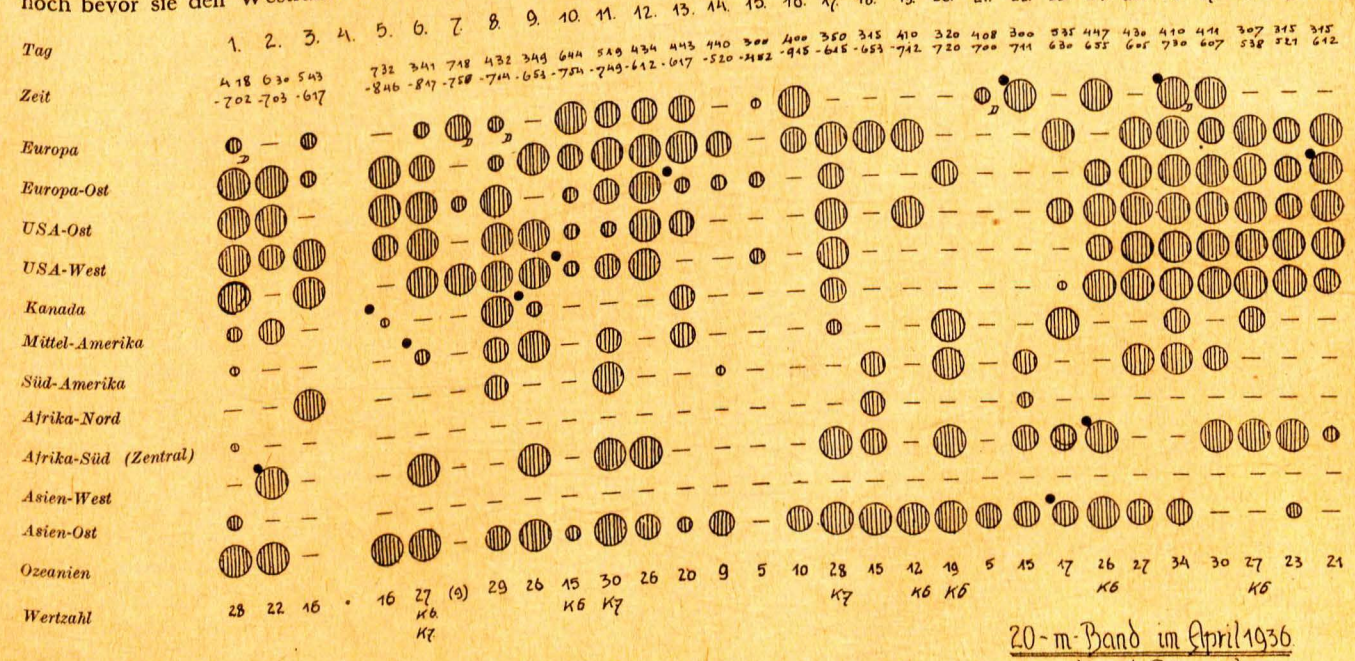


Abb. 1

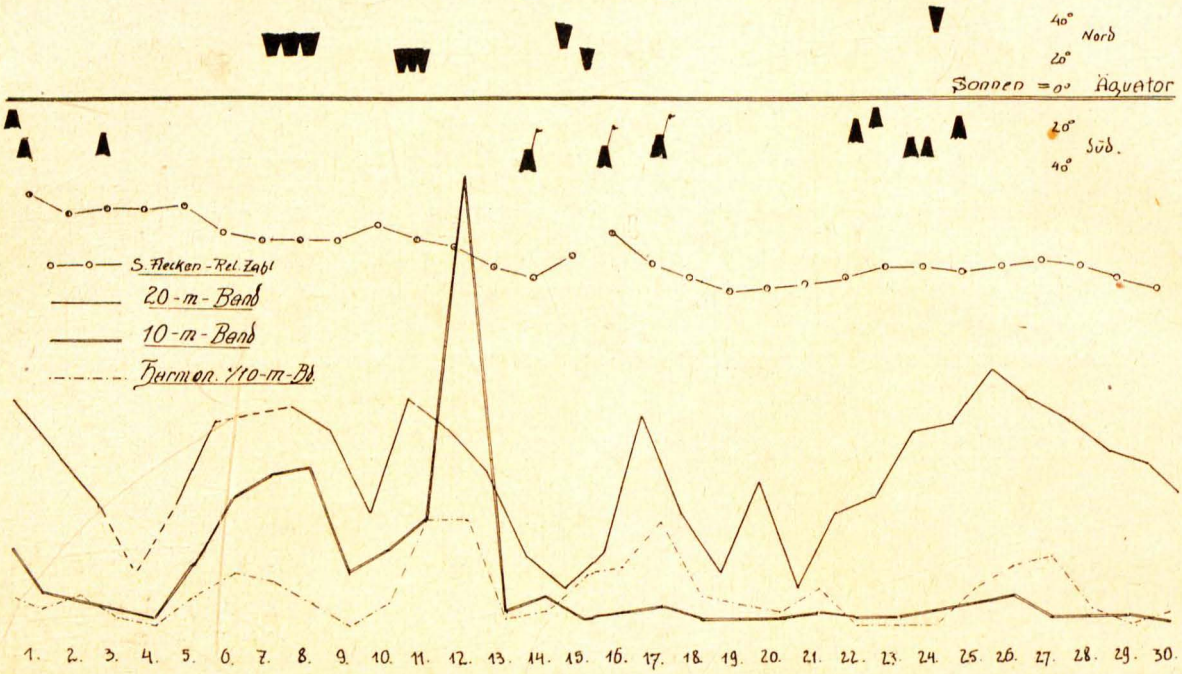


Abb. 2

Infolge des günstigen Wetters konnte ich dies an 13 Tagen bewerkstelligen. Zugleich habe ich täglich auf dem 10-m-Band alle hörbaren Stationen und Harmonischen ermittelt und auf dem 20-m-Band ebenfalls alle erreichbaren Stationen in der Zeit von vor bis nach Sonnenaufgang. Die Aufzeichnungen umfassen 173 10-m-Stationen, 96 Harmonische innerhalb des 10-m-Bandes und 1370 20-m-Stationen. Die Auswertung der Versuche habe ich in zwei Abbildungen niedergelegt. Der Empfang erfolgte mit einem umgebauten T 32 A, die Antenne ist 18 m hoch und 35 m lang in Richtung Nordwest-Südost. Meine seit 1923 bestehende Station hat beste DX-Lage für 20, 40 und 80-m-Band; für das 10-m-Band fehlen mir noch die vergleichenden Feststellungen mit anderen Stationen.

Zu den Abbildungen ist folgendes zu erklären. Abb. 1 enthält die Empfangsaufnahme des 20-m-Bandes. Mit Ausnahme des 4. April wurde an allen Tagen beobachtet, und zwar durchschnittlich 3 Stunden. Die Auswertung erfolgte nach den Vorschlägen von Dr. Stoye CQ-MB 5/35. Bei der Unterteilung der Kontinente habe ich mit Bedacht Osteuropa, Westasien und Nordafrika besonders aufgeführt, damit bei der verhältnismäßig kurzen Beobachtungszeit die dort fast immer zu hörenden starken Sender nicht das Ergebnis des Hauptkontinents verfälschen. Zur Ermittlung der für die graphische Darstellung in Abb. 1 erforderlichen Wertzahlen bewertete ich absteigend sehr gut mit 4, gut mit 3 usw. An den Tagen, an denen D 4, K 6 und K 7 gehört wurden, sind entsprechende Vermerke gemacht. In Abb. 2 sind oben die Flecken und Fleckengruppen eingezeichnet für den Moment ihres Durchganges durch den Meridian und unter Berücksichtigung ihrer Breiten. Im unteren Teil der Abbildung sind die Aufnahmen des 20-m-Bandes graphisch eingetragen. Ferner alle auf dem 10-m-Band gehörten Stationen und Harmonischen. Oberhalb dieser Kurven habe ich mit einer —o—o—-Linie die von mir für jeden Tag ermittelte Fleckenzahl eingezeichnet, die in ihrer Tendenz der Fleckenrelativzahl entsprechen wird. Zur Vollständigkeit der Gegenüberstellungen fehlt nur noch die Eintragung der erdmagnetischen Charakterzahlen, die mir aber bei Abfassung dieses Beitrages noch nicht zugänglich waren.

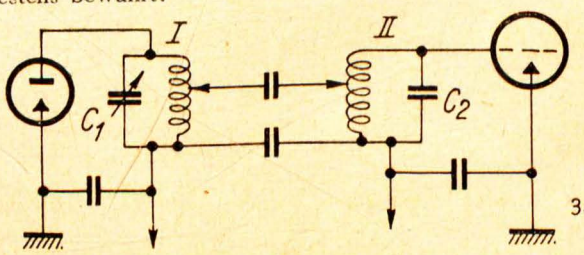
Zusammenfassend kann man wohl folgendes aus den von mir im April durchgeführten Versuchen entnehmen: 1. Der Empfang auf dem 20-m-Band hat dieselbe Tendenz wie die auf dem 10-m-Band auftretenden Harmonischen. 2. Die Hörbarkeit auf dem 10-m-Band zeigt ebenfalls dieselbe Tendenz, wenn auch in nicht so ausgesprochener Form. 3. Zwischen Sonnenflecken-Durchgang und Empfang auf dem 20- und 10-m-Band und der auf dem letzteren auftretenden Harmonischen besteht ein unverkennbarer Zusammenhang. 4. Die täglich wahrnehmbaren Sonnenflecken (Relativzahlen) stehen mit den unter 1. und 2. genannten Empfangsverhältnissen in keinem oder nur sehr losem Zusammenhang.

Weitere Folgerungen zu ziehen halte ich zunächst für verfrüht, glaube aber durch vorstehenden Beitrag die nötige Anregung zur Fortsetzung derartiger Versuche in größerem Umfange und größerem Teilnehmerkreis gegeben zu haben. Unzweifelhaft bestehen zwischen Sonnenfleckendurchgängen und Kurzwellenempfang engere Beziehungen, die näher zu ergründen ein dankbares Gebiet für die Kurzwellenamateure sein wird.

Zeichnungen vom Verfasser

Zur „Link"-Kopplung

Die Kopplung zweier Senderstufen mittels einer unabgestimmten, sogen. „Link"-Leitung [1]) kommt mehr und mehr in Gebrauch. Der Vorteil ist hierbei, daß man die Stufen räumlich bequem trennen kann und eine gute Anpassung erreicht. Nachteil ist das Hinzukommen eines weiteren Kreises, der bei jedem Wellenwechsel mit abgestimmt werden muß. Die folgende Methode umgeht diese Unbequemlichkeit und hat sich seit längerer Zeit bei D 4 biu bestens bewährt:



Die beiden Kreise sind kapazitiv gekoppelt (Kopplungskapazitäten von ca. 1000 pF), und zwar so fest, daß eine Abstimmung des Kreises II unnötig wird. Der Parallelkondensator C_2 soll nicht mehr als 30 cm Kapazität haben, die Verbindungsleitung ist nicht verdrillt.

Zeichnung vom Verfasser *Ch. Schmelzer D 4 biu*

[1]) Ch. Schmelzer, Funk 1933, S. 718.

Eine einfache und wirksame Richtantenne

Von

Hans Hellmut Plisch, Tschechoslowakei

In einem früheren Aufsatz [1]) wurden die Grundlagen für den Bau eines auch für den Kurzwellen-Amateur nützlichen Richtstrahlers besprochen. Im folgenden sollen weitere Versuchsergebnisse mitgeteilt und die praktische Ausführung von Richtstrahlern beschrieben werden.

1. Die Antennenhöhe

Es ist eine bekannte Tatsache, daß durch den Einfluß der reflektierenden Erde das vertikale Strahlungsdiagramm einer Antenne beeinflußt werden kann. Das Optimum für flache Abstrahlung liegt bei einer Antennenhöhe von $\lambda/2$ über dem Erdboden.

Auf etwas muß ich die OMs besonders aufmerksam machen. Liegen in der Richtung der gewünschten DX-Gegend absorbierende Massen, besonders Leitungsnetze, dann ist Sorge zu tragen, daß die Richtantenne oder die DX-Antenne allgemein, höher als diese Leitungen liegt.

An Hand einiger Beispiele möge dies erläutert werden.

Beim Verfasser befand sich ein Telephonnetz in der Südamerikarichtung. Mit jener Antenne war es unmöglich, mit Südamerika zu arbeiten, auch wurde keine Station gehört. Eine zweite Antenne, die höher als die Leitungsdrähte war, arbeitete auf Anhieb in genannter Richtung. Auf der anderen Antenne blieb zur gleichen Zeit keine Spur von Südamerika zu hören. Als sie aber erhöht wurde, zeigten sich keine Unterschiede in den Antennen, zum Zeichen, daß es keine abnorm stark ausgeprägte Richtwirkung im üblichen Sinne war.

Häufig kommt es vor, daß eine andere Antenne in der Richtung der Übersee-Gegenstation liegt. Selbst wenn die absolute Energieentnahme unbedeutend ist, genügt die Feldverzerrung, um eine deutliche Schwächung hervorzurufen. Vor einer auf der 10-m-Welle nach USA verwendeten Antenne hing in einiger Entfernung eine andere, kurze Antenne. Der durch Strahlungskopplung erzeugte Antennenstrom in dieser war minimal, die Lautstärkeabnahme aber bereits über eine r-Stufe. Diese zweite Antenne wurde dann vom Sender aus mit einer experimentell ermittelten Phasenlage schwach miterregt. Es trat die frühere Lautstärke ein, wie durch Vergleich mit einer anderen Antenne festgestellt werden konnte. Die Feldverzerrung war also behoben.

Als Regel möge dienen: In Antennennähe befindliche absorbierende Massen oder Drähte sollen, wenn sie sich nicht vermeiden lassen, wenigstens $\lambda/2$ tiefer als die Antenne liegen. Ferne Leitungsnetze sollen tiefer liegen als der bis zu 10° zur Erdebene verlaufende Strahlungsweg.

Das gilt natürlich für die Richtantenne genau so wie für jede andere, die für Überseereichweiten bestimmt ist.

2. Über die Bündelung der 10-m-Welle

Auf dieser Welle wäre der Raumbedarf die Hälfte gegenüber der 20-m-Welle. Somit scheint es verlockend, das beschriebene Richtstrahlersystem auf 10 m zu verwenden.

Dies wurde auch bei OK 2 AK ausgeführt und ergab statt der erwarteten Energieverstärkung kaum hörbare Signale. Woran lag das? Das Richtdiagramm wurde gemessen und stimmte mit dem gerechneten bzw. dem der 20-m-Richtantenne überein. Des Rätsels Lösung lag im Weg der Strahlen selbst. Während auf 20 m die berichtete Abweichung des Strahlenweges vom Großkreis äußerst selten auftrat, ist dies wenigstens für den Nordamerikaverkehr auf der 10-m-Welle die Regel!

Das Richtstrahlsystem wurde umgezogen. Als der Leitstrahl bereits nach Jamaica zeigte, wurden die ersten Verbindungen mit Texas (W 5) möglich. Die Abweichung der Strahlenbahn vom Großkreis betrug demnach mehr als 30°. Der Grund dieser Erscheinung wird darin liegen, daß die „kurze Grenzwelle" 1. den größtmöglichen Weg und 2. in der am stärksten von der Sonne bestrahlten Zwischenzone zurücklegen wird. Für die jetzige Jahreszeit (März 1936) und den heurigen Stand der Sonnentätigkeit ist der mehr südliche Weg dieser Strahlen erklärlich.

Es ist wahrscheinlich, daß sich die Größe der Strahlenabweichung mit der Jahres- und sogar Tageszeit ändert. Das Einstellen des Richtstrahlers auf das jeweilige Optimum wäre also ein zeitraubendes und problematisches Verfahren.

Für Wellen in der Größenordnung von 10 m ist eine Bündelung in der Horizontalebene im allgemeinen nicht nur zwecklos, sondern schädlich.

Eine Strahlenbündelung ist dennoch möglich, und zwar in der Vertikalebene. Das gleiche System, von dem bereits gesprochen wurde, kam auf einen 24 m hohen Holzmast und ergab dadurch eine gleichmäßige Abstrahlung in alle Himmelsgegenden. Die erwartete 10fache Energieverstärkung trat tatsächlich auf [2]).

3. Die Ausführung der beiden Richtstrahler

Nachdem die möglichen Fehlerquellen besprochen wurden, möchte ich noch einiges über den Aufbau mitteilen.

a) Der 20-m-Horizontalrichtstrahler

Die Längen sind in Abb. 1 eingetragen. Die Eigenwelle liegt bei 21 m, das ganze Band kann nach üblicher Korrektur der Lecher-Drahtabstimmung überdeckt werden. Das Haus bildete den einen festen Stützpunkt, zwei mehrfach durch Isolatoren unterbrochene Drähte führen vom freien Antennenende zu zwei Bäumen. Durch wechselseitig starkes Anziehen kann die Richtung eingestellt werden, die für unsere Gegend und für Nordamerikaverkehr 33 bis 38° beträgt. (Vgl. auch Abb. 2 des vorigen Artikels.)

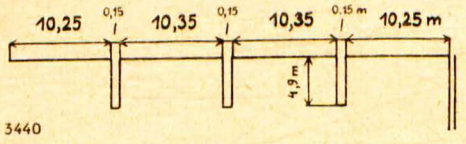


Abb. 1. Ausmaße des 21-m-Richtstrahlers

Die Unterbrechung des Antennendrahtes am Orte der Umkehrlecherdrähte geschieht durch je zwei der üblichen Eierisolatoren. Die Lecherdrähte sind jeden ¾ m durch Glasstäbchen distanziert. Paraffiniertes Holz erwies sich als unbrauchbar. Um ein Verwickeln der frei herabhängenden Lecherdrähte zu vermeiden, hängen am Ende eines jeden kleine Holzwürfelchen.

Soll die Antenne auch für den Empfang im Rückkopplungsempfänger ohne Vorstufen verwendet werden, so müssen statt dieser Gewichtchen Schnüre zur Erde gezogen und auf stabilen Aufbau Wert gelegt werden.

b) Der 10-m-Vertikalbeam

Der Holzmast besteht aus drei Stücken und wurde als Ganzes mittels Gabeln und Leitern aufgestellt. Am Ende und im oberen Drittel greifen je drei Stricke als Halteseile an. Das Antennensystem selbst kann durch eine Rolle beliebig auf- und heruntergezogen werden.

Die Richtantenne selbst (Abb. 2) ist an einem 3 m langen Holzstück aufgehängt. Die Umkehrdrähte sind durch eine Schnur in der Horizontallage gehalten.

[1]) Funk 1936, Heft 11, Seite 351.

[2]) Ein solches vertikales Antennensystem mit zahlreichen Einzeldipolen schlug der Verfasser der Reichsrundfunkgesellschaft für die 7-m-Welle vor.

Der „OK 2 AK-Beam“ (Abb. 3) wurde durch die Stationskarte einigermaßen populär und wird bereits von mehreren anderen Stationen ebenso erfolgreich verwendet. HB 9 B, Dr. Baumann, verwendet die Horizontalrichtantenne mit einigen, den örtlichen Verhältnissen angepaßten Änderungen und erzielte mit 50 Watt ebenfalls r9-Berichte aus den meisten USA-Distrikten. HB 9 T richtete das System nach Australien und buchte einen Lautstärkegewinn von 3 r-Stufen gegenüber seiner Vergleichsantenne, Telephonieverbindungen mit VK und KA konnten so leicht wie mit Europa durchgeführt werden.

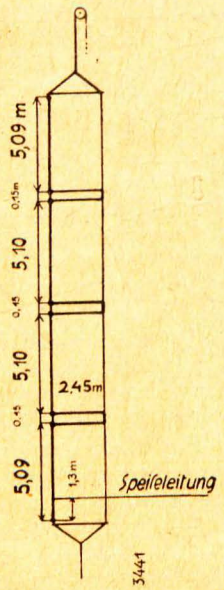


Abb. 2. Der 10-m-Vertikalrichtstrahler ist durch eine Eindrahtspeiseleitung erregt

Zeichnungen und Aufnahme vom Verfasser

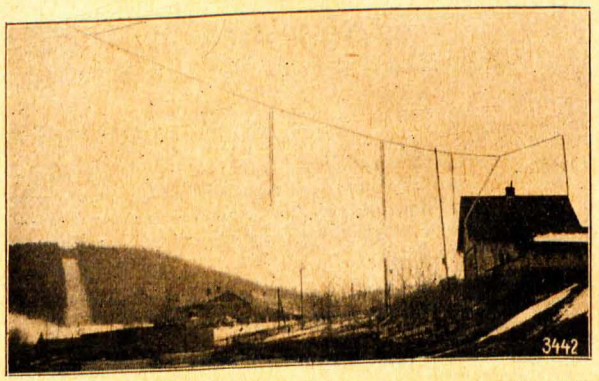


Abb. 3. Die 21-m-USA-Richtantenne von OK 2 AK

Die Anwendung dieser Richtantennen, von denen die horizontale keinen wesentlichen Mehraufwand und Raumbedarf als eine gewöhnliche Rundfunkantenne hat, kann wärmstens empfohlen werden, selbst in Ländern mit unbegrenzter Leistung, denn der Bau dieser Richtantennen verursacht weitaus weniger Kosten als die Verwendung der entsprechenden zehnfachen Energie.

Bedeutung der neuen Endröhren für den Kurzwellenamateur

Die Röhrenindustrie bringt drei neue Röhrentypen auf den Markt, die auch für den Kurzwellenamateur gewisse Bedeutung haben. Es handelt sich um die steile Dreipol-Lautsprecherröhre AD 1 und die beiden Fünfpol-Endröhren AL 4 und CL 4.

	AD 1	AL 4	CL 4
Heizspannung (U_F)	4 V	4 V	33 V
Heizstrom (I_F)	ca 0,95 A	ca 175 A	0,2 A
Anodenspannung (U_a)	250 V	250 V	200 V
Schirmgitterspannung (U_{g_2})	—	250 V	200 V
Steuergitterspannung (U_{g_1})	— 45 V	— 6 V	— 8,5 V
Anodengleichstrom (I_a)	60 mA	36 mA	45 mA
Schirmgitterstrom (I_{g_2})	—	ca 5 mA	ca 6 mA
Steilheit (S)	ca 6 mA/V	ca 9 mA/V	ca 8 mA/V
Durchgriff (D)	ca 25 %	—	—
Innenwiderstand (Ri)	ca 670 Ohm	ca 70000 Ohm	ca 45000 Ohm
Anodenverlustleistung (Nv)	15 W	9 W	9 W
Schirmgitterverlustleistung (Nv_{g_2})	—	1,5 W	1,5 W

Infolge der außerordentlich hohen Steilheiten der Röhren sowie (bei den Fünfpolröhren) passend gewählter Schirmgitterdurchgriffe wurde ein sehr steiler Anstieg der Innenwiderstandskurven erzielt, so daß der Ri_L (Leistungs-Innenwiderstand, nicht mit Ri zu verwechseln bei Fünfpolröhren!) für alle Röhrentypen sehr klein, der aussteuerbare Anodenspannungsbereich also sehr groß wird. Man kann daher bei den neuen Typen (für AD 1 $Ri_L = Ri$ = etwa 670 Ohm, für AL 4 und CL 4 Ri_L in der Größenordnung von 300 bis 400 Ohm) recht gute Wirkungsgrade erwarten. Nimmt man einen Senderwirkungsgrad von 60 % an, so kann man mit der AD 1 (besonders auf den niedrigeren Amateurfrequenzen) eine Hochfrequenzleistung von etwa 22 Watt erzielen, wozu infolge des großen Durchgriffs zwar eine relativ große Steuerwechselspannung (in der Größenordnung von 130 bis 140 V eff.) aber eine ziemlich kleine Leistung erforderlich ist. Eine AF 7 in ECO-Schaltung dürfte zur Erzielung der erforderlichen Steuerleistung reichlich genügen.

Im selbsterregten Sender wird man mit Senderwirkungsgraden von praktisch etwa 30 bis 35 % rechnen dürfen, d. h. mit einer Hochfrequenzleistung in der Größenordnung von 6 bis 8 W. Ein Sender mittlerer Leistung wird also zweckmäßigerweise in Gegentaktschaltung mit 2 Röhren AD 1 arbeiten und rund 15 Watt Hochfrequenzleistung sicher erzielen, wenngleich bei günstiger Einregelung die Leistung sicher auf rund 20 Watt gebracht werden kann. Infolge des großen Durchgriffs der Röhre müssen Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, die bei Aussetzen der Schwingungen die Röhre schützen. Zu diesem Zwecke ist die Erzeugung einer Mindestgittervorspannung von — 45 V bei 250 V Anodenspannung erforderlich, die den Anodenstrom auf den Nv_a entsprechenden Wert begrenzt. Man kann hier einfach einen Kathodenwiderstand verwenden bzw. eine kleine Batterie.

Die beiden steilen Fünfpolröhren, AL 4 und CL 4, sind besonders für quarzgesteuerte Oszillatoren verwendbar, wobei der Quarz außerordentlich gering belastet arbeitet. Elektronengekoppelte Schaltungen sind mit diesen Röhren leider nicht möglich, da auch bei ihnen das Bremsgitter innerhalb der Röhre mit der Kathode verbunden ist.

Eine weitere Möglichkeit, die zweifellos besondere Beachtung verdient, ergibt sich infolge des sehr geringen Steuerleistungsbedarfs dieser steilen Röhren. Mit einer minimalen Leistung am Gitter und geringen Steuerspannungsbedarf können Hochfrequenzleistungen von etwa 10 bis 12 Watt sicher erzielt werden, so daß man evtl. einen ECO-Frequenzmesser mit höherer Betriebsspannung direkt als Steuersender verwenden kann.

Auch für AL 4, CL 4 gilt das hinsichtlich der „Sicherheits-Gittervorspannung“ für die AD 1 gesagte. Daß bei den drei Typen — wie übrigens auch bei den anderen Röhren mit Oxydkathode (RE 604/LK 460 z. B.) — der Gitterstrom im Senderbetrieb u. U. sich umkehren kann und infolgedessen die alleinige Erzeugung der negativen Gitterspannung durch Gitterwiderstand sehr gefährlich ist (da ja bei Gitterstromumkehr die Gitterspannung positiv wird!!!), sei besonders erwähnt.

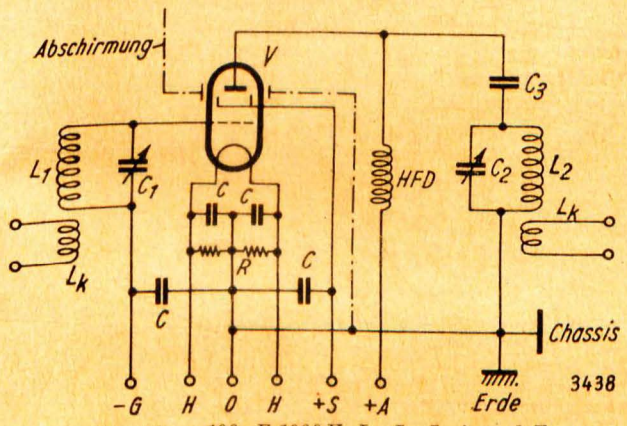
Zum Schluß sei noch kurz auf die Aussichten der Röhren bei höheren Betriebsfrequenzen hingewiesen. Da der Eingangswiderstand (Gitter — Kathode) einer Röhre mit steigender Frequenz und steigender Steilheit fällt (infolge des Einflusses der Elektronen-Laufzeiten) und die drei neuen Typen außerordentlich große Steilheiten aufweisen, muß damit gerechnet werden, daß sie für höhere Betriebsfrequenzen (14 und 28 MHz) praktisch ausfallen bezw. stark verminderte Wirkungsgrade ergeben. Auf 1,75 MHz (bei Frequenzverdoppelung), 3,5 MHz und evtl. 7 MHz dürfte dagegen ein gutes Arbeiten möglich sein.

Rolf Wigand

Senderstufe mit Schirmgitter-Senderöhre

Bei Sendern größerer Leistung verwendet man wegen des einfacheren Aufbaus infolge des geringeren Steuerleistungsbedarfs und der bequemeren Bedienung (Wegfall der Neutralisation!) gern Senderöhren mit Schirmgitter, also Vier- oder Fünfpol-Schirmröhren. Da letztere Typen vorläufig in Deutschland dem Amateur noch nicht zugänglich sind, muß man sich auf die Vierpolschirmröhre beschränken.

Das Schaltbild einer Sender-Endstufe mit Vierpol-Schirmröhre größerer Leistung ist in Abb. 1 wiedergegeben. Der Steuersender, der rund 10 bis 15 Watt Steuerleistung abgeben soll, also beispielsweise mit einer Schirmgitterröhre QC 05/15 und entsprechender Oszillatorstufe arbeitet, wird über eine verdrillte Doppelleitung an die Kopplungsspule L_k angeschlossen. Diese ist mit der Gitterkreisspule L_1 an dem dem Gitter abgewandten Ende gekoppelt, als Abstimmkondensator für den Gitterkreis dient der Drehkondensator C_1. Der Kreis C_1L_1 liefert die Steuerspannung an das Gitter der Röhre V, eine QB 2/75 mit 75 Watt maximaler Verlustleistung. Die Gittervorspannung wird bei $-G$ zugeführt, sie beträgt etwa 100 bis 150 V. Ein Überbrückungskondensator schließt die Gitterspannungsquelle für Hochfrequenz kurz. Der Heizfaden der Röhre wird bei *HH* an eine Heizspannung von 10 V bei 3,25 A



CAbb. 1. $C_1 = 80 \ldots 100$ pF 1000 V, L_1, L_2, L_k je nach Frequenz, $= 100$ pF 4000 V, $C = 2 \ldots 10\,000$ pF, 500 V-Betrieb (Condensa), $R = 100\,\Omega$ ($2 \times 50\,\Omega$), $C_3 = 500$ pF 5000 V, $V = QB\ ^2/_{75}$

angeschlossen, zur Symmetrierung für Gleichstrom dient der in der Mitte angezapfte Widerstand *R*, für die Hochfrequenzsymmetrierung sind zwei Blockkondensatoren vorgesehen. Das Schirmgitter erhält (am besten aus dem Netzanschlußgerät für den Steuersender!) bei $+S$ die Schirmgitterspannung von etwa 500 V, auch hier ist wieder für Hochfrequenz ein Überbrückungskondensator angeschaltet, der — ebenso wie die für den Heizfaden — möglichst dicht an der Röhrenfassung liegen soll. Der Anode wird von $+A$ über die Hochfrequenzdrossel *HFD* die Anodenspannung von 1000 bis 2000 V (max.) — je nach erforderlicher Leistung — zugeführt, über den Kondensator C_3 ist der Anoden-Abstimmkreis C_2L_2 angekoppelt, der über eine am der Anode abgewandten Ende von L_2 angekoppelten Spule (L_k) seine Energie über eine verdrillte Doppelleitung an den Antennenkreis abgibt.

Über den Aufbau des Gerätes, der übrigens aus der Abb. 2 gut zu ersehen ist, seien nur einige wesentliche Punkte besprochen. Oberhalb der Röhre — von ihr durch eine Abschirmung getrennt — ist der Gitterkreis C_1L_1 aufgebaut, eine Leitung führt nach unten zum Anschluß — *G*. Die Gitterspule mit L_k wird auf einen hochwertigen Spulenkörper aus Trolitul oder Calit gewickelt, C_1 hat ebenfalls keramische Isolation. Die Röhre ragt mit ihrem Gitterstutzen durch die Abschirmung hindurch nach oben. Um ein bequemeres Auswechseln der Röhre zu ermöglichen, ist ein Teil der waagerechten Abschirmplatte herausnehmbar, so daß die Röhre nach hinten (von der Frontplatte weg) gekippt werden kann, nachdem sie aus der unterhalb des Chassis angebrachten Fassung (vierpolige amerikanische Fassung) nach oben herausgezogen wurde. Die Anodenleitung der Röhre wird an die Klemmschraube eines Isolators geführt, der die Drossel *HFD* und — an den starken Schaltdrähten — den Kondensator C_3 trägt. Die

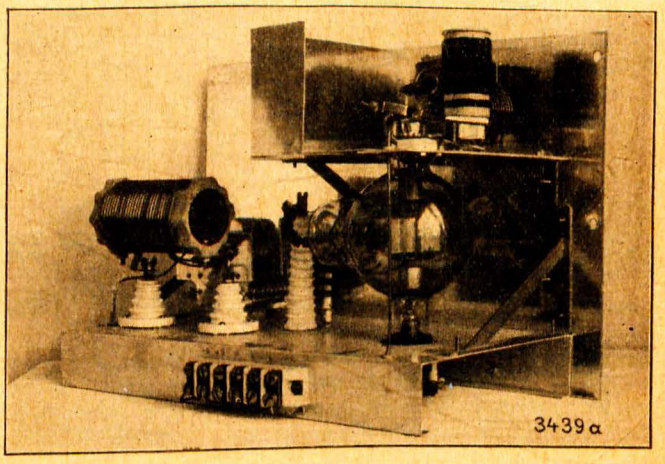


Abb. 2a

Anodenspule L_2 wird von zwei Isolatoren gehalten, an deren Klemmen auch C_2 (ebenfalls mit keramischer Isolation) und die Leitungen zu C_3 bzw. nach dem gemeinsamen Null-Anschluß (0 in Abb. 1) angeschlossen sind. Die Überbrückungskondensatoren *C* sind sämtlich unterhalb des Chassis angebracht (frei in der Verdrahtung). Alle Teile, auch die beiden Drehkondensatoren, sind isoliert vom Chassis montiert, und nur an einem Punkte (neben der

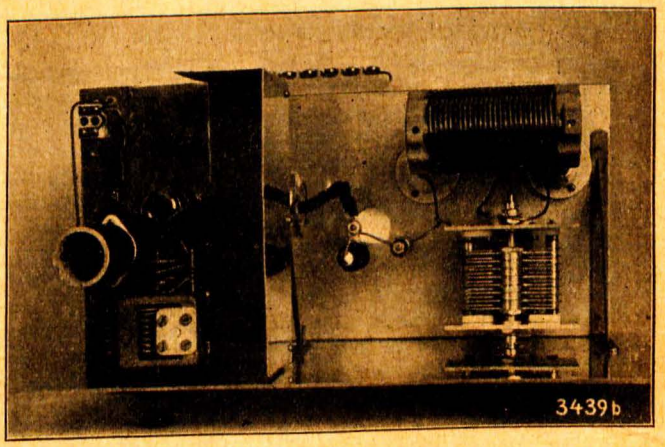


Abb. 2b *Zeichnung und Aufnahmen vom Verfasser*

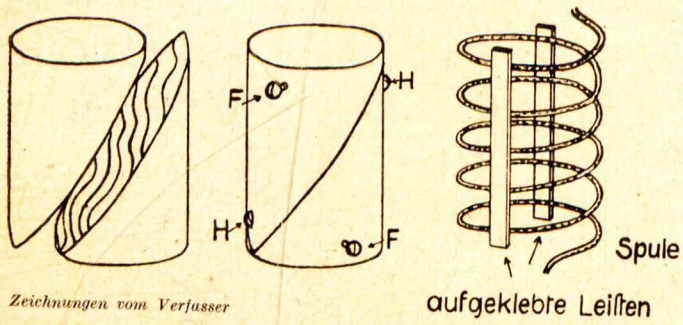
Klemmleiste für die Stromquellen-Anschlüsse) ist das Chassis mit der gemeinsamen Null-Leitung (Anschluß 0 der Klemmleiste, der gleichzeitig geerdet wird!) verbunden. Das gezeigte Gerät ist für den Einbau in einen geschlossenen Metallschrank bestimmt, daher die an beiden Seiten überstehende Frontplatte. Ein Einbau empfiehlt sich vor allen Dingen deshalb, weil die Betriebsspannungen schon lebensgefährlich hoch sind und eine Berührung spannungsführender Teile während des Betriebes unter allen Umständen zu vermeiden war. Aus dem gleichen Grund ist es ratsam, die Tür des Senderschrankes mit einem Sicherheitsschalter zu versehen, der die Spannung abschaltet, wenn die Tür geöffnet wird.

Rolf Wigand

Kleine Winke

Herstellung von Spulen

Hat man die günstigste Form und Drahtstärke für eine Kurzwellenspule bezw. einen Spulensatz ermittelt [1]), so steht man vor der Frage, wie man die Spulen am billigsten auch ohne Verwendung der nicht immer passenden, keramischen Spulenkörper aufbauen kann. Mittels eines zylindrischen Holzkörpers (s. Abb.), der in der skizzierten Weise schräg



Zeichnungen vom Verfasser

durchschnitten ist, läßt sich leicht ein Spulensatz selbst wickeln. Die beiden Teile des Holzkörpers werden mittels zweier Halteschrauben (*H*) zusammengehalten, dann wird das eine Ende der Wicklung an einer weiteren Schraube (*F*) durch Herumwickeln festgelegt, die benötigte Windungszahl aufgewickelt, das Ende an einer zweiten Schraube *F* festgelegt, die Windungen auf den erforderlichen gegenseitigen Abstand gebracht und durch Aufkleben von Isolierleisten (Trolitul oder Celluloid) die Spule fertiggestellt. Nach dem Trocknen des Kitts löst man die Schrauben und zieht die beiden Hälften des Körpers nach entgegengesetzten Seiten heraus. Bei Verwendung eines längeren Körpers lassen sich auch mehrere kürzere Spulen auf einmal herstellen, sie werden in einem Zuge gewickelt und dann nachher auseinandergeschnitten.

Einfache Raste für Drehkondensatoren

In den Empfängern, die nicht fest auf die Amateurbänder begrenzt sind und zu diesem Zwecke Festkondensatoren parallel zu einem kleinen, veränderlichen Kondensator enthalten, werden Drehkondensatoren benutzt, um den gewünschten Bereich grob einzustellen, der dann durch einen parallel liegenden, kleineren Drehkondensator überstrichen und fein eingestellt wird. Um eine oder mehrere einmal aufgefundene Stellen bequem ohne besondere Feinstellung wieder auffinden zu können, ist man zur Verwendung von Rasten übergegangen, die in der betreffenden Stellung einschnappen. Verwendet man einen sehr grob geriffelten Knopf (etwa mit 24 breiten Riefen am Umfang) zur Bedienung des Kondensators, so kann man durch Anbringen einer einfachen kräftigen Feder mit einem am Ende entsprechend zurechtgebogenen Teil sehr einfach das Einrasten an der gewünschten Stelle erreichen.

Kitten von Trolitul

Trolitul, ein organischer Isolierstoff mit sehr kleinen elektrischen Verlusten, läßt sich leicht kleben, indem man die miteinander zu vereinigenden Flächen mit Aceton, Tetrachlorkohlenstoff, Äther oder Benzin bestreicht, einwirken läßt, abermals bestreicht und dann fest zusammenpreßt und trocknen läßt. Für das Verkleben von Drahtisolation (Spulen z. B.) mit Trolitul löst man Trolitul in einem der vorgenannten Mittel auf und verdünnt auf den erwünschten Grad. Bei Verwendung eines schnell flüchtigen Lösungsmittels (Äther z. B.) trocknen die Kittstellen sehr schnell. Bei brennbaren Lösungsmitteln ist größte Vorsicht am Platze, Ätherdampf ist z. B. schwerer als Luft und es kann vorkommen, daß nach dem Arbeiten mit Äther wohl ein in Tischhöhe angestecktes Streichholz nichts ausmacht, daß aber ein zu Boden geworfenes, brennendes Streichholz das dort lagernde Luft-Äthergemisch zur Explosion bringt!

[1]) Z. B. nach dem Aufsatz von W. Schramm in Heft 5, 1936 der „CQ" (Sonderheft).

Kitten von Celluloid

Celluloid wird für den Bau freitragender Spulen wegen seiner Elastizität und leichten Lösbarkeit in vielen Fällen dem spröderen, mechanisch weniger widerstandsfähigen Trolitul vorgezogen (trotz seiner höheren Verluste, die aber bei sparsamer Anwendung kaum etwas ausmachen). Als Klebemittel sind entweder in Aceton gelöste Celluloidabfälle oder (schneller trocknend) der „Cohesan"-Kitt zu verwenden.

Billige Empfängerchassis

Die heute allgemein übliche Metallbauweise erfordert, insbesondere bei denjenigen, die viel mit neuen Schaltungen etc. Versuche machen, immer wieder neue Anschaffung und Bearbeitung von Empfängerchassis. Das überall im Handel erhältliche Chassis des Volksempfängers VE 301 (B, G, W oder GW) ist mit seinen zahlreichen Durchbrüchen, insbesondere für die Röhrenfassungen, sehr bequem zu verarbeiten, zumal sich das dünne Eisenblech trotz ausreichender mechanischer Festigkeit leicht bohren läßt. Für größere Empfänger mit mehr als drei Röhrenfassungen kann man einfach zwei oder drei VE-Chassis aneinanderschrauben. Bei geschickter Anordnung lassen sich die dann vorhandenen Zwischenwände (Seiten der einzelnen Chassis) gleich mit zur Abschirmung kritischer Teile ausnutzen. Als Frontplatte wird eine entsprechend große Aluminiumplatte verwendet.

Zwei neue Amateur-Senderöhren

Nach und nach finden sich auch in Deutschland Röhren, die für den Kurzwellenamateur brauchbar und zu einem erschwinglichen Preis zu haben sind.

An erster Stelle wäre hier die Telefunken-RS 289 zu nennen, die folgende statische Daten aufweist:

$U_h = 4{,}0$ V ($\pm 3\,\%$), I_h ca. 2 A, $U_{a\,max} = 450$ V, $I_{a\,max} = 60$ mA, $U_{g_2} = 200$ V, $N_{va} = 12$ W, $N_{vg_2} = 2{,}5$ W, $D_{a/gl} = 2\,\%$, $D_{g_2/g_1} = 23\,\%$, S etwa 5 mA/V, $C_{ga} = 1$ pF.

Infolge der sehr großen Steilheit und des großen Schutzgitter-Durchgriffs dieser indirekt geheizten Fünfpolröhre ist die zu voller Aussteuerung erforderliche Gitterleistung recht klein. Die Röhre kann bis ins Ultrakurzwellengebiet hinein verwendet werden, ist also auch für 10-m-Sender gut brauchbar. Sie kann sowohl als Quarz-Steuerstufe, als auch für Frequenzverdoppler und (neutralisierte) Verstärkerstufen verwendet werden. Der Anodenanschluß liegt oben auf dem Kolben, Gitter und Kathode sowie Heizfaden sind zu den Stiften des normalen, fünfpoligen Sockels geführt. Die Röhre kann — mit besserem Wirkungsgrad — die RS 664 d ersetzen.

Eine Röhre, die sogar bis zu 2 m Wellenlänge noch verwendet werden kann, ist die Telefunken-RS 276, eine Dreipolröhre mit direkt geheizter, thorierter Kathode mit folgenden Daten:

$U_h = 10$ V ($\pm 3\,\%$), $I_h = 2$ A, $U_a = 100$ V bei Wellen über 14 m und $= 800$ V bei Wellen über 6 m. $I_{a\,max} =$ mA (bei Langwellen), $N_{va} = 40$ W, D etwa 4,5 %, S etwa 2,6 mA/V, $C_{ga} = 3{,}2$ pF.

Gitter, Anode und Mitte des Heizfadens sind zu Anschlüssen oben auf dem Glaskolben geführt, die Heizfadenenden zu den entsprechenden Stiften des normalen, fünfpoligen Sockels, so daß sich ein sehr zweckmäßiger Aufbau des Senders — mit sehr kurzen Leitungen — ergibt.

D 4 cxf

Ungefähre Windungsangaben:

80 m Band:	Gitterspule:	32,5	Wdg.
	Rückkopplg.:	15,5	„
40 m Band:	Gitterspule:	15,5	„
	Rückkopplg.:	12,0	„
20 m Band:	Gitterspule:	4,5	„
	Rückkopplg.:	4,5	„

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt.

L_1 3 Windungen 0,5 Lack auf Pertinaxrohr 50 ⌀
$L_2/_3$ Röhrensockelspule
C_1 Neutrodon N 50
C_2 Blockkondensator CR 30 cm
C_3 Blockkondensator CR 100 cm
C_4 Hartpapier-Drehkondensator 500 cm
1 Feinstellskala für C_1
1 Skala für C_4
1 Skala für Heizung
W_1 Hochohmwiderstand 2 Megohm
W_2 Heizwiderstand 30 Ohm
D Drossel auf 20 mm ⌀ Pertinaxrohr gewickelt. Rohrlänge 100 mm. Draht-Seide 0,2 (50 Wdg., dann 5 mm Abstand, 50 Wdg., dann 5 mm Abstand, Rest vollwickeln).
T Niederfrequenztransformator 1:9 bis 1:6
1 Einbauröhrensockel für Spule
2 Aufbauröhrensockel für Röhren
1 Aluminiumplatte 200 × 150 × 2 mm
1 Sperrholzplatte 200 × 100 mm
1 Isolierplatte für die Montage der Spulen 190 × 100 × 3 mm
7 Telephonbuchsen mit Isolierringen
Schaltdraht und Schrauben
2 Röhren RE 074 d oder U 409 d.

„Die DASD-Fibel"

Von Rolf Wigand / Weidmannsche Buchhandlung

Die DASD-Fibel ist das Büchlein für die technische Grundausbildung des Jungamateurs.

Sie ist aus dem Bedürfnis heraus entstanden, unserem jungen Nachwuchs im DASD und in den FT-Formationen der HJ. in klarer und einprägsamer Form das Gebiet der Hochfrequenz- und Nachrichtentechnik zugänglich zu machen.

Sie wird sowohl den FT-Einheiten und dem einzelnen Jungamateur als auch den jungen Führern und Ausbildern in der HJ. ein unentbehrlicher Leitfaden und Ratgeber sein. — Die DASD-Fibel wurde von einem erfahrenen Kurzwellenamateur für unsere Bedürfnisse geschrieben. Sie ist weder ein trockenes Büchlein für Wissenschaftler und Theoretiker, noch ist die gebrachte Einführung allgemein und oberflächlich gehalten.

Wir können uns und den DASD zu der glücklichen Weise beglückwünschen, in der das Wichtige in klarer, verständlicher und wissenschaftlich einwandfreier Form gebracht wird und das erst später Nötige weggelassen und dem DASD-Handbuch überlassen bleibt.

Das Büchlein wird uns in unserem Bestreben, dem begabten jungen Technikernachwuchs den Weg zur größten Leistungsentfaltung zu ebenen, ein wichtiges Hilfsmittel sein.

W. Franzok

Erdmagnetischer Bericht

Vom 1. März bis 15. April 1936

Zeiten in mittlerer Greenwicher Zeit

1. März bis 3. März 0 ruhig.
4. März 0 ruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen bei D, H und Z.
5. März 0 ruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen in allen Elementen.
6. März 0 leicht bewegt.
7. März 0 ruhig.
8. März 0 leicht bewegt. 14.20—17.00 Störung bei D und H.
9. März 0 ruhig.
10. März 0 ruhig.
11. März 0 ruhig.
12. März 0 ruhig.
13. März 0 leicht bewegt. 13.00—19.30 etwas gestörter bei D und H.
14. März 0 ruhig.
15. März 0 leicht bewegt. Zeitweilig auftretende Elementarwellen bei allen Elementen.
16. März 0 ruhig.
17. März 0 ruhig. Ab 16.00 einsetzende Störungen bei allen Elementen. 22.45—0.15, D, ∩, 9½′.
18. März 0 unruhig. Stärker gestört ab 20.00. 20.45—21.05, Anstieg in H um 33 γ; 23.30—1.00, D, ∩, 9½′.
19. März 0 ruhig. 19.30—20.30, D, ∪, 8′.
20. März 0 unruhig. 2.50—4.20, D, ∩, 6½′; 2.40—4.00, H, sin-förmig, Ampl. 37 γ; 21.40—23.05, H, ∩, 33 γ.
21. März 0 unruhig. 20.15—20.55, D, ∪, 10′; 20.00—21.45, H, ∩, 47 γ.
22. März 0 leicht bewegt. 1.00—2.45, H, ∪, 44 γ; 19.15 bis 21.00, D, sin-förmig, Ampl. 12′; 18.15—21.15, H, sin-förmig, Ampl. 61 γ.
23. März 0 bewegt. 18.05—19.55, H, ∩, 72 γ; 18.20—19.55, D, ∪, 19½′; 18.50, Abfall in Z um 18 γ.
24. März 0 unruhig. 20.00—24.00 plötzlich eintretende Störung bei allen Elementen. 20.45—21.45, Abfall in D um 19′; 22.50—24.00, H, sin-förmig, Ampl. 49 γ.
25. März 0 leicht bewegt. 21.00—24.00 plötzliche Störung. H, sin-förmig, Ampl. 65 γ; D, desgleichen, Ampl. 10′.
26. März 0 leicht bewegt. 21.05—21.30, H, Anstieg um 40 γ.
27. März 0 leicht bewegt. Ab 19.00 plötzlich einsetzende Störung bei allen Elementen.
28. März 0 ruhig.
29. März 0 ruhig.
30. März 0 ruhig.
31. März 0 ruhig.
1. April 0 leicht bewegt. 17.30—19.45, D, ∪, 11½′; 17.55 bis 19.30, H, sin-förmig, Ampl. 44 γ.
2. April 0 ruhig. 21.00—23.00, H, sin-förmig, Ampl. 47 γ; 21.00—22.35, D, ∪, 17½′.
3. April 0 unruhig. 19.30—20.35, D, ∪, 21′; 20.10—21.20, H, ∩, 42 γ; 23.30—0.50, H, ∩, 47 γ; 23.30—24.00, Abfallin Z um 24 γ.
4. April 0 ruhig.
5. April 0 ruhig.
6. April 0 leicht bewegt.
7. April 0 ruhig.
8. April 0 ruhig.
9. April 0 ruhig.
10. April 0 ruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen in allen Elementen.
11. April 0 leicht bewegt.
12. April 0 leicht bewegt. 21.15—23.30, D, sin-förmig, Ampl. 14′; 22.15—23.30, H, sin-förmig, Ampl. 30 γ.
13. April 0 leicht bewegt. 16.25—17.30, H, ∪, 54 γ; 16.35 bis 18.10, D, sin-förmig, Ampl. 10½′.
14. April 0 ruhig. 19.00—20.00 alle Elemente gestört. Ampl. bei D 11′, bei H 49 γ.
15. April 0 unruhig. 16.35—16.51, Abfall in D um 11½′; 19.50—21.00, D, sin-förmig, Ampl. 12½′; 20.10—21.05, H, ∪, 37 γ.

Prof. Dr. R. Bock

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für „CQ": Rolf Wigand, Berlin. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. DA I. Vj. 1936 = 8300. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G., Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94, Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78. Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung.

Nachdruck sämtlicher Artikel verboten

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

15. Juli 1936 Heft 14

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungsunkosten von 1 Pfg. enthalten. Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Das Wesen der Elektronenkopplung

Von

A. Rapp

Als man 1932, zu Beginn der Blütezeit des Superhet-Empfängers, auf dem Wege zu dessen Verbesserung und Vereinfachung den Überlagerungsvorgang näher zu untersuchen begann, tauchte — zuerst in amerikanischen Fachzeitungen in Zusammenhang mit einer Schaltung nach Abb. 1 — der Begriff der Elektronenkopplung auf. Man hatte bald erkannt, daß die bei uns mit Vierpol-Raumladungsröhren sowie Vier- und Fünfpol-Schirmröhren gebauten Mischstufen, deren grundsätzliche Arbeitsweise Abb. 2 veranschaulicht, Ähnlichkeit mit der amerikanischen Schaltung aufwiesen. Zwar wurde die ursprüngliche Überlagerungsschaltung mit kapazitiver Kopplung von Empfangs- und Überlagererkreis schon ums Jahr 1929 durch eine Schaltung mit der seit dem Kriege bekannten Vierpol-Raumladungsröhre abgelöst, allein man führte auch bei ihr die Frequenzmischung auf eine kapazitive Wirkungsweise der beiden Steuerelektroden zurück. Diese Ansicht hatte zwar etwas Richtiges, doch spielt beim Kopplungsvorgang in dieser Schaltung noch ein zweites Mittel eine erhebliche Rolle: der Elektronenstrom.

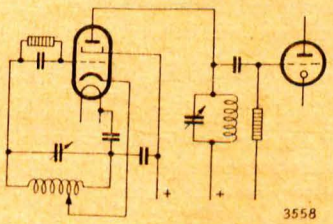


Abb. 1. Mehrstufiger Sender mit Elektronenkopplung

Man erkennt die Verhältnisse schnell, wenn man sich einmal diese beiden alten Misch-Schaltungen vergegenwärtigt. Abb. 3 zeigt die Schaltung für die kapazitive Mischung mit Hilfe einer Dreipolröhre. Die unvermeidliche Kapazität zwischen den beiden Gittern der Doppelgitterröhre in Abb. 2 entspricht der koppelnden Kapazität zwischen den beiden Kreisen in Abb. 3; außerdem erhält aber derselbe Anodenstrom, der über das eine Gitter von einem Wechselstrom gesteuert wird, eine Beeinflussung über das zweite Gitter von dem zweiten Kreis. Je nach dem Innenaufbau der Röhre wird daher die zweite Art der Kopplung zwischen den beiden Kreisen mehr oder weniger wirksam sein, als die erste, die kapazitive. Die

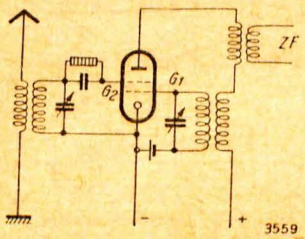


Abb. 2. Misch-Schaltung mit elektronengekoppelten Kreisen

Vorzüge, die der Elektronenstrom als Kopplungsglied aufweist, waren die Veranlassung dafür, die modernen Misch-Schaltungen ausschließlich nach diesem Grundsatz zu entwickeln.

Die Sechspol-Mischröhre war es schließlich, die dem Ausdruck „Elektronenkopplung" in weitesten Kreisen der Funktechniker Geltung verschaffte. Sie ist ja eine der wesentlichen Trägerinnen der Frequenzmischung mit Hilfe des Elektronenstromes geworden. Ohne Zweifel ist sie aber auch an einer vielfach einseitigen Auffassung des Begriffs „Elektronenkopplung" schuld. Im Laufe des Jahres 1932 und später sind auch in dieser Zeitschrift mehrere Veröffentlichungen über die Elektronenkopplung erschienen [1]);

[1]) Z. B. „Funk" 1932, S. 737; „CQ" 1932, Heft 10; „Funk" 1934, S. S. 218, 405, 409, 835.

doch dürfte es sich lohnen, die unbekannteren Anwendungsgebiete sowie Wert und Wesen der Elektronenkopplung noch einmal zusammenzufassen.

Den Anfang unserer Betrachtung bilde ein kurzer Einblick in die Wirkungsweise der Elektronenröhre. Um nicht zu weitschweifig zu werden, setzen wir voraus, daß die

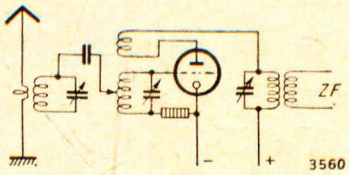


Abb. 3. Misch-Schaltung mit kapazitiver Kopplung von Empfangs- und Überlagererkreis

Röhrenkapazitäten vernachlässigbar klein seien, daß der Anodenstrom Sättigungscharakter besitze und die Raumladung fehle, so daß

$$J_e = J_a + J_g.$$

Außerdem bestehe zwischen den angeschalteten Wechselstromkreisen keinerlei wirksame kapazitive, induktive oder Ohmsche Kopplung. Sieht man bei einer Anordnung nach Abb. 4 zunächst einmal von den Gittern ab, so fließt bei negativer Spannung an der Anode kein Strom, mit positiv werdender Anodenspannung wächst er aber schnell an, und zwar solange, bis er alle von der Kathode abgegebenen Elektronen umfaßt, also gesättigt ist.

Bringt man nun zwischen Anode und Kathode eine dritte Elektrode, die ihrer Beschaffenheit nach einem Teil der Elektronen den Durchgang gestattet, nämlich ein „Gitter", so

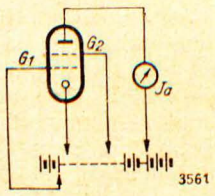


Abb. 4

ändert sich der Anodenstrom J_a bei konstanter positiver Anodenspannung mit der Spannung am Gitter. Auf alle Fälle wird J_a durch Einführen des Gitters kleiner. Das Verhalten des Anodenstroms in Abhängigkeit von der Spannung am Gitter pflegen wir in der J_a/U_g-Kennlinie festzulegen. In Abb. 4 a sind zwei solche Kennlinien gezeichnet. Das im Falle einer Zweipolröhre ohne weiteres verständliche Sättigungsgebiet ist jetzt nach der Seite der positiven Gitterspannung hin durch das Auftreten eines Gitterstromes begrenzt. Für ihn gelten naturgemäß die gleichen Bedingungen, wie für den Anodenstrom: gegen eine negative Elektrode können die Elektronen nicht anlaufen; es gibt keinen Strom. Andererseits nimmt das Gitter schon Elektronen auf, wenn seine Spannung Werte um Null annimmt. Im letzteren Falle teilen sich also die positiven Elektroden in den Elektronenstrom (Abb. 4 a, Kurve I), und zwar im wesentlichen im Verhältnis der angelegten Spannungen. Unter den oben gemachten Voraussetzungen gibt Tank [2]) die Stromverteilung an zu

$$\frac{J_g}{J_a} = c \cdot \frac{F_s}{F_0} \sqrt{\frac{U_g}{U_a}}.$$

Hierin ist c ein Faktor, der mit der Raumladung größer wird und sich zwischen 1,1 und 1,3 bewegt. F_s ist die von den Gitterstäben veerdeckte Fläche, F_0 die Fläche der Gitterlöcher. Die Formel bezieht sich wohl nur auf eine Zylinderanordnung der Elektroden bei Vermeidung von Sekundärelektronen (Sekundärelektronen treten auf, wenn nicht eine der beiden Elektrodenspannungen unter etwa + 10 Volt bleibt.)

Wird das Gitter negativ, so tritt eine Stromverteilung ein. Da aber jetzt das Gitter keine Elektronen aufnehmen kann, wird der Strom so geteilt, daß er teilweise zur Anode gelangt, während der Rest zur Kathode zurückkehren muß. Diesen Vorgang können wir uns sehr gut an den Gottmannschen [3]) Potentialreliefs klarmachen. Ein negatives Gitter bildet dort eine Reihe von Erhebungen, welche über

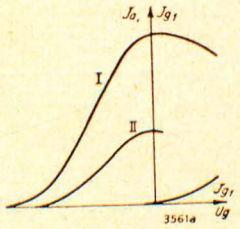


Abb. 4a

die Ablaufbasis der Elektronen, die Kathode, hinausragen. Die Anode besitzt zwar einen „Durchgriff" *(D)* durch diese Bergkette und veranlaßt solche Elektronen, die nicht schon infolge ihrer Austrittsgeschwindigkeit auf dem Wege dazu sind, die Kathode zu verlassen und der Anode zuzustreben. Je höher aber die Gitterberge sind, desto größer ist der Widerstand *(R_i)*, welcher den Elektronen entgegensteht, und um so mehr von ihnen müssen an den Berghängen umkehren. In Abb. 4 b ist eine solche Widerstandskurve gezeichnet. S ist dort die Kurve der „Steilheit" in mA/V, also eine Kurve für das Strommaß, und man kann nun sehr gut verfolgen, wie mit wachsender negativer Gitterspannung der Widerstand R_i größer wird und der Anodenstrom fällt. Außerdem ist in diese Abbildung noch die Größe des Durch-

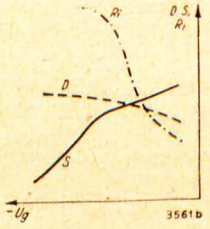


Abb. 4b

griffs eingetragen, die wider Erwarten keine absolute Konstante ist. Bekanntlich hängen diese drei Größen nach Barkhausen zusammen gemäß der Formel

$$D \cdot S \cdot R_i = 1 \cdot$$

Zusammenfassend können wir sagen: Ein positives Gitter teilt sich mit der Anode im Verhältnis der anliegenden Spannungen in den Elektronenstrom; ein negatives Gitter verteilt den Elektronenstrom an Anode und Kathode.

Wird noch ein weiteres Gitter zwischen Gitter 1 und Anode gebracht, so wirkt es sich ebenso aus, wie das schon vorhandene Gitter oder die Anode. In Abb. 4 a ist eine Kurve II eingezeichnet, die die Abnahme des Anodenstromes durch Einführen eines zweiten Gitters mit negativer

[2]) S. a. Barkhausen, Elektronenröhren, 4. Aufl., Bd. II, S. 97.

[3]) „Funk" 1935, Heft 2, S. 39, und Heft 18, S. 593.

Spannung veranschaulichen soll, sofern gegenüber Kurve I der gleichen Abbildung Anodenspannung und Heizleistung gleich groß bleiben und die Spannung an einem der beiden negativen Gitter verändert wird: R_i wird größer, J_a und S werden kleiner.

Für die anschließende Betrachtung von Schaltungen sei noch der vorhin ausdrücklich beiseite gelassene Fall kurz besprochen, bei dem die positive Gitterspannung in die Größe der Anodenspannung kommt. Dann werden die Elektronen durch das Gitter so beschleunigt, daß sie beim Auftreffen auf die Anode aus dieser Elektronen herausschlagen, die als Sekundärelektronen vom Gitter aufgenommen werden. Dadurch tritt, wie in Abb. 4 c dünn eingezeichnet ist, ein Absinken des Anodenstromes und ein Ansteigen des Gitterstromes auf. Dieses Gebiet, in welchem der Anodenstrom bei wachsender Anodenspannung kleiner wird, zeigt das Vorhandensein eines negativen Widerstandes und damit einer Schwingfähigkeit an (Dynatron). Durch Anbringen eines Gitters, das die Spannung der Kathode besitzt, vor der Anode wird erreicht, daß die Sekundärelektronen mit ihrer gegenüber Primärelektronen kleinen Geschwindigkeit am Übertritt zum positiven Gitter gehindert werden. Diese Maßnahme hat für etwa auftretende Sekundärelektronen am Gitter die gleiche Wirkung. Die Verhältnisse nach Einführung eines derartigen Bremsgitters zeigen die dick ausgezogenen Kurven der Abb. 4 c.

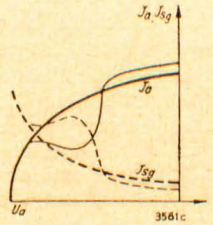


Abb. 4 c

Werden noch weitere Elektroden zwischen Kathode und Anode angebracht, so gelten sinngemäß die gleichen Überlegungen wie für Anode und Gitter.

Aus den vorstehenden Überlegungen ergibt sich nun eine ganze Anzahl von Verwendungsmöglichkeiten einer Röhre. Zum Beispiel könnte man zwei Schwingkreise, die zwischen Gitter und Kathode bzw. zwischen Anode und Kathode geschaltet sind, miteinander koppeln. Eine solche Vorrichtung besäße den Vorteil, daß die Größe des koppelnden Widerstandes durch Verändern der Betriebsspannungen in weiten Grenzen veränderlich gemacht werden könnte. Wenn dabei keine Frequenzmischung geplant ist, wird man aber für diese Zwecke besser und billiger einen Schichtwiderstand verwenden, der ebenso frequenzunabhängig arbeitet, wie eine Röhre. Immerhin sei daran erinnert, daß die Ohmsche oder galvanische Rückkopplung gern mit einer Schirmröhre als Audion Anwendung findet. Hierbei ist in erster Linie daran gedacht, den Kopplungsgrad zwischen Anoden- und Gitterkreis beliebig stetig zu verändern. Man erreicht dieses Ziel bekanntlich dadurch, daß man durch Ändern der Schirmgitterspannung die Höhe der Schirmgitter-Stromaufnahme und damit auch die der Anode verändert. Aus früherer Zeit ist auch noch bekannt, bei einer Dreipolröhre als Audion die Rückkopplung durch die Anodenspannung zu regeln.

Ein anderes Anwendungsgebiet der Elektronenkopplung zwischen Kreisen gleicher Frequenz stellt die sogenannte Pufferstufe in Röhrensender-Schaltungen dar. Bekanntlich muß in Röhrensendern eine Rückwirkung von Laständerungen im Verstärkerteil auf die Steuerstufe wegen der Gefahr der Frequenzänderung verhindert werden. Man kommt dieser Forderung z. B. dadurch nach, daß zwischen Steuer- und Verstärkerstufe eine Pufferstufe mit Schirmröhre geschaltet wird, bei der infolge kleiner Gitter-Anodenkapazität und kleinen Durchgriffs große Spannungsänderungen im Anodenkreis nur wenig auf den Gitterkreis übertragen werden. Nun ist es grundsätzlich gleichgültig, ob man einen Sender durch Einfügen des Schwingungskreises zwischen Gitter und Anode oder zwischen Gitter und Kathode Schwingungen erzeugen läßt. Im letzteren Fall muß man allerdings, um Verluste zu vermeiden, die Kathodenleitung gut verdrosseln. Dreipolröhren in dieser Weise zu schalten hat nur wenig Sinn. Bei Verwendung von Vier- oder Fünfpol-Schirmröhren gelingt es aber, in dieser Schaltung mit Hilfe von Elektronenkopplung die kapazitiv oder induktiv gekoppelten Pufferstufen einzusparen, denn nach Abb. 1, die die Schaltung eines derartigen kathodenerregten Senders zeigt, hat ja das Schirmgitter die Hochfrequenz-Spannung Null, wirkt also wie ein normaler Schirm, trennt damit Steuergitter und Anode. Der Schwingkreis der Steuerstufe ist mit den nachfolgenden Hochfrequenzwiderständen, die in der Anode hängen, nur über den Elektronenstrom in der Schirmröhre gekoppelt. Außer der Schirmwirkung, die hier nicht weiter zur Erörterung steht, hat demnach das Schirmgitter in diesem Falle noch die Bestimmung, den Kopplungsgrad zwischen Steuerteil und nachfolgenden Kreisen zu bestimmen. Wir erinnern uns daran, daß dieser von dem Verhältnis der Spannungen an Schirmgitter und Anode abhängt.

Mit einem nachdrücklichen Hinweis darauf, daß die Verkopplung zweier Kreise gleicher oder angenähert gleicher Frequenz in der eben geschilderten Weise unter den Begriff der Elektronenkopplung gefaßt werden muß, verlassen wir diese Schaltungen und wenden uns solchen zu, bei denen die Elektronenkopplung zur Mischung zweier verschiedener Frequenzen angewendet wird.

Abb. 3 als typische Vertreterin der Frequenzmischung mit kapazitiv gekoppelten Kreisen wurde, wie schon eingangs erwähnt, von der Schaltung Abb. 2 mit Vierpol-Raumladungsröhre abgelöst. Sie besitzt zwar eine sehr gute Verstärkung beim Mischvorgang, hat aber gegenüber den weiter entwickelten Misch-Schaltungen mit Elektronenkopplung wenig Aussichten auf Verwendung. Alle bekannten Misch-Schaltungen mit Mehrpolröhren können wir auf Abb. 2 zurückführen.

Zwei Gründe waren für die Einfügung weiterer Gitter bei Mischröhren maßgebend gewesen. Einmal war es nötig, die Kapazität zwischen beiden Steuergittern auszuschalten, da sie die unerwünschte Rückwirkung der Empfangsfrequenz auf die Überlagererfrequenz hervorruft, zum anderen war es nötig, einen möglichst gleichbleibenden, sehr hohen inneren Widerstand und damit auch eine hohe Mischsteilheit bei den Mischröhren zu schaffen.

Bei den grundsätzlichen Misch-Schaltungen mit Mehrgitterröhren nach Abb. 2 sei irgendwie dafür gesorgt, daß Elektronen zur Anode gelangen, z. B. dadurch, daß die Anode durch die beiden negativen Gitter noch einen Durchgriff auf die Kathode besitzt, oder dadurch, daß durch Einfügen positiver Gitter vor der Anode (Schirmgitter) oder schwach positiver Gitter vor der Kathode (Raumladegitter) Elektronen in den Durchgriffsbereich der Anode geleitet werden. Die beiden steuernden Gitter sollen keine Leistung verbrauchen. Die Amplitude der Hochfrequenz sei so klein, daß sie nicht in den gekrümmten Teil der Kennlinie steuere. Arbeitet nun der Wechselstrom

$$i_1 = J_1 \cdot \sin \omega_1 t$$

auf das erste Gitter über der Kathode (G_1), dann kommt ein Anodenstrom an das Gitter 2 (G_2), der aus dem Ruhestrom und dem bezeichneten überlagerten Wechselstrom zusammengesetzt ist. Das Gitter 2 wird von einem Wechselstrom

$$i_2 = J_2 \cdot \sin \omega_2 t$$

beeinflußt. Gemäß unserer früheren Überlegungen tritt hier

die Stromzuteilung an die Anode ein. Infolge der Welligkeit des ihm zur Verfügung stehenden Elektronenstromes kann Gitter 2 an Punkten gleicher Phase sehr selten der Anode dieselbe Elektronenmenge zuteilen, nämlich immer nur dann, wenn Gitter 1 gleichzeitig an Punkten gleicher Spannung und Phase steuert. Wenn z. B. der Strom am Gitter 1 eben den Größtwert durchläuft und die Spannung an Gitter 2 ebenfalls ihren Größtwert erreicht hat, fließt der größtmögliche Anodenstrom, der erst dann wieder auftreten kann, wenn die beiden Steuerspannungen wieder gleichzeitig ihren Größtwert erreichen. In derselben Weise werden auch Kleinstwerte des Anodenstroms gebildet. Damit entsteht aber im Anodenkreis ein Wechselstrom von ganz anderer Frequenz als denjenigen, die an den Gittern herrschen. Daß in Wirklichkeit zwei neue Frequenzen auftreten, interessiert uns hier nicht.

Wir wollen nur noch bedenken, daß die Anode durch beide Gitter Durchgriff besitzt, demnach durch das Gitter 2 Elektronen hindurchreißt, die nur von Gitter 1 gesteuert sind, und daß auf diese Weise vom 1. Gitter nicht gesteuerte Elektronen in den Steuerbereich des 2. Gitters kommen und nur dessen Frequenz an die Anode übertragen. Im Anodenstrom sind demnach vier Frequenzen enthalten; eine der beiden neu entstandenen wird durch einen Schwingkreis ausgesiebt und als gewollte Zwischenfrequenz weiter verstärkt. Im Vergleich zu Mischvorgängen gemäß Abb. 3 erhalten wir hier ohne Gleichrichtung zwei neue Frequenzen, und während man früher eine additive Frequenzmischung erzielte, ist bei den modernen Misch-Schaltungen die Amplitude der gewünschten Schwebungsfrequenz (Zwischenfrequenz) ein Produkt aus den Amplituden der zu mischenden Frequenzen.

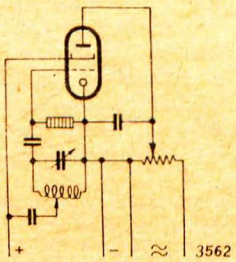


Abb. 5. Sendermodulation durch Elektronenkopplung

In der eben besprochenen Schaltung (Abb. 2) ist der Anodenkreis auch zur Schwingungserzeugung herangezogen. Durch ihn wird die Steuerwirkung des Gitters 1 unterstützt. Ein Einfluß auf unsere Überlegungen ist hierdurch nicht bedingt. Der Übergang von dieser Zweigitter-Röhrenschaltung zur Vielgitter-Röhrenschaltung mit der Sechspolröhre bzw. Dreipol-Sechspolröhre und Achtpolröhre ist nach dem bisher Gesagten klar. Der Mischvorgang in der Sechspolröhre wird vielfach mit der „virtuellen Kathode" erklärt. Wir erkennen, daß die virtuelle Kathode vor dem 2. Steuergitter in der Weise aufgebaut wird, daß ein Teil der Elektronen durch dieses 2. Steuergitter gestaut und der Anode bzw. dem Schirmgitter zugeteilt wird.

Zum Studium der Wirkung großer Anodenspannungsänderungen in Röhren mit positivem Gitter wenden wir uns nun Schaltung Abb. 5 zu. Darin wird mit Hilfe der Elektronenkopplung eine Modulation der von der Röhre erzeugten Schwingungen erzielt. Der Anode werden niederfrequente Spannungen zugeführt, deren Größe durch den eingezeichneten Spannungsteiler begrenzt werden kann. Gegenüber einer vorgegebenen Gittervorspannung verändern wir im Rhythmus der Niederfrequenz die Spannung an der Anode und damit ihre Stromaufnahme zwischen Null und einem Höchstwert. Dementsprechend ändert sich auch die Stromaufnahme des Schirmgitters, damit aber auch der innere Widerstand der Strecke Kathode—Schirmgitter. Die Stärke der dort erzeugten Schwingungen muß deshalb auch mit der Amplitude und in der Frequenz der an der Anode wirkenden Modulationsfrequenz schwanken. Der Modulationsgrad kann in dieser Schaltung sehr groß werden, weil die Stromverteilung eine scheinbare Steuerwirkung

$$\frac{d\,J_a}{d\,U_a} = \frac{1}{R_i}$$

hervorruft. Diese wirkt sich als Verkleinerung von R_i und als Vergrößerung von D aus, wenn die Anodenspannung sinkt, und führt bei $U_a < U_{sg}$ zu negativen Werten von D. Schaltung Abb. 5 wird zweckmäßig für modulierte Meß-Sender angewendet.

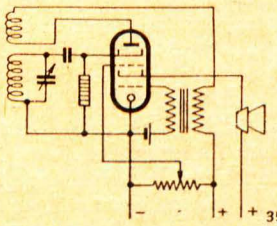


Abb. 6. Empfangs-Schaltung mit induktiver und Elektronenkopplung

Die Möglichkeit, mit Hilfe des Elektronenstroms Kopplungen durchzuführen, geht besonders deutlich aus der letzten hier angegebenen Schaltung (Abb. 6) hervor. In einer normalen Rückkopplungsschaltung zwischen Kathode, 4. Gitter und Anode einer Sechspolröhre wird durch Gittergleichrichtung die Demodulation einer empfangenen Hochfrequenzschwingung durchgeführt und die entstandene Niederfrequenz auf das Gitter 1 gegeben, durch seinen Einfluß weiter verstärkt und vom Gitter 2, an das ein Lautsprecher angeschlossen ist, abgenommen. Gitter 3 erhält über einen Spannungsteiler eine veränderliche positive Spannung, von deren Höhe naturgemäß die in den Anodenraum eindringende Elektronenmenge abhängig ist. Macht man nun die Spannung am Gitter 3 genügend groß, so kommt die von Gitter 2 weitergeleitete Niederfrequenzamplitude in die Größe der am Gitter 4 gleichgerichteten: die Voraussetzungen zur niederfrequenten Schwingung sind gegeben. Schaltung Abb. 6 verfügt demnach über zwei Rückkopplungsmöglichkeiten, die induktive und die durch den Elektronenstrom gegebene, eine hoch- und eine niederfrequente.

Abschließend kann das Wesen der Elektronenkopplung etwa folgendermaßen gekennzeichnet werden:

Unter Elektronenkopplung versteht man die Zusammenschaltung von zwei oder mehr Wechselstromkreisen durch Beeinflussung des Elektronenstroms in einem luftleeren Gefäß. Das Wesen dieses Kopplungsgliedes bedingt, daß es kein Wechselstromwiderstand der üblichen Form ist; denn sein Widerstand ist für alle Frequenzen von den kleinsten bis zu sehr großen gleich groß. Erst dort, wo die Elektronenlaufzeit eine Rolle spielt, ändert sich der Widerstandswert. Gegenüber der galvanischen Kopplung zeigt die besprochene den Unterschied, daß ihr Widerstand negativ werden kann und sich mit der Spannung an den Elektroden ändert.

Bei der Beurteilung ihres praktischen Wertes muß man der neuen Kopplung zugute halten, daß sie durch Krümmung der Röhrenkennlinien und durch Elektrodenkapazität leicht beeinflußt wird. Welch wertvolle Dienste sie in Sende- und Empfangsschaltungen zu leisten imstande ist, sollte aus der Beschreibung der hier aufgeführten Schaltungen klar geworden sein.

Zeichnungen vom Verfasser

Selbsttätige Dynamiksteigerung durch ein Zwei-Röhren-Zusatzgerät

Von

Heinz Lamparter

Nach den ausführlichen theoretischen Erörterungen der bei selbsttätiger Dynamiksteigerung auftretenden Probleme und der zu erwartenden Schwierigkeiten, die der Verfasser Anfang des Jahres veröffentlicht hat[1]), ging bei der Schriftleitung eine Reihe von Zuschriften ein, die eine Baubeschreibung für eine Anlage mit Dynamiksteigerung wünschten. Die gestellte Aufgabe wurde so gelöst, daß ein aus zwei Röhren bestehendes, also verhältnismäßig kleines und einfaches „Expander-Vorsatzgerät" entwickelt wurde, das zwischen Empfänger und Kraftverstärker beziehungsweise zwischen Tonabnehmer und Kraftverstärker zu schalten ist, um diesen an sich normalen Geräten die zusätzliche Eigenschaft der Dynamikvergrößerung zu geben. Mit Bewußtsein wurde nicht die in theoretischer Hinsicht vollkommenste und beste zur Zeit ausdenkbare Schaltung gewählt, da sie zu umfangreich und kompliziert ist, um für einen größeren Leserkreis in Betracht zu kommen, sondern eine einfachere.

An den Kraftverstärker, der hinter einem solchen Expander-Vorsatzgerät arbeiten soll, sind recht hohe Ansprüche in bezug auf Brummfreiheit und Ausgangsleistung zu stellen. Um von dieser Seite aus einwandfreie Verhältnisse erwarten zu können, wurde kürzlich ein Kraftverstärker mit 5 Watt Ausgangsleistung beschrieben, der alle Anforderungen erfüllt[2]). Selbstverständlich können auch vorhandene Kraftverstärker oder Verstärker nach anderen Bauanleitungen entsprechend zugerichtet werden. Der im folgenden beschriebene Expandervorsatz ist so eingerichtet, daß er seine Betriebsspannungen (Heizkreis 4 Volt, 1,3 Amp.; Anodenkreis 300 Volt, 18 mA) dem Kraftverstärker entnimmt. Wo dies bei anderen Kraftverstärkern nicht möglich ist, müßte ein eigenes Netzanschlußgerät gebaut werden, das aber verhältnismäßig einfach sein kann.

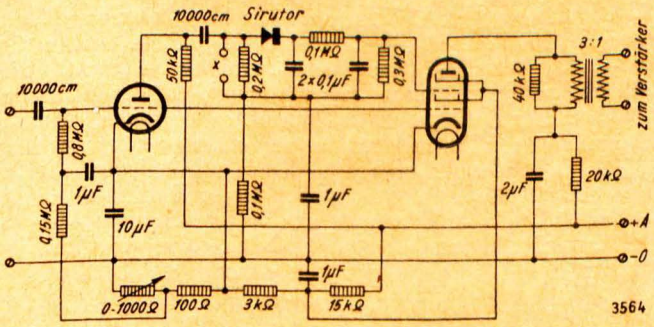


Abb. 1. Schaltung des Zweiröhren-Expander-Vorsatzgerätes

Die gewählte Schaltung zeigt Abb. 1, den Aufbau als Brettschaltung Abb. 2. Die Regelung der Verstärkung wird in einer Sechspol-Regelröhre vorgenommen. Die ankommende Niederfrequenzspannung wird dem eigentlichen Steuergitter der Röhre zugeführt. Dieses Gitter erhält eine konstante Vorspannung über einen vom Anodenstrom unabhängigen Spannungsteiler (das ist wichtig, da ja der Anodenstrom beim Regelvorgang verändert wird). Auf die bei manchen Schwundausgleichschaltungen übliche Mitbenutzung des Steuergitters zur Regulierung wurde verzichtet, da es sehr vorteilhaft ist, Nutzspannung und Regelspannung nicht in einem Kreis zu haben. Die Regelung braucht nur eine etwa 1:3-fache Verstärkungsänderung hervorzurufen (bei Schwundregelung wird 1 : 300 und mehr verlangt); es genügt deshalb vollkommen, die Spannung am eigentlichen Regelgitter zu beeinflussen. Der Anodenkreis der Sechspolröhre muß für die Aufgabe, die von der Röhre zu erfüllen ist, auf einen Außenwiderstand arbeiten, dessen Gleichstromwiderstand niedrig — in der Größenanordnung von einigen 1000 Ohm — dessen Wechselstromwiderstand aber sehr hoch — in der Größenordnung von einigen 10 000 Ohm — und über den ganzen Frequenzbereich konstant sein muß.

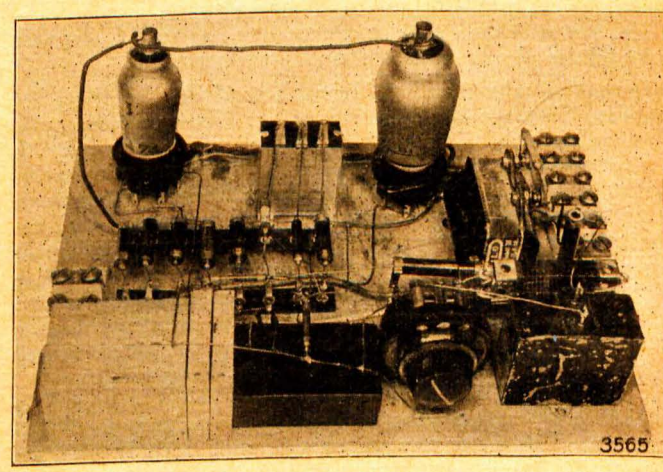


Abb. 2. Ansicht des als Brettschaltung aufgebauten Expander-Gerätes

Mit den dem Verfasser zur Verfügung stehenden Mitteln konnte das am einfachsten durch Verwendung der Sekundärseite eines gewöhnlichen Zwischen-Transformators erreicht werden. Sie hat nur etwa 5000 Ohm Gleichstromwiderstand, und ihr Wechselstromwiderstand liegt schon bei 100 Hertz über 100 000 Ohm. Durch Parallelschalten eines Widerstands von 40 000 Ohm kann also erreicht werden, daß der Wechselstromwiderstand über den gewünschten Frequenzbereich genügend konstant ist. Daß der Transformator in dieser Schaltung nach unten transformiert, ist nicht schlimm, da ohnedies genügend Verstärkung zur Verfügung steht. Wäre der Verfasser Chefingenieur einer Großfirma, so hätte er sich in der Laboratoriumswerkstatt einen Transformator 1 : 1 mit hoher Selbstinduktion bauen lassen; so tut es aber der alte, vorhandene Transformator auch sehr gut. Wichtig ist, daß es ein Transformator mit gewöhnlichem Eisenkern ist. Die Transformatoren mit Permalloy-Kern sind nur für Gleichstromdurchgang in der Primärwicklung bemessen, und die höhere Magnetisierung, die durch die Beschickung der Sekundärwicklung entsteht, könnte die Eigenschaften des Kerns zerstören. Auch Transformatoren mit gewöhnlichem Eisenkern können aber gute Frequenzkurven haben.

Die Eingangsspannung des Geräts wird neben dem Steuergitter der Sechspol-Regelröhre auch gleichzeitig dem einer Dreipolröhre zugeführt. Die in ihr verstärkte Spannung wird über eine Widerstands-Kondensator-Anordnung an einen Belastungswiderstand von 0,2 Megohm gebracht. Die daran auftretende Spannung wird dann in einem Kupferoxydul-Hochfrequenz-Gleichrichter gleichgerichtet und über einen Filterkreis mit passend gewählter Auflade- und Entlade-Zeitkonstante dem Regelgitter der Sechspolröhre zugeleitet. Zur Erzielung der Expanderwirkung war es notwendig, diesem Regelgitter im Ruhezustand eine verhältnismäßig hohe negative Vorspannung zu geben, was die Verstärkung in der Röhre herabsetzt (Steilheitsverringerung). Eine vom Sirutor kommende Gleichspannung, deren Größe der Wechselspannungs-Amplitude entspricht, verschiebt die Spannung am

[1]) Siehe „Funk" 1936, Heft 2, Seite 39.
[2]) Siehe „Funk" 1936, Heft 13, Seite 395.

Regelgitter in Richtung auf kleinere negative Gittervorspannung, bringt also die gewünschte Erhöhung der Verstärkung mit zunehmenden Eingangsamplituden hervor. Die zwischen Sirutor und Regelgitter liegenden Kondensatoren und Widerstände bestimmen die Zeitkonstante des Regelvorgangs, für die bekanntlich ein Kompromiß in der Weise geschlossen werden muß, daß die tiefsten vorkommenden Frequenzen durch den Regelvorgang noch nicht verzerrt werden dürfen, umgekehrt aber schnelle Dynamikänderungen durch ein zu langsames Regeln nicht verflacht werden dürfen. Die in Abb. 1 eingetragenen Werte entsprechen der vom Verfasser beim Abhören als am günstigsten empfundenen Abgleichung; vielleicht ist aber für andere Ohren eine etwas andere Abgleichung zu wählen. Versuche hierüber sind sehr einfach: Der zu 0,1 Megohm angegebene Widerstand bestimmt die Aufladezeitkonstante, der zu 0,3 Megohm angegebene Widerstand die Entladezeitkonstante.

Eine Aufgabe erforderte beim Entwurf der Schaltung besondere Sorgfalt: Die Gewinnung der Gittervorspannungen. Die gefundene Lösung ist so einfach geworden, daß die Schwierigkeiten der zu lösenden Aufgabe kaum mehr erkannt werden. Die Steuergitter der beiden Röhren müssen eine feste negative Vorspannung von etwa —1,5 Volt erhalten, das Regelgitter dagegen eine solche von etwa —6 bis —10 Volt. Die Vorspannungen müssen unabhängig voneinander einstellbar sein und dürfen durch den Regelvorgang nicht beeinflußt werden. Zudem muß die Sechspolröhre eine feste Schirmgitterspannung von etwa 50 Volt erhalten. Der aus den Widerständen 0 bis 1000 Ohm, 100 Ohm, 3000 Ohm, 15000 Ohm bestehende Spannungsteiler erlaubt die Entnahme der Spannungen. Die Gittervorspanungen werden noch über Filterkreise, die aus je einem Blockkondensator und einem Hochohmwiderstand bestehen, geleitet.

Die Sechspolröhre ergibt bei kleinen Amplituden eine etwa 15fache, bei großen eine etwa 50fache Verstärkung. Die „Expander"-Wirkung ist also recht erheblich. Eine mit einer Dynamik von 1 : 50 ankommende Darbietung wird so auf 1 : 170 gebracht; die Auswirkung ist also recht deutlich. Sie ist gleichzeitig so neuartig, daß sie unbedingt überraschend wirkt. Ein kritisches Abhören weist sofort auf die darin liegenden neuen Möglichkeiten, aber auch auf die zur Zeit dabei noch auftretenden Fehler hin.

Bei Schallplattenmusik ist der Eindruck zunächst bestechend. Die Ausdrucksfähigkeit der Musik ist durch die große Dynamik erheblich vergrößert worden. Das Nadelrauschen fällt fast völlig weg (da ja die leisen Stellen, bei denen es sonst störend hervortritt, nur wenig verstärkt werden). Bei längerem Abhören zeigt sich aber meist doch, daß die neue Lautstärkeverteilung zwischen Fortissimo und pianissimo nicht immer ganz stimmt. Wird bei der Aufnahme der Platte die Lautstärkeregelung von Hand vorgenommen, so bleibt die jeweils eingestellte Lautstärke über gewisse Zeiträume gleich. Die dauernd regelnde selbsttätige Wiedergabeeinrichtung bringt also zusätzliche Dynamikeffekte hervor, die oft unerwünscht sind. Bei manchen neuen Schallplatten wird allerdings während der Aufnahme nicht mehr von Hand, sondern durch eine selbsttätige Regeleinrichtung ausgesteuert; solche Platten geben dann keine zusätzlichen Dynamikfehler. Sie sind infolgedessen zur Wiedergabe über die beschriebene Anlage besonders geeignet.

Auch im Rundfunk wird zunächst noch von Hand ausgesteuert. Bei Musik wird deshalb oft die zusätzliche Dynamik des Expander-Vorsatzes nicht richtig sein; trotzdem ist sie vielfach eine Erhöhung der Eindringlichkeit der musikalischen Wirkung. Durch die hohe Lautstärke des Fortissimos und die geringe des Pianissimos eignet sich die Musik dann allerdings nicht mehr zur Verwendung als Geräusch-Hintergrund beim Zeitunglesen oder Abendessen. Schließlich kann aber die Expanderwirkung des Geräts durch Kurzschließen der in der Schaltung mit × bezeichneten Punkte sehr einfach auf eine normale Verstärkerwirkung zurückgeführt werden.

Bei Sprache ist die Ausschaltung der Expanderwirkung immer notwendig. Die natürliche Dynamik eines Sprechers wird ja auf der Sendeseite auch nicht durch Regeln fortwährend verändert. Tut man dies im Expandergerät, so entsteht eine ganz eigenartige Wirkung. Die im Laufe eines Satzes wegen ihrer Unwichtigkeit weniger betonten Worte kommen nur ganz leise, während die betonten Worte einem aus dem Lautsprecher entgegendonnern, daß man sich wundert, was für eine eigenartige Sprechweise der Sprecher hat.

Aber es wird wohl auch im Rundfunkbetrieb einmal in absehbarer Zeit eine selbsttätige Regelung auf der Sendeseite eingeführt werden. Dann erst wird die Blütezeit für Expander anbrechen. Immerhin bieten sie auch jetzt schon interessante Möglichkeiten; jedenfalls sind sie auch als technische Aufgabe besonders interessant.

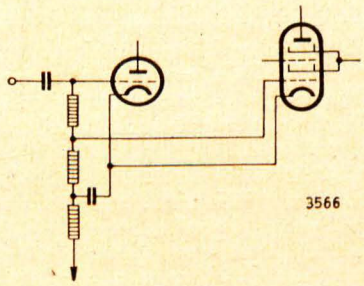


Abb. 3. Zusätzlicher Spannungsteiler für erhöhte Expansion

Wer die Anordnung als Experimentier-Einrichtung auffaßt, wird sich dafür interessieren, wie ein noch größeres Expansionsverhältnis erzielt werden kann. Bei der angegebenen Schaltung ist durch eine sehr geringfügige Erweiterung eine weitgehende Änderung des Expansionsverhältnisses zu erzielen. Wird auf die Dreipolröhre, aus der die Regelspannung über den Sirutor entnommen wird, mehr Spannung gegeben, so wird auch die Regelspannung höher, die Expansion also größer. Die Sechspolröhre darf natürlich nicht mehr Spannung bekommen, da sie sonst übersteuert und unerwünscht viel Spannung an den Kraftverstärker liefern würde. Die Steuergitter der beiden Röhren können also nicht miteinander verbunden bleiben, wie in Abb. 1, sondern es muß über den in Abb. 3 gezeichneten Spannungsteiler dafür gesorgt werden, daß das Gitter der Dreipolröhre mehr Spannung als das der Sechspolröhre erhält. Eingangsseitig muß natürlich eine entsprechend höhere Spannung zur Verfügung stehen.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Der Erste Funkrechts-Kongreß in Berlin

Auf Anregung des Präsidenten der Reichsrundfunkkammer findet am 21. Juli 1936 in Berlin der Erste Deutsche Funkrechts-Kongreß statt. Der Präsident der Reichsrundfunkkammer, Dreßler-Andreß, wird den Kongreß eröffnen.

Im Verlauf der Tagung wird auch der Vizepräsident der Reichsrundfunkkammer, Reichssendeleiter Eugen Hadamovsky, das Wort zu „Ausführungen über das Verhältnis von Autor und Rundfunk" nehmen. Ferner wird der Leiter der Rechtsabteilung in der Reichsrundfunkkammer, Dr. Pridat-Guzatis, zu dem Thema „Funkrecht wird Volksrecht" sprechen. Schließlich werden „Vorschläge zur Revision der Berner Übereinkunft" von Landgerichtsdirektor Dr. Rudloff-Berlin und Rechtsanwalt Dr. Kurt Runge-Berlin behandelt.

Abschließend befassen sich Dr. H. G. Pridat-Guzatis und Dr. Schenk, Reichs-Rundfunk-Gesellschaft, mit „Internationalen Funkrechts-Vereinbarungen". Im Anschluß an die Referate findet eine Diskussion statt.

Kofferempfänger in Geradeaus-Schaltung

Praktische Winke für den Aufbau

Von **Alfred Ehrismann**

Das Problem des Kofferempfängers wurde im „Funk“ bereits ausführlich behandelt [1]). Nachstehender Aufsatz befaßt sich nunmehr mit Geradeaus-Schaltungen für Koffergeräte zum Selbstbau, wobei ihm die preisgekrönten Spitzengeräte des vom Großhändlerverband veranstalteten Koffer-Preisausschreibens zugrunde gelegt wurden. In diesem Zusammenhang sollen auch die Hilfsmittel gezeigt werden, die dem Bastler heute für den Bau solcher Geräte zur Verfügung stehen.

Nähere Einzelheiten darüber werden für diejenigen Funkfreunde, die sich mit dem Gedanken tragen, einen tragbaren Empfänger zu bauen, von großem Interesse sein, da sich hieraus wichtige Schlüsse ziehen lassen.

Es wurden seinerzeit über 30 Geräte eingereicht, die sich wie folgt verteilten:

2 Zweiröhren-Empfänger, 13 Dreiröhren-Einkreis-Empfänger, 6 Dreiröhren-Zweikreis-Empfänger, 5 Vierröhren-Zweikreis-Empfänger, 4 Superhet-Empfänger.

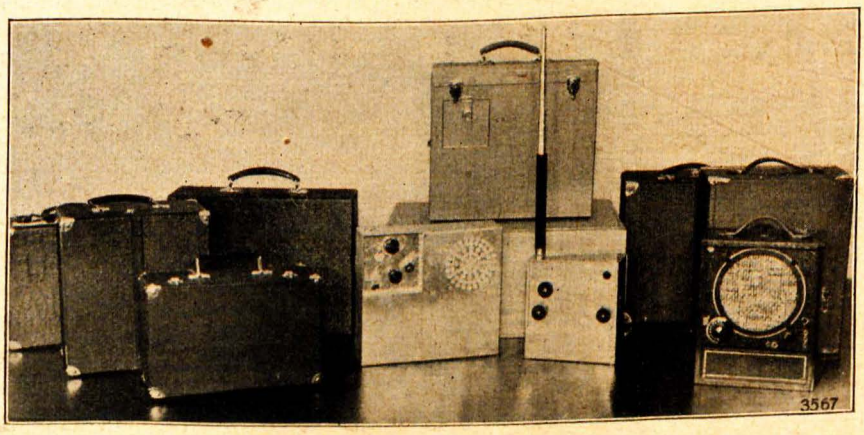


Abb. 1. Die zehn in engere Wahl gestellten Geräte des Koffer-Preisausschreibens

Wir ersehen aus dieser Aufstellung, daß sich die Mehrzahl der Bewerber für das Dreiröhrengerät entschieden hat; die meisten der Dreiröhrengeräte waren als Einkreiser ausgebildet. Für ein volkstümliches Koffergerät scheint demnach der Einkreis-Dreier die besten Aussichten zu haben. Die vier preisgekrönten Spitzengeräte waren durchweg Dreiröhrenempfänger. Abb. 1 zeigt die zehn in engere Wahl gestellten Koffergeräte. Die wichtigsten Daten der vier preisgekrönten Spitzengeräte sind aus der Tafel auf Seite 424 ersichtlich.

Die Geräte zu 1 und 2 verwendeten die vorgeschriebenen Trockenbatterien,

Ein fortschrittlich eingestellter Bastler wird stets danach trachten, ein Gerät nach eigenen Entwürfen zu bauen. Tragbare Empfänger sind hierfür am dankbarsten. Es war deshalb leicht vorauszusehen, daß sich die Funkbastler an dem Preisausschreiben, welches die Schaffung eines volkstümlichen Kofferempfängers bezweckte, zahlreich beteiligen würden. Die Bedingungen dieses Preisausschreibens sowie das Ergebnis wurden seinerzeit im „Funk“ veröffentlicht [2]).

[1]) Siehe „Funk“ 1936, Nr. 3, „Reiseempfänger in Kleinformat“; Nr. 6. „Neue Kofferempfänger auf der Leipziger Messe“; Nr. 8, „Die Technik des deutschen Kofferempfängers in Geradeaus-Schaltung“; Nr. 8, „Erprobte Schaltungen für 2 Volt-Schirmröhren“; Nr. 12 „Die Technik des deutschen Kofferempfängers in Super-Schaltung“.

[2]) Siehe „Funk“, 1935, Heft 23, S. 762; 1936, Heft 6, S. 184.

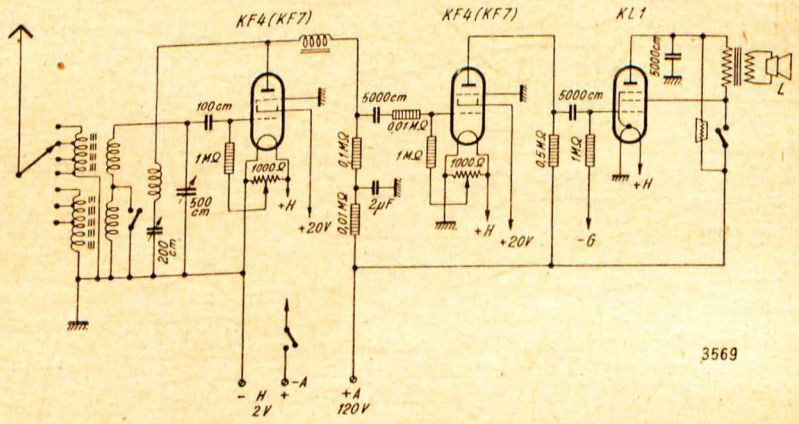


Abb. 3. Schaltung der mit dem 2. und 3. Preis ausgezeichneten Koffergeräte

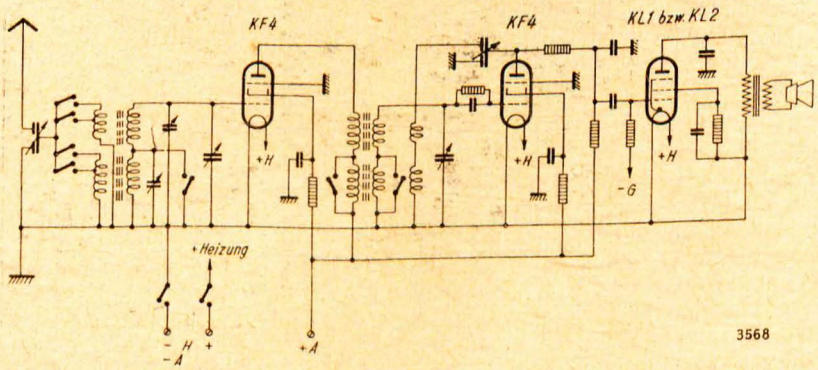


Abb. 2. Schaltung des mit dem 1. Preis ausgezeichneten Koffer-Empfängers

die folgende Ausmaße hatten: Heizbatterie 70 × 120 × 145, Anodenbatterie 70 × 128 × 160 mm. Das dritte Gerät wurde mit wesentlich kleineren Batterien konstruiert, und bei dem vierten Gerät wurden ausschließlich Taschenlampenbatterien verwendet. Die Schaltungen der preisgekrönten vier Spitzengeräte zeigen die Abb. 2, 3, 4.

Der mit dem 1. Preis ausgezeichnete Empfänger ist als Zweikreis-Dreier ausgebildet. In der Hochfrequenzstufe und im Audion findet die Fünfpol-Schirmröhre KF4 Verwendung. An das Audion schließt sich die Fünfpol-Schirmröhre in CW-Kopplung an. Die Lautstärkeregelung erfolgt am Eingang mittels eines Dreiplatten-Drehkondensators. Auch zur Rege-

Tafel der preisgekrönten Kofferempfänger

	Schaltung	Ausmaße cm	Gewicht kg	Anodenstrom	Heizleistung
1. Preis	2/3	34×36×11	9	12 mA (200)	0,7 Watt (200)
2. Preis	1/3	26×28,5×8	6,3	8 mA (200)	0,6 Watt (200)
3. Preis	1/3	20×18×9,2	3	8 mA (100)	0,6 Watt (15)
4. Preis	1/3	20×30×16	5,5	8 mA (200)	0,6 Watt (50)

Die Zahlen in Klammern bedeuten die durchschnittlichen Betriebsstunden der verwendeten Trockenbatterien.

lung der Rückkopplung wurde je ein Dreiplattenkondensator verwendet. Die Antennenspulen sind mit Anzapfungen versehen, die mit einem Antennenwähler umgestellt werden können. Der Antennenwähler ist mit dem Wellenschalter vereinigt. Die Schaltung ist im übrigen normal. In der Endstufe kann entweder die KL 1 oder die KL 2 verwendet werden. Das Gerät benutzt einen permanent-dynamischen Lautsprecher.

Die Geräte, welche mit dem 2. und 3. Preis ausgezeichnet wurden, weisen beide die gleiche Schaltung auf. Es handelt sich hier um Einkreis-Dreier, wobei sowohl im Audion als auch in der ersten Niederfrequenzstufe je eine Fünfpol-Schirmröhre KF 4 Anwendung findet. Im Eingang sehen wir eine Spule, die entsprechend der VE-Spule mit mehreren Anzapfungen versehen ist, die mittels eines Antennenschalters, der auch hier mit dem Wellenschalter vereinigt ist, eingestellt werden können. Bei diesen Wider-

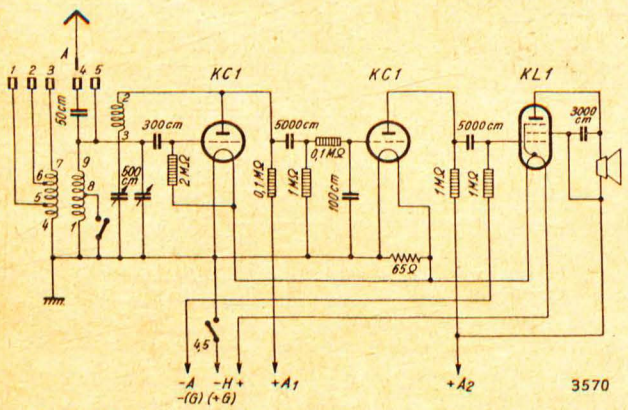


Abb. 4. Schaltung des mit dem 4. Preis ausgezeichneten Koffer-Empfängers

stands-Dreiröhrenempfängern ist noch bemerkenswert, daß die Gitterableitungs-Widerstände der beiden ersten Röhren nicht direkt mit Minus-Heizbatterie, sondern an die Schleifer von 1000-Ohm-Drehspannungsteilern geführt sind, die parallel zu den Heizfäden liegen. Auch diese beiden Geräte verwenden kleine permanent-dynamische Lautsprecher. Bei dem kleineren Muster Nr. 3 ist noch zu erwähnen, daß hier als Antenne ein aufschraubbares Photostativ-Bein Verwendung findet, welches zusammengeschoben zugleich als Traggriff dient.

Bei dem vierten Gerät handelt es sich ebenfalls um einen Widerstands-Dreiröhrenempfänger mit dem Röhrensatz des VE 301 B 2. Als Stromquellen finden hier ausschließlich Taschenlampenbatterien Verwendung. Um die 2-Volt-Röhren mit 4,5-Volt-Taschenlampenbatterien heizen zu können, wurden die Heizfäden der beiden ersten Röhren parallel und die der Endröhre dazu in Serie geschaltet. Ein Nebenwiderstand von 65 Ohm parallel zu den Heizfäden der beiden Röhren KC 1 nimmt den überschüssigen Heizstrom auf. Der Gesamt-Heizstrom beträgt bei dieser Heizkreis-Schaltung nur 0,15 A, das ist also noch bedeutend weniger, als eine gewöhnliche Taschenlampen-Glühlampe verbraucht. Die preisgekrönten vier Spitzengeräte werden in den Abbildungen 5 und 6 gezeigt. In diesem Zusammen-

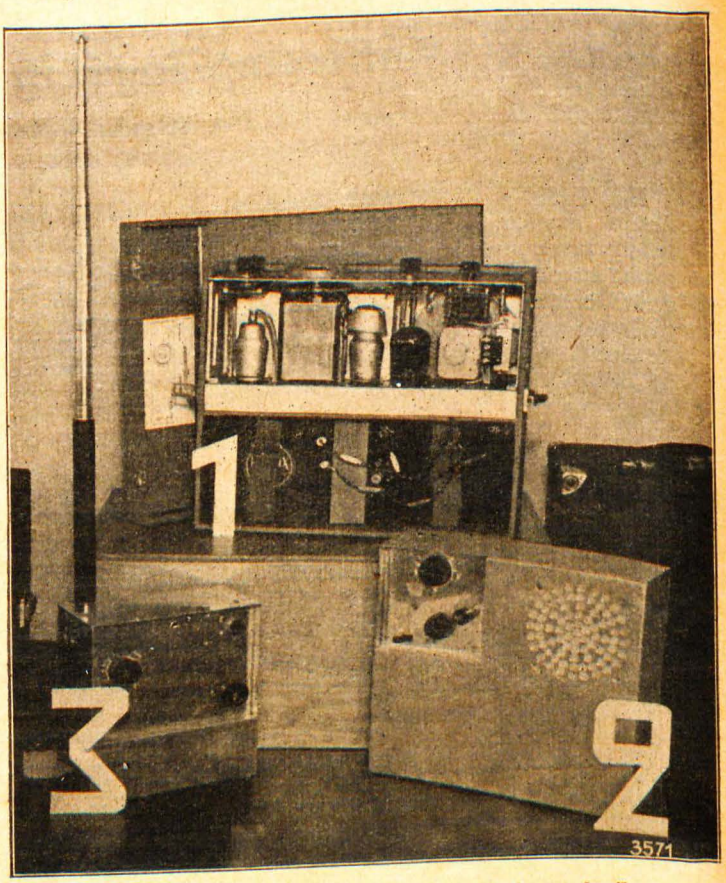


Abb. 5. Die drei Spitzengeräte aus dem Preisausschreiben

hang muß noch erwähnt werden, daß sämtliche eingereichten Geräte von zwei staatlichen Instituten, die unabhängig voneinander arbeiteten, geprüft und gemessen wurden. Unter den eingereichten Superphet-Empfängern befand sich auch ein Zweiröhren-Fünfkreis-Super, dessen Schaltung aus Abb. 7 ersichtlich ist. Dieses Gerät war leider damals noch nicht ganz fertig und mußte deshalb aus dem Wettbewerb ausscheiden. Die Schaltung ist jedoch sehr interessant; sie zeigt, wie der Konstrukteur bemüht war, mit möglichst wenig Aufwand von Röhren und größter Ausnützung derselben das angestrebte Ziel zu erreichen.

Die Schaltungen der preisgekrönten Spitzengeräte sind typische Standard-Schaltungen für Koffergeräte mit Geradeaus-Schaltung, die sozusagen die Feuerprobe bestanden haben und zum Nachbau empfohlen werden können. Sie

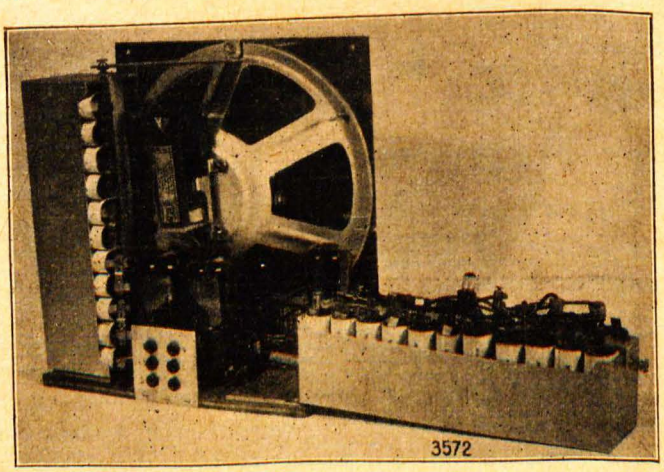


Abb. 6. Innenansicht des mit dem 4. Preis ausgezeichneten Koffergerätes

verbürgen bei entsprechendem Aufbau und Wahl der geeigneten Einzelteile sicheren Erfolg. Wenn es sich darum handelt, unter Anwendung einer solchen Schaltung ein Koffergerät zu bauen, so entsteht als nächste Frage die, welche Hilfsmittel, insbesondere welche Einzelteile zu diesem Zwecke zur Verfügung stehen. Was die Röhrenfrage anbetrifft, die ja die wichtigste Voraussetzung für den Entwurf eines jeden Empfängers ist, so ist diese durch die Schaffung der 2-Volt-Röhren (K-Reihe) einwandfrei gelöst. Durch die geringe Heizleistung dieser Röhren ist ein wirtschaftlicher Betrieb mit Trockenbatterien ermöglicht. Geeignete Trockenbatterie-Sätze stehen erfreulicherweise ebenfalls zur Verfügung. Auf die Möglichkeit des vollständigen Betriebes mit Taschenlampenbatterien wurde bereits hingewiesen. Die Heizkreisschaltung muß dann entsprechend der Schaltung in Abb. 4 ausgeführt werden. Der Taschenlampenbatterie-Betrieb ist für Selbstbau-Koffergeräte in mancher Hinsicht vorteilhaft. Taschenlampenbatterien sind zunächst die billigsten Stromquellen (nur 6,2 Pfg. pro Volt gegenüber 10,5 Pfg. bei normalen Anodenbatterien). Ein weiterer großer Vorteil ist darin zu erblicken, daß man Taschenlampenbatterien überall, selbst im kleinsten Dorf, jederzeit nachkaufen kann. Für die Unterbringung der Batterien wurden praktische Aluminium-

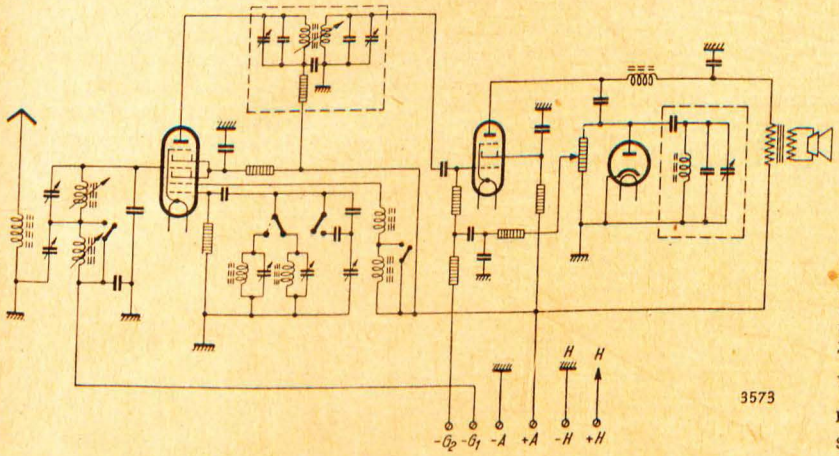


Abb. 7. Zweiröhren-Fünfkreis-Super-Schaltung

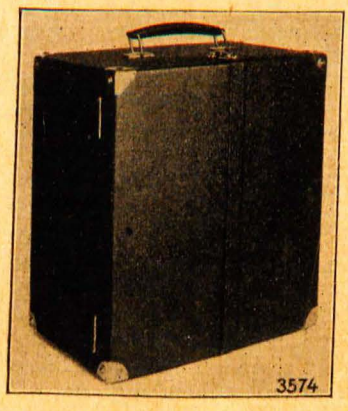


Abb. 8. Einbaukoffer für Schaltung nach Abb. 4

behälter geschaffen, die zwecks Auswechslung der Batterien nach außen herausgeklappt werden können, wie dies aus Abb. 6 ersichtlich ist.

Bei den übrigen Einzelteilen, wie Spulen, Drehkondensatoren usw., wird man ebenfalls darnach trachten, diese möglichst klein und leicht zu wählen. Als Spulen kommen natürlich Ausführungen mit Hochfrequenz-Eisen in Betracht. Für Reisegeräte gut geeignete kleine Bauarten wurden von mehreren Firmen in den Handel gebracht, desgl. kleine Luftdrehkondensatoren für Koffergeräte, die auch in 2 × 500-cm-Ausführung für Zweikreiser lieferbar sind. Erfreulicherweise sind nunmehr die kleinen permantdynamischen Lautsprecher-Systeme von 12 cm Durchmesser auch für den Bastler freigegeben worden, so daß auch die Lautsprecherfrage bei tragbaren Selbstbaugeräten jetzt gelöst ist.

Einbaukoffer für Reisegeräte stehen ebenfalls zur Verfügung. Abb. 8 zeigt uns den Koffer, welcher bei dem Gerät nach Schaltung Abb. 4 verwendet wurde; er ist im Handel erhältlich. Eine große Kofferfabrik in Thüringen hat sich in dankenswerter Weise bemüht, Einbaukoffer für Bastler zu schaffen. Ein solches sehr zweckmäßig ausgeführtes Modell sehen wir in Abb. 9.

Was den praktischen Aufbau der Kofferempfänger anbetrifft, so gibt es hier verschiedene Möglichkeiten. Wie man die Teile am besten unterbringt, richtet sich nach Art und Größe derselben, nach den Batterien und dem Einbaukoffer. Die günstigste Anordnung der Teile muß im einzelnen Falle durch sorgfältige Versuche festgestellt werden. Man wird darnach trachten müssen, den vorhandenen Raum soweit als möglich auszunutzen. Dabei dürfen aber die Bausicherheit sowie die Betriebssicherheit nicht in Frage gestellt werden. Am einfachsten ist die Bauweise mittels eines zweiseitig abgebogenen Aluminiumgestells, an welches vorderseitig eine Hartpapier-Frontplatte angeschraubt wird. Als Frontplatte kann aber auch eine Aluminiumplatte verwendet werden. Sie trägt auf der linken Seite die Bedienungsknöpfe und auf der rechten Seite den Lautsprecher. Auf dem Aluminium-Grundgestell sind die Röhren-

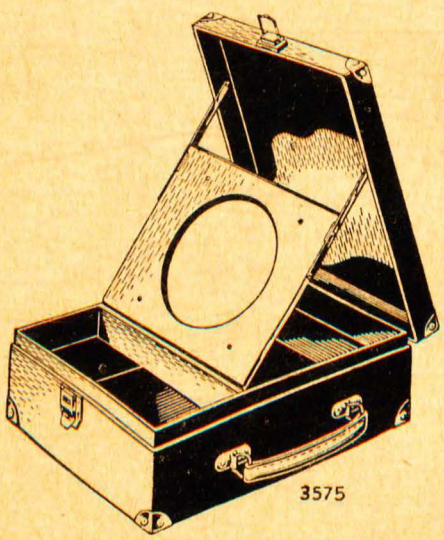


Abb. 9. Einbaukoffer

fassungen, die Spulen usw. entsprechend zu verteilen. Rückwärtig werden die Batterien angeordnet. Die Rückwand des abgebogenen Gestells trägt die Anschlüsse für Antenne, Erde und evtl. für den Tonabnehmer.

Das fertige Empfänger-Gestell wird zum Schluß in das Koffergehäuse eingeschoben. Die Batterien sind so anzuordnen, daß diese nach Entfernen der Kofferrückwand bequem ausgewechselt werden können. Schulbeispiele, wie man Koffergeräte aufbaut, sind auch aus den bereits veröffentlichten Industrie-Koffern zu ersehen. Es kann nicht Zweck dieses Aufsatzes sein, ausführliche Bauanleitungen für Koffergeräte zu geben, vielmehr soll der Bastler zum selbständigen Entwurf von Koffergeräten angeregt werden.

Zeichnungen nach Angabe des Verfassers. Abb. 1 und 5 sind Aufnahmen von G. Springefeld, Abb. 6, 8 und 9 sind Aufnahmen vom Verfasser

Schneidstichel und Abspielnadeln für Selbstaufnahmeplatten

Von **Hans Sutaner**

Der Kreis derjenigen, die Schallplatten selber aufnehmen, wird immer größer, nachdem es eine ganze Reihe sehr brauchbarer, saubere und gleichmäßige Rillen schneidender Geräte zu erschwinglichen Preisen auf dem Markt gibt, die einen zuverlässig und geräuschlos laufenden Antriebsmotor genügender Drehkraft besitzen. Jeder, der sich mit der Schallplattenselbstaufnahme beschäftigt, wird aber sehr bald herausfinden, daß er sich nie mit Sicherheit für eine einwandfreie Aufnahme verbürgen kann. Er erhält zehn erstklassige Aufnahmen und die elfte wird schlecht! Warum? — Weil er eine schlechte Schneidnadel erwischt hat!

Die Schneidnadel ist immer noch das Schmerzenskind aller „Schallplattler". Schneiddiamanten sind sehr teuer und verlangen eine äußerst sorgfältige Behandlung, wenn sie nicht nach kurzer Zeit unbrauchbar werden sollen. Saphire haben in Liebhaberkreisen nur wenige Freunde gewinnen können. Durchweg wird überall die in Bezug auf zweckmäßige Form bereits hochentwickelte und billige Stahlnadel benutzt, die zum Schneiden für mindestens eine Plattenseite ausreicht.

Wir haben heute zwei Firmen, die Rheinischen Nadelfabriken in Aachen und Wenglein's Heroldwerke in Nürnberg, die Stahlschneidnadeln in hochwertiger Ausführung für die Schallplatten-Selbstaufnahme herstellen. Abb. 1 gibt einen vollständigen Überblick über die von diesen beiden Firmen entwickelten Schneidnadelsorten, die Erzeugnisse der Rheinischen Nadelfabriken sind mit „*R*", die der Heroldwerke mit „*H*" bezeichnet. Außerdem enthält die Abbildung die Typenangabe. Jeder Nadeltyp ist in Seiten- und Vorderansicht dargestellt, so daß die Form der Stichel gut zu erkennen ist.

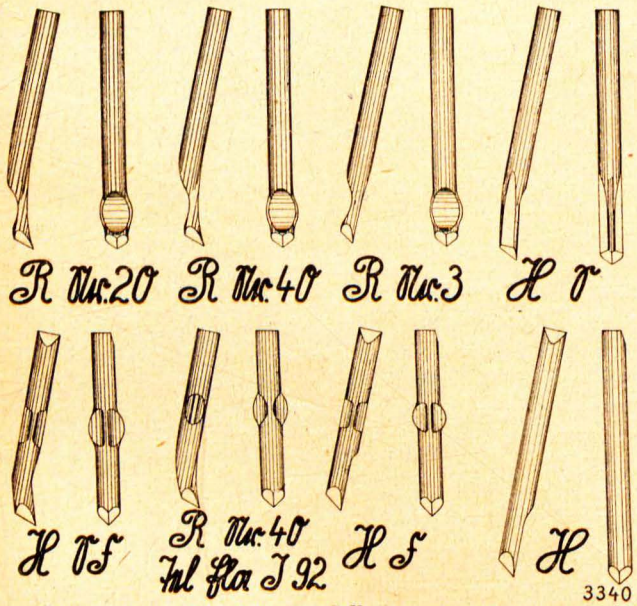


Abb. 1. Schneidnadeln für Selbstaufnahme-Schallplatten

Welche Schneidnadeltype wird am vorteilhaftesten benutzt? Verfasser hat mit sämtlichen Nadelsorten auf mehreren Schneidgeräten Versuchsplatten aller Art geschnitten und ist zu folgenden Ergebnissen gelangt:

Wir müssen zunächst unterscheiden zwischen Nadeln mit runden Schäften (Typen *R*: Nr. 3, 20 und 40; *H.*: S und *H*) und zwischen Flügelnadeln (Typen *R:* Nr. 40 [Telefunken Ela J 92]; *H: F* und *SF)*. Die Nadeln mit runden Schäften sind für alle Schneiddosen geeignet, die Flügelnadeln kann man nur in Dosen benutzen, deren Nadelhalter entsprechende Ausschnitte für die Flügel besitzen. Alsdann sind Flügelnadeln von besonderem Vorteil, weil man sich um den richtigen Sitz des Schneidstichels nicht mehr zu bekümmern braucht. Die Ausschnitte im Nadelhalter dienen als Führung für die Flügel, so daß die Schneidnadel stets die richtige und gleiche Schneidstellung erhält. Die Stichel mit runden Schäften sind dagegen sorgfältig so einzusetzen, daß die obere Kante der Dreikantspitze genau senkrecht oder um eine Kleinigkeit nach innen verkantet zur Plattenebene liegt. Lange Nadeln sind für Schneiddosen mit tiefem Nadelhalterloch geeignet. Es ist anzustreben, daß die Schneidnadeln so festgelegt werden, daß sie nur etwa 10 mm aus der Schneiddose herausragen, um störende Eigenschwingungen der Nadel auszuschließen.

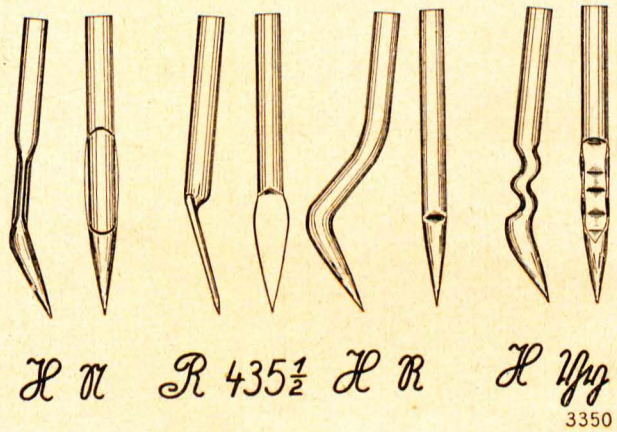


Abb. 2. Abspielnadeln für Selbstaufnahme-Schallplatten

Die geraden Schneidnadeln sind nur für Gelatineplatten und die neue Decelith-Platte geeignet. Für Selbstaufnahmeplatten mit gelatineähnlicher Schicht, deren Träger aus Metall oder einem anderen pappartigen Werkstoff besteht, lassen sich nur gebogene Schneidstichel verwenden, um einen glatten, zusammenhängenden Span zu erhalten. Man kann zwar auch gerade Stichel benutzen, wenn die Schneiddose so verstellbar ist, daß man mit einem Schneidwinkel von etwa 88 Grad schneiden kann; da man aber meist für Schneiden und Abspielen dieselbe Dose verwendet und der günstigste Abspielwinkel der Dose etwa 77 Grad beträgt, werden im allgemeinen für Schichtplatten gebogene Schneidnadeln in Frage kommen. Mit letzteren lassen sich selbstverständlich auch Gelatineplatten schneiden, wenn man die Belastung etwas verringert.

Ausschlaggebend für ein sauberes und geräuschloses Schneiden ist bei allen Schneidsticheln die Beschaffenheit der dreikantigen Schneidspitze. Der Dreikant muß in einer wirklichen Spitze auslaufen und darf keinerlei Grat aufweisen. Man erkennt die Güte einer Aufnahme schon während des Schneidens an dem glatten Ablaufen des Spans, der sich seidenweich anfühlen muß. Kräuselt sich der Span und reißt er oft ab, so ist der Stichel — richtiges Einsetzen zur Laufrichtung vorausgesetzt — nicht scharf oder die Platte ist zu alt. Es ist sehr zu empfehlen, die Schneidstichel vor ihrer Verwendung durch eine Lupe mit etwa achtfacher Vergrößerung auf einwandfreie Beschaffenheit genau zu püfen und schlechte Nadeln schon vorher auszusondern. Zeigen sich die Kanten bis an die Spitze als breitere weiße Bahnen anstatt als ganz dünner heller Strich, so wird mit der Nadel keine gute Aufnahme zu erzielen sein. Beim Betrachten und Vergleichen mehrerer Nadeln unter der Lupe in hellem Licht wird man bald die nötige Übung erhalten, um unbrauchbare Nadeln zu erkennen.

Es ist hierbei immer zu berücksichtigen, daß die Schneidstichel im Massenbetrieb zu einem billigen Preise hergestellt

werden. Wollte man gänzlich ohne Ausschuß liefern, so würden die Nadeln erheblich teurer sein. Man muß vielmehr anerkennen, daß die Stahlstichel immer besser geworden sind. An ihrer weiteren Vervollkommnung wird ständig gearbeitet. Der Verfasser geht mit der Ansicht des Herrn Edmund König, Dresden, einig, daß eine weitere Herabminderung des Nadelgeräuschs zu erzielen ist, wenn die Flächen der Dreikantspitze am äußersten Ende — d. h. da, wo sie sich später in die Platte eingraben — auf Hochglanz poliert werden. Eine kleine Schärfvorrichtung zum Selbstpolieren neuer und Nachschleifen gebrauchter Stähle soll demnächst noch beschrieben werden.

Die gebräuchlichsten Abspielnadeln sind in Abb. 2 — jede Nadel ebenfalls in Seiten- und Vorderansicht — wiedergegeben. Die verbreitetste Abspielnadel für Selbstaufnahmeschallplatten ist wohl Typ 435½ der Rheinischen Nadelfabriken. Die übrigen gezeichneten drei Typen N, R und Y_{ll} werden von Herold hergestellt. N und Y_{ll} sind für laute Wiedergabe, also dann am Platz, wenn die Aufnahme etwas schwach ausgefallen ist und man das Nadelgeräusch möglichst verdecken möchte.

Auch bei der Abspielnadel ist auf richtige Stellung zu achten. Die Nadel soll möglichst genau in der Laufrichtung stehen. Sie darf vor allem nicht nach innen verkantet werden, sonst springt der Tonabnehmer leicht aus den Rillen, rutscht über die ganze Platte nach der Mitte, und die Platte ist meist verdorben. Unter den Abspielnadeln finden sich natürlich auch fehlerhafte Stücke, die beim Abspielen einen feinen Span aus der Platte reißen. Sobald man dies bemerkt, wechsle man zweckmäßig die Nadel. Beim Abspielen — auch von Gelatineplatten — soll das Gewicht des Tonarmes soweit vermindert werden, daß die Schalldose in den Plattenrillen gerade noch sicher geführt wird, dann werden die Platten am meisten geschont.

Zeichnungen vom Verfasser

Ein billiger Kurzwellenempfänger aus Volksempfängerteilen

Von **Alexander Pracher**

Um ein besonders preiswertes und doch leistungsfähiges Kurzwellenempfangsgerät zu schaffen, wurden bei dem Aufbau des nachstehend beschriebenen Gerätes soweit wie möglich Einzelteile des Volksempfängers gebraucht. So entstand ein Empfänger, dessen Gestehungskosten 50 Mark nicht überschreiten und der aus diesem Grunde sich als besonders geeignetes Gerät für die Jungamateure erweisen wird.

Der Kurzwellenempfänger stellt einen sogenannten Bandempfänger dar. Er benötigt für jedes Amateur-Kurzwellenband einen eigenen Spulensatz, der leicht herzustellen ist.

Das Gerät ist ein Wechselstrom-Netzempfänger, bestehend aus einer Audionstufe in sogen. Schnellschaltung, einer Verstärkerstufe und dem Netzteil.

Die Audionstufe

Auf den Aufbau des Audions muß man durch möglichst große Übersichtlichkeit und gut gewählte Raumverteilung der Einzelteile gegeneinander besondere Sorgfalt verwenden. Man beginne immer mit dem Schwingungskreis; er besteht aus der veränderlichen Kapazität von 150 cm und der Selbstinduktionsspule L_1. Der Kreis wird auf seiner einen Seite, d. h. der Rotorseite des Drehkondensators, an die Kathode der Röhre angeschlossen, seine Gegenseite über Gitterblock (300 cm) und Gitterwiderstand (2 MOhm) mit dem Röhrengitter verbunden. Parallel zum Abstimmkondensator (150 cm) liegt entweder ein fester Blockkondensator von 50 cm oder ein Trimmer von 80 cm Kapazität; letzterer ist vorzuziehen, zumal er mit dem VE-Abstimmkondensator schon angeschlossen mitgeliefert wird. Zu bemerken ist hier, daß er fabrikmäßig auf der rechten Seite des Drehkondensators befestigt ist; zweckmäßiger ist es, ihn auf die linke Seite umzumontieren, denn der Trimmer ist so leichter zu bedienen.

Die Antennenzuführung geschieht über einen 50-cm-Blockkondensator; durch ihn wird das Gerät sehr frequenzstabil. Der Wert von 50 cm wurde experimentell als Bestwert bestimmt; als Maß kann dienen, daß bei einer Antenne von 75 m Länge 50 cm der Bestwert war.

Um das Audion fertigzustellen, müssen wir noch die Anodenspule einmal mit der Anode der Röhre und weiterhin mit der Anodenspannungsquelle verbinden. Die Anodenspannung erreicht nach dem Widerstand von 0,3 Megohm gerade einen günstigen Wert. Wichtig in dieser Leitung ist die Hochfequenzdrossel Dr. Sie benötigt 50 Windungen bei einem Durchmesser von 1,5 bis 3 cm; man kann sie leicht selbst herstellen, indem man 50 Windungen auf ein kleines Stück Pertinaxrohr wickelt. Nun fehlt uns nur noch der Rückkopplungskondensator; er wird ebenfalls in Form der Volksempfängerausführung benutzt. Als Audionsröhre hat sich die REN 904 als sehr gut erwiesen.

Die Verstärkerstufe

Die im Audion entstehenden niederfrequenten Schwingungen gelangen über einen Kondensator von 5000 cm an das Gitter der Verstärkerröhre. Über einen Widerstand von 1 MΩ wird der Röhre die erforderliche negative Vorspannung erteilt. Sehr gute Verstärkungswerte hat die Schirmgitterröhre RES 164 D geliefert. Die positive Schirmgitterspannung wird über den Widerstand von 0,1 Megohm gewonnen. In die Anodenleitung wird der Kopfhörer eingeschaltet.

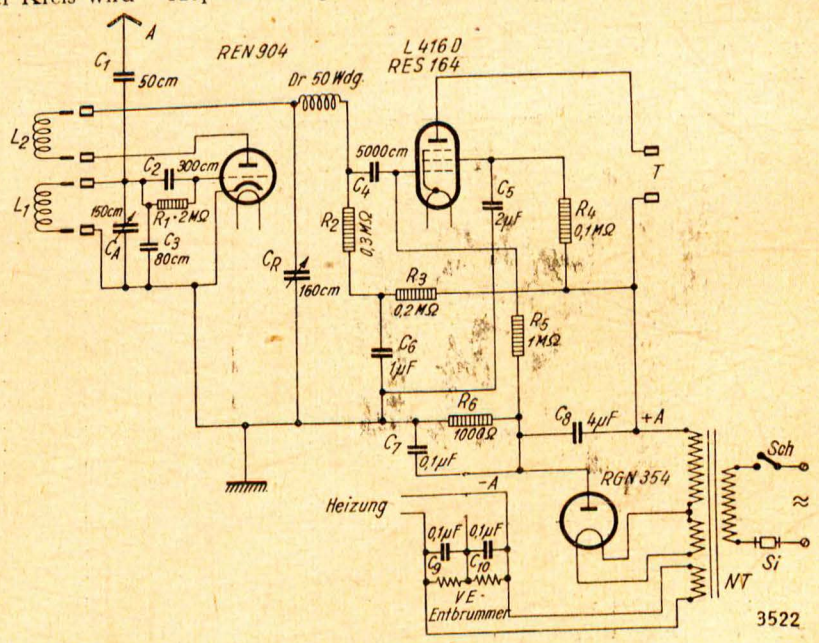


Abb. 1. Schaltung des Kurzwellenempfängers. Der Abgriff des Entbrummers wird mit Masse verbunden

Der Netzteil

Der Netzteil ist gerade beim Empfang kurzer Wellen besonders wichtig, denn solange noch ein Netzbrummen in noch so geringer Hörbarkeit auftritt, ist ein solches Gerät unbrauchbar. Die Verbindungen sind aus dem Schaltbild zu entnehmen. Die Filterung des Anodenstroms für die Audionstufe geschieht durch die Filterkette, gebildet aus dem Widerstand 0,2 Megohm und den Kapazitäten 4 und 1 μF. Die Schirmgitterspannung der Endröhre muß besonders gefiltert werden, was durch den Block von 2 μF hinter dem Schirmgitterwiderstand 0,1 Megohm geschieht. Die von einem Widerstand von 1000 Ohm erzeugte negative Gittervorspannung für die Niederfrequenzstufe muß durch einen Block von mindestens 0,1 μF entstört werden.

Ein wichtiges Kapitel ist die Entstörung der Heizleitung. Sie wurde deshalb im Schaltschema besonders eingezeichnet. Zwischen beiden Leitungen liegt der Entbrummer, dessen Mittelabgriff mit dem Minuspol des Netzteils verbunden wird. Der Entbrummer ist weiterhin doppelt mit je einem

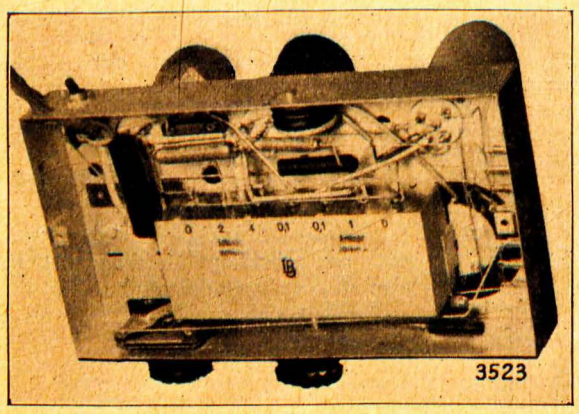


Abb. 2. Der fertig verdrahtete Empfänger von unten gesehen

Blockkondensator von 0,1 μF überbrückt. Um ja kein Wechselstrom-Streufeld auftreten zu lassen, werden alle Heizleitungen verdrillt und, wenn möglich, abgeschirmt ausgeführt. Als Gleichrichterröhre wurde die RGN 354 verwendet.

Praktische Ausführung

Der praktische Aufbau ist durch die Verwendung möglichst vieler Einzelteile des Volksempfängers von selbst vorgeschrieben. Zunächst die Vorbehandlung des Metall-

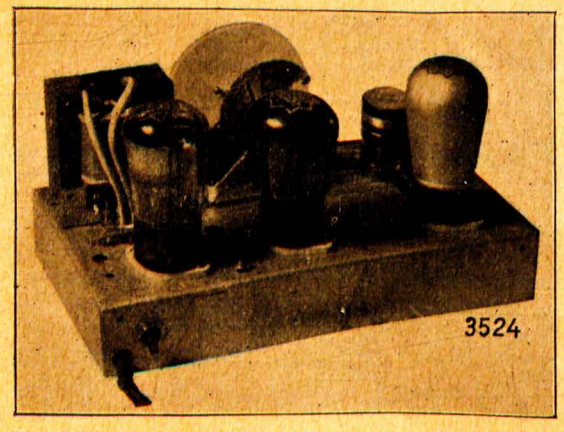


Abb. 3. Rückansicht des Kurzwellenempfängers

gestells: Eingenietet werden die beiden Buchsenhalter und der Netzsicherungshalter. Nun müssen als einzige Abänderung zwei Löcher zum Befestigen der Aufbau-Röhrenfassung gebohrt werden; diese soll die auswechselbaren Spulensätze aufnehmen. Die Fassung kommt auf den Halbkreis-Sektor, der in Abb. 2 rechts unten sichtbar ist, da seine Anschlüsse dann bequem durch die schon vorhandene, im Bild schwarze Öffnung nach unten geführt werden können. Nun wird der Drehkondensator (150 cm), der in dieser Ausführung erhältlich ist, angeschraubt und anschließend von unten der große Kombinationsblock eingesetzt. Jetzt können die Einbau-Röhrenfassungen, der Netzschalter und der Rückkopplungskondensator, der in Abb. 3 in der Mitte unten besonders gut zu sehen ist, angeschraubt werden. Hiermit sind alle Teile, die fest montiert werden, praktisch gut verteilt und befestigt. Die Verdrahtung, die in Abb. 2 sehr schön zu sehen ist, kann beginnen.

Die Spulensätze

Einen Spulensatz sieht man in Abb. 3 links neben der Audionröhre hervorschauen. Ein alter Röhrensockel tut gute Dienste; die beiden Wicklungen werden nach folgender Tafel für die einzelnen Amateurbänder gewickelt, die Drahtenden durch vorher gebohrte Löcher nach innen geführt und unten an die Stecker richtig angeschlossen. Man muß hier die Anschlüsse immer so wählen, daß sie mit denen an der Aufbau-Röhrenfassung übereinstimmen. Die fertigen und ausprobierten Spulensätze werden mit Schellack überstrichen, damit sich die Windungen nicht verschieben können.

Amateurband	Anodenspule Windungen	Gitterspule Windungen	Entfernung zwischen beiden Spulen
80 m	30	15	7 mm
40 m	24	9	5 mm
20 m	10	5	3,5 mm

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 1	Größe
1	1	VE-Metallgestell		
2	1	VE-Netztransformator	NT	
3	1	VE-Drehkondensator mit Trimmer	C_A+C_3	150cm+80cm
4	1	VE-Zelluloidskala		
5	3	VE-Röhrenfassungen		
6	1	VE-Rückkopplungskondensator	C_R	160 cm
7	1	Aufbauröhrenfassung		
8	1	VE-Netzschalter	Sch	
9	1	VE-Sicherungshalter		
10	1	VE-Sicherung	Si	
11	1	VE-Kombinationsblockkondensat.	C_5, C_6, C_8, C_9, C_{10}	4+2+1+0,1 +0,1 μF
12	1	VE-Entbrummer		
13	1	Blockkondensator	C_7	0,1 μF
14	1	desgl.	C_4	5000 cm
15	1	desgl.	C_2	300 cm
16	1	desgl.	C_1	50 cm
17	1	Hochohmwiderstand	R_6	1000 Ω
18	1	desgl.	R_4	0,1 MΩ
19	1	desgl.	R_3	0,2 MΩ
20	1	desgl.	R_2	0,3 MΩ
21	1	desgl.	R_1	2 MΩ
22	1	desgl.	R_5	1 MΩ
23	2	Skalenknöpfe		
24	1	Dreipolröhre		REN 904 bzw. A 410 D
25	1	Fünfpol-Endröhre		RES 164 D bzw. L 415 D
26	1	Gleichrichterröhre		RGN 354 bzw. G 354
27		Schaltdraht		
28		Isolierschlauch		

Zeichnung und Aufnahmen vom Verfasser

Vorschläge über die Verwendung magnetisch beeinflußbarer Selbstinduktionen in der Hochfrequenztechnik

Schwundausgleich — Selbsttätige Scharfabstimmung — Frequenzkonstanthaltung — Elektrische Musikinstumente — Modulierung — Heulgenerator — Bandfilterkurven

Von **Heinz Boucke**

Der nachstehende Aufsatz enthält eine Ergänzung der Arbeit in Heft 8, Seite 225 ff., des „Funk". Eine weitere Abhandlung soll über die Bemessung des neuen Abstimmelements und über die Wahl des Kernstoffes nähere Mitteilungen machen, um dem daran interessierten Leser die Verwirklichung des neuen Prinzips für eigene Zwecke zu ermöglichen.

In einer kürzlich veröffentlichten Arbeit wurde ein neues Abstimmelement beschrieben, das aus einer mit einem Elektromagneten vereinigten Hochfrequenz-Eisenkernspule besteht. Die Hochfrequenz-Spule wird dabei einer Feldstärke von maximal einigen tausend Gauß ausgesetzt. Durch diese starke Vormagnetisierung läßt sich die Permeabilität des Hochfrequenzeisenkerns verhältnismäßig stark ändern und damit die Selbstinduktion der Spule bis um max. 25 % verringern. Diese Anordnung ermöglicht eine Fernabstimmung auf allen Wellenbereichen bis hinunter zur Ultrakurzwelle. Als Abstimmelement scheint die Vormagnetisierungs-Anordnung gerade bei den kurzen Wellen besonders geeignet zu sein, weil hier schon mit geringen Selbstinduktionsänderungen verhältnismäßig große Frequenzbereiche umfaßt werden. Darüber hinaus liegt eine Verwendungsfähigkeit dieser durch Strom beeinflußbaren Selbstinduktion für die verschiedensten Spezialfälle vor, worüber nachfolgend eine kurze Übersicht gegeben werden soll.

Da man für kleinere Selbstinduktions-Änderungen von einigen Prozent schon mit Vormagnetisierungs-Leistungen von 10 bis 20 Milliwatt auskommt, ergeben sich als erstes zahlreiche Möglichkeiten zur Automatisierung des Empfangs, z. B. in Gestalt eines neuartigen Schwundausgleichs. Naheliegend ist hier der Gedanke, durch den Zweipolröhrenstrom einen der Hochfrequenzkreise des mehrstufigen Empfängers mehr oder weniger gegenüber den anderen Kreisen zu verstimmen, um dadurch die Gesamtverstärkung im Sinne eines Schwundausgleichs zu beeinflussen; jedoch ist hierbei die Gefahr von Verzerrungen gegeben. Wenn man aber den Regelstrom zunächst verstärkt — wozu eine der im Gerät bereits befindlichen Röhren mitverwendet werden kann — und den verstärkten Strom durch die Vormagnetisierungs-Anordnung schickt, lassen sich stärkere Selbstinduktionsänderungen erreichen, welche es erlauben, auf die Amplituden der Hochfrequenz unmittelbar einzuwirken, ohne die Frequenz der Schwingungskreise zu beeinflussen.

Eine solche Schwundregelung kann z. B. durch Differentialankopplung der Antenne über zwei Kopplungsanordnungen, von denen eine vormagnetisierbar ist, erreicht werden. Abb. 1 zeigt eine entsprechende Schaltung. Die Kopplungsverhältnisse der Spulen L_1, L_2 und L_3, L_4 sind so gewählt, daß die an L_2 und L_4 auftretenden Spannungen infolge von 180 Grad Phasenverschiebung gegeneinander wirken. Die Kopplungsverhältnisse werden so eingestellt, daß bei geringer Empfangsenergie ein bestimmter Überschuß in den Empfänger gelangt. Erhöht sich die Empfangsfeldstärke, so bewirkt die dadurch ausgelöste Stromänderung im Magneten eine entsprechende Änderung der Selbstinduktion und des Kopplungsgrades der Differentialkopplung, und zwar im Sinne einer Schwächung der Empfangsenergie. Nach ähnlichem Prinzip läßt sich auch eine selbsttätige Rückkopplungssperre einrichten, die bei Rückkopplungsempfängern verhindert, daß bei Schwingungseinsatz Ausstrahlung erfolgt. Die Einstellung erfolgt hier so, daß die mit dem Schwingungseinsatz auftretende Änderung des Anodenstroms die Differentialkopplung der Antenne zu Null verringert.

Eine besonders einfache Anordnung zur Schwundregelung zeigt Abb. 2. Hier ist in den Anodenkreis einer bereits geregelten Hochfrequenzröhre eine durch den Elektromagneten E vormagnetisierbare Hochfrequenzdrossel D eingeschaltet. Bei geringen Empfangsfeldstärken ist die Röhre auf hohen Verstärkungsgrad und damit

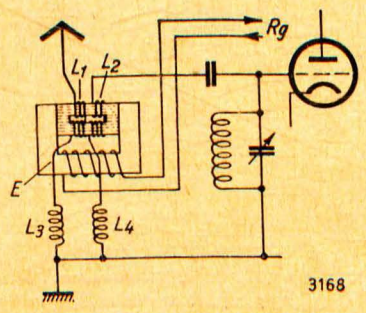


Abb. 1. Schwundausgleich mittels vormagnetisierter Hochfrequenz-Eisenspulen in Differentialankopplung der Antenne. L_1, L_2 = vormagnetisierte Eisenkernspulen, E = Elektromagnet, der durch den Regelstrom Rg gespeist wird und durch sein magnetisches Feld das Gleichgewicht der an L_2 und L_4 auftretenden gegenphasigen Hochfrequenz-Spannungen verschiebt

auf vollen Anodenstrom eingestellt. Die Drosselwirkung der stark vormagnetisierten Spule ist dabei gering, was zur Erhöhung des Verstärkungsgrades des Geräts beiträgt. Bei hohen Empfangsfeldstärken nimmt die Drosselwirkung, dem Rückgang des Anodenstroms folgend, zu und unterstützt somit die Schwundregelung. Wegen der bestehenden Frequenzabhängigkeit ist diese Anordnung besonders in Zwischenfrequenzstufen konstanter Frequenz angebracht.

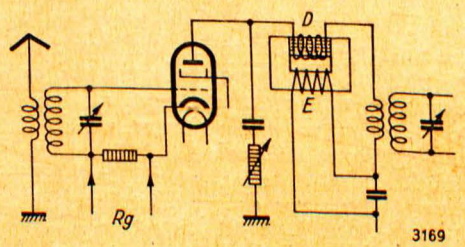


Abb. 2. Unterstützung der Schwundregelung mittels vormagnetisierbarer Hochfrequenz-Drossel. D = Hochfrequenz-Drossel, E = Elektromagnet

Bei Verwendung zweier im entgegengesetzten Sinn vormagnetisierter Spulenanordnungen, die eine Kopplungsänderung ohne gleichzeitige Änderung der Gesamtselbstinduktion gestatten, kann in verhältnismäßig einfacher Weise eine Bandbreitenregelung mit Hilfe eines durch einen veränderlichen Regelwiderstand einstellbaren Vormagnetisierungsstrom erzielt werden. Das bedeutet dem heutigen mechanischen Verfahren zur Bandbreitenregelung gegenüber einen beachtlichen Fortschritt, da nun die Bandfilter unabhängig von der Entfernung von der Frontplatte sind

und nach elektrischen Gesichtspunkten günstig angeordnet werden können. Der Vorteil, der in der Ersparnis mechanischer Bedienungsorgane liegt, ist besonders dann sehr groß, wenn gleichzeitig eine größere Zahl von Bandfiltern geändert werden soll.

Die elektrische Bandbreitenregelung durch Vormagnetisierung läßt sich darüber hinaus auch zur selbsttätigen Bandbreitenregelung verwenden. Im einfachsten Fall wird der dazu erforderliche Regelstrom durch eine einstufige Gleichstromverstärkung aus der Schwundregelspannung gebildet. U. U. kann die Schwundregelspannung unmittelbar den Vormagnetisierungsanordnungen zugeführt werden oder es wird zur Ersparnis der zusätzlichen Verstärkerröhre der Anodenstrom der geregelten Röhren zur Vormagnetisierung herangezogen. Da im allgemeinen die zulässige Bandbreite bei stark einfallenden Sendern größer ist als bei schwächeren Stationen, bringt diese Art der Regelung schon eine gewisse Anpassung der Bandbreite an den jeweiligen Empfang. In Abb. 3 ist eine solche Anordnung eines geregelten Bandfilters gezeigt. $L_{1,2}$ und $L_{3,4}$ sind die beiden Kopplungsvorrichtungen, die durch einen konstanten Hilfsstrom J_k ständig vormagnetisiert werden. Der Regelstrom J_r durchfließt die beiden Magnetwicklungen gegensinnig, so daß in einem Fall die Vormagnetisierung zu- und im anderen Fall abnimmt. Im praktischen Betrieb ist der Regelstrom so eingestellt, daß bei geringer Feldstärke, d. h. also bei großem Anodenstrom der auf hohe Empfindlichkeit geregelten Röhren, eine geringe Bandbreite von z. B. 3000 Hz sich ergibt, während mit abnehmendem Strom die Bandbreite sich auf maximal 9000 Hz erhöht. Hierdurch wird dem Unterschied im Empfang des Ortssenders und dem der Fernsender Rechnung getragen. Bei Fernempfang kann es allerdings leicht vorkommen, daß nicht die zweckmäßige Bandbreite vorhanden ist, denn um diese immer richtig einzuregeln, müßte der Regelstrom auch die Lautstärken der Nachbarsender berücksichtigen. Eine solche selbsttätige Bandbreitenregelung wurde vor einiger Zeit in einer englischen Zeitschrift beschrieben [1]). Dort kommt zur Gewinnung der Regelspannung ein zusätzlicher mehrstufiger Zwischenfrequenzverstärker zur Verwendung, der auf die beiden Nachbarsender der empfangenen Station eingestellt ist. Hierin liegt gleichzeitig die Schwierigkeit, da die Resonanzkurve des zusätzlichen Zwischenfrequenzverstärkers so beschaffen sein muß, daß die mittlere Station nicht mit empfangen wird. Der durch den zusätzlichen Zwischenfrequenzverstärker schon große Aufwand an Schaltmitteln und Röhren wird weiter noch dadurch erhöht, daß dort je Bandfilter zwei zusätzliche Röhren allein zur Dämpfungsänderung erforderlich sind; denn die Bandbreite wird nicht durch Kopplungsänderung beeinflußt, sondern die Kurve wird unter Verwendung von geregelten Parallelröhren veränderlichen Innenwiderstandes mit abnehmendem Widerstand verflacht. Hier bringt die Anwendung der vormagnetisierten Spulen bereits eine beträchtliche Vereinfachung. Darüber hinaus sind auch einfachere Schaltungen zur Gewinnung der Regelspannung zum Zwecke der Bandbreitenregelung denkbar.

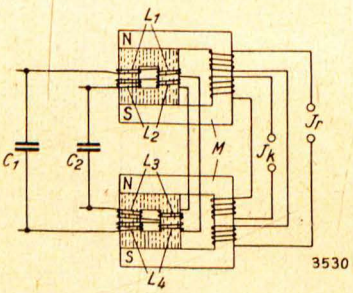


Abb. 3. Prinzip eines Bandfilters mit durch Strom regelbarer Bandbreite (besonders geeignet zur Durchführung selbsttätiger Bandbreitenregelung). C_1, C_2 die Schwingkreiskapazitäten der beiden Kreise des Bandfilters, L_1, L_4 zu C_1 gehörenden Selbstinduktionen, L_2, L_3 zu C_2 gehörende Spulen. L_1 bis L_4 sind als vormagnetisierte Eisenkernspulen ausgeführt und in einer Differentialschaltung vereinigt. M = Magnet, J_k = konstanter Vormagnetisierungsstrom, J_r = Regelstrom

Ferner erscheint mit dem neuen Schaltelement die Verwirklichung einer selbsttätigen Einstellung des Empfängers möglich, derart, daß bei Annäherung der Einstellung an einen Sender durch die dabei ausgelöste Zweipolröhren-Stromänderung die Selbstinduktion des Schwingungskreises so beeinflußt wird, daß letzterer sich selbsttätig auf die Trägerwelle einstellt. Allerdings muß hierbei durch eine besondere Anordnung noch dafür gesorgt werden, daß die Abstimmungsänderung im richtigen Sinne verläuft, gleichgültig, ob man sich von einer höheren oder niedrigeren Frequenz der Abstimmung auf die gewünschte Station nähert. Eine selbsttätige Scharfeinstellung wurde — allerdings ohne Verwendung des Vormagnetisierungsprinzips — bereits früher in dieser Zeitschrift beschrieben [2]). Die Anordnung zur Gewinnung der Regelspannung zur selbsttätigen Scharfeinstellung, die aus zwei Resonanzkreisen und zwei Gleichrichterstrecken besteht, kann für die neue Anordnung beibehalten werden. Statt jedoch wie dort die Überlagererfrequenz durch eine zusätzliche Röhre veränderlichen Innenwiderstandes zu beeinflussen, geschieht hier die Beeinflussung durch Vormagnetisierung der Überlagererspule mittels des Regelstroms. Infolgedessen vereinfacht sich die Einrichtung einer selbsttätigen Scharfabstimmung derart, daß nur noch geringe Kosten entstehen. Da ferner der Strombedarf für die hier in Frage kommende geringe Verstimmung nur einige 10 Milliwatt beträgt, kommt man mit geringen Zwischenfrequenzspannungen an den Gleichrichterstrecken aus, so daß die Scharfabstimmung bereits bei schwachen Sendern gut arbeitet. Abb. 4 enthält alles, was zur Erzielung einer selbsttätigen Scharfabstimmung in einem Überlagerungsempfänger zusätzlich notwendig ist. Die Schaltung des Empfängers ist dabei als belanglos fortgelassen. An Z und E wird die Zwischenfrequenzspannung bzw. eine Teilspannung angelegt und den beiden Resonanzkreisen CL_1 und CL_2 zugeführt, denen je ein Gleichrichter und ein Widerstand (R_1, R_2) zugeschaltet sind. Die beiden Kreise sind gegenüber der Zwischenfrequenz in entgegengesetzter Richtung um eine Kleinigkeit verstimmt. Bei richtiger Abstimmung, das heißt, wenn die Zwischenfrequenz genau in der Mitte zwischen den Resonanzfrequenzen der beiden Kreise CL_1 und CL_2 liegt, halten sich die Gleichspannungen an R_1 und R_2 die Waage, und die Regelspannung ist gleich Null. Das Gleichgewicht wird gestört, sobald die Zwischenfrequenz etwas seitlich von der Sollfrequenz liegt. Durch

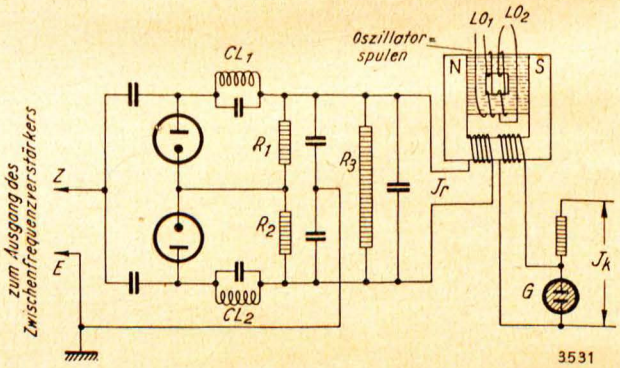


Abb. 4. Prinzip einer selbsttätigen Scharfeinstellung durch magnetische Einwirkung auf die Spulen des Überlagerers (nur bei einem Superhet anwendbar)

[1]) Vgl. „Funkschau", Heft 17, Jahrg. 36, Seite 131.

[2]) Siehe „Funk" 1935, Heft 24, Seite 771 ff.

die dabei auftretende Gleichspannung an R_3 wird die Überlagererfrequenz durch Vormagnetisierung der Überlagererspulen LO_1 und LO_2 so geändert, daß sich das Gleichgewicht wieder ungefähr einstellt. Ganz ist das allerdings nicht möglich, da ähnlich wie bei der Schwundregelung ein gewisses Maß an Regelspannung zur Vornahme der Regelung und zur Konstanthaltung des jeweiligen Regelzustandes beibehalten werden muß. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich — trotz des an sich geringen Strombedarfs der Vormagnetisierungsanordnung —, eine Gleichstromverstärkung der Regelspannung in einer der Empfängerstufen vorzunehmen, wozu sich am besten die erste Niederfrequenzröhre oder eine sonst ungeregelte Hochfrequenzröhre eignet. Durch diese Maßnahmen kann man eine sehr präzise Scharfabstimmung erreichen, die wesentlich besser arbeitet als die erwähnte Ausführung.

Wichtig ist noch für das richtige Arbeiten der Regelung, daß die Überlagererspule durch einen konstanten Strom vormagnetisiert ist, da andernfalls die mühsam erzielte Eindeutigkeit der selbsttätigen Scharfabstimmung wieder verlorengeht. Da dieser Vormagnetisierungsstrom einen unmittelbaren Einfluß auf die Frequenz ausübt, muß er gut konstant gehalten werden, wenngleich auch geringe Schwankungen durch die Regelung ausgeglichen werden. Zur Glättung dient die Glimmlampe G, als welche wegen des geringen Strombedarfs eine Zwerg-Glimmlampe Verwendung finden kann.

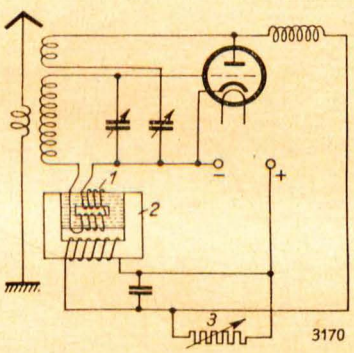


Abb. 5. Frequenzstabilisation hinsichtlich der auf Betriebsspannungsänderungen zurückzuführenden Frequenzabweichungen. 1 = vormagnetisierbare Teilspule des Schwingungskreises, 2 = Elektromagnet, 3 = Widerstand zur Einregelung der Kompensation

Die Abhängigkeit der Selbstinduktion von der Stromstärke bzw. -spannung läßt sich in relativ einfacher Weise dazu verwenden, um Hochfrequenzgeräte, wie insbesondere Meßsender und Empfänger, in der Frequenz von ungewollten Änderungen der Stromquelle unabhängig zu machen. Nach Abb. 5 wird dazu ein Teil der Schwingkreis-Selbstinduktion als vormagnetisierbare Eisenkernspule ausgeführt, wobei der Strom aus der gleichen Stromquelle entnommen wird, aus der auch die Röhren des Gerätes betrieben werden. An Hand des Widerstandes 3 läßt sich das Maß einstellen, in dem die etwaigen Änderungen der Stromquelle sich auf die Selbstinduktion der Teilspule auswirken. Im allgemeinen erniedrigt sich mit zunehmender Heiz- und Anodenspannung die Frequenz der röhrengekoppelten Schwingungskreise. Diese Erniedrigung wird bei richtiger Einstellung des Widerstandes durch eine mit Zunahme des Stroms erfolgende Selbstinduktionsverringerung wieder ausgeglichen.

Auch auf dem Gebiet der elektrischen Musikinstrumente kann die vormagnetisierbare Eisenkernspule mit Erfolg benutzt werden. Das Schaltbild Abb. 6 zeigt ein Tongerät, das aus zwei sich überlagernden Schwingröhren überhörbarer Frequenz besteht, deren Interferenzfrequenz nach Gleichrichtung und Verstärkung im Lautsprecher wiedergegeben wird. Das Spiel erfolgt an einem Widerstandsmanual, durch das der Eisenkernspule der einen Schwingröhre ein Vormagnetisierungsstrom verschiedener Stärke zugeführt wird. Es handelt sich also um eine Art Theremingerät mit Manual und einer dadurch erleichterten Spielweise.

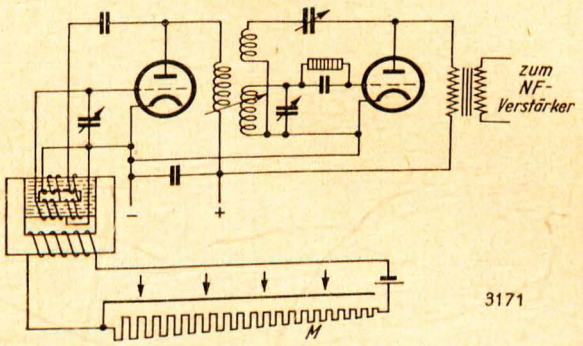


Abb. 6. Schaltung eines elektrischen Musikinstruments (Überlagerungsprinzip) unter Verwendung einer vormagnetisierbaren Hochfrequenzspule. M = Widerstandsmanual

Eine größere Zahl weiterer Anwendungsbereiche ergibt sich, wenn man als vormagnetisierenden Strom nicht einen veränderlichen Gleichstrom, sondern einen niederfrequenten Wechselstrom benutzt. So kann eine durch niederfrequenten Strom vormagnetisierte Hochfrequenzspule auch zur Modulation Verwendung finden. Dabei erscheint es jedoch nicht ohne weiteres möglich, hierzu die bekannten Modulationsschaltungen mit Eisendrosseln anzuwenden, da deren Prinzip hauptsächlich auf einer Dämpfungsänderung beruht. In dieser Hinsicht besteht — soweit das schon jetzt übersehen werden kann — zwischen einer Spule mit magnetischem Kern aus geschichtetem Vollmaterial und

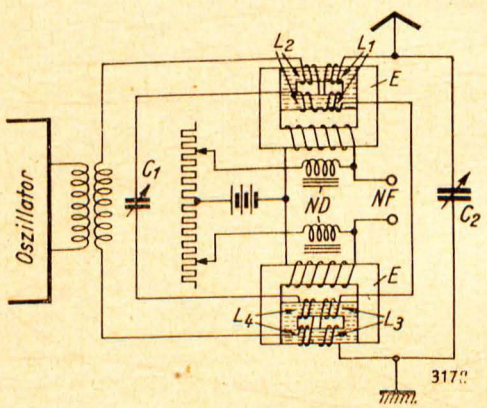


Abb. 7. Anordnung zur Modulation mittels vormagnetisierbarer Massekernspulen. Statt in den Ausgangskreis kann die Anordnung auch bei mehrstufigen Sendern zwischen die Vorstufen geschaltet werden. C_2, $L_1 + L_3$ = Antennenabstimmkreis, C_1, $L_2 + L_4$ = Übertragungskreis. ND = Niederfrequenzdrosseln. E = Elektromagnet, vom Modulationsstrom durchflossen

einer Massekernspule ein wesentlicher Unterschied. Bei der Spule mit Volleisenkern tritt bereits bei geringer Vormagnetisierung eine große Dämpfungsänderung ein, die zu Modulationszwecken ausgenutzt wird. In diesem Bereich ist die Selbstinduktionsänderung noch sehr gering. Die Selbstinduktion verringert sich erst bei stärkerer Vormagnetisierung — wie sie in jener älteren Modulationsanordnung nicht vorhanden ist — wesentlich, während dann die Dämpfungsänderung gering ist und eigentlich nur im Maße

der Selbstinduktions-Verringerung verläuft. Bei den Spulen mit Kernen aus feinverteiltem Eisen tritt diese bei geringen magnetischen Feldstärken vorkommende nahezu sprunghafte Dämpfungsänderung nicht oder wenigstens bei weitem nicht so ausgeprägt in Erscheinung, vielmehr muß man hier die wesentlich größere Selbstinduktionsänderung zu Modulationszwecken ausnutzen. Dabei besteht insofern eine Schwierigkeit, als die Selbstinduktionsänderungen lediglich eine Amplitudenmodulation bewirken sollen, ohne die Frequenz zu beeinflussen. Ein Beispiel einer solchen Modulationsschaltung ist in Abb. 7 dargestellt. Die Kopplung der Endstufe an die Antenne erfolgt hierbei (ähnlich wie bei dem oben beschriebenen Lautstärkenausgleich) über eine aus zwei vormagnetisierbaren Spulenanordnungen L_1, L_2 und L_3, L_4 bestehende Differentialkopplung. Der Spulensatz L_3, L_4 ist durch den Hilfsstrom aus der Batterie über die Teilwicklung des Elektromagneten konstant vormagnetisiert. Windungssinn und Kopplungsgrad der Spulensätze sind so gewählt, daß bei der Modulationsamplitude Null über einen der Spulentransformatoren ein der mittleren Antennenleistung entsprechender Energieüberschuß induziert wird. Bei Anschalten des Modulationsstromes ändert sich die Differentialkopplung und damit die in die Antenne induzierte Leistung gemäß der Amplitude und Frequenz der Modulation; sie schwankt dabei um einen der mittleren Antennenleistung entsprechenden Wert. Die Selbstinduktion der Teilspulen L_1, L_2 einerseits und L_3, L_4 andererseits ändert sich dabei unter dem Einfluß der schwankenden Vormagnetisierung,

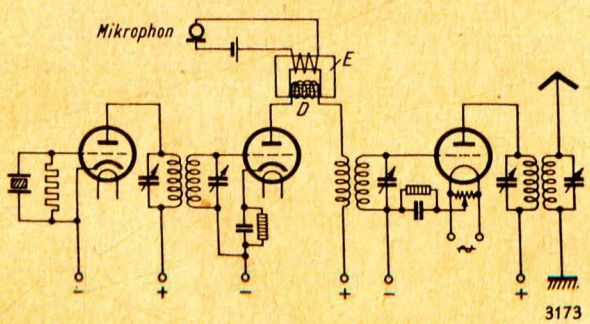


Abb. 8. Einfache Modulationsanordnung durch vormagnetisierte Massekerndrossel, besonders für mehrstufige Sender geeignet. D = Drossel, E = Modulationsmagnet

jedoch bleibt die Gesamtselbstinduktion von $L_1 + L_3$ einerseits und $L_2 + L_4$ andererseits mit großer Annäherung konstant, weil der Modulationsstrom infolge des so gewählten Windungssinns der Magnetwicklungen in dem Moment, in dem er in der einen der beiden Anordnungen dem konstanten Feld entgegenwirkt und so eine Selbstinduktionssteigerung hervorruft, in der zweiten Anordnung eine Stärkung des konstanten Feldes und eine entsprechende Selbstinduktionsverminderung erzeugt. Die beiden Niederfrequenzdrosseln sorgen dafür, daß die Modulationsströme nicht über die Batterien kurzgeschlossen werden. Diese Anordnung kann im übrigen vorteilhaft statt zwischen Antenne und Endstufe bei fremderregten Sendern in einer der Vorstufen angewendet werden. Für mehrstufige Sender insbesondere ist auch eine Drosselmodulation anwendbar, die sich mit geringem Aufwand durchführen läßt (Abb. 8). Grundsätzlich lassen sich diese Modulationsverfahren auch bei kurzen und ultrakurzen Wellen anwenden, während die bekannten Modulationsverfahren mittels Eisenkernspulen schon auf dem Mittelwellenbereich nur unter Schwierigkeiten in die Praxis übersetzt werden konnten.

In der Meßtechnik verwendet man zur Erzeugung periodisch in ihrer Frequenz sich ändernder Tonfrequenzen sogenannte Heulgeneratoren, in denen rotierende Kondensatoren zur schnellen Frequenzänderung einer der in einem Überlagerungstonsummer enthaltenen Generatoren dienen. Statt dessen läßt sich eine Hochfrequenz-Eisenkern-Selbstinduktion anwenden, die aus einer Kippschwingungsvorrichtung langsamer Frequenz gesteuert wird.

Wenn man den Schwingungskreis eines Empfängers durch einen periodisch verlaufenden Niederfrequenzstrom hoher oder überhörbarer Frequenz innerhalb eines Bandes von einigen kHz hin und her schiebt, so ist dadurch eine Art Bandfilterresonanzkurve geschaffen [3]). Abb. 9 stellt die theoretisch vorhandene Resonanzkurve

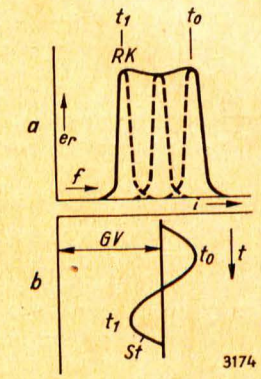


Abb. 9. a) Bandfilterähnliche Resonanzkurve RK, die sich aus rascher Verlagerung der Resonanzfrequenz durch einen periodisch verlaufenden Steuerstrom ergibt. b) Der Verlauf des zugehörigen Steuerstroms St, dem ein Gleichstrom GV überlagert ist

dar, die sich aus den einzelnen zeitlich voneinander abweichenden Teilkurven ergibt. Darunter ist der Steuerstromverlauf einer Periode gezeichnet. In den Zeitpunkten t_0, t_1 ist die Verweilzeit und damit die durch Aufschaukelung erzeugte Resonanzspannung am größten. Man kann in der Ultrakurzwellentechnik einen derartigen Schwingkreis zur Erleichterung des Auffindens einer Station benutzen, ähnlich wie auch die Armstrong-Überrückkopplungsschaltung zu einem leichteren Auffinden einer Station führt. Wenn man auf diese Weise den Sender gefunden hat, regelt man die frequenzmodulierende Niederfrequenz auf Null. Ferner läßt sich die Sende- und Empfangsfrequenz gleichzeitig, sofern Sender und Empfänger über synchron verlaufende Steuerströme verfügen, in einem u. U. recht großen Frequenzbereich hin und her verschieben, um damit Störungen durch andere Sender aus dem Wege zu gehen, oder um Mithören der Sendungen in einem normalen Empfänger zu vermeiden. Auch zur Durchführung einer regelrechten Frequenzmodulation kann die vormagnetisierbare Hochfrequenzspule angewendet werden, desgleichen, wenn es sich darum handelt, eine unerwünschte Frequenzmodulation zu beseitigen.

Schließlich ergibt sich noch für die bekannten Echolotungen an der Heavisideschicht eine Anwendung. Hier kommt es auf Erzeugung sehr kurzzeitiger hochfrequenter Spannungsspitzen am Sender bzw. Empfänger an, die periodisch wiederkehren sollen. Statt den Sender dementsprechend in der Amplitude zu modulieren, könnte man auch so verfahren, ihn in der Frequenz rasch innerhalb eines größeren Bereichs zu variieren. Der Echoempfänger ist auf eine Frequenz innerhalb des vom Sender bestrichenen Bandes eingestellt und reagiert nur in den kurzen Zeitmomenten, wo er sich mit dem Sender in Resonanz befindet.

Damit sei die gewiß noch um manches Beispiel zu vermehrende Liste von Anwendungsmöglichkeiten der neuen, durch Strom zu beeinflussenden Hochfrequenz-Selbstinduktionen abgeschlossen.

[3]) Zeitschrift f. Hochfrequenztechnik u. Elektroakustik, Band 33 bis 34, Jahrg. 29, S. 212, Kallmann, H. E.: „Rechteckige Verformung von Resonanzkurven nach einem neuen Prinzip und ihre Anwendung bei einer kurzen Welle".

Zeichnungen vom Verfasser

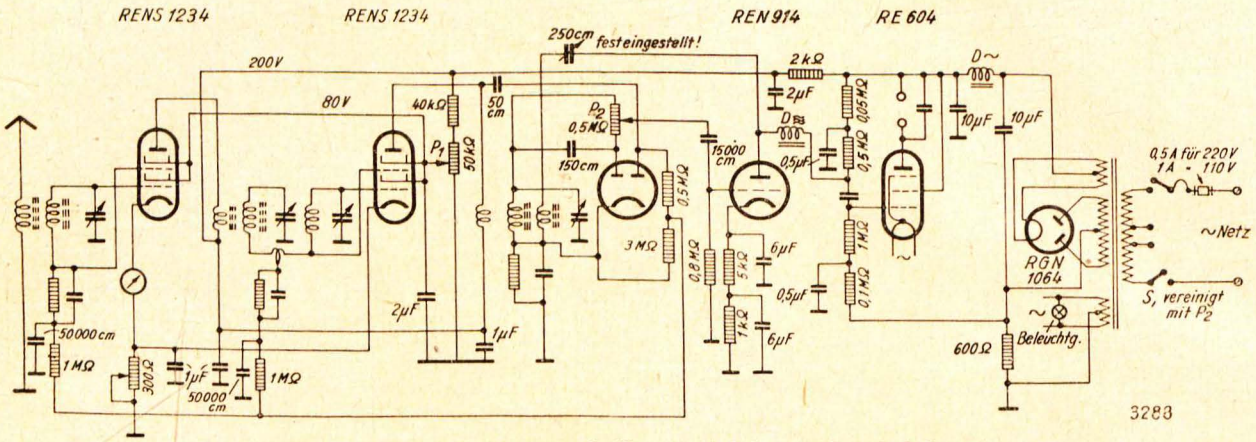


Abb. 3. Die dem Gerät zugrunde liegende Schaltung (Grundschaltung)

Der Aufbau des Filters wird wohl dem geübten Bastler, insbesondere dann, wenn er die erforderlichen Meßvorrichtungen hat (einen guten Meßsender und ein ebensolches Röhrenvoltmeter bei möglichst loser Kupplung), an Hand der Abb. 1 und der dazugehörigen Wickeltafel keine Schwierigkeiten bereiten. In Abb. 2 sind auch die erforderlichen Wickeldaten für die anderen Spulensätze angegeben.

Nun zur Stellung des Bandfilters im Empfänger: Nach mehreren Versuchen und anschließenden Empfindlichkeitsmessungen wurde entschieden, das Bandfilter hinter die erste Röhre zu schalten; so entstand zunächst die Grundschaltung Abb. 3. Die Schaltung an sich ist ganz normal; sie weist aber hinter der Zweipolröhre eine rückgekoppelte Dreipolröhre auf. Diese Rückkopplungsmöglichkeit ist ebenfalls bekannt, besonders bei Verbundröhren; sie arbeitet aber in der gezeigten Form wesentlich besser. Zum Zweck einer möglichst wirksamen Rückkopplung liegt der Belastungswiderstand der Zweipolröhre an deren Anode. Die Zweipolstrecke wird an den vorhergehenden (abgestimmten) Kreis zunächst induktiv und dann über einen Kondensator von 150 cm kapazitiv angekoppelt, der für Hochfrequenz den Belastungswiderstand von 500 000 Ohm überbrückt. Man würde heute aus Gründen besserer Wiedergabe P_2 höchstens 100 000 Ohm groß wählen.

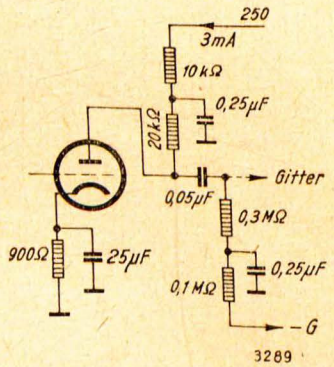


Abb. 4. Die REN 904/bzw. A 4110 in Widerstandsschaltung

Verwendet wird die REN 904 oder der entsprechende Valvo- oder Tungsram-Typ. Benutzt man eine Schaltung (wie sie auch Telefunken ähnlich angibt) nach Abb. 4, so erhält man bei etwa 240 Volt höchster Empfängerspannung nach Abb. 5 bei etwa 140 Volt Anodenspannung noch einen Aussteuerbereich von 6 Volt bei einer Gittervorspannung von — 2,8 Volt. In dieser Schaltung ist die Röhre auch außerordentlich gut für Rückkopplungszwecke geeignet. Man wird die AC 2 (anstelle der ihr hier entsprechenden REN 904) heute anders schalten:

$$V_a = 250\ \text{V} \begin{cases} R_a = 0{,}1\ \text{M}\Omega\ \text{(an Stelle von 20 000 Ohm)} \\ \text{Kathodenwiderstand} = 3\,200\ \text{Ohm (an Stelle von 900 Ohm).} \end{cases}$$

Es beträgt dann $I = 1{,}25$ mA und die Vorspannung $E = 0{,}00125 \times 3200 \sim - 4$ Volt.

Beim Betrachten der Schaltung Abb. 3 fällt auf, daß in den Hochfrequenzstufen nicht Fünfpol-, sondern Sechspolröhren Verwendung finden. Das hat seinen Grund in der vielfältigen Verwendbarkeit dieser Röhren, was beim Ex-

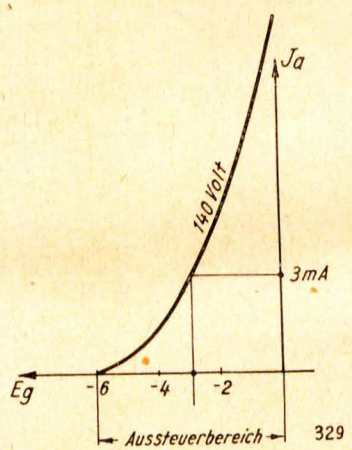


Abb. 5. Aussteuerbereich der REN 904/A 4110 bei 140 Volt Anodenspannung

perimentieren nicht ohne Vorteil ist. Man kann eine Sechspolröhre in zwei Systeme zerlegen und die negative Charakteristik des dritten Gitters zur Entdämpfung nachfolgender Kreise verwenden, man kann schließlich das dritte Gitter mit der Kathode verbinden und bekommt eine Schirmröhre normaler Steilheit, und ähnliches mehr.

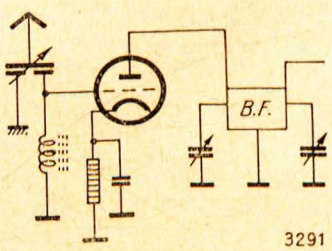


Abb. 6. Versuchsanordnung

Die in Abb. 3 dargestellte Grundschaltung befriedigte weder hinsichtlich der Trennschärfe noch hinsichtlich der Empfindlichkeit. Ein Vergleich mit dem Vierröhren-Superhet (siehe oben) war unnötige Mühe. Zusammengefaßt hatte das Gerät — ohne Rückkopplung — nur eine

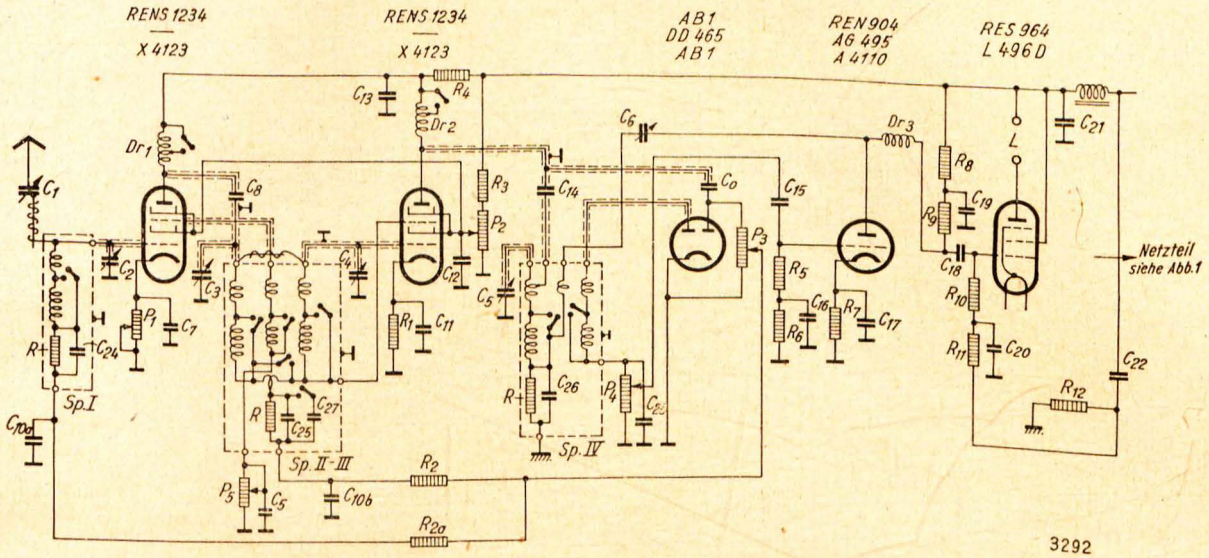


Abb. 7. Gesamtschaltbild des Empfängers bei der Verwendung selbst hergestellter Spulensätze. C_1 = 100 cm, C_2, C_3, C_4, C_5 = 4 × 500 cm, C_6 = 250 cm, C_7, C_{11}, C_{13} = je 0,25 µF, C_8, C_{14} = je 100 cm, C_9 = 200 cm, C_{10a}, C_{10b} = je 50 000 cm, C_{12} = 2 µF (e), C_{15} = 15 000 cm, C_{16}, C_{19}, C_{20} = je 0,5 µF, C_{17} = 25 µF (e), C_{18} = 0,05 µF, C_{21}, C_{22} = 8 µF (e), C_0 10...100 cm, C_{23} = 50 cm, C_{24}, C_{26} = je 10 000 cm, C_{25} = 12 000 cm, C_{27} = 20 000 cm (e = Elektrolytkondensator). P_1 = 500 Ω, P_2 = 50 000 Ω, P_3 = 2 MΩ, P_4 = 0,5 MΩ, P_5 = 1 MΩ (P_1, P_2, P_3, P_5 werden endgültig durch Festwiderstände ersetzt). R_1 = etwa 220 Ω, R_2, R_{2a} = je 1 MΩ, R_3 = 30 kΩ, R_4 = 1500 Ω, R_5 = 0,8 MΩ, R_6 = 50 kΩ, R_7 = 900 Ω, R_8 = 10 kΩ, R_9 = 20 kΩ, R_{10} = 0,3 MΩ, R_{11} = 0,1 MΩ, R_{12} = 500 Ω, R = 20 kΩ

etwas größere Empfindlichkeit als ein guter Zweikreiser, aber eine bessere Trennschärfe.

Da diese auffallend kleine Empfindlichkeitssteigerung durch das Bandfilter bedingt sein konnte, war es notwendig, festzustellen, welche Ankopplungsart unter den obwaltenden Umständen die günstigste wäre. Zunächst wurde also versucht, die durch das Bandfilter bedingte zusätzliche Dämpfung auf ein Minimum zu reduzieren. Für diese Untersuchungen wurde eine unabgestimmte Vorstufe nach Abb. 6 benutzt, um möglichst eindeutige Verhältnisse zu

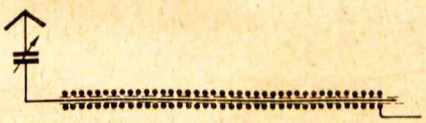


Abb. 8. Praktische Ausbildung der kapazitiven Antennen-Ankopplung

erhalten. Geändert wurde nur die Art der Ankopplung, während das Bandfilter als solches als gegeben betrachtet, also nicht geändert wurde. Die jeweiligen Resultate wurden nach einer oberflächlichen akustischen Prüfung für

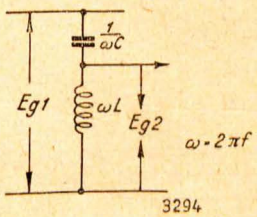


Abb. 9. Spannungsteilung

den Fall, daß sie interessant waren, also eine Besserung versprachen, meßtechnisch mit Hilfe von Meßsender und Röhrenvoltmeter ausgewertet. Es fehlt hier an Platz, diese an sich interessanten Meßreihen zu veröffentlichen. Das Resultat war, daß die ganz lose kapazitive Ankopplung, also etwa mit Hilfe eines 100 bis 200 cm großen Kondensators kleiner Verluste und einer gut aufgebauten Drossel, als beste, das heißt dämpfungsärmste, Kopplungsart sich erwies.

Der Ersatz der nichtabgestimmten Vorstufe durch einen Abstimmkreis brachte nun eine ganz beträchtliche Empfindlichkeitssteigerung, die — bei allen vier Kreisen — nahezu der Empfindlichkeit des Vergleichsgerätes gleichkam. Die gleichzeitig erhoffte Erhöhung der Trennschärfe zeigte sich aber nur in sehr geringem Umfange. Nach wie vor behauptete sich in weiten Bereichen der Superhet.

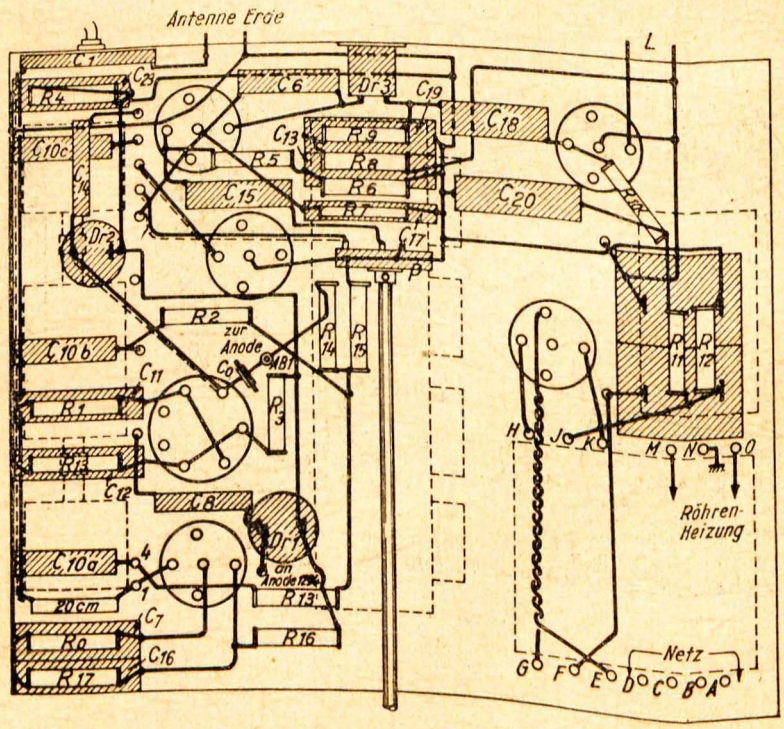


Abb. 10. Vorschlag für den praktischen Aufbau des Empfängers

Der erwähnte Teilerfolg — die Empfindlichkeitssteigerung — führte zu Versuchen, die daraufhin abzielten, eine weitere Entdämpfung des Bandfilters mit Hilfe des dritten

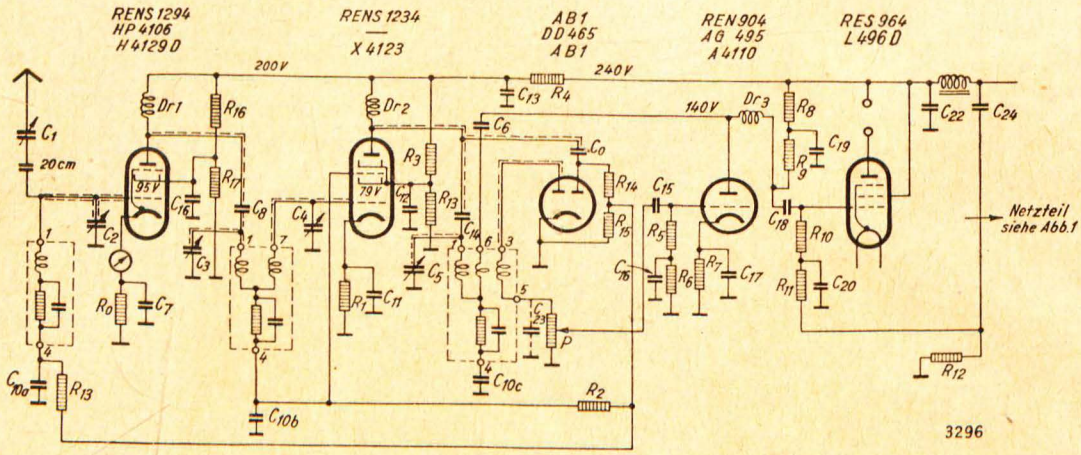


Abb. 11. Schaltbild des Gerätes bei der Anwendung von Jndustriespulen. Elektrische Werte siehe Abb. 7 mit folgenden Ergänzungen bzw. Abweichungen: $C_{10c} = 50\,000$ cm, $R_0 = 700\ \Omega$, $P = 0{,}5\ M\Omega$ mit Ausschalter, $R_1 = 200\ \Omega$, $R_{13} = 1\ M\Omega$, $R_{16} = 40\ k\Omega$, $R_{17} = 25\ k\Omega$

Gitters der ersten Sechspolröhre auf an sich bekanntem Wege zu bewirken. Eine solche Anordnung, wie sie ähnlich auch von der Industrie verwendet wird, zeigt die Schaltung Abb. 7. Die Rückkopplungspule des Bandfilters (L_5 — L_6 in Abb. 1) liegt an dem dritten Gitter der ersten Sechspolröhre. Die Einstellung auf Schwingneigung erfolgt über einen Spannungsteiler von 1 MΩ, dem ein Kondensator — in Abänderung der üblichen Schaltweise — vom Abgriff des Spannungsteilers parallel geschaltet ist (P_5 und C_5 in Abb. 7). Die Entdämpfung gelingt ohne Schwierigkeiten. Der Frequenzgang der so sichergestellten Rückkopplung ist, wenn auch nicht ideal gut, so doch halbwegs gleichförmig, so daß eine Festeinstellung des Spannungsteilers bzw. ein späterer Ersatz gegen einen Festwiderstand ohne weiteres möglich ist.

Durch diese Maßnahme wurde die Empfindlichkeit des Versuchsgerätes ganz wesentlich gesteigert und stand nun in dieser Hinsicht nicht mehr dem Vergleichs-Superhet nach.

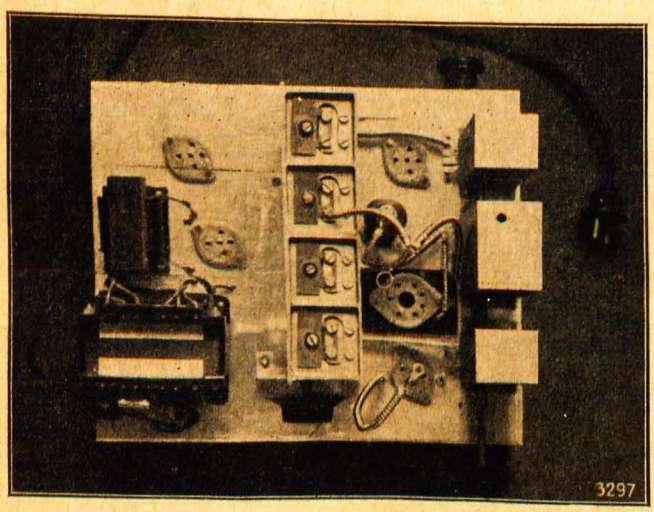


Abb. 12. Ansicht des fertigen Empfängers ohne Röhren von oben

Die Rückkopplung des vierten Kreises mußte nun aber abgebaut werden, was in der in Abb. 7 deutlich erkennbaren Weise geschah, indem der Dreipolröhre in Widerstandsschaltung (REN 904) nur noch ein kleiner Bruchteil Hochfrequenzspannung zugeführt wurde. Das geschah durch Verlegung des Belastungswiderstandes von 500 000 Ohm an die Kathodenseite der Zweipolröhre und Parallelschaltung eines geerdeten kleinen Kondensators ($C_{23} = 50$ cm). Für die Empfindlichkeit des Gerätes ist die ganze Rückkopplungsanordnung des vierten Kreises beinahe belanglos geworden. Sie kann ohne große Einbuße wegfallen. Damit war die höchstmögliche Empfindlichkeit des Gerätes erreicht worden, so daß die Frage der Vorselektion geprüft werden konnte, um auch die nach wie vor nicht befriedigende Trennschärfe zu verbessern und der des Superhets nahe zu kommen. Bevor über dieses einfachere Problem berichtet wird, sei noch einmal zusammenfassend dargestellt, auf welchem Wege die Empfindlichkeit gesteigert wurde:

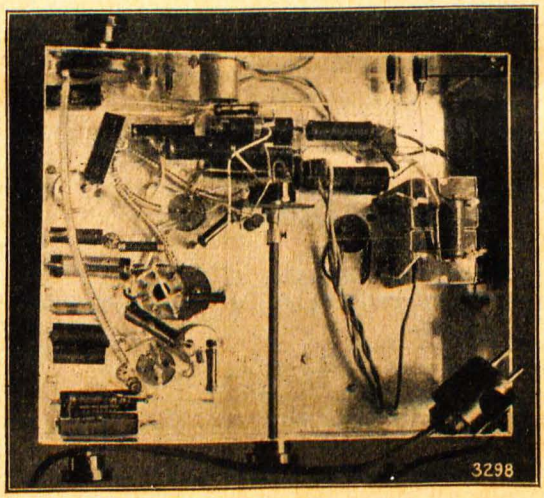


Abb. 13. Ansicht des Gerätes von unten

Die Notwendigkeit der Einführung des — leider — stark dämpfenden Bandfilters war erwiesen. Die Stellung dieses Filters konnte nur h i n t e r der ersten Röhre sein, weil sonst — bei einem Eingangs-Bandfilter — die ganze Schaltung unter dem Einfluß dieser nicht auflockerbaren Eingangsdämpfung hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit festgelegt worden wäre. Durch eine möglichst günstige — kapazitive — Ankopplung und die hinter der ersten Röhre erfolgte teilweise Entdämpfung des Bandfilters wurde dann die erhoffte Empfindlichkeitssteigerung erreicht, die durch eine noch so wirksame Rückkopplung im vierten Kreise nicht mit gleichem Erfolge hätte bewirkt werden können, abgesehen von der Verschlechterung der Wiedergabegüte.

Die Erfahrungen mit der Bandfilterankopplung waren richtunggebend für die Ausbildung der Ankopplung des

ersten Kreises an die Antenne. Hinzu kam, daß vor mehreren Jahren für ähnliche Zwecke eine Drahtkonstruktion verwendet worden war, die etwa der noch heute üblichen Art zur Herstellung kleiner Kapazitäten entspricht (vergl. Abb. 8) und gute Erfolge zeitigte. Die Konstruktion bestand aus einem hochwertig isoliertem Seelendraht (im Laboratorium eine Quecksilber gefüllte Kapillare), um den in einem Wicklungsabstand von 0,5 mm ein zweiter blanker Draht von 0,7 mm Durchmesser gewickelt war.

In Anlehnung an diese Konstruktion, die am besten mit einer „verteilten Kapazität" bezeichnet werden kann, entstand die neue Ankopplung, die Abb. 7 deutlich erkennen läßt. Der Seelendraht ist durch einen 100-cm-Kondensator (C_1) abstimmbar.

Die mit dieser neuen Ankopplung geschaffene Trennschärfe genügte auch hohen Ansprüchen und ermöglichte es zum Beispiel, den Sender Straßburg in voller Lautstärke neben dem Berliner Großsender (Empfangsort: Neubabelsberg) zu empfangen.

Der Empfänger war nun hinsichtlich Empfindlichkeit und Trennschärfe recht gut, die Wiedergabe war zufolge der getroffenen Maßnahmen (Zweipolröhre, Siebung, endlich Schaltung der Widerstandsverstärker-Röhre REN 904 und Bandfilter-Resonanzkurve) sehr zufriedenstellend. Jedoch war die Verstärkung der empfangenen Signale deutlich frequenzabhängig. Schuld an dieser Erscheinung (die vollkommen zu vermeiden ja unmöglich ist) war die für den gleichförmigen Frequenzgang offenbar ungünstige Spannungsteilung der hochfrequenten Spannung durch die Drossel-Kondensatorkombination (vergl. Abb. 9).

Abhilfe konnte durch veränderte, beziehungsweise angepaßte Werte der Drossel geschaffen werden, denn an dem Wert des Kondensators durfte aus leicht ersichtlichen Gründen nichts geändert werden (eine niederfrequente Korrektur verlief unbefriedigend). Es stellte sich heraus, daß ein Selbstinduktionswert der Drossel von etwa 23 mH einen guten Kompromiß darstellt. Besser natürlich ist es, wenn man die Drossel nach Abb. 7 umschaltbar baut. Die Leistung des Empfängers wird dadurch ganz ersichtlich größer. Man erhält dann auf dem Langwellenbereich Sender, von deren Vorhandensein man bestimmt keine Kenntnis hatte, während — bei geschickter Einstellung der Trimmer — der Nullpunkt der Skala Sender unter 200 m noch bringt (über die Konstruktionsdaten einer solchen Drossel siehe Wickeltafel in Abb. 2).

In Abb. 10 und 11 sind nun ein Bauplan und eine Schaltung gezeigt, die es dem Leser ermöglichen sollen, den Empfänger auch mit guten Industrieteilen aufzubauen. Die „verteilte Kapazität" wurde durch einen Kondensator von 20 cm ersetzt; an Stelle der umschaltbaren Drosseln sind gute Hochfrequenzdrosseln auf Ferrocartkernen angegeben. Auch wurde von der Entdämpfung des Bandfilters abgesehen, um den Aufbau zu erleichtern, weil das verwendete Bandfilter keine herausgeführte Antennenwicklung (als Entdämpfungswicklung zu benutzen) besitzt. Ein einigermaßen geschickter Bastler kann natürlich nach Abschieben der Haube des Bandfilters mit wenig Schwierigkeit die Antennenwicklung selbst herausführen. Ungeübten rate ich von dieser Maßnahme ab. Vielleicht läßt sich die betreffende Firma auch bestimmen, die Antennenzuführung herausgeführt zu liefern. Ein Abgriff ist nicht nötig.

Über den Aufbau ist nicht viel zu sagen, denn er geht wohl in aller Deutlichkeit aus den folgenden Lichtbildern hervor. Das ganze Gerät ist sehr klein, trotz der 6 Röhren (von denen nur vier zählen!) beträgt die Größe des Gestells nur 300 mal 250 mm Fertigmaß bei 75 mm Höhe. Für die Wiedergabe ganz besonders zu empfehlen ist der permanentdynamische Volkslautsprecher. Die Schönheit des Klangbildes ist überraschend und hält ohne weiteres den Vergleich mit hochwertigen volldynamischen Systemen aus.

★

Von dem Laboratorium des Industriewerkes, das die in dem Empfänger verwendeten Spulensätze lieferte, werde ich darauf hingewiesen, daß der Bastler bei Verletzen der Siegel an den Einstellschrauben, die zum Abgleich der einzelnen Spulen bestimmt sind, sich der Garantie der Fabrik begibt. — Die nachträgliche Abgleichung der Spulen

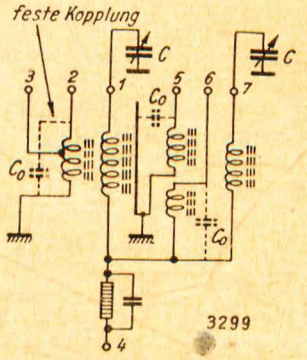


Abb. 14. Schematische Darstellung des Aufbaues eines Industrie-Bandfilters

untereinander ist aber bei der gezeigten Schaltung unbedingt erforderlich, da die einseitig geerdeten Spulenwicklungen 3,2 und 5 (6 ist in die Abstimmung einbezogen) als verstimmende Zusatzkapazitäten wirken, wie das in Abb. 14 angedeutet ist (C_0 = Zusatzkapazität). Ist diese Verstimmung bei 2 noch erträglich, so ergibt die

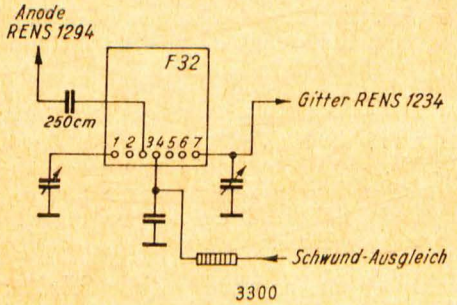


Abb. 15. Beispiel für die Umschaltung der Spulensätze

feste Kopplung der Wicklung 2 bzw. 3 eine merkliche Verstimmung, die sich — bei einigermaßen ungünstigen Schaltungsverhältnissen — so steigern kann, daß zum Beispiel der Langwellenbereich gar nicht abstimmbar ist, sondern bei Einstellung mit einem Heulen antwortet.

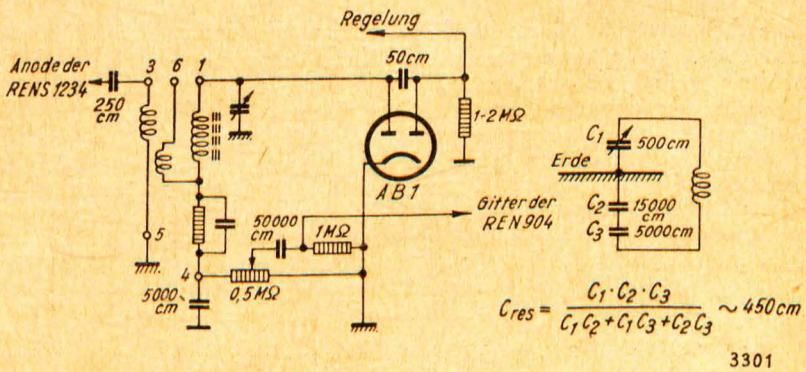


Abb. 16. 1. Beispiel für die Ankopplung der AB 1

Um dieser Schwierigkeit zu begegnen, ohne die Kupferkappen abzustreifen und durch Einstellung der Abgleichschrauben den Gleichlauf zu sichern, kann man auch nach Abb. 15 schalten. Der Kopplungskondensator wird also nicht an die Buchse 1 geführt, sondern an 3 — bei allen Spulensätzen; dadurch arbeitet nun der Kopplungskondensator, der zufolge der nunmehr viel loseren Kopplung größer sein muß — etwa 250 cm —, zunächst auf die Primärwicklung, wie das in Abb. 15 und 16 deutlich zu erkennen ist.

Allerdings muß nun die Zweipolröhre umgeschaltet werden. Entweder schaltet man nach Abb. 16 oder aber — unter Zuhilfenahme einer guten Drossel (F 21) — nach Abb. 17. Die Schaltung nach Abb. 16 hat einen bestimmten Nachteil hinsichtlich der Wiedergabegüte. Die Wiedergabe liegt tiefer und der Ton ähnelt stark der sogen. Superhet-Tonlage. Andererseits aber ist diese Schaltung die einfachere und vielleicht auch die etwas bessere hinsichtlich der Leistung bei Tagesempfang, nicht aber hinsichtlich der Trennschärfe.

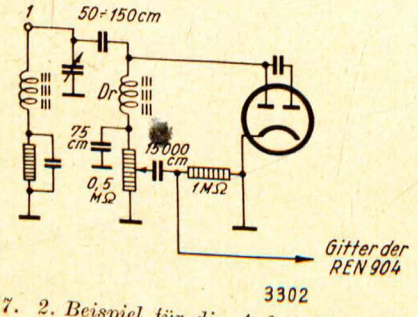


Abb. 17. 2. Beispiel für die Ankopplung der AB 1

Die Erklärung für diese tiefe Tonlage ist leicht aus einem Vergleich der entsprechenden niederfrequenten Spannungsteiler zu erkennen. Bei der Schaltung nach Abb. 16 wird die niederfrequente Spannung einer bestimmten Frequenz bei voller Lautstärke aufgeteilt im Verhältnis 5000 : 50 000, demnach wie 1 : 10 — es gehen also 10 % der Spannung verloren, während im Fall 2, Beispiel 2, Abb. 17, dieses Verhältnis 1 : 200 beträgt, das entspricht 0,5 %. — Rechnet man nun diese Verhältniszahlen auf hohe und tiefe Tonfrequenzen um, so erkennt man leicht, daß im Beispiel 1 die höheren Frequenzen arg beschnitten werden müssen.

Andererseits ist es notwendig (bei Schaltung nach Beispiel 1), den Ableitungskondensator mindestens 5000 cm groß zu wählen, wie aus der zur Abb. 16 gezeichneten Ersatzschaltung unschwer zu erkennen ist. C_1 wird durch die Zuschaltung von 5000 cm noch immer um etwa 50 cm verkleinert. Wollte man den Abgleichwiderstand kleiner wählen, so würde man die Sender größerer Wellenlänge auf dem Rundfunk- und Langwellenbereich gar nicht mehr erreichen können.

Die Abmessung 5000 cm ist aber wiederum die Grenze nach oben, wenn man wenigstens ein Übertragungsverhältnis 1 : 10 sicherstellen will, weil man mit dem Ankopplungskondensator zur Verstärkerröhre REN 904 schon auf 50 000 cm gehen muß. Wählt man als Kopplungskondensator auch einen induktionsfreien Wickelblock, so ist auch hier die Grenze erreicht, es sei denn, daß man einen Calitkondensator einbaut. Die Verwendung des Anschlusses 6 (Rückkopplung) als Ankopplungsspule ist aus naheliegenden Gründen nicht möglich.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Liste der Einzelteile

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 7 und 11	Größe
1	1	Calitkondensator + — 10%	C_6	250 cm
2	1	Calankondensator + — 5%	C_0	20 cm
3	1	Kondensa-Kondensator + — 10%	C_0	10 cm
4	1	Wickelkondensator	C_{23}	50 cm
5	2	Calankondensatoren + — 10% ..	C_8, C_{14}	100 cm
6	1	Wickelkondensator	C_9	200 cm
7	2	desgl.	C_{24}, C_{26}	10 000 cm
8	1	Glimmerkondensator + — 10%..	C_{15}	15 000 cm
9	1	Wickelkondensator	C_{27}	20 000 cm
10	4(3)	desgl.	$C_{10a, b, c}$ C_{18}	50 000cm
11	3	desgl.	C_7, C_{11}, C_{13}	0,25 µF
12	3	desgl.	C_{16}, C_{19}, C_{20}	0,5 µF
13	1	Elektrolytkondensator 200 Volt..	C_{12}	2 µF
14	1	desgl. 50 Volt	C_{17}	25 µF
15	2	desgl. 450 Volt	C_{21}, C_{22}	8 µF
16	1	Vierfach-Drehkondensator mit Feinstellskala	C_2, C_3, C_4, C_5	4×500cm
17	1	Drehkondensator	C_1	100 cm
18	1	Widerstand 1 Watt + — 5% ...	R_1 (R_0)	200 Ω
19	1	desgl.	R_7	900 Ω
20	1	desgl. 2 Watt	R_{12}	500 Ω
21	1	desgl.	R_4	1 500 Ω
22	1	desgl. 1 Watt	R_8	10 kΩ
23	1	desgl.	R	20 kΩ
24	1	desgl. + — 5%	R_{17}	25 kΩ
25	1	desgl. + — 5%	R_3	30 kΩ
26	1	desgl. + — 5%	R_{16}	40 kΩ
27	1	desgl.	R_{11}	0,1 MΩ
28	1	desgl.	R_{10}	0,3 MΩ
29	1	desgl.	R_5	0,8 MΩ
30	2	desgl. + — 5%	R_2, R_{2a} bzw. R_{13}	1 MΩ
31	1	desgl.	R_{15}	2 MΩ
32	1	Dreh-Spannungsteiler	P_1	500 Ω
33	1	desgl.	P_2	50 kΩ
34	1	desgl.	P_3	2 MΩ
35	1	desgl.	P_5	1 MΩ
36	1	desgl. mit Ausschalter	P_4	0,5 MΩ
37	1	Netztransformator 2 × 300 V, 75 mA		
38	1	Netzdrossel 75 mA		16 Hy bei ∅ mA
39	1	Calitröhrchen 15 mm ∅ für BF-Kopplungsspule		
40	1	Umschalter mit 10 Kontakteinheiten		
41	3	Massekerne mit Calithaltern und Anschlußleiste oder		
42	1	Bandfiltersatz		F 32
43	2	Spulensätze		F 33
44	3	Hochfrequenzdrosseln		F 21
45	1	Stecker mit Sicherungen		110 V = 1A
46	1	Verlängerungsstab mit Muffe aus Trolit für Lautstärkeregler....		220 V = 0,5 A
47	1	Gitterkappe für Sechspolröhre ..		
48	1	Aluminiumblech 450×400×1 mm		
49	5	fünfpolige Röhrenfassungen (verlustarm)		
50	1	siebenpolige Röhrenfassung (verlustarm)		
51	2 m	Sinepert-Abschirmschlauch		
52	2	Beleuchtungslämpchen 4,5 Volt .		
53	2 m	Schaltdraht, 1 mm, doppelt isoliert		
54	2 m	Litze für Heizleitungen		
55	2 m	Litze für Netzanschluß		
56	1 m	Blankdraht 2 mm für Erdleitungen		
57	1	Volkslautsprecher GM 301		
58	1	Abstimmeter		
59		Lötösen, Schrauben, Muttern u. a. Kleinteile, Röhren siehe Schaltbilder		

Funktechnische Fachberichte auf der VDE-Tagung

Es ist erfreulich, festzustellen, welche Wertschätzung die Hochfrequenztechnik Jahr für Jahr auf den Mitgliederversammlungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker genießt. Nicht nur, daß eine Gruppe der traditionellen Fachberichte ausschließlich der Hochfrequenztechnik zur Verfügung steht — in diesem Jahre noch dazu geleitet von dem Altmeister Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Zenneck —, auch sonst nehmen Funk und Fernsehen einen beachtlichen Raum ein. Bei der diesjährigen Tagung in München drängten sie sich sogar in den gesellschaftlichen Teil: In der Tagungs-Bühnenschau „Der Ritt auf dem Funken", den wir an dem von der Stadt München gegebenen Begrüßungsabend sahen, spielte der Fernseher eine große Rolle, und zwar als wichtigstes Hilfsmittel eines Reisebüros, das mit seiner Hilfe die „Musterkollektion" an Weltreisen vorführte. Natürlich begnügte man sich nicht mit dem üblichen Bildformat von einigen Dezimetern, sondern die ganze Bühne wurde von der Bildfläche des „VDE-Fernsehers" eingenommen. Nach dem starken Flimmern zu urteilen, arbeitete man auch hier mit 25 Bildwechseln . . . . Vom Zeilensprung hörte man noch nichts; dafür aber ließ man das Ballett springen!

Aber auch im ernsten Teil der Tagung stand die Funktechnik in vorderster Front bzw. ihre Grundlage, die Elektronenröhre. Prof. Dr.-Ing. Petersen, der in seinem Hauptvortrag über die Bedeutung der Entwicklung und Forschung in der Elektroindustrie sprach, zeigte die Verstärkerröhre als ein lehrreiches Beispiel dafür, zu welchen Erfolgen eine planmäßig geleitete industrielle Entwicklung zu führen vermag. Vor 25 Jahren, am 3. August 1911, wurde die von Lieben geschaffene Verstärkerröhre erstmalig Vertretern der Industrie vorgeführt. Man erkannte sofort die große praktische Bedeutung dieser Erfindung für das Fernsprechen über größere Entfernungen und nahm die Entwicklung bis zur Herstellungsreife in industrieller Gemeinschaftsarbeit, in dem sogen. Lieben-Konsortium (AEG, Siemens, Tekade, Telefunken), auf. In der Entwicklung dieser Erfindung mußte sehr viel Geld festgelegt werden, ohne daß daran zu denken war, in absehbarer Zeit zu einem entsprechenden finanziellen Erfolg zu kommen. Diese kostspielige Entwicklungsarbeit hat sich aber volkswirtschaftlich als von großem Vorteil erwiesen, denn die Verstärkerröhre wurde zur Grundlage zweier neuer großer Industrien: der Fernsprech- und Kabelindustrie einerseits und der Funkindustrie andererseits. In der Funkindustrie führte sie bis zum Fernsehen; auch die Braunschen Röhren mit ihren hochentwickelten Elektronenoptiken gehen schließlich auf die Liebensche Erfindung zurück. In der ganzen Verstärkerröhren-Technik haben wir in volkswirtschaftlicher Hinsicht ideale Erzeugnisse vor uns, in denen kaum Werkstoffe stecken, sondern nur aufs höchste konzentrierte Arbeit. In den modernen Glühkathodenröhren z. B., mit denen die Gleichspannung für unsere drahtlosen Sender erzeugt wird, haben wir einen Arbeitsanteil von 99 %, der Werkstoffbedarf spielt also eine ganz untergeordnete Rolle.

Die Fachberichte der Gruppe Hochfrequenztechnik befaßten sich unter Leitung von Prof. Dr. Zenneck mit Themen, die gerade heute von sehr großer Bedeutung geworden sind. Zunächst sprach Prof. Dr. Leithäuser über die Zusammenhänge zwischen den atmosphärischen Störungen mit den Schichten der Ionosphäre und beider mit den Wettervorgängen; er zeigte eine große Zahl von Beobachtungen der Schichten in der Ionosphäre mit schreibenden Anordnungen, die infolge ihres großen Umfangs und ihrer Stetigkeit wertvolle Schlüsse hinsichtlich der Zusammenhänge zulassen (über diesen Vortrag berichten wir ausführlicher auf Seite 440). Im Anschluß daran befaßte sich Dr. Dennhardt mit den Maßnahmen zur Minderung der hochfrequenten Störfähigkeit von Stützenisolatoren, wie sie in Hochspannungsnetzen verwendet werden. In diesem Vortrag vermittelte er in der Hauptsache noch einmal eine Zusammenfassung der Versuchsergebnisse, die an Hochspannungs-Isolatoren verschiedener Art gewonnen wurden und die von ihm vor einigen Jahren auf einer Tagung des Reichsverbandes der Elektrizitätsversorgung mitgeteilt worden waren [1]). Die einzige Ursache dieser Störungen sind Teildurchbrüche des Luft-Dielektrikums an solchen Stellen der Isolation, wo Metall, Porzellan und Luft in sehr engen Spalten hintereinander geschaltet sind. Das ist am Kopf der Fall, wo die Leitung mit Hilfe des Drahtbundes befestigt ist, und an der Stütze, wo diese in das Stützenloch des Isolators eingesetzt ist. An Hänge-Isolatoren zeigen sich Störungen kaum, weil die Verhältnisse hier wesentlich günstiger liegen. Die stärksten Störungen treten am Kopf der Stützen-Isolatoren auf; sie können verhindert werden, indem man die Luftspalten mit Leitern ausfüllt, sie also beseitigt. Das kann durch das Metallisieren des Isolatorkopfes bzw. der Bundrille geschehen, und zwar wurden hier ganz verschiedene Verfahren erprobt, da sich diesem Vorhaben durch die Notwendigkeit unbedingter Witterungsbeständigkeit große Schwierigkeiten entgegenstellen. Es braucht auch nicht unbedingt Metall zu sein, sondern man erzielt bereits mit Halbleitern sehr gute Ergebnisse. Durch eine solche Behandlung konnte der in einer bestimmten Anordnung gemessene Störstrom von 0,6 µA auf 0,1 . . . 0,2 µA herabgesetzt werden.

In dem dritten Vortrag der Gruppe „Hochfrequenztechnik" sprach Dr.-Ing. W. Heimann über die Anwendung der Elektronenoptik in der Fernsehtechnik. Er wiederholte zunächst kurz den grundsätzlichen Aufbau der Elektronenoptik, um dann auf die Wirkungsweise des Ikonoskops und auf die in Deutschland entwickelten verwandten Anordnungen einzugehen. Statt der magnetischen Ablenkung Zworykins benutzt man bei den deutschen Geräten, die im Reichspostzentralamt entwickelt wurden, die statische Ablenkung; die sich dabei ergebenden Bildverzerrungen werden durch ein Schrägstellen, gewissermaßen durch ein Verkanten der Platten, ausgeglichen. In den Röhren finden neuerdings keramische Körper (Calit) Anwendung, damit man die Flächen der Elektronenlinsen mit großer Präzision und absolut starr festlegen kann. Neben dem Kathodenstrahlabtaster für Freilichtaufnahmen wurde ein ähnliches Gerät für die Abtastung von Filmbildern entwickelt.

Mit den Kabeln, die bei der Fernsehübertragung zur Anwendung kommen, befaßten sich Vorträge in der Gruppe „Fernmeldetechnik"; hier sprach zunächst Dr. Thierbach über die neuen Breitbandkabel, wie sie zur Nachrichtenübermittlung — Trägerfrequenztelephonie und Fernsehen — verwendet werden. Man rechnet mit einem Frequenzbereich bis zu 4000 kHz; der Bereich bis zu 1000 kHz steht dann der Trägerfrequenztelephonie, der Bereich von 1000 bis 4000 kHz dem Fernsehen zur Verfügung. Der Frequenzbereich hängt u. a. von dem gegenseitigen Abstand der Zwischenverstärker ab; man geht heute so vor, daß man die Fernsprechverstärker in einem Abstand von 35 km, die Fernsehverstärker in einem solchen von 17 km anordnet. Elektrische Weichen leiten die Frequenzen den richtigen Verstärkern zu. Das Problem ist nun vor allem das, wieviel Gespräche man in den verfügbaren 1000 kHz unterbringen kann und wie die Trenn- und Siebmittel beschaffen sein müssen. In Deutschland geht man so vor, daß man in den Frequenzbereich bis zu 600 kHz 200 Gespräche legt, dann aber einen größeren Abstand bis zur Fernsehfrequenz folgen läßt, damit man bei der Trennung des Trägerstrom-

[1]) Siehe „Funk", 1934, Heft 39, Seite 799.

fernsprechbandes vom Fernsehband, die ja alle 17 km vorgenommen werden muß, mit einfachen und billigen Filtern auskommt, dafür aber bei der Trennung der 200 Gespräche voneinander, die nur an den Enden der Verbindung, also nur zweimal, zu erfolgen hat, hochwertigere und teurere Filter aufwendet. Für die Modulation und Demodulation, für die Einordnung der Gespräche im Frequenzbereich also, sind ziemlich komplizierte Mittel erdacht worden, die aber vollkommen betriebssicher arbeiten. Man nimmt die Modulation gruppenweise, die Verstärkung gemeinsam vor, arbeitet also mit Breitbandverstärkern, die den ganzen Frequenzbereich von 600 kHz gleichmäßig durchbringen. Durch die Anwendung des Trägerstromfernsprechens auf Breitbandkabeln geht der Kupferaufwand je Gespräch für 1 km Leitungslänge von 28 kg auf 4,4 kg zurück; obgleich der Aufwand an Verstärkern u. dgl. erheblich steigt, erweist sich das Trägerstromfernsprechen bei voller Ausnutzung doch als wirtschaftlicher als die Verwendung vieladriger Kabel.

Dr. Arendt machte schließlich noch einige Angaben über neue Bauformen von Breitbandkabeln. Es gibt heute Breitbandkabel mit einem Durchmesser von 10 cm bis herunter zu solchen, die bleistiftstark sind; besonders in der Entwicklung der dünnen Kabel ließen sich bedeutende Fortschritte erzielen. Bei neuartigen papierluftisolierten konzentrischen Kabeln erhält man bei einem Verstärkerabstand von 35 km einen Frequenzbereich von 200 kHz; eine verwandte, nur bleistiftstarke Leitung gestattet es, das ganze Hochfrequenzband bis zu 500 kHz mit einem Verstärkerabstand von 35 km zu übertragen. Diese neuen dünnen Kabel, deren Verlegung keinerlei Schwierigkeiten macht — auch das heute von der Reichspost verwendete Kabel ist nur 18 mm stark bei einem Leiterdurchmesser von 5 mm —, geben der Breitbandtechnik vollkommen neue Möglichkeiten.

Schw.

Atmosphärische Störungen und Wetterkunde

Der Vortrag, den der Unterzeichnete auf der VDE-Tagung gehalten hat, beschäftigte sich mit den Zusammenhängen zwischen den atmosphärischen Störungen und den Schichten der Ionosphäre sowie deren Bedeutung für die Wetterkunde. Die Kenntnis vom Auftreten der atmosphärischen Störungen in der drahtlosen Telegraphie ist schon alt. Es sind im Laufe der Entwicklung der Empfangseinrichtungen zahlreiche Untersuchungen über solche Störungen angestellt worden. Sie zeigen, daß ein großer Anteil derselben, besonders im langwelligen Gebiet, von fernen Blitzen und Gewittern herrührt. Bei sehr starken Blitzentladungen konnte nachgewiesen werden, daß die hierdurch hervorgerufenen Störungen auf der ganzen Erde wahrnehmbar sind. Neben dieser Entstehungsursache durch Blitze hat sich im Laufe der Zeit auch eine andere als wahrscheinlich ergeben: Bei den auftretenden Wetterumschlägen durch Aufgleitfronten, bei denen beispielsweise kalte Luft auf warme Luftschichten aufprallt oder umgekehrt, ist an der Grenze zwischen den temperaturverschiedenen Gebieten durch die Wasserdampfkondensation eine Möglichkeit von Entladungsvorgängen gegeben. Gelingt es, diese beiden Arten der Störungen durch elektrische Meßmethoden zu trennen, so müssen eine Wanderung der Tiefdruckgebiete oder auch der Zug von Gewitterfronten sich durch Störungsmessungen verfolgen lassen. Man würde durch solche Beobachtungen ein willkommenes Hilfsmittel zur Beurteilung der Großwetterlage erhalten. Die bisher in dieser Richtung unternommenen Versuche haben wenig Erfolg gehabt, da es ohne gleichzeitige Kenntnis der Ausbreitungsvorgänge längs der Ionosphärenschichten nicht möglich ist, eine Aussage zu machen, ob die Störungen in großer Entfernung vom Empfangsort entstehen oder ob sie in einem Gebiet von etwa 100—200 km vom Beobachtungsort gebildet werden. Um diese Frage zu klären, ist in der vorliegenden Untersuchung zunächst der Zusammenhang zwischen dem Auftreten und Verhalten der Ionosphärenschichten und den Störungszahlen und der von den Störungen geführten Elektrizitätsmenge beobachtet worden.

Die Beobachtungen haben sich vom Herbst des Jahres 1935 bis zur Jetztzeit ausgedehnt und werden ständig weitergeführt, um auf diese Weise genügendes Material statistischer Art zur Festigung der Ergebnisse zu bekommen. Insbesondere wurde die Störungsbeobachtung im Wellengebiet um 30 m vorgenommen. In diesem Gebiet sind bereits die von Blitzen hervorgerufenen Störungen stark abgeklungen, so daß die Mehrzahl von den Aufgleitfronten herzurühren scheint. Es zeigte sich sehr bald ein ausgeprägter Zusammenhang der Störungszahlen mit der Schichtbildung der Ionosphäre, welche bei 75 m Wellenlänge mit senkrechtem Einfall registriert wurde. Die Registrierung wird nach einer von Breit und Tuve angegebenen Methode vollzogen, bei welcher in der Sekunde 50mal ein Wellenstoß von etwa fünf zehntausendstel Sekunden ausgesandt wird. Auf dem Schirm einer Braunschen Röhre sieht man durch Kippschwingablenkung das Primärsignal sowie die auftretenden Echos. Die Registrierung der Störungen verwendet einen hochempfindlichen Empfänger, welcher über ein von W. Menzel gebautes Gerät mit Hilfe eines Fernsprechzählers die Störungszahlen sowie mit Hilfe eines Elektrizitätszählers die mitgeführte Menge aufzeichnen läßt. Dieses Gerät hat sich recht bewährt. Es verwendet den Kunstgriff der Auslösung einer Tonfrequenz durch die von den Störungen erzeugten Spannungen.

Die Ergebnisse waren von großem Interesse. Wird bei 75 m keine Schicht beobachtet, so sind auch die Störungszahlen klein. Beim Eintreten der Schicht nehmen sie sofort zu. JedeVeränderung der Schicht in der Höhe äußert sich in einer Änderung der Störungszahlen. Bei stärkerem Aufstieg nimmt während der Aufstiegszeit die Störungszahl ab und umgekehrt, während vor Einsetzen des Aufsteigens meist eine deutliche Zunahme der Störungszahlen festzustellen ist. Auch scheinbare Aufspaltungen der Schicht bedingen zunächst eine Zunahme. Bei mehrfacher Reflexion der elektrischen Wellen beispielsweise an der F-Schicht ist es möglich und wahrscheinlich, daß durch Interferenz eine Anzahl der Störungen zur Auslöschung kommt. Der tägliche Gang der Störungen zeigt nun in den Morgenstunden geringe Störungsbildungen, mittags ein Anwachsen bis zu einem Maximum in den Nachmittagsstunden und beim Sonnenuntergang. In der Nacht tritt wieder Abnahme ein. Das morgendliche Einsetzen der Schichten ist mit einer sofortigen Zunahme der Störungen verbunden.

Für die Beobachtung der Großwetterlage ist es wichtig, das Abklingen der Störungen am Morgen zu verfolgen sowie andererseits den Anstieg in den frühen Stunden des Nachmittags. Der jeweilige Verlauf gibt hier Aufschluß über vorhandene Tiefdruckgebiete und deren Nähe. So zeigen die Untersuchungen, daß es durch den Einsatz richtiger Wellenlängen zweifellos gelingt, die beobachteten Störungszahlen zur Beurteilung der Großwetterlage auszunutzen. Es wird aber notwendig sein, das Beobachtungsmaterial durch ständiges Registrieren weiter zu vermehren, damit man in absehbarer Zeit hierüber sichere Schlüsse ziehen kann.

Professor Dr. G. Leithäuser

FUNK-Werkstattpraxis

Monatsbeilage für die Funkwerkstatt

1

Zur Einführung

Die der praktischen funktechnischen Arbeit dienenden Abteilungen unserer Zeitschrift „Arbeitsplatz und Werkzeug" und „Funktechnik in der Praxis" erfreuen sich seit ihrem ersten Erscheinen der besonderen Beliebtheit unserer Leser. Immer wieder ist der Wunsch an uns herangetragen worden, diese Abteilungen weiter auszubauen und genau wie die Kurzwellen-Beilage „CQ" regelmäßig erscheinen zu lassen. Um diesen Wünschen gerecht zu werden, haben wir uns entschlossen, die beiden inhaltlich verwandten Abteilungen in der „Funk-Werkstattpraxis" zusammenzufassen. Die „Funk-Werkstattpraxis" wird in Zukunft in jeder geraden Nummer des „Funk" erscheinen.

Die „Funk-Werkstattpraxis" wird damit ein Sammelbecken aller Erfahrungen und Vorschläge sein, die sich aus der praktischen funktechnischen Arbeit ergeben. Sie befaßt sich mit der Prüfung und Messung, der Instandsetzung und Verbesserung von Empfängern und Verstärkern, von Antennen- und Lautsprecheranlagen, mit Anfertigung, Auswahl und Verwendung von Meß- und Prüfeinrichtungen, mit praktischen Schaltungs- und Aufbaufragen und dergleichen mehr. Ratschläge für die Verbesserung veralteter Geräte werden in ihr einen ständigen Platz finden, desgleichen Besprechungen von Werkzeugen und Hilfsmitteln, die für die funkpraktische Arbeit notwendig und vorteilhaft sind, eine ebenfalls auf die tägliche Praxis eingestellte Zeitschriftenschau, vor allem aber eine Schaltungsseite, die dem Funkpraktiker „Normalschaltungen" vermitteln will, nach denen er ein nicht befriedigendes oder verschaltetes Gerät umbauen kann. Besonderer Wert wird auch auf die Veröffentlichung von Zahlentafeln gelegt, die für den täglichen Gebrauch in der Funkwerkstatt bestimmt sind und die unsere „Funktechnische Kartei" nach der praktischen Seite hin ergänzen sollen.

Wir hoffen, daß uns für diese Abteilung wie bisher so auch in Zukunft weitgehend Vorschläge und Mitarbeit unserer praktisch tätigen Leser zur Verfügung stehen.

Die Schriftleitung

Ein vielseitiges Röhrenmeßgerät in Entwurf und Berechnung

Die wichtigste Arbeit in jeder Funkwerkstatt ist die Prüfung und Messung der Röhren. Das Röhrenmeßgerät ist deshalb meist das erste Sondergerät, das vom Funkpraktiker erworben oder gebaut wird. Der Markt ist nicht arm an Röhrenprüf- und -meßgeräten; wenn trotzdem immer wieder nach Bauanleitungen für gute Röhrenmeßgeräte gefragt wird, so müssen hierfür ganz bestimmte Gründe vorhanden sein. Sie liegen — wie man bei einer Umfrage leicht bestätigt findet — nicht so sehr in der Absicht, mit niedrigeren Anschaffungskosten auszukommen, als darin, ein möglichst vielseitig verwendbares Gerät zu bauen, an dem mehrere Betriebsspannungen und -ströme gleichzeitig abgelesen werden können.

Verfasser hat ein Röhrenmeßgerät dieser Art, das mit insgesamt sieben Instrumenten ausgestattet ist, bereits vor einem Jahr gebaut [1]). Dieses Gerät, das für die Messung aller Röhren mit Stiftsockeln wie mit Außenkontaktsockeln eingerichtet ist — es läßt sich außerdem für die Messung von Mehrfachröhren erweitern —, wurde inzwischen vervollkommnet, so daß es demnächst in Form einer bis in alle Einzelheiten gehenden Bauanleitung veröffentlicht werden kann. Heute sollen zunächst der Entwurf und die Berechnung des Röhrenmeßgerätes besprochen werden.

Das Röhrenmeßgerät muß Fassungen für alle heute am Markt befindlichen Röhren aufweisen. Dabei genügt es aber nicht, jede Fassungsart nur einmal einzubauen; es ist vielmehr erforderlich, jede Fassungsart so oft vorzusehen, wie sie bei den Röhren in abweichender Schaltung vorkommt. Durch die Anordnung von soviel Röhrenfassungen, wie es Röhrenarten gibt, erleichtert man sich die Prüfung der Röhren außerordentlich; man braucht nur gemäß einer Tafel die zu messende Röhre in die betreffende Fassung einzusetzen und hat sofort die Sicherheit, daß die Pole der Röhren auch richtig an die Meßschaltung angeschlossen sind. Fehlmessungen sowie Beschädigungen der Meßgeräte werden auf diese Weise wenn auch nicht ganz verhindert, so aber doch stark eingeschränkt. Abb. 1 will diesen Grundsatz an dem Röhrensockel mit fünf Stiften erläutern; die entsprechende Fassung ist in dem Röhrenmeßgerät insgesamt fünfmal vorzusehen, weil Röhren in fünf verschiedenen Schaltungsarten mit diesem Sockel geliefert werden.

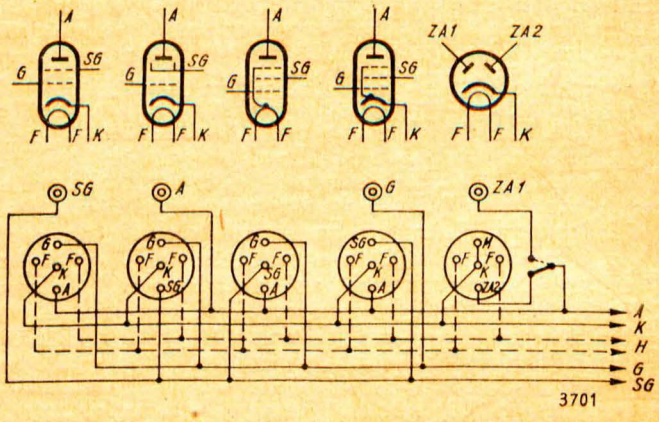


Abb. 1. Anordnung mehrerer gleichartiger Fassungen für die verschiedenen Röhren-Innenschaltungen

In Wirklichkeit ist die Zahl der verschiedenen Röhren ja noch größer; mehrere voneinander abweichende, in den Anschlüssen aber übereinstimmende Typen können jedoch in der gleichen Fassung gemessen werden. So kann man die Dreipolröhre, die Vier- und Fünfpolröhre mit an der Kolben- oder Seitenklemme liegendem Schirmgitter und die Zweipol-Dreipolröhre, bei der die Zweipol-Anode an der Kolbenkappe liegt, sämtlich in der ersten Fassung messen.

Um die zu messende Röhre in ihrer Heizspannung überwachen zu können, ist zunächst ein Voltmeter für die Heizspannung erforderlich; es muß in Anbetracht der zahlreichen verschiedenen Heizspannungen auf 6 und 60 Volt umschaltbar sein. Geeignet ist ein Gleichrichter-Instrument, mit dem man Wechselspannungen genügend genau messen

[1]) Siehe „Funktechnisches Praktikum", Ergänzungsband, Seite 61 ff. Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68.

kann, da die Heizung der Röhren der Einfachheit halber mit Wechselstrom erfolgt, wie überhaupt das ganze Meßgerät selbstverständlich für Voll-Wechselstromanschluß entworfen wird. In Abb. 3 ist dieses Voltmeter mit *I* bezeichnet. Die Heizspannung liefert ein mit vielen Anzapfungen versehener Transformator, der mit einem Stufenschalter zusammengeschaltet ist. Es ist übrigens der gleiche Transformator, der auch die Anodenwicklung für die Herstellung des Anodengleichstromes trägt. Nach dem heutigen Stand der Röhrentechnik muß der Transformator in der Lage sein, Spannungen von 2, 4, 6,3, 13, 16, 20, 24, 30, 33 und 55 Volt zu liefern. Den Anzapfungen 2 und 4 Volt muß man Ströme bis 3 Amp., der Anzapfung 6,3 Volt solche bis 0,5 Amp., den Anzapfungen 13 bis 30 Volt Ströme bis 0,2 Amp. und der Anzapfung 55 Volt solche bis 0,05 Amp. entnehmen können.

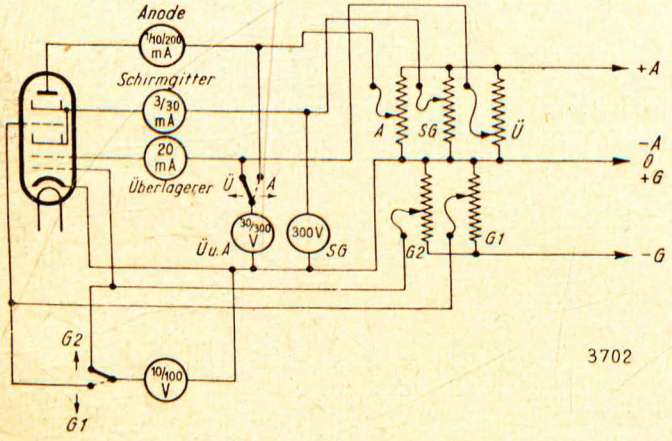


Abb. 2. Grundschaltung des Röhrenmeßgerätes bei einer Achtpolröhre

In seinem Hauptteil muß das Röhrenmeßgerät nun so eingerichtet sein, daß man die an den Polen einer Röhre liegenden Spannungen regeln, außerdem diese Spannungen und die über die Pole fließenden Ströme gleichzeitig messen kann. Bei der Dreipolröhre ist das mit zwei Spannungsreglern und drei Meßgeräten möglich; man braucht nur je einen Regler für die Gittervorspannung und für die Anodenspannung sowie je ein Voltmeter für die gleichen Spannungen und schließlich ein Milliamperemeter für den Anodenstrom. Bei den Vier- und Fünfpolröhren kommen ein weiterer Regler, ein weiteres Voltmeter und ein weiteres Milliamperemeter hinzu, um die Schirmgitterspannung einstellen und diese und den Schirmgitterstrom messen zu können. Um einen weiteren gleichen Meß-Satz erweitert sich die Anordnung, wenn man Sechs- und Achtpolröhren messen will; da man diesen Röhren aber u. U. zwei verschiedene negative Gittervorspannungen erteilen muß, brauchen wir auch noch einen weiteren Regler für die zweite negative Gittervorspannung und eine Meß-Möglichkeit für diese.

Für eine Achtpolröhre ergibt sich so die Meß-Anordnung der Abb. 2, die wir dem Bau unseres vielseitig verwendbaren Röhrenmeßgerätes zugrunde legen wollen. Es sind drei Strom-Meßgeräte vorhanden, um den Anodenstrom, den Schirmgitterstrom und den Überlagerer-Anodenstrom gleichzeitig ablesen zu können. Das Gerät besitzt ferner fünf Spannungs-Meßmöglichkeiten, die von drei Instrumenten und zwei Umschaltern Gebrauch machen; mit ihnen kann man die Vorspannung am 1. und 4. Steuergitter, die Spannung an der Hauptanode und an der Überlagerer-Anode und schließlich an den Schirmgittern messen. Das Voltmeter für die Steuergitter und für die beiden Anoden kann entsprechend umgeschaltet werden.

Für die Einstellung der fünf verschiedenen Betriebsspannungen ist ein kombinierter Spannungsteiler vorhanden, der aus den fünf Einzel-Spannungsteilern G 1, G 2, *A*, *SG* und *Ü* besteht. Er muß so eingerichtet sein, daß er Gitterspannungen bis zu mindestens 60 Volt (besser bis zu 100 Volt), außerdem Anoden- und Schirmgitterspannungen bis zu 300 Volt einzustellen gestattet. Die Spannungen bzw. Ströme sollen einem Wechselstrom-Netzgerät entnommen werden. Man kann sich zu diesem Zweck mit einer Gleichrichterröhre insgesamt 400 Volt herstellen (bei entsprechender Stromstärke) und nun diese Spannung so aufteilen, daß bis zu 100 Volt auf die Gitterspannungen und bis zu 300 Volt auf die drei Anodenspannugen entfallen. Günstiger ist es aber, für die Gitterspannungen einen eigenen kleinen Gleichrichter vorzusehen, um zu verhindern, daß sich die Unterschiede in der Anodenstrom-Entnahme auf die Höhe der Gittervorspannungen auswirken. Der Gleichrichter für die Gitterspannungen wird so bemessen, daß er an den Enden des Spannungsteilers G 1/G 2 etwa 100 Volt aufrecht erhält; als Stromentnahme kommt lediglich der Querstrom durch den Spannungsteiler in Frage. Wählt man G 1 und G 2 zu je 20 000 Ω, so beträgt der Gesamtwiderstand der parallel liegenden Regler 10 000 Ω und der Stromverbrauch $^{100}/_{10\,000}$ = 0,010 Amp. = 10 mA. Der Gleichrichter braucht also nur 100 Volt und 10 mA zu liefern, man kommt infolgedessen mit einer Röhre RGN 504 bei weitem aus. Die Spannungsteiler werden insgesamt mit 100 · 0,01 = 1 Watt belastet, jeder Regler also mit 0,5 Watt, so daß der kleinste Typ ausreichend wäre. Mit Rücksicht auf eine feinfühlige Einstellung verwendet man zweckmäßig Regler nicht zu kleinen Durchmessers mit logarithmischer Regelkurve, die man so schaltet, daß die Änderung des Widerstandswertes bei der Einstellung kleiner Gittervorspannungen (— 1 bis — 15 Volt) am langsamsten vor sich geht. Um die feinstufige Einstellung zu verbessern, kann man ferner mit jedem der beiden Dreh-Spannungsteiler einen Drehwiderstand von 500 Ω in Reihe schalten, an dem dann sehr kleine Spannungsänderungen leicht eingestellt werden können (Abb. 3).

Wesentlich mehr Kopfzerbrechen verursacht die einwandfreie Ausbildung des Spannungsteilers für die Anodenspannungen. Die Schwierigkeit liegt darin, das Gerät so auszugestalten, daß es auch für starke Endröhren mit großen Anodenströmen (z. B. AD 1, bei der man Ströme bis zu 160 mA — einer Gittervorspannung von — 30 Volt entsprechend — messen muß) gebraucht werden kann. Wollte man so starke Ströme auch durch den Spannungsteiler schicken, so müßte dieser sehr groß bemessen werden, was bei dem notwendigen hohen Widerstand des Dreh-Spannungsteilers eine recht kostspielige Ausführung bedingen würde, denn ein so großer Dreh-Spannungsteiler ist listenmäßig gar nicht erhältlich, er müßte eigens angefertigt werden. Wir bauen deshalb den Spannungsteiler für die Haupt-Anodenspannung aus einem Stufenschalter mit Fest- bzw. Regelwiderständen auf; so haben wir es in der Hand, Widerstände gemäß der notwendigen Belastungsfähigkeit zu verwenden.

Wie Abb. 2 zeigt, sind drei Spannungsteiler, *A*, *Ü* und *SG*, parallelgeschaltet; an ihren Enden liegt eine Spannung von 300 Volt. Die Stromentnahme aus dem *SG*-Teiler ist am geringsten, da die *SG*-Ströme nicht über 5 bis 6 mA hinausgehen, meist aber nur 1 bis 2 mA betragen. Dieser Spannungsteiler kann infolgedessen ziemlich hochohmig sein; wir wählen ihn mit 30 000 Ω. Bei 300 Volt fließen durch 30 000 Ohm $^{300}/_{30\,000}$ = 0,01 Amp., so daß die Querstrom-Belastung 300 · 0,01 = 3 Watt beträgt. Hierzu kommt eine Nutzlast von höchstens 300 · 0,006 = 1,8 Watt, so daß eine 5-Watt-Ausführung ausreichend ist.

Gleiches gilt für den Spannungsteiler *Ü*; auch hier gehen die Ströme nicht über 5 bis 6 mA hinaus, so daß wir ebenfalls einen Dreh-Spannungsteiler 30 000 Ω, 5 Watt, einbauen können. Treten ausnahmsweise einmal Überlagerer-Anodenströme bis zu 10 mA auf, so geschieht das doch so kurzzeitig, daß eine Beschädigung des Spannungsteilers nicht eintreten kann.

Anders ist es bei dem Spannungsteiler für die Anodenspannung; für die neuen Endröhren können Ströme bis zu 160, ja bis zu 200 mA erforderlich werden. Diese starken

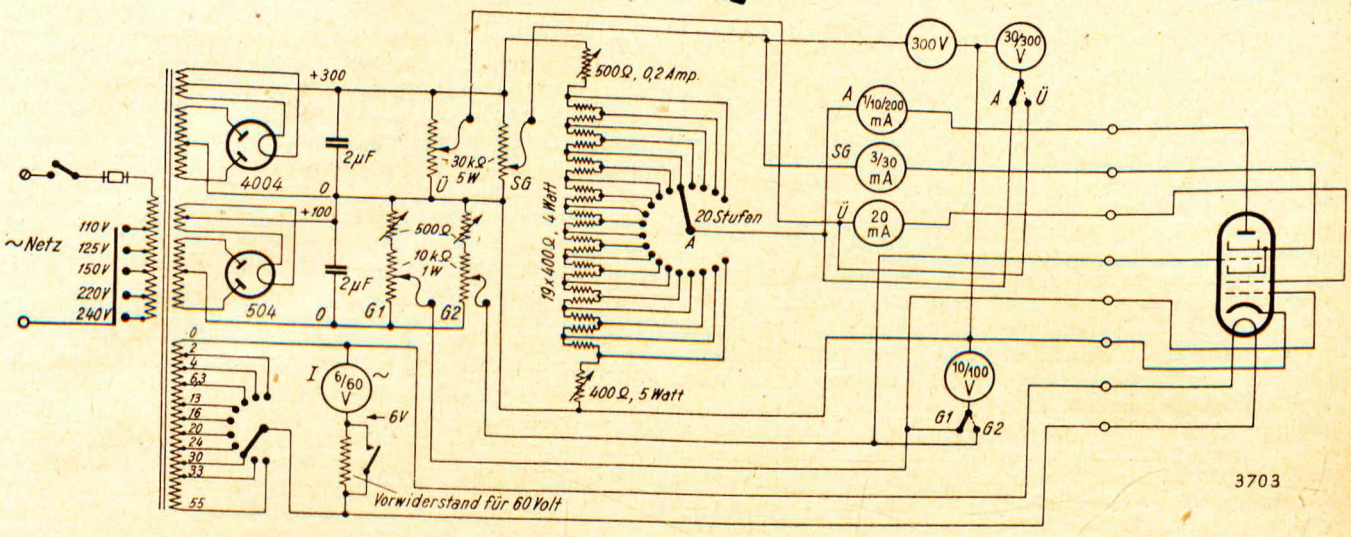


Abb. 3. Gesamtschaltung des Röhrenmeßgerätes

Ströme durchfließen aber nur das positive Ende des Spannungsteilers, das notwendig ist, um die Spannung von 300 Volt auf 200 bis 250 Volt herabzusetzen. Lassen wir den Querstrom, der im Verhältnis zu den starken Anodenströmen klein ist, außer Betracht, so muß dieser „obere" Teil, der bei 200 mA rund 100 Volt aufnehmen muß, 500 Ω groß sein; man verwendet hier am besten einen Schiebewiderstand 500 Ω, 0,2 Amp., wie er von mehreren Widerstandsfabriken gebaut wird. Der übrige Spannungsteiler wird aus einem 20stufigen Schalter und Widerständen von 400 Ω, 4 Watt, aufgebaut, und zwar wird am „unteren" Ende dieses Spannungsteilers noch einmal ein Regelwiderstand benutzt (5-Watt-Ausführung). Mit dem Stufenschalter kann man die Gesamtspannung in 20 Stufen unterteilen, und durch die beiden Regler von 500 und 400 Ω kann man nun zwischen zwei Stufen jede beliebige Feineinstellung vornehmen. So bietet dieser Spannungsteiler dann die Möglichkeit, alle Spannungen zwischen 0 und 300 Volt feinstufig einzustellen, außerdem aber für große Endröhren Ströme bis zu 200 mA zu entnehmen. Da der Querstrom den einzelnen Teilwiderstand mit rund 0,5 Watt belastet, stehen für einen zusätzlichen Nutzstrom auch innerhalb des Spannungsteilers noch Belastungsreserven von 3,5 Watt zur Verfügung, so daß man auch an den unteren Abgriffen noch Ströme bis in die Größenordnung von 0,06 Amp. entnehmen kann.

Abb. 3 zeigt schließlich die Gesamt-Schaltung mit allen vorstehend besprochenen Einzelheiten.

Einige weitere Vorrichtungen, die sich in dem endgültig zur Beschreibung kommenden Röhrenmeßgerät vorfinden werden, sind hier noch nicht eingetragen, sie seien jedoch immer kurz besprochen. Da ist zunächst der Schalter zu nennen, der es gestattet, das in Abb. 3 für indirekt beheizte Röhren entworfene Gerät auch für direkt beheizte Röhren (Endröhren und Batterieröhren) zu verwenden. Zu diesem Zweck ordnet man einfach zwischen dem Kathodenanschluß und einem Heizfadenende der Röhrenfassung bzw. der zugehörigen Leitungen im Meßgerät einen Schalter an; ist dieser Schalter geschlossen, so ist der Heizfaden mit der Kathodenleitung und damit mit dem Null-Anschluß der Spannungsquelle verbunden. Der Schalter ist also beim Messen direkt beheizter Röhren zu schließen und beim Messen indirekt beheizter Röhren zu öffnen.

Eine weitere Vorrichtung ist die für die Prüfung des Vakuums. Sie besteht aus einem Widerstand von 2 MΩ, der in die Zuleitung zum Gitter G 2 (mit G 2 ist in dieser Achtpolröhren-Schaltung ausnahmsweise das vierte Gitter, also das Steuergitter, bezeichnet) eingeschaltet wird und dem parallel man eine Taste legt. Diese Taste ist im Ruhezustand geschlossen, so daß der 2 MΩ-Widerstand also kurzgeschlossen wird. Drückt man sie, so öffnet sie sich, und der Widerstand wird wirksam. Gleichzeitig beobachtet man das Anodenstrominstrument; ändert sich der Anodenstrom merklich, so ist das Vakuum ungenügend. Die Ursache für die Änderung des Anodenstromes ist in dem bei schlechtem Vakuum auftretenden Gitterstrom zu sehen, der jetzt den 2-MΩ-Widerstand durchfließt und hier einen Spannungsabfall hervorruft, der sich zu der negativen Gitterspannung hinzuaddiert, so daß eine entsprechende Änderung des Anodenstromes eintreten muß.

Die dritte Vorrichtung, durch die wir das Gerät ergänzen, ist eine Isolations-Prüfeinrichtung, mit der wir die Isolation zwischen Faden und Kathodenschicht indirekt beheizter Röhren prüfen können. Sie besteht aus einem Umschalter, der in der Null-Leitung liegt; in der einen Stellung ist der Nullpol des Netzteils unmittelbar mit der Kathode der Röhre verbunden, im anderen Fall mit einem Fadenende. Schaltet man auf das Fadenende um, so muß der Anodenstrom indirekt beheizter Röhren Null werden. Die Prüfung nimmt man bei möglichst kleinen Anoden- und Schirmgitterspannungen vor, damit die Isolation zwischen Faden und Kathode nicht übermäßig beansprucht wird.

Zeichnungen vom Verfasser *E. Schwandt*

Deutsche Funk-Fachsprache

Verdeutschungen technischer Wörter sollen aus der täglichen praktischen Arbeit heraus wachsen; die deutsche Funk-Fachsprache muß deshalb aus der Funkwerkstatt hervorgehen. Hier müssen wir vor allem solche Fremdwörter ausmerzen, die sich durch ständige Anwendung so breitgemacht haben, daß sie unentbehrlich erscheinen. Ein solches Wort ist „Potentiometer". Ein Potentiometer ist ein Ding, mit dem ein elektrisches Potential, nämlich eine Spannung, zwar nicht gemessen — wie das „meter" aussagt —, wohl aber unterteilt oder auch in seinen Teilen verändert wird. Meist meint man mit dem Wort „Potentiometer" aber gar nicht einen Spannungsteiler allgemein, sondern einen drehbaren Regler, und zwar auch dann, wenn es gar kein „Potentiometer", sondern ein veränderlicher Widerstand ist.

Wir sagen deshalb zum festen Potentiometer in Zukunft grundsätzlich Spannungsteiler, und wir nennen das drehbare Potentiometer sinngemäß Dreh-Spannungsteiler. Diese Bezeichnungen sind klar und eindeutig. Das Ding aber, das die Spannung gar nicht aufteilt, das also nicht über einen elektrischen selbständigen, von den Endanschlüssen getrennten Abgriff verfügt bzw. bei dem der Schleifer mit einem Ende des eigentlichen Widerstandes elektrisch verbunden ist, heißt Dreh-Widerstand.

Das alte Gerät

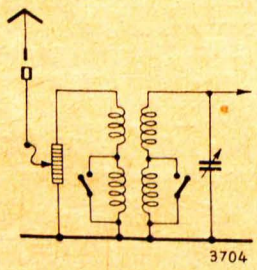
Verbesserungen an veralteten Empfängern

Der Doppelregler

Bei Empfängern, die zur Instandsetzung eingeliefert werden, ist häufig die Lautstärkeregelung unvollkommen. Wir wollen hier nicht von denjenigen Empfängern sprechen, die überhaupt keinen Lautstärkeregler aufweisen, sondern von denjenigen, die ihn zwar besitzen, bei dem aber seine Arbeitsweise nicht befriedigt. Der häufigste Fall ist der, daß ein Ohmscher Spannungsteiler in der Antenne liegt und daß es nicht möglich ist, den Ortssender bis auf Null herunter zu regeln. Auch in der Nullstellung liefert das Gerät oft eine sehr beträchtliche Lautstärke. Den gleichen Fehler weisen manchmal auch solche Empfänger auf, bei denen der Regler nicht in der Antenne, sondern am Eingang des Niederfrequenzteils liegt. Die Ursache ist meist in unvollkommenen Reglern zu suchen, die entweder auch in der Nullstellung einen beträchtlichen Teil des Widerstandes eingeschaltet lassen, bei denen also eine wirkliche Nullstellung gar nicht vorhanden ist, oder die unvollkommen abgeschirmt sind. Eine Besserung läßt sich infolgedessen durch den Austausch des vorhandenen Reglers gegen einen solchen neuester Bauart, z. B. gegen einen Quecksilberregler, erzielen.

Grundsätzlich läßt sich dieser Mangel beseitigen, wenn man einen Doppelregler einbaut, wie sie manche hochwertigen Empfänger aus den letzten Jahren besitzen. Es ist ein Zweifach-Spannungsteiler mit gemeinsamer Achse in allseitig abgeschirmter Bauart; der eine Spannungsteiler wird in die Antenne, der andere an den Eingang des Niederfrequenzteils geschaltet. Beide Regler sollen logarithmische Kennlinie besitzen; der erstere ist 10 bis 25 kΩ, der letztere 0,5 bis 1 MΩ groß. Die Zuleitungen zu den beiden Reglern müssen sauber abgeschirmt werden, damit keine gegenseitigen Kopplungen auftreten.

Weil man in älteren Empfängern Antennen-Spannungsteiler häufig falsch geschaltet sieht, sei in der beistehenden Skizze mitgeteilt, wie der Antennenregler geschaltet werden



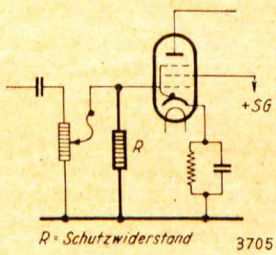
muß, soll sich nicht eine verschlechternde Einwirkung auf die Trennschärfe ergeben. Der Widerstand des Spannungsteilers liegt also mit seinem vollen Wert der Spule parallel, und an den Schleifer wird die Antenne geschaltet. Die Spule ist infolgedessen bei jeder Stellung des Reglers durch einen gleichbleibenden kleinen Betrag gedämpft. Schaltet man anders, d. h. ordnet man den Widerstand zwischen Antenne und Erde an und legt man den Schleifer an die Spule, so stellt man einen um so kleineren Parallelwiderstand zur Spule ein, man dämpft also die Spule um so stärker und verschlechtert die Trennschärfe um so mehr, je kleinere Lautstärken man einstellt.

Einregelung des Schattenzeigers

Oft ist bei einem Empfänger mit sichtbarer Abstimmung der Ausschlag des Schattenzeigers oder des für die sichtbare Abstimmung sonst vorhandenen Gerätes zu groß, ohne daß die Möglichkeit einer Einstellung gegeben wäre. Man kann sie sich nachträglich schaffen, indem man zur Spule des Abstimmanzeigers einen Regelwiderstand parallel schaltet, der etwa den vierfachen Ohmwert der Spule hat. An dem Regelwiderstand, der als Nebenwiderstand (Shunt) wirkt, kann man den Ausschlag des Abstimmeters auf jeden gewünschten Wert verkleinern. Eine Vergrößerung des Ausschlages ist allerdings nicht möglich; hierzu müßte der Austausch des Abstimmmeters gegen ein solches vorgenommen werden, das bei einem kleineren Strom Vollausschlag erreicht.

Gitterschutz der Endröhre

Zuweilen werden Empfänger eingeliefert, deren Fünfpol-Endröhre dadurch überlastet und beschädigt worden ist, daß der am Gitter der Endröhre angeordnete Lautstärkeregler eine Unterbrechung aufwies und die Röhre infolgedessen keine Gittervorspannung mehr bekam. Deshalb sollte man bei allen Empfängern, bei denen am Gitter der Endröhre ein Regler angeordnet ist, das Gitter mit Masse unmittelbar durch einen Festwiderstand von im Mittel 0,5 MΩ verbinden (siehe Abbildung). Entsteht hier irgend-



wo innerhalb des Reglers eine Unterbrechung, so kann niemals die Gittervorspannung in Mitleidenschaft gezogen werden. Bei der Anordnung dieses Schutzwiderstandes muß man natürlich darauf Rücksicht nehmen, auf welche Weise die Gittervorspannung für die Endröhre hergestellt wird; der Schutzwiderstand muß stets an das negative Ende des die Gittervorspannung erzeugenden Widerstandes angeschlossen werden.

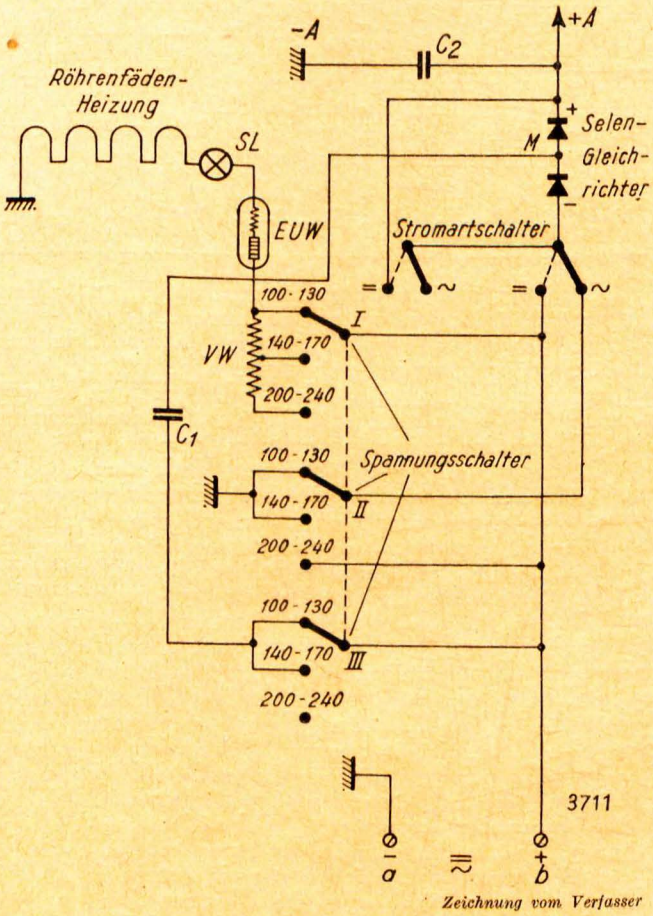
Die steilere Endröhre

Durch das Erscheinen der neuen steilen Fünfpol-Endröhren AL 4 (Steilheit 9,5 mA/V) und CL 4 (Steilheit 8 mA/V) ist die Möglichkeit gegeben, solche älteren Empfänger, deren Gesamtverstärkung bzw. Lautstärke nicht zufriedenstellt, wesentlich zu verbessern. Der Austausch älterer Fünfpol-Endröhren gegen die neuen läßt sich in vielen Fällen ohne Schwierigkeiten durchführen; man muß nur die Betriebsspannungen genau beachten. Infolge des engen Gitterspannungsbereiches kommt es sehr darauf an, daß die vorgeschriebene Gittervorspannung genau eingehalten wird. Man stellt sie am besten durch einen Kathodenwiderstand her, der für die AL 4 rund 150 Ω, für die CL 4 rund 170 Ω groß sein muß. Anodenspannung und Schirmgitterspannung der AL 4 können bis zu 250 Volt, die der CL 4 bis zu 200 Volt betragen. Der günstigste Außenwiderstand beträgt 7 bzw. 4,5 kΩ.

Unangenehm ist die große Neigung der steilen Röhren zur Erzeugung wilder Schwingungen vor allem im UKW-Bereich; außer durch periodische Geräusche oder Pfeifen kann man sie daran erkennen, daß der Anodenstrom weit hinter der bei den Soll-Betriebswerten zu erwartenden Größe (36 und 45 mA) zurückbleibt (Achtung! Ein zu kleiner Anodenruhestrom bei Verwendung der neuen Röhren in alten Geräten kann aber auch in einem unzureichenden Netzteil begründet sein!). Zur Verhinderung der Selbsterregung ordnet man in der Gitterleitung — aber unmittelbar am Gitteranschluß anzubringen, ohne Zwischenleitung! — einen Stabwiderstand von rund 1000 Ω, in der Schirmgitterleitung einen solchen von rund 100 Ω an.

Praktischer Netzteil für Allstrom-Empfänger

Ein Allnetz-Empfänger im wahren Sinne des Wortes soll so beschaffen sein, daß er an allen Netzen, d. h. an beiden Stromarten und an jeder vorkommenden Spannung, betrieben werden kann. Bei jeder Netzspannung sollen die Röhren (Allstrom-Röhren der Reihe C) den vorgeschriebenen Heizstrom von 0,2 Amp. erhalten, wobei Über- und Unterspannungen selbsttätig geregelt werden sollen. Die Umstellung auf eine andere Spannung soll in einfachster Weise, nach Möglichkeit ohne Auswechslung des Heizvorwiderstandes bzw. Eisenwasserstoff-Widerstandes möglich sein. Bei Gleichstrombetrieb soll der Netzteil ohne Gleichrichterröhre arbeiten, damit letztere nicht unnötig verbraucht wird. Bei Einstellung auf z. B. 110 Volt Wechselstrom sollte der Netzteil selbsttätig eine Spannungsverdoppelung der Anodenspannung herbeiführen, möglichst ohne Anwendung eines Netztransformators. Einen Netzteil, der diesen Erfordernissen voll und ganz entspricht, zeigt die beistehende Schaltung.



Zeichnung vom Verfasser

Allstrom-Netzteil mit einfacher Umschaltung für beide Stromarten und alle Spannungen

Im Heizkreis liegt ein Eisenurdox-Widerstand, mit dem ein Festwiderstand in Reihe geschaltet ist. Der Eisenurdox-Widerstand ist für die Spannung zu bemessen, welche sich ergibt, wenn wir von der niedrigsten Netzspannung, also von 110 Volt, die Spannungen der Röhrenheizfäden, der Skalenbeleuchtungslämpchen usw. in Abzug bringen. Die so erhaltene Spannung soll bei Dauerlast in der Mitte des Regelbereiches des Eisenurdox-Widerstandes liegen.

Zum besseren Verständnis werde ein Beispiel durchgerechnet: Es soll ein Dreiröhren-Empfänger mit zwei Röhren zu je 13 Volt Fadenspannung und einer Endröhre zu 24 Volt, ferner mit zwei Skalenlämpchen zu insgesamt 12 Volt entworfen werden. Die Summe der Verbraucherspannungen beträgt demnach $13 + 13 + 24 + 12 = 62$ Volt, also rund 60 Volt. Wenn wir diese 60 Volt von der Netzspannung 110 Volt in Abzug bringen, so verbleiben 50 Volt. Wir wählen also unter den zur Verfügung stehenden Eisenurdox-Typen den Typ EUX mit dem Regelbereich 35 bis 70 Volt, 0,2 Amp. Der in Serie zu dem Eisenurdox-Widerstand liegende Festwiderstand dient zur Aufnahme der Unterschiede zwischen den höheren Netzspannungen und 110 Volt; er besitzt insgesamt 600 Ohm und bot einen Abgriff bei 250 Ohm (für 150 Volt Netzspannung). Die jeweilige Netzspannung kann mittels des Spannungsschalters (Kontaktgruppe 1) eingestellt werden, wobei an allen Netzspannungen nicht nur der vorgeschriebene Heizstrom erzielt, sondern auch Über- und Unterspannungen durch den Eisenurdox-Widerstand selbsttätig geregelt werden. Ferner wird beim Einschalten des Empfängers der Einschaltstromstoß durch den Urdox-Widerstand sicher vermieden. Die Heizstromfrage ist somit für alle vorkommenden Gebrauchsspannungen einwandfrei gelöst.

Den Anodengleichstrom liefert uns bei Wechselstrom ein Selengleichrichter. Außer dem Spannungsschalter ist noch ein Stromartschalter (zweipoliger Umschalter) vorgesehen. Wenn wir diesen auf Gleichstrom einstellen, ist das Selen-Element kurzgeschlossen. Laut Angabe der Herstellerfirma der Selen-Gleichrichter sollen diese nicht für reinen Gleichstrombetrieb verwendet werden, da dies den Elementen auf die Dauer nicht zuträglich sei. Obwohl die praktischen Erfahrungen mit Selen-Gleichrichtern in Allstromgeräten, die seit Jahren im Betrieb sind, keinen Nachteil ergaben, wurde der erwähnte Kurzschluß des Selen-Elementes bei Gleichstrom vorgenommen, da es ja nicht viel ausmacht, an Stelle eines einpoligen Umschalters einen zweipoligen zu verwenden. Es empfiehlt sich, den in Walzenform ausgeführten Selen-Gleichrichter auf einem Außenkontaktsockel zu befestigen, damit man ihn wie eine Gleichrichterröhre in eine achtpolige Röhrenfassung einsetzen kann. Wenn wir den Empfänger, der mit diesem Netzteil versehen wird, vorläufig nur an Gleichstrom betreiben, so können wir den Gleichrichter einstweilen fortlassen, da dieser ja ohnehin kurzgeschlossen ist. Soll das Gerät später an Wechselstrom betrieben werden, so braucht der Gleichrichter nur in die betreffende Fassung eingesetzt zu werden. Bemerkt sei noch, daß bei dieser Netzteilschaltung in der Siebkette keine polarisierten Elektrolyt-Kondensatoren verwendet werden dürfen, sondern entweder unpolarisierte Elektrolyt-Kondensatoren oder gewöhnliche Becherkondensatoren von je 8 μF.

Der Selen-Gleichrichter besitzt in der Mitte eine Anzapfung; sie dient zur Herbeiführung der Spannungsverdopplung bei Wechselstromnetzen unter 220 Volt. Wenn wir den Spannungsschalter z. B. auf 110 Volt und den Stromartschalter auf Wechselstrom einstellen, dann liegt der Minus-Anschluß des Selen-Gleichrichters an dem Netzleiter *a*, und der Mittelanschluß des Selen-Elementes steht mit dem Netzleiter *b* über den Kondensator C_1 (etwa 8 μF) in Verbindung, wodurch wir eine Spannungsverdopplung erhalten. Bei Einstellung auf 220 Volt Wechselstrom arbeitet der Selen-Gleichrichter in normaler Einwegschaltung.

An Stelle des Selen-Gleichrichters kann man natürlich auch eine Gleichrichterröhre CY 2 verwenden, mit welcher dieselbe Spannungsverdoppler-Schaltung durchführbar ist. Man muß dann aber bei Umschaltung auf Gleichstrom den Heizfaden der Gleichrichterröhre durch einen entsprechenden Widerstand ersetzen. Die Schaltung gestaltet sich also etwas umständlicher.

Alfred Ehrismann

FW-Ratschläge

Beim Löten im Empfänger Erde abschalten

Selbst der beste Lötkolben kann einmal Körperschluß bekommen. Berührt man mit ihm Metallteile im Empfänger, so entsteht leicht ein Stromkreis vom Außenleiter des Netzes über die Metallteile des Gerätes nach der Erdleitung; nicht selten dürften sogar Röhrenfäden oder andere leicht durchbrennende Spulenwicklungen oder dergleichen in diesem Stromkreis liegen. Man sollte es sich deshalb zum strengen Grundsatz machen, vor Lötarbeiten in Empfängern die Erdleitung stets abzunehmen, oder man sollte in der Werkstatt in alle Erdleitungen Kondensatoren von 10 000 cm, Prüfspannung 1500 Volt, fest einbauen, so daß eine „direkte" Erdung überhaupt nicht mehr möglich ist.

Thermosicherungen nicht löten!

In Rundfunkempfängern finden vielfach Thermosicherungen Anwendung, die aus zwei miteinander verlöteten Metallstreifen gebildet werden, die in eine entsprechende Öffnung des Netztransformators hineinragen und von einer besonderen Vorrichtung in bestimmter Lage gehalten werden. Wird der Transformator zu warm, so schmilzt das Lot zwischen den beiden Sicherungsstreifen, sie werden durch eine Feder auseinandergerissen und ein durch diese Feder geschlossen gehaltener Kontakt wird jetzt geöffnet.

Eine zum Ansprechen gekommene Sicherung dieser Art muß unter allen Umständen durch eine neue ersetzt werden. Ein Zusammenlöten der beiden Sicherungsstreifen mit Hilfe gewöhnlichen Lötzinns ist nicht zulässig, da dessen Schmelzpunkt viel zu hoch liegt, so daß die Anordnung gar nicht mehr als Sicherung wirken würde.

Verschmutzte Blitzschutzgeräte

Oft beobachtet man bei Empfängern, die an einer Außenantenne betrieben werden, ein starkes Absinken der Empfangslautstärke, ohne daß man im Empfänger selbst eine Erklärung hierfür finden würde. Der Grund liegt häufig in einer Verschmutzung der Blitzschutzgeräte, auf deren Isolationsflächen sich Staub und Schmutz niedergeschlagen haben, die besonders bei feuchter Luft eine Leitstrecke zwischen Antenne und Erde bilden und so einen mehr oder weniger großen Teil der Empfangsenergie zur Erde ableiten. Die Kontrolle einer Empfangsanlage sollte deshalb grundsätzlich eine Begutachtung und Reinigung der Blitzschutzgeräte und der Erdungsschalter einschließen.

Schadhafte Mehrfach-Becherkondensatoren

Mehrfach-Becherkondensatoren vereinfachen und verbilligen ohne Zweifel den Aufbau von Empfängern; sie können aber den Funktechniker, der die Empfänger nach Jahren instand zu setzen hat, zur Verzweiflung bringen. Wickelkondensatoren aus den Jahren 1928 bis 1932 haben nämlich vielfach die Eigenschaft, gerade jetzt durchzuschlagen, besonders dann, wenn die Empfängerfabrik der Lieferfirma für Kondensatoren keine genügend hohe Prüfspannung zugestehen wollte. Man war eben damals noch nicht so weit, um so hochwertige Kondensatoren zu bauen, wie es uns heute möglich ist. Werden nun einzelne Blocks in einem Mehrfach-Becherkondensator schadhaft, so kann man sich gewöhnlich nicht entschließen, den teuren Mehrfach-Kondensator auszuwechseln; man geht vielmehr so vor, daß man die Verbindung zu den schadhaften Wickeln trennt und nun außerhalb des Mehrfach-Bechers, an beliebiger Stelle des Empfängers, zusätzliche Blocks einbaut, die man mit den betreffenden Punkten der Schaltung verbindet. Eine gründliche Instandsetzung ist allerdings nur zu erwarten, wenn man sofort den ganzen Mehrfach-Becher herauswirft und durch neue und hochwertige Kondensatoren ersetzt; tut man das nicht, so kehrt der Empfänger noch mehrmals mit großer Regelmäßigkeit in die Werkstatt zurück, denn die Wickel des Mehrfach-Kondensators schlagen in gewissen Abständen sämtlich durch. Die augenblicklich teuere Instandsetzung ist gerade hier die billigere; vor allem aber hält sie den Besitzer des Empfängers bei besserer Laune, als wenn er den Empfänger alle vier Wochen in die Werkstatt bringen muß.

Durchschläge von Becherkondensatoren haben bekanntlich häufig eine Überlastung von Hochohmwiderständen zur Folge; man prüfe deshalb grundsätzlich alle Widerstände, die durch die durchgeschlagenen Becher in Mitleidenschaft gezogen werden können.

Betriebsspannungen von Kondensatoren

Beim Austausch von durchgeschlagenen Becherkondensatoren richte man sich bei der Spannungsangabe nicht allein nach dem Wert, der auf den schadhaft gewordenen Kondensator aufgestempelt ist, sondern man bestimme die Betriebsspannung unmittelbar aus dem Gerät. So vermeidet man den Einbau eines Kondensators zu niedriger Spannung, falls der schadhaft gewordene bereits ebenfalls eine zu geringe Spannungsfestigkeit aufwies. Als Betriebsspannung gilt aber nicht die an dem Kondensator liegende Gleichspannung, sondern die Spitzenspannung, die man mit einem Spitzenspannungsmesser ermitteln muß, der im wesentlichen aus einer Glimmlampe und einer Widerstandsanordnung besteht. Verfügt man über ein solches Gerät nicht, so mißt man die Gleichspannung und schlägt etwa 30 % hinzu. Die Gleichspannung muß mit einem Voltmeter möglichst hohen Innenwiderstandes (5000 Ω/V) gemessen werden. Auf die Ausführung dieser Messungen werden wir später noch einmal zurückkommen.

Die Schaltung des Funkpraktikers

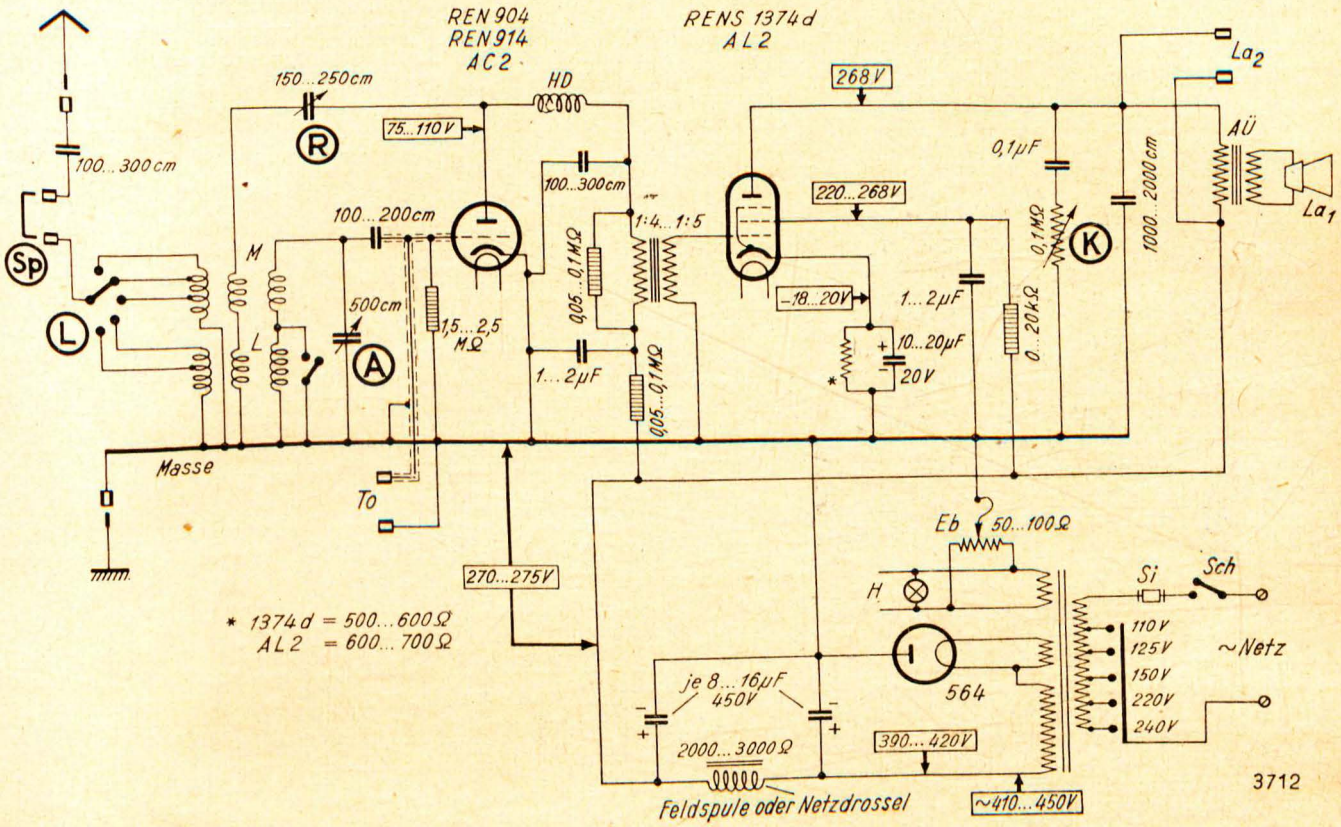
Oft quält man sich mit einem älteren Empfänger stundenlang, manchmal sogar tagelang ab, ohne ihn zu einwandfreiem Arbeiten zu bringen. Er entspricht in seiner Schaltung meist einem Jahre zurückliegenden technischen Stand, ist in dieser Hinsicht also vollständig veraltet oder er ist von fremder Hand verschaltet, so daß nicht mehr durchzufinden ist. Das einzige, was man feststellen kann, ist manchmal die Zahl der Kreise und Röhren und die Tatsache, ob es sich um einen Geradeaus- oder Super-Empfänger handelt.

In diesen wenig erfreulichen Fällen will nun die „Schaltung des Funkpraktikers" einspringen, die stets auf der vorletzten Seite der „FW." veröffentlicht wird. Jedesmal wird ein bekannter und verbreiteter Empfängertyp herausgegriffen und für ihn eine „Durchschnitts-Schaltung" — um nicht „Normal-Schaltung" zu sagen — mitgeteilt, nach der man sich beim „Hinbiegen" eines verschalteten Empfängers in allen Einzelheiten richten kann. Für die Widerstände geben wir z. T. keine festen Werte an, sondern Wertbereiche, damit man hier in größerem Maße freie Hand hat. Die Eintragung der günstigsten Betriebsspannungen will helfen, den Empfänger zu gutem Arbeiten zu bringen; diese Spannungen sind stets Absolutwerte, sie können also nur dann unmittelbar gemessen werden, wenn sie nach Vorschaltwiderständen von nicht mehr als 20 000 Ohm angegeben sind. Für die Messung benutzt man zweckmäßig ein Voltmeter von 500 Volt mit einem Innenwiderstand von 5000 Ω/V, wie sie sich seit einiger Zeit preiswert auf dem Markt befinden; jedoch auch Instrumente mit einem Innenwiderstand von 500 Ω/V sind geeignet, geben aber natürlich hinter höheren Vorschaltwiderständen niedrigere Werte.

Eine besonders heikle Frage ist bei alten Empfängern stets die der Röhren. Oft befinden sich in ihnen Typen, die es heute nicht mehr gibt; nicht selten besteht sogar die Herstellerfirma nicht mehr. Solche Röhren sollte man rücksichtslos durch neue Typen ersetzen, da ein befriedigendes Arbeiten sonst doch nicht zu erreichen ist. Die Schaltungen nennen deshalb auch durchweg moderne Röhrentypen, nach Möglichkeit aber mehrere zur Auswahl nebeneinander.

Die Schaltung des Funkpraktikers

Einfacher Einkreis-Zweiröhren-Empfänger für Wechselstrom



Es ist die Schaltung des verbreitetsten deutschen Gerätes, in der Form, in der sie vor mehreren Jahren benutzt wurde, d. h. mit Dreipolröhre als Audion und einer durch Übertrager angekoppelten Endstufe, die bereits eine Fünfpolröhre aufweist. Geräte dieser Art werden heute häufig in die Funkwerkstatt gebracht, weniger jedoch zur Instandsetzung, als zu einer Verbesserung von Trennschärfe und Wiedergabegüte. Erstere wird durch den Einbau eines hochwertigen Spulensatzes mit HF-Eisenkern und eines Luft-Drehkondensators an Stelle des Drehkondensators mit festem Dielektrium vorgenommen, weiter durch Einbau eines dämpfungsarmen Sperrkreises, letztere durch eine moderne Endröhre (RENS 1374 d bzw. AL 2) und einen dynamischen Lautsprecher hohen Wirkungsgrades. Besaß das Gerät bisher einen magnetischen Lautsprecher, so erweist sich ein Umbau des Netzteiles auf höhere Spannung erforderlich, falls man nicht vorzieht, einen permanentdynamischen Lautsprecher einzubauen. Zu den Einzelheiten der Schaltung ist folgendes zu bemerken:

Sperrkreis: Sollte zweckmäßig von umschaltbarer Art sein, also für Mittel- und Langwellenbereich.

Spulensätze: Die Schaltzeichnung enthält einen umschaltbaren Spulensatz für Mittel- und Langwellen, bei dem die Antennenspulen für beide Wellenbereiche getrennt und mit je einigen Anzapfungen versehen sind; diese Art der Antennenspulen ist für die gute Anpassung des Gerätes an die Antenne die günstigste. Man kann auch jeden Spulensatz anderer Schaltung einbauen, desgleichen einen Spulensatz, der außerdem Kurzwellenspulen enthält.

Hochfrequenzdrossel: Sie verhindert das Eindringen von Hochfrequenz in den Niederfrequenzteil; die hinter der Drossel noch vorhandene HF wird durch den Block von 100 . . . 300 cm nach Masse abgeleitet. An Stelle der Drossel kann man oft auch einen billigen Hochohmstab von 2000 bis 5000 Ω verwenden.

Endstufe: An Stelle der indirekt beheizten Endröhre kann auch eine solche direkt beheizter Art verwendet werden. Der Kathodenwiderstand mit Parallelkondensator ist dann zwischen der Mittenanzapfung des Entbrummers und Masse einzuschalten. Der Kathodenwiderstand (in Ω) wird berechnet, indem man die für die jeweilige Röhre erforderliche Gittervorspannung (in Volt) durch den Kathodenstrom (Summe von Anoden- und Schirmgitterstrom; in Amp.) teilt.

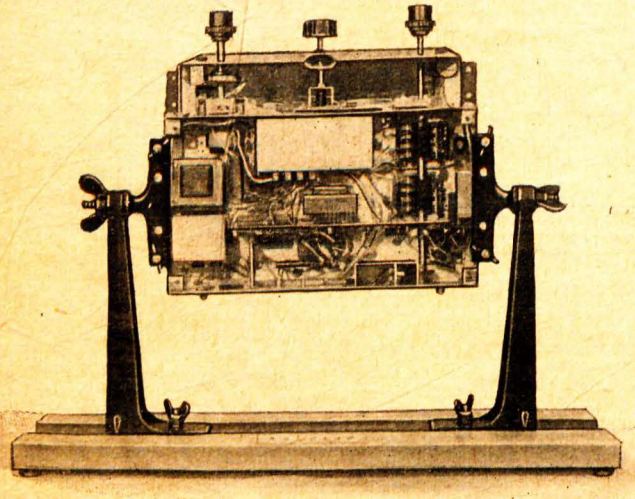
Feldspule und Netzdrossel: Kommt ein elektrodynamischer Lautsprecher zur Anwendung, so wird die Feldspule gleich zur Anodenstrom-Siebung benutzt. Da die Feldleistung im Durchschnitt 5 Watt beträgt und bei Emfängern dieser Art ein Gesamt-Anodenstrom von nicht mehr als 30 bis 35 mA verfügbar ist, muß an den Enden der Feldspule eine Spannung von 140 bis 160 Volt liegen. Um diesen Betrag muß also die vom Gleichrichter gelieferte Spannung höher sein als die Anodenspannung zuzüglich der Gitterspannung. Der Gleichstromwiderstand der Feldspule muß 4000 bis 5000 Ω betragen.

Macht man von einem permanentdynamischen Lautsprecher Gebrauch, so wird an Stelle der Feldspule eine Drosselspule eingebaut, die nur etwa 200 bis 300 Ω Widerstand besitzt, so daß sich bei gleichem Anodenstrom ein Spannungsabfall von 6 bis 10 Volt ergibt. Man kommt dann mit einer Spannung im Netzteil aus, die nur 6 bis 10 Volt über der Anodenspannung der Endröhre zuzüglich der Gittervorspannung liegt.

Werkzeuge und Hilfsmittel

Arbeitsständer für Rundfunkempfänger

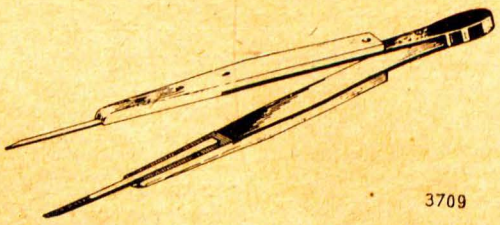
In vielen Funkwerkstätten sind behelfsmäßig aufgebaute Ständer zu finden, die den aus dem Gehäuse genommenen Empfänger aufnehmen sollen, um bei der Messung und Instandsetzung von allen Seiten gut herankommen zu können. Ein solcher Ständer wird jetzt in sehr zweckmäßiger Ausführung fertig in den Handel gebracht. Er besteht aus einer starken hölzernen Grundplatte, in deren Führungsnuten zwei eiserne Ständer verschieb- und feststellbar angeordnet sind. Am oberen Ende der Ständer sind Spannklauen angebracht, in die man jedes beliebige Empfängergestell einspannen kann; sie sind drehbar gelagert, so daß sich das Gerät bequem nach allen Seiten drehen läßt. Flügelmuttern ermöglichen überall ein schnelles Festspannen und Lösen. Da der Ständer rahmenlos gehalten ist, sind bei seiner Benutzung wirklich alle Teile des Empfängers einwandfrei zugänglich.



Werkbild (K)

Isolations-Pinzette

Das beistehende Bild zeigt eine neue, sehr präzise ausgeführte Pinzette, bei der die Spitzen gegen den Griff durch zwischengeschaltete Isolierteile elektrisch und thermisch hervorragend isoliert sind. Die Isolierteile sind einerseits mit dem federnden Hauptstück der Pinzette vernietet, andererseits sind die Stahlspitzen in sie eingelassen. Die Metallteile der Pinzette bestehen aus rostfreiem Stahl.



3709

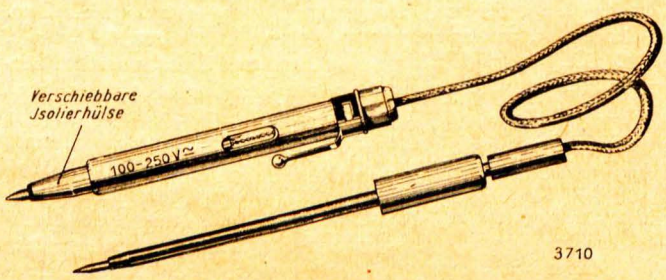
Die Isolationspinzette kann mit Vorteil benutzt werden, um die Leitungsführung in Rundfunkempfängern, Kraftverstärkern, Netzgeräten u. dgl. zu untersuchen; man kann sie ferner gebrauchen, um irgendwelche kleinen Schaltelemente, wie Widerstände, Kondensatoren, Spulen u. dgl., im eingeschalteten Zustand des betreffenden Gerätes hinzuzufügen, d. h. mit ihren Anschlüssen an entsprechende Leitungen oder Teile im Gerät anzudrücken, um die Einwirkung zu beobachten. Man kann die Pinzette schließlich benutzen, um mit ihr stromführende Teile während des Betriebes zu justieren, kann sie aber auch für Lötarbeiten gebrauchen, da der verwendete Isolierstoff die Wärme wenig leitet.

Isolierfaden

Die Isolierung der Leitungen in Rundfunkempfängern erfolgt gewöhnlich mit Isolierschlauch (Lackschlauch), so daß das Abisolieren der Leitungsenden keine Sorge macht. Nur die Netzleitung wird in Form von Gummilitze eingeführt; manchmal bestehen aber auch die Leitungen zu den Skalenlampen, zum Abstimmeter usw. aus Gummilitze. Das Abisolieren der Enden nimmt man zweckmäßig nicht mit Isolierband vor, das hier nur eine unsaubere und unpraktische Arbeit ermöglicht, sondern mit einem neuartigen Isolierfaden, der in etwa 1, 2 und 3 mm Breite hergestellt wird und aus 2, 4 oder 6 durch eine isolierende Klebmasse zusammengehaltenen Einzelfäden besteht. Litzen bindet man mit dem zweifachen Isolierfaden von etwa 1 mm Breite ab.

Spannungsprüfer mit geschütztem Kontaktstift

Der Bedarf an Spannungsprüfern, die von einer kleinen Glimmlampe, mit einem Hochohmwiderstand in Reihe liegend, zur Spannungsanzeige Gebrauch machen, scheint sehr groß zu sein, denn immer wieder werden neue Ausführungen auf den Markt gebracht. Ein neuer Spannungsprüfer in Form und Größe eines Füllhalters zeichnet sich dadurch aus, daß der spitze Kontaktstift durch eine Isolierhülle geschützt ist; infolgedessen kann man sich nicht den Stoff zerreißen, wenn man den Spannungsprüfer lose in der Tasche trägt. Am oberen Ende ist ferner eine Anschlußklemme angebracht, an der man die Verbindungsschnur zu einem zweiten Prüfstift befestigen kann. Der Spannungsprüfer zeigt Gleich- und Wechselspannungen von 100 bis 250 Volt an. Für Spannungen zwischen 250 und 500 Volt kann er in Verbindung mit einem zweiten isolierten Kontaktstift benutzt werden.



3710

*

Die Herstellerfirmen aller besprochenen Neuerungen werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Alle Abbildungen in diesem Heft, die keinen Urhebervermerk tragen, wurden nach Angaben der Schriftleitung hergestellt

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. — DA II. Vj. 1936 = 8466. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G. Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 88378, Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung. — Nachdruck sämtlicher Artikel verboten.

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

1. August 1936 Heft 15

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungskosten von 1 Pfg. enthalten. Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Der deutsche Olympia-Kofferempfänger

Von **Erich Schwandt**

Der bei dem Kofferempfänger-Preisausschreiben der Wirtschaftsstelle Deutscher Rundfunk-Großhändler e. V. (WDRG) mit dem 1. Preis ausgezeichnete Zweikreis-Geradeaus-Empfänger (Preisträger H. J. Stanienda) ist inzwischen in die industrielle Herstellung überführt worden, so daß am 1. August die ersten Geräte auf dem Markt erscheinen konnten. Wir bringen nachstehend eine ausführliche technische Beschreibung des Gerätes; aus ihr geht deutlich hervor, daß dieser von der politischen Rundfunkführung geforderte und propagierte Empfänger hinsichtlich seiner Leistungen, seiner praktischen Brauchbarkeit und seines Preises unter allen Koffergeräten eine Sonderstellung einnimmt.

An einen Kofferempfänger volkstümlichen Preises, der für möglichst breite Käuferschichten bestimmt ist — das Interesse an einem solchen Gerät ist im Jahr der Olympiade naturgemäß besonders groß —, sind selbstverständlich grundsätzlich andere Forderungen zu stellen, als an ein Gerät, bei dem ohne Rücksicht auf den Aufwand eine möglichst große Leistung erzielt werden soll. Der Kofferempfänger volkstümlichen Preises wendet sich in erster Linie an solche Rundfunkhörer, die keinen Kraftwagen besitzen; er muß deshalb ein geringes Gewicht und möglichst bequeme Abmessungen haben. Es heißt hier absichtlich nicht kleine, sondern bequeme Maße; wenn man das Gerät viel tragen muß, kommt es vor allem auf eine flache Form an, die das Tragen erleichtert. Tiefe bzw. breite Koffer sind unangenehm, weil sie dazu zwingen, den Arm weit nach außen zu halten, wobei er schnell ermüdet.

Der Empfänger muß ferner eine Schaltung benutzen, die mit nicht zu großer Röhrenzahl befriedigende Fernempfangsleistungen gibt und die „narrensicher" ist, die vor allem auch bei ausgequetschten Batterien noch gut arbeitet. Diese Bedingungen werden vom Superhet bekanntlich nicht erfüllt; der Überlagerer setzt bei stark absinkender Anodenspannung aus, und im übrigen ist der technisch umständlichere Superhet natürlich empfindlicher und störanfälliger, als ein Geradeaus-Empfänger. Für den volkstümlichen Kofferempfänger ist die Geradeaus-Schaltung zu bevorzugen, und zwar die mit einer Hochfrequenzstufe, um auch an einfachen, kurzen Behelfsantennen befriedigenden Empfang zu erhalten. Die Antennenfrage ist bei einem solchen Gerät selbstverständlich nicht durch den Einbau eines Rahmens zu lösen, weil dieser im allgemeinen eine zu geringe Lautstärke liefern würde; man muß mit einer offenen Antenne rechnen. Bekanntlich leistet aber gerade der Zweikreisempfänger mit einer Hochfrequenzstufe auch an einfachen Behelfsantennen Vorzügliches.

Diese Überlegungen veranlaßten den Preisträger dazu, für den volkstümlichen Kofferempfänger die Zweikreis-Dreiröhren-Schaltung vorzuschlagen, wie auch eine Kofferform, die außerordentlich flach ist (Abmessungen 34×36 cm bei nur 11 cm Höhe, also wesentlich kleiner als eine Koffer-

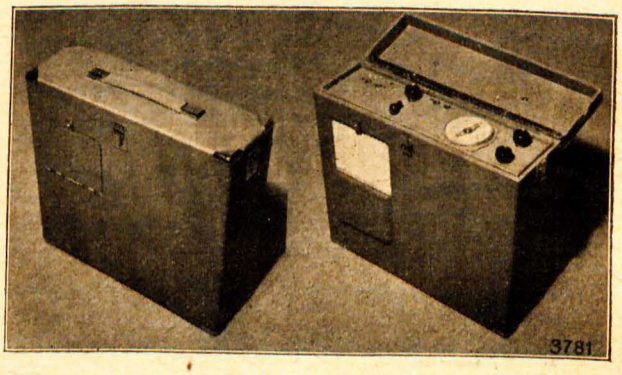


Abb. 1. Der deutsche Olympia-Kofferempfänger reisefertig (links) und empfangsbereit (rechts)

Sprechmaschine und nicht größer als die bekannten Schallplatten-Tragekoffer, die man mit ins Wochenende nimmt). Abb. 1 zeigt den Koffer links reisefertig; an seiner oberen Schmalseite ist ein bequemer Griff angebracht, an dem er leicht getragen werden kann. In Abb. 1 rechts ist er geöffnet und empfangsbereit zu sehen; man braucht nur einen Deckel zu öffnen, um an die Skala und die Bedienungsknöpfe zu gelangen, während die Lautsprecher-Öffnung durch eine kleine Klappe freigelegt wird. Auf der langgestreckten Bedienungsplatte (Abb. 4) erkennen wir neben der Skalenuhr den Ein- und Wellenschalter und drei Bedienungsknöpfe: Abstimmung, Lautstärkeregelung und Rückkopplung. Die Buchsen dienen zum Anschluß von Antenne und Erde und eines Tonabnehmers zur Schallplattenwiedergabe. Außer dem von Hand zu betätigenden Ein- und Wellen-

schalter weist das Gerät einen selbsttätigen Heizschalter auf, der es außer Betrieb setzt, wenn man den Deckel schließt.

Besonders großer Wert wurde auf leichte Zugänglichkeit der Inneneinrichtung gelegt. Man braucht lediglich zwei kleine Schieber zu bedienen, um die Rückwand, die durch ein langes Scharnier mit dem Deckel verbunden ist, an diesem aus Nuten in den Schmalwänden herausziehen zu können (Abb. 2). Die Inneneinrichtung liegt dann in ganzer Fläche frei; man kann leicht an Röhren und Batterien heran und kann diese bei Bedarf ohne Umstände auswechseln (Abb. 3). In dem Gerät kommen Trockenbatterien zur Anwendung, die durch eine verriegelbare Leiste in ihrer richtigen Stellung gehalten werden; der Anschluß erfolgt durch Schnüre. Die Heizbatterie hat auf der Plusseite drei Anschlüsse, zwischen denen wie bei der Volksempfänger-Heizbatterie kleine Widerstände liegen, die die Spannung der frischen Batterie auf die Fadenspannung der Röhren herabsetzen; man muß den Plusstecker nach bestimmter Betriebszeit umstöpseln. Die Spannung der Anodenbatterie beträgt 120 Volt, wovon 7,5 Volt als negative Gittervorspannung für die Endstufe dienen.

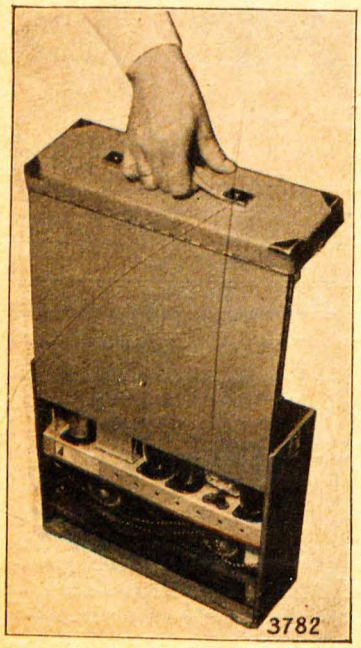


Abb. 2. Durch Herausziehen der Rückwand aus seitlichen Nuten kann die Inneneinrichtung freigelegt werden

Aufbaumäßig zeichnet sich der deutsche Olympia-Kofferempfänger durch eine erfreuliche Geschlossenheit des Empfängergestells aus. Die Bedienungsplatte mit den Drehknöpfen usw. und der kleine permanentdynamische Lautsprecher sind fest angebaut, so daß beim Herausnehmen des Gestells keinerlei Leitungen zu lösen und keine Knöpfe abzunehmen sind. Abb. 5 zeigt das vollständige Empfängergestell. In ihm findet ein kleiner Zweigang-Drehkondensator mit Luftdielektrikum für die Abstimmung der beiden Kreise Anwendung; die Kreise machen außerdem von hochwertigen Ferrocart-Topfkernen Gebrauch. Zur Lautstärkeregelung

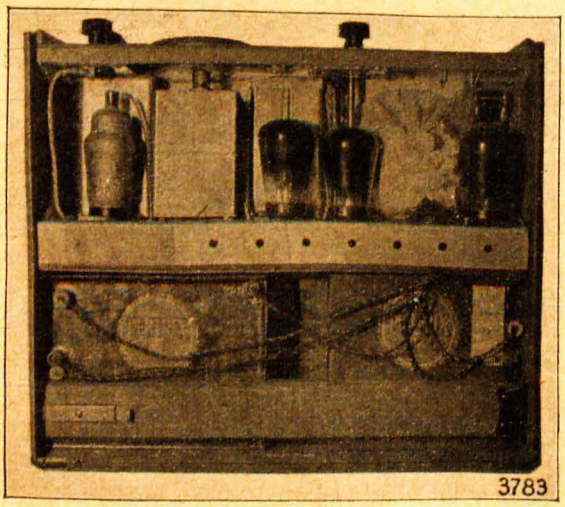


Abb. 3. Innenansicht des Kofferempfängers

(Dreiplatten-Drehkondensator in der Antenne) und für die Rückkopplung dienen Drehkondensatoren mit festem Dielektrikum. Die Spulen sind in große Abschirmgehäuse aus Aluminium eingebaut; die Schrauben für die *L*- und *C*-Abstimmung sind nach Herausnahme des Gestells aus dem Koffergehäuse leicht zugänglich. Zur C-Abstimmung dienen

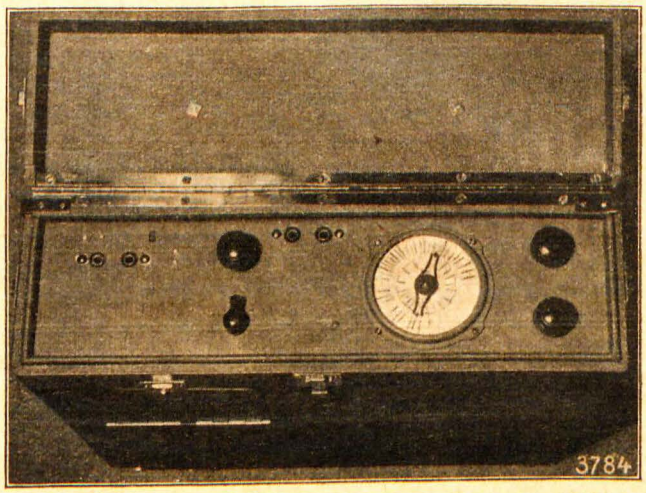


Abb. 4. Die Bedienungsplatte

neue kleine Trimmer mit keramischem Dielektrikum. Die Federsätze der Umschalter sind an die Spulensätze unmittelbar angebaut; sie sind mit rhodinierten Silberkontakten versehen. Die Betätigung erfolgt durch eine lange, über Kegelräder angetriebene Schalterwelle mit eingesetzten Isolierstiften aus Hartgewebe. Um zu einer möglichst einfachen

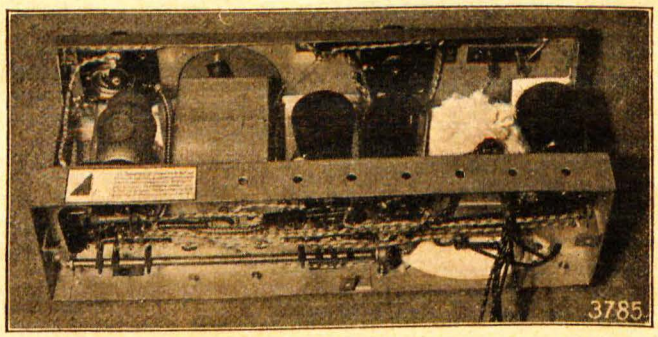


Abb. 5. Das Empfängergestell

Verdrahtung zu kommen, wird weitgehend von den neuen, kleinen ¼ Watt-Hochohmstäben Gebrauch gemacht (nur 15 mm lang bei 5 mm Durchmesser); auch sonst ist bei der Auswahl und Formgebung der Einzelteile sehr auf kleine Abmessungen geachtet worden. Die räumliche Verteilung der Einzelteile, der Einbau des Lautsprechers in das Empfängergestell und der nach unbedingter Geschlossenheit strebende Zusammenbau sind geradezu vorbildlich gelöst.

Über die Schaltung des Empfängers (Abb. 6) ist wenig zu sagen; es ist die eines normalen Zweikreis-Vierröhrenempfängers[1]) mit einer Hochfrequenzstufe, einem Rückkopplungsaudion und einem zweistufigen Widerstandsverstärker. In der ersten Stufe findet eine Fünfpol-Schirmröhre KF 4 Verwendung, als Audion- und Niederfrequenz-Vorstufe je eine Dreipolröhre KC 1, während

[1]) Bei der praktischen Ausführung des Gerätes erwies es sich als vorteilhaft, als Audion statt der Fünfpolröhre eine Dreipolröhre zu verwenden und den Ausfall an Verstärkung durch eine Niederfrequenz-Vorstufe — ebenfalls mit Dreipolröhre — auszugleichen. Auf diese Weise wird der Röhrensatz billiger und die Gesamtverstärkung läßt sich noch etwas vergrößern.

als Endröhre eine KL 1 arbeitet. Die Ankopplung der Antenne erfolgt durch einen Dreiplatten-Drehkondensator, der als Lautstärkeregler dient.

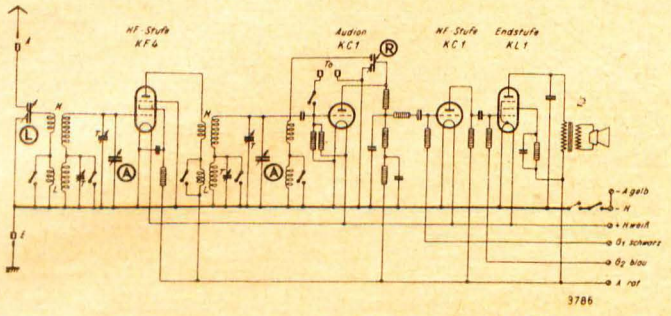


Abb. 6. Prinzipschaltung des deutschen Olympia-Kofferempfängers

Die Leistungen des Gerätes sind ganz hervorragend, sowohl hinsichtlich seiner Empfindlichkeit, als auch hinsichtlich seiner Trennschärfe. Er ist hierin einem hochgezüchteten Zweikreiser für ortsfesten Betrieb durchaus ebenbürtig. Die Empfindlichkeit ist so groß, daß man mit kurzen Behelfsantennen bei einigermaßen brauchbaren Empfangsverhältnissen neben dem Orts- bzw. Bezirkssender stets mehrere Fernsender lautstark erhält. Erstaunlich ist auch die Wiedergabegüte, die in Anbetracht der kleinen Endleistung und des sehr kleinen Lautsprechersystems als hervorragend bezeichnet werden muß.

Die nachfolgende Aufstellung bringt nunmehr die wichtigsten Eigenschaften des preisgekrönten Kofferempfängers.

Röhrenbestückung	KF 4, KC 1, KC 1, KL 1
Stufenfolge	HF + Aud. m. Rck. + NF + End
Wellenbereiche	200 bis 600, 800 bis 2000 m
Lautsprecher	permanentdynamisch
Stromverbrauch: Heizstrom	0,345 Amp.
Anodenstrom im Mittel	8 mA (bei neuen Batterien etwa 14 mA, bei verbrauchten Batterien — Anodenspannung etwa 65 Volt — rund 25 mA).
Abmessungen	340×360×110 mm
Gesamtgewicht	9,35 kg
Heizbatterie	Trockenbatterie, 3 Volt mit eingebautem Widerstand, 70×128×140 mm, 2,15 kg, Hörzeit 100—120 Stunden
Anodenbatterie	Trockenbatterie, 120 Volt, 70×128×160 mm, 2,0 kg, Hörzeit 100 bis 120 Stunden
Antenne	offene. Im Deckel ist Antennendraht untergebracht
Bemerkungen	Tonabnehmeranschluß

Zeichnung und Aufnahmen vom Verfasser

Fernseh-Großprojektion mit der Braunschen Röhre

Es ist das Ziel der Fernsehtechnik, zu ähnlich großen Empfangsbildern zu kommen, wie man sie z. B. bei der Schmalfilm-Projektion erreichen kann. Meilensteine auf diesem Weg waren der Zwischenfilm-Empfänger und das Glühlampen-Tablo, beides Einrichtungen, die infolge des riesigen Aufwandes nur für Sonderfälle in Frage kommen. Das Ideal ist es, auf dem Schirm einer kleinen Braunschen Röhre ein sehr helles und scharfes Empfangsbild zu erzeugen und dieses nun mit einer lichtstarken Optik auf einem großen Schirm vergrößert abzubilden.

So naheliegend die Idee dieser Großprojektion mit der Braunschen Röhre auch ist, so groß sind andererseits die Schwierigkeiten, die bei der Lösung dieser Aufgabe beseitigt werden mußten und noch beseitigt werden müssen. Daß diese Idee aber bereits Wirklichkeit geworden ist, kann man auf der Ausstellung „Deutschland" in der Reichshauptstadt sehen; die Telefunken-Gesellschaft zeigt einen Großbildempfänger im Betrieb, der die Fernseh-Sendungen des Witzlebener Paul-Nipkow-Senders in einer Bildgröße von etwa 1 × 1,2 m wiedergibt. Prof. Dr. Schröter dem wir diese sehr aussichtsreiche Entwicklung zum „Fernseh-Theater" verdanken, betonte nachdrücklich, daß es sich bei dieser Vorführung nur um einen Versuch handelt, gewissermaßen um einen Ausschnitt aus dem jetzigen Stand der Entwicklungsarbeit, aber noch nicht um eine endgültige Lösung. Wir müssen bezeugen, daß schon der Versuch einen sehr vollkommenen Eindruck machte; man empfindet zwar wie bei jeder Fernseh-Übertragung nach den heutigen Bildnormen das Flimmern als störend und man wünscht sich auch eine größere Bildschärfe, als sie mit 180 Zeilen nun einmal nur zu erzielen ist, man stand sonst aber völlig im Bann des großen, lichtstarken Bildes. Gewiß ist der Eindruck, den das Bild macht, nicht anders, als man ihn bei der Betrachtung eines Fernsehbildes der üblichen Größe (etwa 18 × 20 cm) gewinnt, denn man sieht das Großbild aus einer Entfernung von 6 bis 8 m, das kleine Bild aber meist aus einer solchen von nur 1 m; der Großbild-Empfänger ermöglicht es jedoch, einer größeren Zahl von Zuschauern, sich dem Genuß des Fernsehempfangs hinzugeben. Es ist bemerkenswert, daß auch der Großbildempfänger vollkommen störungsfrei arbeitete und ein sauberes, klares und kontrastreiches Bild lieferte.

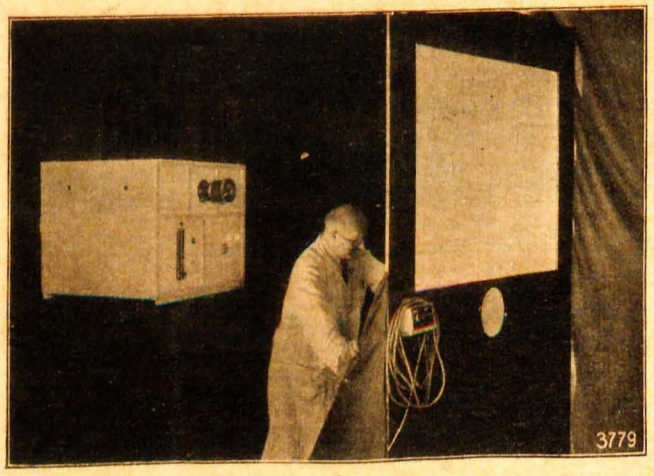


Abb. 1. Fernseh-Großbildempfänger



Abb. 2. Die Braunsche Röhre des Großbildempfängers

Über die Technik des Großbildempfängers ist nicht viel zu sagen, zumal über die Einzelheiten heute noch keine näheren Mitteilungen gemacht werden können. Es mußte eine neue Braunsche Röhre entwickelt werden, bei der das Schirmbild nur eine Größe von 5 × 6 cm besitzt, dafür aber außerordentlich hell ist. Um die erforderliche Helligkeit zu erzielen, ist die Anwendung einer Anodenspannung von etwa 20 000 Volt erforderlich; die Röhre mußte so gebaut werden, daß trotz dieser hohen Spannung keine Überschläge und Durchschläge entstehen. Man mußte die Röhre außerdem mit einem ebenen Bildschirm versehen, da ein gekrümmter Schirm bei der Projektion zu Verzerrungen führt; damit die Röhre trotzdem die notwendige Festigkeit besitzt, mußte die

Wandstärke beträchtlich vergrößert werden. Die Stärke des Glases beträgt etwa 10 mm. Eine weitere Schwierigkeit lag in der notwendig werdenden zusätzlichen Verstärkung der Bildströme, denn eine mit 20 000 V Anodenspannung betriebene Fernsehröhre erfordert naturgemäß auch viel größere Ablenkspannungen als eine normale Röhre.

Die Entwicklung der Optik war demgegenüber ziemlich einfach, denn hier kam es in der Hauptsache darauf an, eine möglichst große Lichtstärke zur Verfügung zu haben, die Linsen also bei sehr großem Durchmesser so zu schleifen, daß weder Unschärfen noch Verzerrungen auftreten. Immerhin ergaben sich auch hier zahlreiche Probleme, die an die Fähigkeit der Optiker große Anforderungen stellten.

Der Großbild-Empfänger überträgt — wie schon erwähnt — die täglichen Witzlebener Fernseh-Sendungen, d. h. er arbeitet mit 25 Bildwechseln und 180 Zeilen. Der Empfänger ist aber soweit durchgebildet, daß er auch für ein Bild von wesentlich höherer Zeilenzahl eingerichtet werden kann; so kann man mit ihm z. B. ein Bild von 380 Zeilen wiedergeben. Eine solche Verdoppelung der Zeilenzahl würde die gewisse Unschärfe, die heute bei manchen Szenen noch störend wirkt, beseitigen, so daß man in jeder Hinsicht den Eindruck einer Film-Projektion empfängt. Mit der Verdoppelung der Zeilenzahl müßte natürlich eine Erhöhung der Bildwechselzahl Hand in Hand gehen, zeigt es sich doch bei Vorführungen immer wieder, daß das Flimmern als störender empfunden wird, als die Bild-Unschärfe.

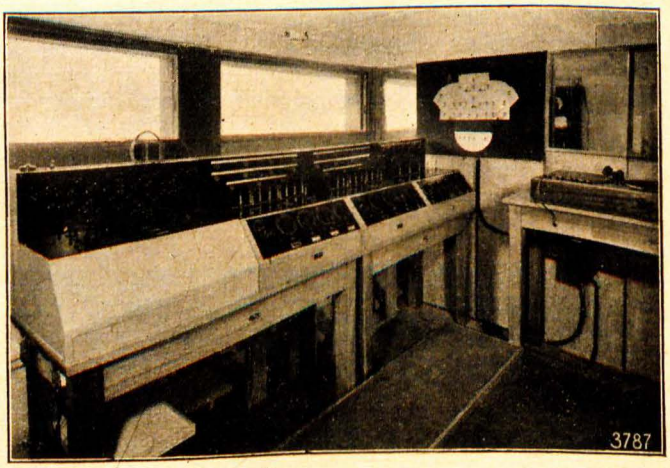
Die Vorführung des Fernseh-Großbildempfängers zeigte deutlich, daß man in der Fernsehtechnik einen großen und beachtlichen Schritt weiter gekommen ist. Es sind noch viel Aufgaben zu lösen, und es ist noch auf Jahre hinaus eifrig zu arbeiten; die deutsche Technik hat aber durch diese Vorführung erneut gezeigt, daß sie gewillt ist, das Fernsehen bis zu einer jeden Anspruch erfüllenden Vollkommenheit zu entwickeln. *Werkbilder (Telefunken) Schw.*

Elektroakustik auf der Freilichtbühne

Im Tal des Murellenberges, in unmittelbarer Nähe des Reichssportfeldes in Berlin, entstand die Dietrich-Eckart-Freilichtbühne, die während der Olympischen Sommerspiele mit jeder Vorstellung 20 000 Volksgenossen im „Frankenburger Würfelspiel" von Eberhard Wolfgang Möller das neue deutsche Drama zum Erlebnis werden läßt. Sie kann das nur dank ihrer einzigartigen Lautsprecheranlage, die jedes Wort und jede Phase des Spiels sämtlichen Zuhörern deutlich vermittelt. Es ist heute kein Problem mehr, Lautsprecheranlagen für beliebig große Leistungen zu bauen, und wenn diese nach Kilowatt rechnen. Es ist aber eine besonders schwierige Aufgabe, die Lautsprecheranlage einer riesigen Freilichtbühne so einzurichten, daß beim Hören die Richtung gewahrt bleibt, daß man also die Stimme eines Schauspielers oder eines Chores, der links auf der Bühne steht, auch nach der Verstärkung von links hört, und daß die verstärkte Stimme nach der anderen Seite der Bühne mitwandert, wenn der Chor dorthin schreitet.

Diese Aufgabe wurde so gelöst, daß man in die Vorderwände des Bühnenaufbaues insgesamt sieben Lautsprecher-Anordnungen einbaute, von denen sich jede aus acht Lautsprechern zu je 5 Watt zusammensetzt. Diese acht Systeme sind jedesmal in ein eigenartiges Trichtergebilde eingebaut, das so eingerichtet ist, daß der Schall von jedem dieser Lautsprecher über die Gesamtfläche der Zuschauerplätze verteilt wird. Jede der sieben Lautsprecheranordnungen ist also in der Lage, alle Zuschauerplätze ausreichend mit Schall zu versorgen. Auf der Bühne befinden sich außerdem Anschlüsse für insgesamt 35 Mikrophone, von denen elf gleichzeitig zu benutzen sind und beliebig zusammengeschaltet werden können. Man faßt sie zu Gruppen zusammen, die nun über die Verstärker mit den zugehörigen Lautsprechern verbunden werden. So stehen also für ein Spiel mehrere „Übertragungskanäle" zur Verfügung, z. B. ein linker Kanal, der aus den auf der linken Seite der Bühne angeschlossenen Mikrophonen und dem links befindlichen Lautsprecher mit dazwischen geschaltetem Verstärker besteht, ein mittlerer Übertragungskanal, für den Mikrophone in der Mitte der Bühne über einen Verstärker mit dem mittleren Lautsprecher verbunden sind, und ein rechter, der aus Mikrophonen auf der rechten Bühnenseite, einem Verstärker und einem rechten Lautsprecher besteht. Spricht der Schauspieler im Bereich der linken Mikrophone, so arbeitet auch nur der linke Lautsprecher; bewegt sich der Schauspieler nach der Mitte der Bühne zu, so kommt er in den Bereich der mittleren Mikrophone, und die Sprache wird auch nur vom mittleren Lautsprecher wiedergegeben; schreitet er schließlich nach rechts, so wird die Übertragung vom rechten Mikrophon und Lautsprecher übernommen. Die Schallquelle wandert also mit dem Schauspieler mit, auch der verstärkte Schall kommt für jeden Hörer aus der tatsächlichen Richtung.

Diese Einrichtung benötigt eine umfangreiche Regiezentrale, denn so einfach und selbsttätig, wie es hier geschildert wurde, arbeitet die Anlage natürlich nicht. Ein Tonmeister muß vielmehr Lautsprecher und Mikrophone richtig zusammenschalten, er muß die Verstärker auf- und zudrehen, muß neben der Lautstärke auch die „Richtung" regeln, aus der der Schall kommen muß, um einen guten künstlerischen Eindruck zu erzielen. Der Tonmeister steht über Fernsprecher mit sechs Beobachtungsposten in Verbindung, die sich über die Zuschauerplätze verteilen und die ihm ihre Eindrücke mitteilen. Er arbeitet ferner nach einem festen Regieplan, für den in den Proben die Schaltungen und die Lautstärken festgelegt wurden. Er hat schließlich eine Verteilungstafel zur Seite, auf der kleine Lämpchen, die im Einschaltzustand aufleuchten, Mikrophone und Lautsprecher kennzeichnen. Aus dem Regieraum hat er ferner freien Ausblick auf das Spielfeld, damit er dem Gang der Handlung ungehindert folgen kann.



Blick in die schalltechnische Regiezentrale der Dietrich Eckart-Bühne

Die beschriebene Einrichtung ist aber nur ein Teil der auf der Dietrich-Eckart-Bühne wirklich vorhandenen. Außer ihr sind nämlich drei Großlautsprecher von je 150 Watt Leistung vorgesehen, die für Musikübertragungen bestimmt sind; sie sind hinter der Bühne, am Hang der Schlucht, angeordnet. Zusatzlautsprecher, rings um das Orchester verteilt., dienen ferner dazu, eine einzelne Stimme, die das Mikrophon an einem Instrument abnimmt, auf eine große Lautstärke zu bringen. *Werkbild (Telefunken)*

Neue Krachtöter-Anordnungen

Von

Theo Sturm

Die Einführung der verschiedensten selbsttätigen Regeleinrichtungen und Einstellungen nimmt in der Empfangstechnik ihren Fortgang. Die selbsttätige Lautstärkeregelung ist schon heute Allgemeingut aller mittleren und großen Empfangsgeräte. Man hat sich an ihre gute Arbeitsweise schon so sehr gewöhnt, daß der Käufer eines Gerätes einen unzureichenden Schwundausgleich auch dann als großen Mangel empfindet, wenn er nicht Fachmann ist. Im weiteren Zuge der Entwicklung beginnen sich jetzt selbsttätige Regeleinrichtungen für die Verbesserung der Dynamik und für die Scharfeinstellung der Abstimmung einzuführen.

Eine bei Geräten größerer Gesamtverstärkung sehr angenehme Bedienungserleichterung wird auch durch die selbsttätige Stillabstimmung erreicht (Krachtöter). Gerade diese Einrichtung beginnt sich heute auch bei fabrikmäßig hergestellten Empfängern einzuführen. Sie kann bekanntlich durch eine große Anzahl verschiedener Schaltverfahren verwirklicht werden; der Erfolg ist je nach dem Aufwand verschieden. Der erste Teil des vorliegenden Aufsatzes soll sich mit der vollkommeneren Stillabstimmung kurz befassen; im zweiten Teil sollen dagegen besonders einfache und billige Einrichtungen angegeben werden, die sich jedoch durch sehr gutes Arbeiten auszeichnen.

Eine Reihe von guten Schaltungen für Störsperren wurde in einem früheren Aufsatz des Verfassers beschrieben[1]). Es gibt heute vervollkommnete Einrichtungen, die nicht in allen Fällen umständlicher sind. Es gibt vor allem das Verfahren, den Krachtöter erst dann den Empfang freigeben zu lassen, wenn man auf die Trägerfrequenz scharf abgestimmt hat, nicht also schon dann, wenn man nur auf ein Seitenband eingestellt hat. Würde man also die Spannung, die den Niederfrequenzteil zum Zwecke der Stillabstimmung verriegelt, hinter den Bandfiltern abnehmen, hinter denen die Gleichrichtung für die Betätigung des Lautstärkenausgleichs und für die Gewinnung der Niederfrequenz erfolgt, so würde man diesen Zweck nicht erreichen. Denn der Niederfrequenz-Gleichrichter soll ja im Interesse der Klanggüte mit einem breiten Frequenzband (möglichst 9 kHz) versorgt werden. Würde man den Freigabe-Bereich des Krachtöters ebenso breit machen, so würde man beim Abstimmen auch die Verzerrungen hören, die dann auftreten, wenn man beim Durchdrehen der Abstimmung den Bestwert noch nicht erreicht hat („schiefe Abstimmung"). Um dann die richtige Abstimmung zu finden, muß man sich entweder auf das Ohr verlassen, das nicht bei allen Hörern gleich zuverlässig ist, oder man muß unter Benutzung einer „sichtbaren Abstimmung" (Abstimmungsanzeiger) einstellen.

Die besten Stillabstimmungen vermeiden diesen Nachteil, indem sie die Sperreinrichtung durch einen besonderen Gleichrichter betätigen lassen, der an einen eigenen Schwingkreis angeschlossen ist, dessen Dämpfung so gering gehalten ist, daß die Sperreinrichtung praktisch nur bei Einstellung der Trägerfrequenz aufriegelt. Man hat zur Erhöhung der Kreisgüte vorgeschlagen, den zusätzlichen Schwingkreis durch eine Röhrenanordnung zu entdämpfen, erhält natürlich auf diese Weise eine umständliche Einrichtung. Bei Anwendung solcher Sperrschaltungen ergibt sich der große Vorteil, daß der Hörer das Abstimmeter beim Abstimmvorgang nicht zu beobachten braucht; vielmehr wird ja erst bei richtiger Einstellung der Sender überhaupt hörbar. Man kann also dann das Abstimmeter ruhig fortfallen lassen, wenn man es nicht beibehalten will, um an seinem Ausschlag ein Maß für die Stärke der Sender zu haben. Da in diesem Falle die Breite eines Senders auf der Abstimmskala außerordentlich gering erscheint, so daß die Einstellung für den Laien erschwert wird, ist in Verbindung mit einer solchen Stillabstimmung eine Einrichtung für selbsttätige Scharfabstimmung am Platze.

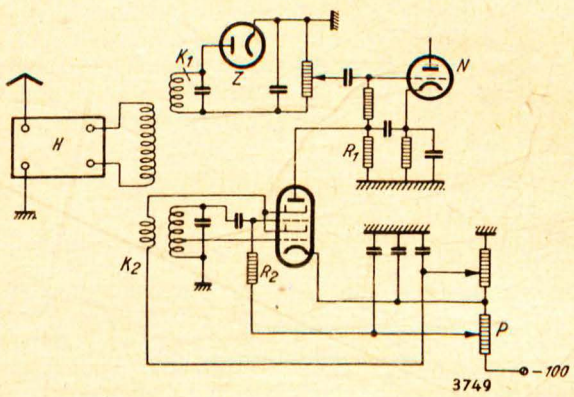


Abb. 1. Einrichtung zur Stillabstimmung, die sehr scharf auf die Trägerfrequenz anspricht

In Abb. 1 ist eine Schaltung der oben beschriebenen Art dargestellt. H ist der mit selbsttätiger Lautstärkeregelung versehene Hochfrequenzverstärker, dessen Ausgang mit einem Kreis K_1 festgekoppelt ist; dessen Spannung wird durch eine Zweipolröhre Z gleichgerichtet und zur Steuerung des Niederfrequenzteiles benutzt. N sei die erste Niederfrequenzröhre; sie erhält ihre Gittervorspannung in üblicher Weise über einen Widerstand R_1. Mit dem Ausgang des Hochfrequenzverstärkers ist ein weiterer Kreis K_2 lose gekoppelt, der scharf auf die Trägerwelle abgestimmt ist. Zur Entdämpfung und gleichzeitig zur Erzeugung der Steuerspannung für die Stillabstimmung ist bei der gezeichneten Anordnung eine Sechspolröhre in Sonderschaltung benutzt, an deren innerstes Gitter der schwach gedämpfte Kreis angeschlossen ist. Die Entdämpfung geschieht unter Benutzung des innersten und äußersten Schirmgitters, solange kein hinreichend starker Sender eingestellt ist. Denn dann ist wegen der über den Widerstand R_2 dem dritten Gitter erteilten geringen Vorspannung der Stromfluß sowohl auf das erste Schirmgitter wie auch das zweite Schirmgitter und die Anode verteilt. Trifft aber eine hinreichend starke Schwingung auf das Gitter 3, so tritt an ihm der Audioneffekt auf, durch dessen Wirkung am Gitter 3 eine so hohe Vorspannung aufgebaut wird, daß kein Strom mehr über das zweite Schirmgitter und die Anode fließen kann. Obgleich hierbei die Steilheit des ersten Schirmgitters zunimmt, so daß die Dämpfung des Kreises K_2 abnehmen würde, bleibt wegen der jetzt abnehmenden Steilheit des vierten Gitters der Entdämpfungszustand des Kreises K_2 annähernd erhalten.

Das Zustandekommen eines merklichen Anodenstromes hat einen Spannungsabfall im Widerstand R_1 zur Folge, derart, daß die Vorspannung der Röhre N so stark negativ wird, daß die Röhre gesperrt wird. Die Schärfe der Erscheinung ist um so größer, je geringer die zum Sperren der Röhre N erforderliche Vorspannungsänderung ist, je größer der Verstärkungsfaktor der Sechspolröhre ist, je größer die im Kreis K_2 schwingende Hochfrequenzspannung ist, je größer die Vorspannung des dritten Gitters der Sechspolröhre ist im Vergleich zu der für das Verriegeln des

[1]) Methoden zur Krachbeseitigung „Funk" 1934, Heft 14, Seite 261 ff.

Anodenstromes erforderlichen Vorspannung, je größer der Widerstand R_2 gewählt ist. Der Einsatzpunkt des Sperreffektes kann durch Verändern der Vorspannung des dritten Gitters verändert werden, wozu ein Drehspannungsteiler vorgesehen ist (P).

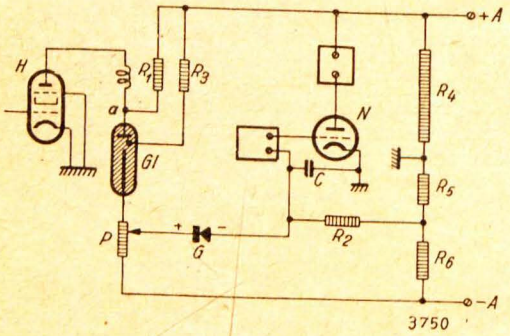


Abb. 2. Störsperre mit Abstimmanzeiger vereinigt. Für die Anwendung dieser Schaltung im „Wachsenden Hexoden-Superhet" kommen folgende Werte in Betracht:

$R_1 = 30 \div 50\ k\Omega$, $R_2 = 0{,}2\ M\Omega$, $R_3 = 0{,}5\ M\Omega$, $R_4 = 20\ k\Omega$, $R_5 = 100\ \Omega$, $R_6 = 1{,}5\ k\Omega$, $P = 50\ k\Omega$, $C = 0{,}5\ \mu F$, G = Sirutor, $Gl = RR\ 1455$, $N = REN\ 924$

Es gibt natürlich noch eine größere Reihe Schaltungen, die alle den gleichen Grundgedanken haben und alle mit mehr oder weniger Erfolg die gleiche Wirkung erzielen. Es würde zu weit führen, an dieser Stelle alle denkbaren Anordnungen aufzuführen.

Andere Bestrebungen richten sich darauf, Krachtöter möglichst einfacher Bauart zu entwickeln, die insbesondere nicht den Abstimmungsanzeiger verdrängen wollen, sondern gerade in Verbindung mit ihm arbeiten sollen. Aus den Arbeiten des Verfassers sollen zwei Schaltungen dieser Art mitgeteilt werden, die zu-

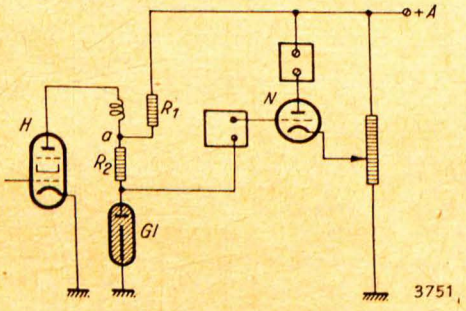


Abb. 3. Krachtöter mit Glimmlampe

sammen mit Prof. Leithäuser entwickelt wurden. In dem bereits angeführten Aufsatz [2]) wurde u. a. eine Anordnung angegeben, die dort in Abb. 6 gezeigt ist. Die Wirkungsweise der Schaltung war dadurch gegeben, daß die infolge der selbsttätigen Lautstärkeregelung schwankende Anodenstromstärke der Hochfrequenzröhre H am Widerstand R_1 Spannungsschwankungen entstehen ließ, von denen ein Teil am Spannungsteiler P abgegriffen und zur Sperrung der Niederfrequenzröhre N benutzt wurde, wobei ein zwischengeschalteter Gleichrichter G verhinderte, daß die Gittervorspannung der Röhre N positiver werden konnte, als die über den Widerstand R_2 zugeführte normale Gittervorspannung. Da der Spannungsteiler P nicht beliebig niederohmig gemacht werden kann, mußte man an die Güte des Gleichrichters recht hohe Anforderungen stellen, denen nur die Zweipolröhre gewachsen war. Andererseits war auch ein großer Mangel der Schaltung darin vorhanden, daß nur ein kleiner Teil der Spannungsschwankungen ausnutzbar war, sofern man den Kathoden der Hoch- und Niederfrequenzverstärkerröhren ungefähr dieselbe Spannung erteilen wollte.

Diese Nachteile vermeidet die in Abb. 2 dargestellte neue Schaltung. Sie zeichnet sich dadurch aus, daß der Spannungsteiler in zwei Teile zerlegt ist, von denen nur der Teil P ohmisch ist. Der andere Teil ist durch die Glimmlampe Gl ersetzt, die gleichzeitig als Abstimmungsanzeiger benutzbar ist. Glimmlampen haben bekanntlich die Eigenschaft, daß der an ihnen auftretende Spannungsabfall bei normaler Glimmentladung nahezu konstant ist. An den Klemmen des Widerstandes P tritt somit der gesamte Betrag der Spannungsschwankung des Punktes a auf und ist somit zur Betätigung der Stillabstimmung verfügbar. Wegen der Glimmlampe, deren Wechselstromwiderstand nahezu Null ist, ist der neue Spannungsteiler verhältnismäßig niederohmig. Man kann daher auch den Widerstand R_2 kleiner bemessen (er richtet

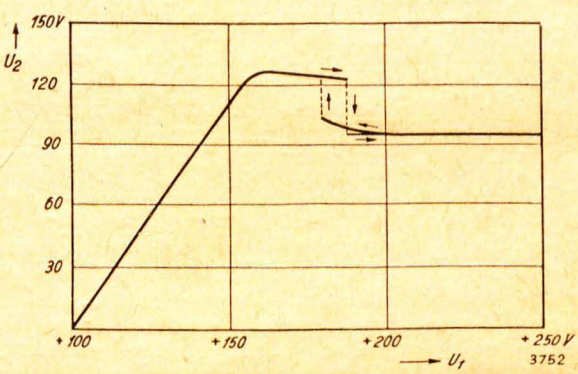


Abb. 4. Kennlinie einer Glimmlampe GR 150
U_1 = Spannung des Punktes a, U_2 = Spannung der Anode der Glimmlampe

sich nach den Erfordernissen der Abstimmungsanzeige), so daß übliche Trockengleichrichter für G genügen. Bei den angestellten Versuchen bewährte sich der kleine unter dem Namen Sirutor bekannte Gleichrichter ausgezeichnet, besonders wenn zur Erhöhung des Sperrwiderstandes zwei Stück in Serie geschaltet wurden. Der Abgriff am Widerstand P kann sehr gut zum Einstellen der Reizschwelle der Apparatur benutzt werden, während er früher auch zur Justierung dienen mußte. Man hat so eine Schaltung zur Stillabstimmung, die sich von der Schaltung, wie sie für Abstimmglimmlampen üblich ist, nur dadurch unterscheidet, daß noch ein Trockengleichrichter gebraucht wird und daß evtl. statt eines Festwiderstandes ein Drehspannungsteiler (P) Verwendung finden kann. Das ist eine Anordnung, die an Einfachheit kaum zu übertreffen ist, obwohl ein vollwertiges Arbeiten sowohl als Krachtöter wie als Abstimmungsanzeiger sichergestellt ist. Eine Beeinflussung der Abstimmungsanzeige konnte nicht festgestellt werden, da ja R_2 immer noch groß gegen P ist.

Eine ähnliche Schaltung ist in Abb. 3 dargestellt; sie kommt mit noch geringerem Aufwand an Schaltmitteln aus, wobei allerdings gewisse Mängel zuzugeben sind.

Der Abgriff für die Kathoden der Verstärkerröhren ist hier so gewählt (bezogen auf die Unterteilung der Anodenspannung), daß über die Glimmlampe, an der ja eine nahezu konstante Spannung abfällt, die richtige Gittervorspannung für die zu sperrende Niederfrequenzröhre N zugeführt wird. Infolge des Einflusses der selbsttätigen Lautstärkeregelung schwankt der Stromverbrauch der Röhre H und damit der Spannungsabfall am Widerstand R_1. Wird hier die Spannung des Punktes a niedriger, als es der normalen Brenn-

[2]) Methoden zur Krachbeseitigung. „Funk" 1934, Heft 14, Seite 261 ff.

spannung der Glimmlampe entspricht, so erlischt diese, und die Röhre N wird verriegelt. Das Arbeiten der Schaltung als Krachtöter ist einwandfrei, sie hat jedoch den Mangel, daß zunächst die Vorspannung der Röhre N nicht vollkommen konstant ist, sondern nur annähernd [3]), daß ferner die Kathode der Röhre N eine wesentlich andere Spannung haben muß als die der Hochfrequenzröhren, daß endlich auch die Glimmlampe zur Abstimmungsanzeige nur bedingt brauchbar ist, da sie ja in den Zeiten, wo der Empfänger gesperrt ist, erlöschen muß. Um verschiedene Grenzspannungen für die Hochfrequenz einzustellen, müßte man z. B. den Widerstand R_1 verändern. Die Folge wäre für jede Einstellung eine andere Feldstärkeskala auf der Glimmlampe. Außerdem muß bei Inbetriebnahme die Spannung der Kathode der Röhre N genau eingestellt werden, so daß bei der Herstellung des Empfängers ein zusätzlicher Prüfgang erforderlich ist. Diese Nachteile fallen bei der Anordnung nach Abb. 2 sämtlich fort. Die Schaltung nach Abb. 2 hat sich u. a. im „Wachsenden Hexodensuperhet" sehr gut bewährt; die in Abb. 2 eingetragenen Werte für die Widerstände beziehen sich auf dieses Gerät [4]).

[3]) Vgl. Abb. 4, welche die Gittervorspannung der Röhre N in Abhängigkeit von der Spannung des Punktes a darstellt. Die Abbildung zeigt ganz allgemein das Verhalten einer Glimmlampe mit Vorwiderstand.

[4]) Siehe „Funk" 1934, Heft 12, 13, 17, 25, 36 und 41; 1935, Heft 11; 1936, Heft 10.

Zeichnungen vom Verfasser

Hochfrequenz-Eisenkerne zum Selbstbau hochwertiger Spulen

Eine Zusammenstellung mit praktischen Aufbau- und Wicklungsangaben

Von

E. W. Stockhusen

„Man besinnt sich auf den Bastler" — diese Feststellung, die wir in den Berichten über die Neuheiten der letzten Rundfunkausstellung immer wieder fanden, können wir auch treffen, wenn wir nachfolgend die in Deutschland im Handel befindlichen Hochfrequenz-Eisenkerne und ihre praktischen Verwendungsmöglichkeiten eingehend betrachten. Glaubte man zunächst dem Bastler diese Mittel zum Selbstbau hochwertiger Abstimmkreise weitgehend vorenthalten zu müssen, so hat man sich inzwischen — dem Beispiel weniger Firmen folgend — allgemein besonnen; der Bastler findet jetzt ein so zahlreiches Angebot von verschieden geformten Hochfrequenz-Eisenkernen, daß für jeden in Frage kommenden Zweck die geeignete Baueinheit ausgewählt werden kann.

Über die theoretischen Grundlagen der Verwendung von Eisen in Hochfrequenzspulen, über die Güteverhältnisse so aufgebauter Spulen, über die zweckmäßigste Form dieser Kerne und die Wicklungsdrähte bzw. -litzen, über alle diese mehr theoretischen Gesichtspunkte ist in dieser Zeitschrift schon ausführlich berichtet worden [1]). Die Fachzeitschrift will aber nicht nur Begründung und Bewertung, sondern auch praktische Erfahrung vermitteln, und wie hier schon über einige ältere Eisenkerne geschehen, so soll nun über praktische Verwendung, Bewicklung, Zusammenbau und Einbau der neueren Eisenkerne das Erforderliche mitgeteilt werden.

[1]) Vgl. „Funk" 1934, Heft 8; 1935, Heft 7, 8 und 16.

Eine Übersicht über die neuen Hochfrequenz-Eisenkerne mit den zugehörigen Spulenkörpern und Aufbauteilen ist in Abb. 1 gegeben; wir sehen dort zehn verschiedene Basteleinheiten, die von sechs verschiedenen Firmen auf den Markt gebracht werden. Wenn man nicht besondere Gesichtspunkte bei der Auswahl anwendet, könnte hier schon von der Qual der Wahl gesprochen werden.

Wenn nun zunächst die einzelnen Basteleinheiten näher beschrieben werden, so muß vorausgeschickt werden, daß die Reihenfolge in keiner Weise als Werturteil aufgefaßt werden darf, wir haben uns ein wenig nach der Reihenfolge, mit der die Eisenkerne auf den Markt kamen, gerichtet. „Ein wenig" nur, weil auch hier keine Zeitfolge genommen werden konnte, da zahlreiche Firmen mehrere Eisenkernformen zu verschiedenen Zeiten auf den Markt brachten, die Erzeugnisse einer Firma hier aber selbstverständlich zusammen besprochen werden.

Eine Abgleichmöglichkeit der Induktionswerte einzelner Abstimmspulen aufeinander besitzen fast alle neuen Kerne. Die durch eine Veränderung der im magnetischen Feld der Spule liegende Eisenkernmasse leicht mögliche Änderung der Induktionswerte einer Spule bedeutet für den Bastler einen ebenso großen Vorteil der Eisenkernspulen, wie die drei übrigen, vielgenannten: geringe Verluste, kleiner Raumbedarf und Werkstoffersparnis. Durch die Abgleichmöglichkeit ist der Bastler erst in der Lage, einwandfrei auch Spulen für Mehrkreisempfänger selbst zu bauen, denn die hier und da empfohlenen Abgleichmöglichkeiten bei Luftspulen liefen entweder auf eine Verluststeigerung hinaus oder sie waren ungenügend.

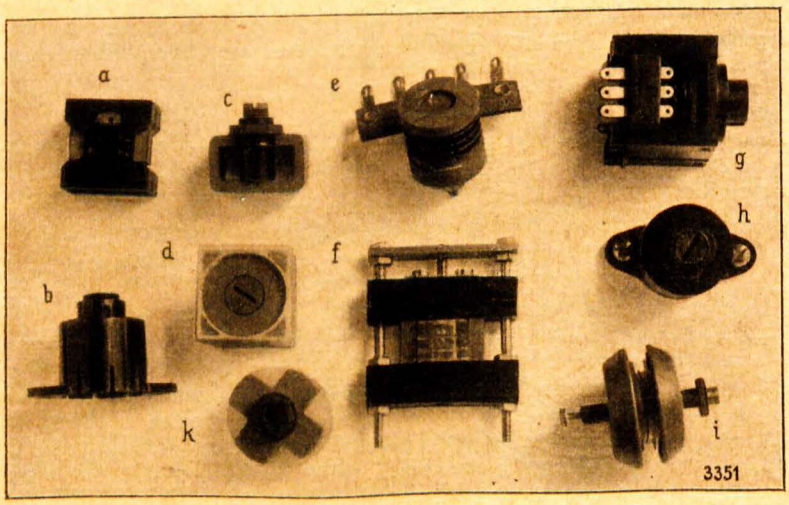


Abb. 1. Neuere Hochfrequenzeisen-Kerne der Firmen: EL/ES (a und b), Dralowid (c und d), Budich (e und f), Görler (g und h), Siemens (k) und H. Mache (i)

Eine neuartige und mit einfachsten Mitteln erreichte Abgleichmöglichkeit weisen die Basteleinheiten mit E-Kern nach Abb. 1 a auf. Der E-förmige Eisenkern wird hierbei einem stabförmigen Jochstück mehr oder weniger genähert. Die Bewegung des E-Kernes erfolgt mit einem mitgelieferten Isolierstab, dessen exzentrisch angebrachter Einstellstift in eine im E-Kern befindliche Bohrung eingeführt wird. Wenn nun am runden Isolierstab gedreht wird, so findet

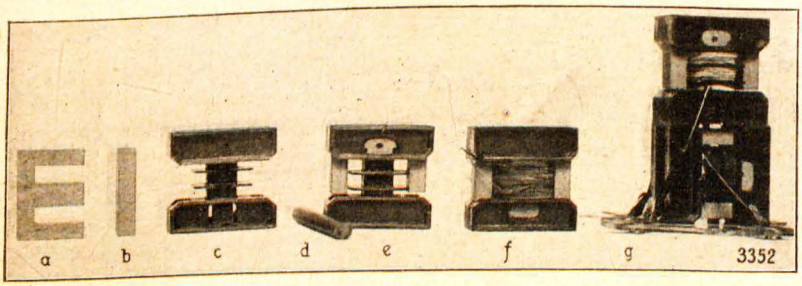


Abb. 2. Aufbau eines EL/ES-Ferrocart Spulensatzes a) der bewegliche E-Kern, b) das untere Jochstück, c) der Trolitulkörper, d) Abgleichstift, e) wie der E-Kern in den Trolitulkörper eingesetzt wird, f) die Spule für die Mittelwellen ist fertig, g) ein fertig zusammengesetzter Hochfrequenztransformator

dieser eine Führung in einem ovalen Ausschnitt des Kernhalters und hebt oder senkt so mit dem exzentrischen Stift den E-Kern. Kernhalter und Spulenkörper bestehen aus e i n e m Stück und sind aus Trolitul gefertigt.

Den Aufbau dieser Basteleinheit zeigt in allen Einzelheiten Abb. 2. Ganz rechts sehen wir in dieser Abbildung die fertig zusammengebauten Spulen für den Mittel- und Langwellenbereich eines Abstimmkreises; sie sollen möglichst senkrecht zueinander stehen. Der Zusammenbau der Trolitulkörper und deren gemeinsame Befestigung auf einer Trolitulgrundplatte, die auch die Anschlußkontakte hält, ist sehr einfach, da die aneinander zu befestigenden Flächen nur mit reinem Benzol zu bestreichen sind, wodurch das sich dann lösende Trolitul vorzüglich klebt. Genaue Angaben über die Wicklungsdaten und die erforderlichen Litzen finden wir in Tafel 1; die dort genannten Wicklungskammern sind in Abb. 3 a gezeigt, die beiden Kopplungsspulen sind also in die untere schmälere Wicklungskammer hineinzuwickeln. Da diese Basteleinheit ohne Verwendung von Metallteilen zusammengebaut wird (vgl. Abb. 2), ist mit ihr eine sehr verlustarme Spule aufzubauen. Der nicht in der Großstadt wohnende Funkfreund wird die bei diesen Basteleinheiten im „Spulenbaukasten" mitgelieferte Hochfrequenzlitze und die Trolitulanschlußplatte besonders begrüßen, da die Beschaffung der Litze in der vorgeschriebenen Ausführung oft sehr schwierig ist.

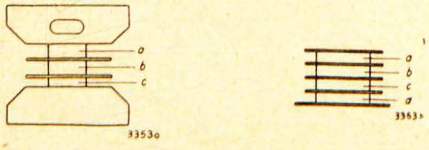


Abb. 3a. Lage der Wickelkammern für Tafel I
Abb. 3b. Wickelkammern-Verteilung nach Tafel II

Der in Abb. 1 b gezeigte Topfkern bildet eine weitere EL-ES-Ferrocart-Einheit. Der Aufbau dieser Basteleinheit ist aus Abb. 11 ersichtlich. Die Wickelkammern des Spulenkörpers sind zur weiteren Verlustminderung mehrfach unterteilt (vgl. Abb. 3 b). Die erforderlichen Wickeldaten können wir Tafel II entnehmen. Der Vorzug dieses Eisenkernes ist der allseitig geschlossene Mantel; auch durch die mit einer Bakelitschraube bewegliche Abgleichscheibe entsteht kein streufeld-erhöhender Luftspalt. Die Versuchsergebnisse, die Hans Vogt zur Schaffung einer solchen Kernform brachten, wurden früher [2]) ausführlich dargestellt. Über den praktischen Auf- und Einbau finden wir weiter unten noch nähere Angaben.



Abb. 6. Dralowid-Würfelspule

Dralowid hat einen Eisenkern mit einer Abgleichschraube aus Hochfrequenzeisen auf den Markt gebracht; wegen seiner äußeren Form wird dieser Eisenkern unter den Namen „Prisma-Bastelsatz" geführt. Aus Abb. 1 c ist der Mantelkern zu erkennen. Die Festigkeit dieses Kern-Werkstoffes ist besonders hervorzuheben. Durch eine Bakelitschraube ist eine Zentralbefestigung auf der Grund- und Kontaktplatte in einfachster Weise möglich. Dieser Basteleinheit, die es als Type A für Rundfunkwellen und Type B für Langwellen gibt, sind fertiggewickelte Kreuzwickelspulen beigegeben. Das ist für manchen Bastler, der sich nicht mit der viel Sorgfalt erfordernden Anschlußarbeit der Hochfrequenzlitze abgeben mag, ein Vorteil; wo man sich aber besonderen Verhältnissen anpassen muß, da sind die unbewickelten Kerne vorzuziehen.

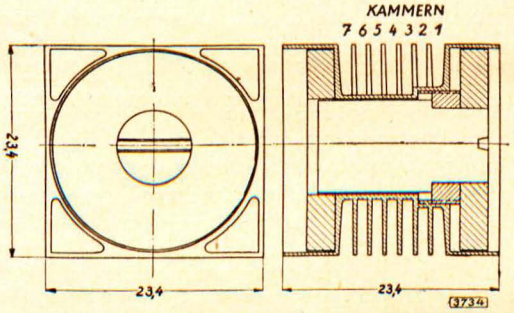


Abb. 5. Wickelkammern für den Würfelkern nach Tafel III

Die Reihenfolge der mitgelieferten Spulen ist nicht gleichgültig und sie sind daher durch Farben besonders gekennzeichnet. Sie werden auf ein kleines Bakelitrohr aufgeschoben, und zwar zuerst die grünfarbige Antennenspule, dann die silbergraue Gitterspule und zum Schluß die rote Rückkopplungsspule. Die Antennenspule liegt also in Richtung des Abgleichstiftes. Zur besseren Isolation werden zwischen die Einzelspulen mitgelieferte Trolitulblättchen gelegt. Beim Zusammensetzen ist darauf zu achten, daß alle drei Spulen im gleichen Wicklungssinn gelegt werden! Über die richtige Anschaltung gibt Abb. 15 Aufschluß; wir müssen also den Anfang einer jeden Spule v o r dem Zusammensetzen durch irgendeine Farbgebung kennzeichnen.

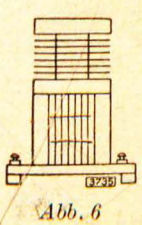


Abb. 6

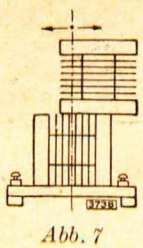


Abb. 7

Zur letzten Funkausstellung brachte das Dralowid-Werk den neuen Würfelkern heraus, der sich durch eine einfache und praktische Form auszeichnet, die einen leichten Zusammenbau ergibt. Abb. 4 zeigt eine Ansicht des unbewickelten Bastelkernes, während Abb. 5 die Masse und die einzelnen Wickelkammern angibt. Wie diese Wickelkammern zu bewickeln sind, geht aus Tafel III hervor. Da auch bei dieser Basteleinheit Kernhalter und Spulenkörper aus einem Stück bestehen und aus Trolitul hergestellt sind,

[2]) Siehe „Funk" 1935, Heft 16.

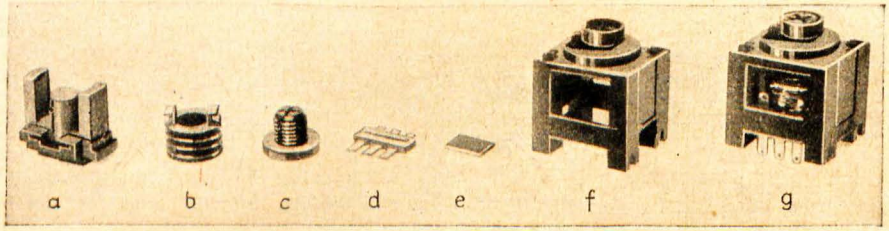


Abb. 10a. Görler-Mantelkern F 201. a) HF-Eisenkern mit Seitenmantel, b) Trolitulspulenkörper, c) Abgleichscheibe mit Einstellschraube, d) Trolitulkontaktleiste, die an a) einzuklemmen ist, e) Pertinaxhaltescheibe, f) Bakelitgehäuse und g) die fertig zusammengesetzte Basteleinheit

ergibt sich der einfache Zusammenbau und Aufbau auf einer Trolitulplatte mit Benzol (vgl. oben) oder noch besser mit dem der Basteleinheit beigegebenen Spezialklebstoff „Cohesan", mit dem auch die einzelnen Litzenenden befestigt werden können. Auch auf anderem Werkstoff kann die Würfelspule befestigt werden, da sie für Schraubbefestigung vier kleine Bohrungen enthält. Wie Abb. 6 zeigt, sind die Einzelkörper eines Spulensatzes zur vollständigen Entkopplung in ihren Achsrichtungen senkrecht zueinander zusammenzusetzen. Wird eine gewisse Kopplung zweier Spulen gewünscht (z. B. für Bandfilter), so verschiebt man sie etwas aus ihrer Symmetrielage, wie dies in Abb. 7 an einem Beispiel gezeigt ist. Neuerdings wird für diesen Würfelkern eine zweckmäßige Anschlußleiste, die sich auch für andere Basteleinheiten eignet, herausgebracht.

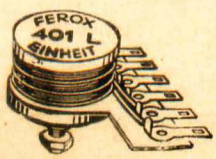


Abb. 8. Der einfache Budich-Ferox-Kern N 7

Budich nennt seinen ersten Bastelkern Ferox N 7; den unbewickelten Eisenkern mit Spulenkörper und Anschlußleiste zeigt Abb. 1 e, die fertig bewickelte Basteleinheit sehen wir in Abb. 8. Ferox N 7 besitzt keine Abgleichmöglichkeit und ist daher der gegebene Bauteil für Einkreisempfänger und Sperrkreise. Die einfache Zentralbefestigung, die mitgelieferte Anschlußleiste und der kleine Raumbedarf machen es für diese Zwecke besonders geeignet. Die Wickeldaten sind ebenfalls der Tafel I zu entnehmen, und zwar gelten die eingeklammerten Werte für Ferox N 7, wo diese fehlen, die Normalwerte der Tafel I.

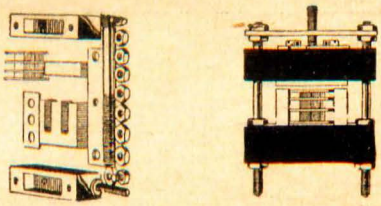


Abb. 9a. Budich-Basteleinheit B 41 in Einzelteilen (links) und in der Zusammenstellung (rechts)

Der Ferox-Bastelkern für Mehrkreis-Empfänger trägt die Typenbezeichnung B 41. Der äußerst feingängige Induktionsabgleich ist eine bemerkenswerte Eigenschaft dieser Basteleinheit, die wir in ihren Einzelteilen und zusammengestellt in Abb. 9 a erkennen. Als Eisenkern wird auch hier ein E-Kern mit Stabjoch verwendet. Diese beiden Kernteile müssen mit einem geeigneten Klebstoff (z. B. Cohesan) an den Trolithaltern nach Abb. 9 a befestigt werden; dabei kommt das Jochstück in den oberen beweglichen Halter. Da die Abgleichführung aus Metall besteht, kann bei diesem Bastelsatz zum Abgleich ein Metallschraubenzieher (mit isoliertem Heft) verwendet werden. Die Montageschrauben des Kernhalters können gleichzeitig zur Befestigung am Empfängergestell benutzt werden. Die Einzelsätze für die beiden Wellenbereiche einer Abstimmstufe werden nebeneinander in einer Entfernung von 3,2 cm (von Mittelpunkt zu Mittelpunkt gemessen) befestigt (siehe Abb. 9 b). Als Vorteil ergibt sich bei diesem Aufbau die Abgleichmöglichkeit b e i d e r Wellenbereiche von oben her. Wickeldaten gibt Tafel I (nicht die eingeklammerten Angaben). Die Wickelkammern entsprechen der Abb. 3, wobei man sich für diesen Fall den unteren und oberen Ansatz fortzudenken hat. Über den zweckmäßigen Aufbau der Trolitul-Anschlußplatte sind nähere Angaben weiter unten bei der allgemeinen Aufbauanleitung für alle Basteleinheiten gemacht.

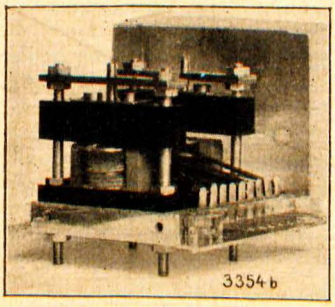


Abb. 9b. Anordnung der Spulensätze nach Abb. 9a für beide Wellenbereiche

J. K. Görler gibt einen Mantelkern mit einer bis ins Einzelne durchkonstruierten Zusammenstellung und Halterung sämtlicher Teile heraus, der neben dem Eisenkern, dem Spulenkörper, der Abgleicheinrichtung und dem Halterahmen auch die fertige Trolitul k o n t a k t l e i s t e und Zusammenbauteile (Schrauben, Pertinaxscheiben, Röllchen) umfaßt. Wie diese Teile zusammengestellt werden, zeigt Abb. 10 a; den fertig zusammengebauten Bastelsatz finden wir in Abb. 1 g und Abb. 10 b. Die Wickeldaten für diesen Mantelkern sind in Tafel II in Klammern angegeben. Die Ankopplungsspulen sind in die kleinere Wickelkammer zu wickeln. Zwei Spulensätze können nach Abb. 10 b ohne weiteres durch Einschieben der mitgelieferten kleinen Röllchen in die an den Gehäuseecken befindlichen Schlitze zusammengebaut werden; zur Befestigung auf der Grundplatte dienen kleine Schrauben mit Pertinaxmuttern. Dieser Mantelkern hat die Typenbezeichnung F 201.

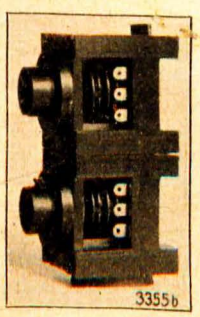


Abb. 10b. Zusammenbau zweier Mantelkerne

Weiter bringt Görler noch den aus Abb. 11 in allen Einzelheiten ersichtlichen Topfkern heraus, dessen Vorzüge schon eingangs erwähnt wurden. Als Wickeldaten gelten für beide Ausführungen die der Tafel II. Die Windungs-

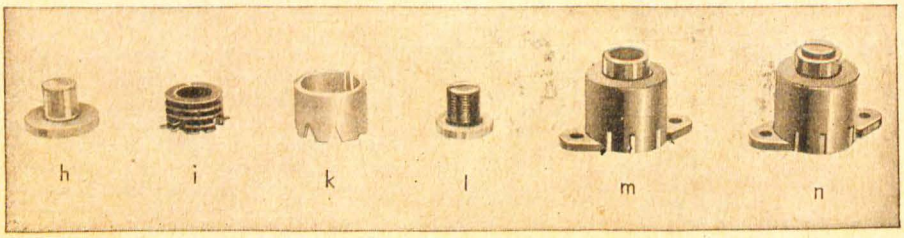


Abb. 11. Aufbau eines Topfkernes (F 202 und EL/ES-Ferrocart). h) inneres Kernstück, i) Trolitulspulenkörper, k) äußerer Mantel aus HF-Eisen, l) Abgleichscheibe mit Einstellschraube, m) das kleine Bakelitgehäuse und n) die fertig zusammengestellte Basteleinheit

zahl der Antennenspule kann man bei einem Wunsch nach größerer Trennschärfe bis auf 10 herabsetzen und umgekehrt bis auf 30 erhöhen, wenn größere Lautstärke gewünscht wird. Zur Herausführung der Litzenenden enthält der Eisenmantel kleine Einschnitte. Ein nach oben gerichteter Schlitz des Mantels greift über eine im Bakelitgehäuse befindliche Nase, so daß eine Verdrehung von Mantel und Gehäuse zueinander ausgeschlossen wird und die Einschnitte in diesen beiden Teilen genau übereinander zu liegen kommen. Man kann zwei Topfkerne der beiden Wellenbereiche nebeneinander auf der Montageplatte befestigen, oft wird dieser Aufbau aber infolge der zusätzlichen Abschirmung zu weitläufig; dann ist ein Zusammenbau nach Abb. 12 sehr günstig. Hier sind die beiden Topfkerne gemeinsam an einer Trolitulplatte *P* befestigt, die zugleich die Anschlußkontakte aufnimmt. Das Weitere über den Aufbau sagt Abb. 12 (die auch für die EL/ES-Topfkerne und die noch zu beschreibenden Siemens-Haspelkerne gilt) selbst. Gegenüber einer seitlichen Übereinander-Anordnung erhält man bei dem Aufbau nach Abb. 12 den Vorteil, daß der Abgleich nicht durch andere, daneben liegende Einzelteile behindert wird und nun entweder von oben, oder — für den Langwellenbereich — von unten abgeglichen werden kann. In der Empfänger-Grundplatte und dem Abschirmbecher sind für die Durchführung des Schraubenziehers zum Abgleich passende Bohrungen anzubringen.

Auch Siemens bringt einen neuen Sirufer-Eisenkern heraus, der seiner charakteristischen Form wegen Haspelkern genannt wird. Abb. 1 k zeigt diesen Haspelkern mit Trolitulspulenkörper; Einzelteile und Aufbau sind aus Abb. 13 ersichtlich. Die passenden Wickeldaten sind in Tafel I in () angegeben. Die bewährte geteilte Form des

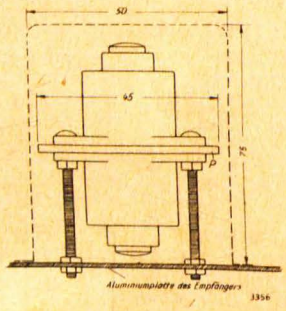


Abb. 12. Zweckmäßiger Einbau zweier Topfkerne eines Abstimmspulensatzes für Mittel- und Langwellen

Spulenkörpers vom älteren H-Kern wurde beibehalten, nur ist der neue Spulenkörper größer und handlicher. Genau einstellbarer Induktionsabgleich und sichere Zentralbefestigung sind weitere gute Eigenschaften des neuen Haspelkernes. Trotz Anwendung einer Abgleichschraube aus Sirufer, bei dem bekanntlich kein sehr feingängiges Gewinde angebracht werden kann, ist beim Haspelkern eine sehr genaue Übereinstimmung der Induktionswerte verschiedener Spulen zu erreichen, weil der Abgleichstift nur in ein schon in der Spulenmitte liegendes Siruferrohr hineingedreht wird und so den schon vorhandenen Eisenkernquerschnitt nur vergrößert und nicht — wie bei anderen Ausführungen — in der Spulenachse die ganze Eisenmasse mehr oder minder hineinsenkt. Durch diese neue Anordnung wird auch vermieden, daß sich der Kopplungsgrad einer der Ankopplungsspulen zur Gitterkreisspulen gleichzeitig mit der Bedienung des Abgleichstiftes über ein zulässiges Maß hinaus ändert, wie dies bei einer zu starken Inanspruchnahme des Abgleichstiftes bei einigen Abgleicheinrichtungen auftreten kann.

Die praktische Verwendung des Siemens H-Kernes ist hier schon mehrfach mit besonderer Ausführlichkeit beschrieben, so daß wir nur auf die Hefte 40, 41, Jahrgang 1934, und Heft 5, Seite 143, Heft 14, Seite 434 Jahrgang 1935 des „Funk" zu verweisen brauchen. Auf die neue Sirufer-Uhr zur Ermittlung der Wickeldaten für H- und Haspelkerne möchten wir die Bastler noch besonders aufmerksam machen. Mit diesem vielseitigen Instrument läßt sich ferner noch pF in cm umrechnen, die Wellenlänge einer gegebenen Kapazität und Induktivität ermitteln und die höchstaufbringbare Windungszahl feststellen [3]).

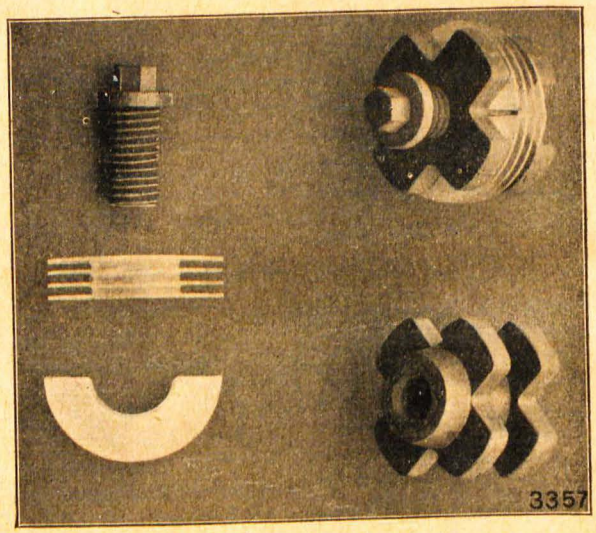


Abb. 13. Der neue Siemens-Haspelkern in seinen Einzelteilen und zusammengestellt

Mit zu einem der ersten Kerne gehörte schließlich noch der Fermalit-Schalenkern der Firma H. Mache, der in Abb. 1 i gezeigt ist. Der Abgleich geschieht bei diesem Bastelsatz durch Näherung bzw. Entfernung der beiden Fermalit-Schalen mittels einer feingängigen Messingschraube. Daß diese Messingschraube mit in der Spulenachse liegt, will uns nicht ganz gefallen und müßte bei einer Weiterentwicklung entsprechend geändert werden. Die Wicklungsdaten entsprechen ungefähr denen der Tafel I, jedoch ist die Gitterkreisspule um einige 10 Windungen zu erhöhen.

Angaben über die Windungszahl und Drahtsorte sind nun für jede Basteleinheit gegeben. Ebenso wichtig wie die genaue Beachtung dieser Daten ist für einen guten Erfolg aber auch die sachgemäße Behandlung der Hochfrequenzlitze; denn werden z. B. nicht alle Einzeldrähtchen der Litze beim Löten erfaßt, so kann die betreffende Spule schlechter wirken als eine normale Luftspule mit Volldraht. Wie wichtig diese sorgfältige Verarbeitung ist, mag dadurch beleuchtet werden, daß eine große Einzelteilfirma es aus diesem Grunde zunächst ablehnte, dem Bastler überhaupt

[3]) Vgl. „Funk" 1936, Heft 1.

ihre Hochfrequenz-Eisenkerne zur Verfügung zu stellen! Unüberwindliche Schwierigkeiten bestehen aber für den geschickten Bastler auch bei der Verarbeitung der Hochfrequenzlitze nicht; schließlich erfordert ein erfolgreiches Basteln heute ohnehin schon ein nicht geringes Maß an Sorgfalt. Beim Abisolieren der Lackschicht über einer kleinen Flamme (am besten Spiritus) ist vor allen Dingen darauf zu achten, daß die Einzeldrähtchen nur schwach glühend werden, da sie sonst wegen ihrer Feinheit verbrennen. Wird das betreffende Ende der Litze so noch schwach glühend in ein kleines Spiritusnäpfchen (klein wegen der Gefahr der Entflammung) getaucht, so lassen sich etwa noch anhaftende Lackreste leicht mit einem weichen Tuch abreiben. Danach werden die Einzeldrähtchen vorsichtig verdrillt und verzinnt. Bei diesem ganzen Vorgang ist nur darauf zu achten, daß tatsächlich alle Kupferfäden erfaßt werden; im übrigen läßt sich die Hochfrequenzlitze ebenso einfach verarbeiten, wie z. B. Volldraht von 0,1 mm ⌀. Um Isolationsbeschädigungen an den Gehäusedurchführungen zu verhindern, sind die Spulenenden mit dünnem Isolierschlauch zu überziehen.

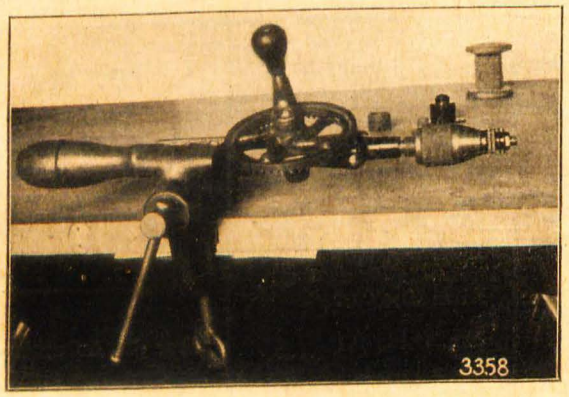


Abb. 14. Die einfache und zuverlässige Wickelmaschine des Bastlers (zwei Kammern eines Spulenkörpers nach Abb. 1b, g oder h sind bewickelt zu sehen)

Wickelvorrichtungen wurden in dieser Zeitschrift schon wiederholt beschrieben[4]; doch ist bekannt, daß nur wenige Bastler Lust haben, sich eine Vorrichtung zu bauen, deren Anfertigung weit mehr Zeit kostet, als sie ersparen hilft. Wir zeigen daher in Abb. 14, wie man es mit einem bei jedem Bastler vorhandenen kleinen Schraubstock und einer Handbohrmaschine einfacher machen kann. Die Spulenkörper werden im Bohrfutter mit einem passenden kleinen Schraubbolzen gehalten; als solcher genügt für die kleineren Spulenkörper der Abb. 1 b, e, g, f, h und k schon das Gewinde einer der früher vielfach verwendeten Apparateklemmen, deren obere isolierte Schraube abgeschraubt wurde. Soweit möglich, sind die Windungen gleichmäßig zu wickeln; man braucht hier aber nicht besonders peinlich vorzugehen. Wir sind der Ansicht begegnet, daß es bei diesen neuen Basteleinheiten mit Abgleicheinrichtungen nicht auf genaues Zählen der Windungen ankomme; das ist aber nicht ganz richtig. Auf eine oder zwei Windungen kommt es natürlich nicht an, auch größere Abweichungen der Windungszahl kann man mit dem Induktionsabgleich ausgleichen; oft entsteht dann aber ein erheblicher Unterschied im Kopplungsgrad der Gitterkreisspule zu einer der Kopplungsspulen. Die in Abb. 14 gezeigte Wickelvorrichtung macht uns das Zählen der Windungen auch sehr leicht, da nur das Übersetzungsverhältnis der Bohrmaschine festzustellen ist und es dann genügt, wenn die Umdrehungen der Antriebskurbel gezählt werden.

Nur vereinzelt sind den Packungen der Basteleinheiten einige kurze Angaben über die Windungszahlen beigegeben; bei keiner finden wir jedoch etwas über den richtigen Anschluß der Einzelspulen. Wir wollen aber dem Bastler langes Probieren oder Nachschlagen in Funklehrbüchern ersparen und haben deshalb in Abb. 15 und 16 das Erforderliche über den richtigen Anschluß aufgezeichnet. Wir ersehen aus diesen Abbildungen, daß uns Anfang und Ende einer jeden Spule genau bekannt sein müssen; die schon erwähnten Isolierschlauchstücke über den Spulenenden müssen also verschiedenfarbig gehalten werden. Die Angaben der Abbildungen gelten jedoch nur, wenn alle Spulen denselben Wicklungssinn erhalten haben!

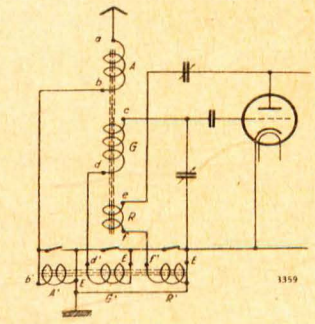


Abb. 15. Verbindungsschema der einzelnen Spulenenden

Wie erwähnt, enthalten nur drei Basteleinheiten die erforderlichen Anschlußleisten, weil diese auch vom Bastler leicht selbst hergestellt werden können, entweder so, daß 10 mm lange Metallgewindeschrauben in entsprechender Zahl auf der Trolitulgrundplatte eingesetzt werden, oder noch einfacher und kapazitätsärmer, indem versilberter Schaltdraht durch passende kleine Bohrungen einer Trolitulleiste geführt wird und diese Leiste an zwei Enden mit je einer kleinen Schraube an der Trolitulgrundplatte befestigt wird, nachdem die Schaltdrahtenden rechtwinklig umgebogen und die beiden aufeinanderliegenden Trolitulflächen gut mit Benzol eingestrichen wurden. Dann löst sich das Trolitul etwas auf und die Anschlußdrähte liegen nach dem Erstarren des Trolituls fest in dieses eingebettet. Es können dann auf der einen Seite die Spulenenden und auf der anderen Seite die entsprechenden Verbindungsdrähte an diese einfachen Lötkontakte angelötet werden; teilweise können die eingebetteten versilberten Schaltdrähte auch gleich die erforderliche Länge bis zum zugehörigen Einzelteil erhalten.

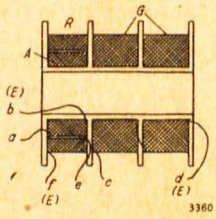


Abb. 16. Lage der Anschlüsse von Abb. 15

Beim Aufbau nach Abb. 12 kann z. B. der Gitteranschluß (c in Abb. 16) gleich oben aus dem Abschirmzylinder herausgeführt werden, was sich besonders bei Verwendung der neuen Röhren mit Gitteranschluß oben auf dem Glaskolben empfiehlt. Aus diesem Grunde ist die Lage der Anschlußplatte in der Mitte nur günstig.

Abschirmbecher gibt es in passender Form für die Bastelsätze gemäß Abb. 1 a, b d und i fertig zu kaufen; teilweise passen diese auch für die anderen Bastelsätze oder sind durch andere handelsübliche Abschirmhauben zu ersetzen. Geht die Abstimmkreiszahl nicht über zwei hinaus, so kann man bei geschickter Verteilung der Einzelteile bei Eisenkernspulen auch ohne Abschirmung auskommen. Besonders gilt dies für die Mantelkerne und noch mehr für die Topf-

[4]) Vgl. Funk 1935, Heft 13, Seite 407, und Heft 12, Seite 373.

kerne. Ordnet man z. B. die beiden Spulensätze des Eingangskreises nebeneinander unterhalb der Aluminiumplatte des Empfängers an und die Spulensätze des zweiten Kreises oberhalb dieser Platte, so ist eine Beeinflussung der Abstimmspulensätze aufeinander kaum noch möglich, und es ist nur noch darauf zu achten, daß nicht andere Wechselfelder, wie z. B. das des Netztransformators oder einer Hochfrequenzdrossel, störenden Einfluß auf die Spulensätze gewinnen. Die Eisenkerne der Topfspulen sollen isoliert von der Aluminiumplatte angebracht werden. Die Topfspulen eignen sich wegen ihrer Kleinheit und ihres sehr kleinen Streufeldes auch besonders für Reise-Empfänger, ebenso die Spulensätze nach Abb. 1 a [5]).

Es sind hier zunächst nur Angaben über die Verwendung der neueren Eisenkerne für einfache Abstimmkreise gemacht worden, wobei die genannten Wicklungsdaten die notwendigen Anhaltspunkte für normale Verhältnisse geben sollen und bei besonderen Umständen (lange Antennen, abweichende Abstimmkapazität, Schirmgitter-Audion-Rückkopplungswindungen erhöhen usw.) entsprechend geändert werden müssen. Die behandelten Eisenkerne eignen sich auch zum Selbstbau von Bandfiltern und Oszillatorspulen; eine Anleitung hierzu muß jedoch in einer gesonderten Darstellung erfolgen. Hier sei nur schon erwähnt, daß es für den Selbstbau von Zwischenfrequenzfiltern bereits Spezialeisenkerne in Form der Abbildung 1b und 1h im Handel gibt.

Abschließend sei noch gesagt, daß die lange gewünschten neuen Spulenaufbauteile es dem Bastler nicht nur ermöglichen, sich auch wieder eingehender mit dem Selbstbau der Grundelemente seines Liebhabergebietes zu beschäftigen, sondern auch eine weitere Verbeserung des Empfängers gestatten, da die beim Selbstbau ersparbaren — wenn auch nicht erheblichen — Beträge für die Anschaffung weiterer hochwertiger Einzelteile verwandt werden können.

Abbildungen vom Verfasser und 8 Werkbilder

[5]) Vgl. „Neuzeitliche Reise-Empfänger", Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68.

I. Wickeltafel für E-Kerne

Verwendungszweck	Spule für	Wickelkammer (Abb. 3)	Windungszahl	Draht	Bemerkung
Audion-H.F.-Spule 200—600	Antenne	c	10 bis 12	Litze 5 × 0,07	(3 × 0,07)
	Gitter	a und b	je 44, zus. 88 (32 „ 64)	Litze 20 × 0,05	() = für Abb. 1e und 1k
	Rückkoppl.	c	25 (10)	Em. Seide 0,1	über Antennenwickl.
Audion-H.-F.-Spule 800—2000	Antenne	c	25 (50)	Litze 3 × 0,07	
	Gitter	a und b	je 143, zus. 286 (110, „ 220)	Litze 3 × 0,07	
	Rückkoppl.	c	40 (30 bis 50)	Em. Seide 0,1	über die Antennenwickl.
Sperrkreis:					
200—600		a, b und c	je 30, zus. 90	Litze 20 × 0,07	
800—2000		a, b und c	je 96, zus. 288	Litze 5 × 0,07	
H.F.-Drossel		a	500		
		b	500	Em. 1 × Seide	
		c	200, zus. 1200	0,1	

II. Wickeltafel für Topfkerne

Verwendungszweck	Spule für	Wickelkammer (Abb. 3)	Windungszahl	Draht	Bemerkung
Audion- und H.F.-Spule 200—600	Antenne	a	20 (12 bis 25)	Litze 5 × 0,07	vgl. Text () = für Abb. 1g
	Gitter	b, c, d	je 23, zus. 69 (25 „ 75)	Litze 25 × 0,05	
	Rückkoppl.	a	20 (20 bis 30)	Em. Seide 0,1	über die Antennenwickl.
Audion- und H.F.-Spule 800—2000	Antenne	a	50 (40 bis 75)	Em. Seide 0,1	
	Gitter	b, c, d	je 75, zus. 225 (80, „ 240)	Litze 5 × 0,07	
	Rückkoppl.	a	60 (50 bis 75)	Em. Seide 0,1	über die Antennenwickl.

III. Wickeltafel für Würfelkerne

Verwendungszweck	Spule für	Wickelkammer (Abb. 5)	Windungszahl	Draht	Bemerkung
Audion- und H.F.-Spule 200—600	Antenne	7	8—12	Litze 3 × 0,07	
	Gitter	1 bis 6	6 × 13	Litze 20 × 0,05	
	Rückkoppl.	1 bis 6	6 × 2 W.	Litze 3 × 0,05	über die Gitterwickl.
Audion- und H.F.-Spule 800—2000	Antenne	7	20 bis 30	Litze 3 × 0,07	
	Gitter	1 bis 6	6 × 38	Litze 3 × 0,07	
	Rückkoppl.	7	6 × 6 W.	Litze 3 × 0,07	über die Gitterwickl.

Ortsempfänger-Kraftverstärker für Wechselstromanschluß

Vielseitig verwertbares Gerät für Bezirkssenderempfang, Schallplattenaufnahme und -wiedergabe und Mikrophonübertragungen

Von Dr. Walter Daudt

Die Empfänger und Verstärker für beste Wiedergabe stehen zur Zeit im Vordergrund des allgemeinen Interesses; auch in dieser Zeitschrift sind wiederholt entsprechende Bauanleitungen veröffentlicht worden, so daß eine weitere zunächst überflüssig erscheinen könnte. Das in diesen Zeilen beschriebene Gerät weist aber verschiedene Abweichungen von den früheren Geräten auf; es ist auf Grund langer Versuche vom Verfasser entwickelt worden. Die Anlage hat grundsätzlich eine gewisse Ähnlichkeit mit dem früher beschriebenen Ortsempfänger für beste Klanggüte [1]), ist jedoch bereits vor der Veröffentlichung jenes Ortsempfängers im Entwurf fertig gewesen.

Die Hochfrequenzstufe

Für den Empfang des Orts- oder Bezirkssenders genügt eine einzige Hochfrequenzstufe mit einer Schirmröhre AF 7. Die Ankopplung des Antennenkreises an den Gitterkreis erfolgt über einen verlustarmen Hochfrequenzübertrager *HFT* 1 (Abb. 1) mit Eisenkern; parallel zu ihm liegt der Dämpfungswiderstand $R = 100$ kΩ, wodurch — besonders beim Langwellenempfang — die Resonanzkurve abgeflacht wird. Als Antennenregler dient ein Dreh-Spannungsteiler $R_1 = 25$ kΩ Höchstwert, der aber nur selten (zur Einstellung der richtigen Hochfrequenzspannung) bedient zu werden braucht (s. unten).

Der Antennenstecker wird in die Steckbuchse A gesteckt; als Antenne eignet sich jede nicht zu lange Hochantenne oder auch eine gut angelegte Zimmerantenne. Recht gute Erfolge, besonders beim Langwellenempfang, erzielte der Verfasser mit einer aus einer Metallfolie bestehenden Bandantenne, die einfach als Abschlußborte auf die Tapetenkante geklebt wird. E ist die Erdbuchse, die unmittelbar mit dem Metallgehäuse in Verbindung steht; eine gute Erdleitung ist für das einwandfreie Arbeiten des Gerätes von allergrößter Wichtigkeit und darf daher keinesfalls fehlen!

Mittels der Buchsen A_1, A_2, A_3 einerseits und A_m andererseits ist eine gute Anpassung der Antenne möglich: In den meisten Fällen werden die Buchsen A_m und A_2 durch einen Kurzschlußstecker verbunden; wird eine größere Trennschärfe verlangt, so muß das Buchsenpaar $A_m \div A_1$ kurzgeschlossen werden. Für den Langwellenempfang kommt ferner unter Umständen der Kurzschluß des Buchsenpaares $A_m \div A_3$ in Frage; in diesem Fall ist aber die Trennschärfe wesentlich geringer. Sollte der Ortssender beim Empfang des Deutschlandsenders durchschlagen oder soll dieser bei Fernempfang, der unter günstigen Bedingungen ebenfalls möglich ist, ausgeschaltet werden, so empfiehlt es sich, in die Antennenbuchse A einen auf den Ortssender fest abgestimmten Sperrkreis und erst in diesen die Antenne zu stöpseln.

Die Abstimmdrehkondensatoren C_1 und $C_2 = 500$ pF sind aus Raumgründen keine Luftdrehkondensatoren, sondern haben ein Trolitul-Dielektrikum. Die zum Steuergitter der Schirmröhre AF 7 führende Leitung wird abgeschirmt verlegt; die Abschirmung ist mit dem Metallgehäuse zu verbinden. Außerdem erhält die Röhre AF 7 einen Aluminium-Abschirmsockel und eine abgeschirmte Gitterkappe, so daß keine Schwingneigung zu befürchten ist. An dem Kathodenwiderstand $R_2 = 750$ Ω entsteht die negative Gittervorspannung (etwa — 2,5 V), während an dem Widerstand $R_3 = 20$ kΩ des Spannungsteilers $R_3 \div R_4$ die Schirmgitterspannung (etwa 100 V) entnommen wird. Das Bremsgitter der Röhre AF 7 wird unmittelbar mit der Kathode der Röhre verbunden.

Die Ankopplung der Hochfrequenzstufe an den Hochfrequenzgleichrichter geschieht über einen ebenfalls verlustarmen Hochfrequenz-Übertrager *HFT* 2; dieser entspricht dem Typ *HFT* 1, hat jedoch statt der Antennenwicklung eine Ankopplungswicklung mit entsprechendem Übersetzungsverhältnis zur Gitterkreisspule. Die Anodenleitung ist ebenfalls in Abschirmschlauch verlegt. Die beiden Wellenumschalter S_1 und S_2 sitzen auf einer gemeinsamen Achse. Die Anodenspannung der Röhre AF 7 wird durch den Widerstand $R_5 = 30$ kΩ auf etwa 290 V begrenzt; R_5 und $C_6 = 0{,}5$ µF dienen gleichzeitig als Rückkopplungs- und Netztonsperre.

Der Empfangsgleichrichter

Die verstärkte Hochfrequenz gelangt nun über den Block $C_7 = 50$ pF (alle kleineren Kondensatoren sind induktionsfrei gewählt!) zum Zweipol-Gleichrichter AB 2. Die an die AB 2 gelangende Hochfrequenzspannung muß einen hin-

[1]) Vgl. „Funk" 1935, Heft 22.

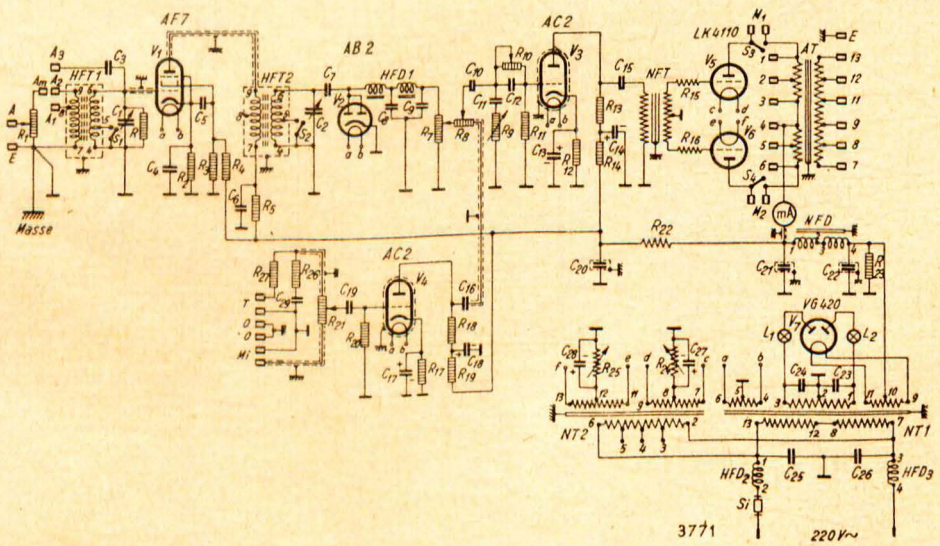


Abb. 1. Die grundsätzliche Schaltung der gesamten Anlage C_1, $C_2 = 500$ pF, $C_3 = 100$ pF, C_4, C_5, $C_6 = 0{,}5$ µF, C_7, C_8, $C_9 = 50$ pF, $C_{10} = 0{,}1$ µF, $C_{11} = 30000$ pF, $C_{12} = 50$ pF, $C_{13} = 400$ µF, $C_{14} = 16$ µF, C_{15}, $C_{16} = 0{,}1$ µF, $C_{17} = 400$ µF, $C_{18} = 16$ µF, $C_{19} = 0{,}1$ µF, C_{20}, $C_{21} = 8$ µF, $C_{22} = 1$ µF, C_{23}, $C_{24} = 5\,000$ pF, C_{25}, $C_{26} = 50\,000$ pF, C_{27}, $C_{28} = 100$ µF, $C_{29} = 50\,000$ pF; $R = 100$ kΩ, $R_1 = 25$ kΩ, $R_2 = 750$ Ω, $R_3 = 20$ kΩ, $R_4 = 50$ kΩ, R_5, $R_6 = 30$ kΩ, R_7, R_8, $R_9 = 500$ kΩ, $R_{10} = 7$ MΩ, $R_{11} = 1$ MΩ, $R_{12} = 1{,}5$ kΩ, $R_{13} = 50$ kΩ, $R_{14} = 10$ kΩ, R_{15}, $R_{16} = 500$ Ω, $R_{17} = 1{,}5$ kΩ, $R_{18} = 50$ kΩ, $R_{19} = 10$ kΩ, $R_{20} = 1$ MΩ, $R_{21} = 500$ kΩ, $R_{22} = 10$ kΩ, $R_{23} = 300$ kΩ, R_{24}, $R_{25} = 2$ kΩ, $R_{26} = 20$ kΩ, $R_{27} = 50$ kΩ.

reichend großen Scheitelwert haben, damit der Klirrgrad bei der Gleichrichtung gering bleibt. Die zur Aussteuerung der Endstufe erforderliche niederfrequente Scheitelspannung muß hinter dem Gleichrichter etwa 1,5 V betragen. Bei einer 70 % igen Modulation muß also unter Berücksichtigung des Gleichrichtereffektes eine hochfrequente Scheitelspannung von etwa 7,5 V am Zweipol-Gleichrichter zur Verfügung stehen.

Die Gleichrichterstrecke wird mit einem Widerstand R_6 = 30 kΩ belastet. Der Gleichrichterstrom beträgt dann 0,05 mA und kann als ausreichend groß angesehen werden. Parallel zu R_6 liegt der Dreh-Spannungsteiler R_7 = 500 kΩ; mit diesem wird die jeweilige Lautstärke eingestellt. In Abänderung dieser Schaltung genügt es jedoch, R_6 fortzulassen und für R_7 einen Dreh-Spannungsteiler (mit isolierter Achse) von 25 kΩ (logar.) zu verwenden! Der Antennenregler R_1 muß dagegen so eingestellt werden, daß an den Gleichrichterwiderstand R_6 stets eine Niederfrequenzspannung von mindestens 1,5 V_{sch} gelangt. Würde nämlich die Lautstärkeregelung allein mit R_1 vorgenommen werden, so würde bei kleinen Lautstärken an den Zweipol-Gleichrichter eine hinsichtlich des (durch die Gleichrichtung bedingten) Klirrgrades zu kleine Hochfrequenzspannung gelangen. Zur Aussiebung der restlichen Hochfrequenz, die keinesfalls in den nachfolgenden Niederfrequenzverstärker übertreten darf, dient in Abänderung der bisher meist gebräuchlichen Verfahren die neue Doppeldrossel *HFD* 1 (60 mH) zusammen mit den beiden Ableitblocks C_8 = C_9 = 50 pF. Diese Doppeldrossel bewirkt gleichzeitig ein schwaches Anheben der höchsten Frequenzen, die durch die Resonanzkurve des ersten Übertragers *HFT* 1 etwas benachteiligt worden sind. Der Übertrager *HFT* 2 verursacht dagegen keine merkliche Benachteiligung der hohen Töne, da er durch den Widerstand R_6 und die Zweipolröhre stark bedämpft wird; dieser gesamte Dämpfungswiderstand kann mit etwa 10 kΩ angesetzt werden.

Die Überblender und Klangfarbenregler

Mit dem Dreh-Spannungsteiler R_8 = 500 kΩ kann eine Überblendung bzw. Mischung der Darbietungen des Rundfunks mit eigenen Schallplatten- bzw. Mikrophondarbietungen vorgenommen werden. Steht der Abgreifer von R_8 nach der Seite von R_7 hin, so ist auf Rundfunkempfang geschaltet, in der Stellung nach C_{16} hin aber auf Schallplatten bzw. Mikrophon. In ähnlicher Weise dient der Dreh-Spannungsteiler R_{21} = 500 kΩ zur Überblendung bzw. Mischung von Schallplatten- auf Mikrophondarbietungen. Stehen die beiden Abgreifer von R_8 und R_{21} etwa in Mittelstellung, so können alle drei Darbietungen (Rundfunk, Schallplatte, Mikrophon) gleichzeitig gehört werden. Je nach der Abgreiferstellung lassen sich daher diese drei Darbietungen mehr oder weniger mischen; diese Anordnung arbeitet ohne jeden Umschalter und ist für die verschiedenartigsten Klangwirkungen, besonders auch bei Selbstaufnahme von Schallplatten, recht wertvoll.

Die Bedeutung eines Klangfarbenreglers wird in den Fachzeitschriften sehr verschieden beurteilt. An sich wäre bei dem vorliegenden Gerät (ganz im Gegensatz zu Verstärkern mit Fünfpol-Endröhren!) überhaupt kein Klangfarbenregler erforderlich, da die Klanggüte ohnehin erstklassig ist. Es gibt aber trotzdem viele Fälle, bei denen eine Klangfarbenregelung vorteilhaft ist; deshalb soll hier für den Regler gesprochen werden. Gerade bei der Selbstaufnahme von Schallplatten ist es wertvoll, während der Aufnahme die hohen bzw. tiefen Töne oder auch beide gleichzeitig bevorzugt zu verstärken; je nach der Akustik des Übertragungsraums kann ebenfalls eine Klangfarbenregelung nach den tiefen Tönen (Musik) oder auch nach den hohen Tönen hin (Sprache) zweckmäßig, manchmal sogar erforderlich sein. Entsprechendes gilt auch für die Wiedergabe von Schallplatten, besonders der Selbstaufnahmeplatten.

Die Bevorzugung der tiefen Töne geschieht mittels C_{11} = 30 000 pF und R_9 = 500 kΩ Höchstwert; der Widerstand R_9 begrenzt die Klangreglerwirkung, so daß sie sich nur auf einem bestimmten Frequenzbereich erstreckt. Zur Bevorzugung der hohen Töne dient die Parallelschaltung von C_{12} = 50 pF und R_{10} = 7 MΩ Höchstwert (R_{10} muß gegen die Aluminiumplatte isoliert angebracht werden, da die Drehachse nicht isoliert ist; die übrigen Dreh-Spannungsteiler haben sämtlich eine isolierte Achse). Je größer der eingestellte Widerstandswert von R_{10} ist, um so mehr wird der untere Frequenzbereich geschwächt, so daß die Wiedergabe „heller" wird [2]). Da hier zwei getrennte Dreh-Spannungsteiler R_9 und R_{10} verwendet werden, kann auch eine Klangfarbenregelung gleichzeitig auf dem unteren und oberen Frequenzbereich vorgenommen werden; es ist also ein geringer Aufwand mit größter Vielseitigkeit und akustisch günstiger Wirkung vereint.

Die Niederfrequenzstufen

Die niederfrequenten Schwingungen des Rundfunks werden mit einer Röhre AC 2 etwa 20fach verstärkt; für die Übertragung von Schallplatten- bzw. Mikrophondarbietungen ist eine weitere Niederfrequenzstufe, die ebenfalls mit einer Röhre AC 2 arbeitet, vorgesehen. Diese Aufteilung des Verstärkers ist wegen der erheblich verschiedenen Wechselspannungs-Scheitelwerte der beiden Darbietungsgruppen unbedingt erforderlich; bei Rundfunkempfang läuft die zweite Röhre AC 2 unbenutzt mit, was aber keinen schwerwiegenden Nachteil bedeutet. Im Anodenkreis der Röhre AC 2 liegt der Widerstand R_{13} bzw. R_{18} = 50 kΩ sowie zur Netztonberuhigung und als Rückkopplungssperre der Widerstand R_{14} bzw. R_{19} = 10 kΩ. Die Überbrückungsblocks C_{14} = C_{18} haben eine Kapazität von 16 µF, so daß für die tiefsten Frequenzen ein ausreichender Kurzschluß gegen die Kathode besteht. Die Gittervorspannung von etwa —4 V wird durch die Kathodenwiderstände R_{12} bzw. R_{17} = 1,5 kΩ erzeugt; um auch hier keinen merklichen Verlust an tiefen Tönen befürchten zu müssen, werden sie mit einem Block C_{13} bzw. C_{17} = 400 µF (!) überbrückt [3]).

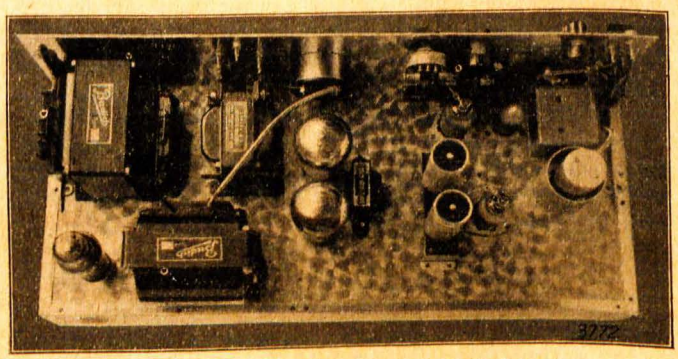


Abb. 2. Die Anordnung der Einzelteile auf der Grundplatte (entspricht der Maßzeichnung in Abb. 5)

Der Gegentakt-Eingangsübertrager *NFT* 1 wird in bekannter Weise gleichstromfrei über den Block C_{15} = 0,1 µF an die Endstufe gekoppelt. Dadurch ergibt sich eine wirksame Übertragung der tiefsten Töne. Wegen der Resonanz der Primärinduktivität des Übertragers mit dem Block C_{15} werden die tiefen Frequenzen sogar stark angehoben; für L = 155 H ergibt sich eine Resonanzfrequenz

[2]) Eine genaue Beschreibung dieser und anderer Klangfarbenregler-Schaltungen findet der Leser im „Funk" 1933, Heft 42 und Heft 43.

[3]) Der Verfasser hat im „Funk" 1935, Heft 10, über den Einfluß und die Berechnung des Kondensators im Kathodenkreis ausführlich berichtet.

f = 40 Hz und eine Resonanzüberhöhung auf den etwa 2,62 fachen Wert, d. h. eine Verstärkungserhöhung der Frequenz 40 Hz um etwa 0,97 Neper gegenüber den mittleren Frequenzen.

T und Mi sind die Anschlußbuchsen für einen Tonabnehmer und Mikrophonverstärker (bzw. UKW- oder Fernempfangsgerät); die Buchsen O sind mit der Abschirmung der Zuleitungskabel zu verbinden. Die Schallplatten- und Mikrophondarbietungen können, wie bereits oben ausgeführt worden ist, mit dem Dreh-Spannungsteiler R_{21} überblendet oder gemischt werden. R_{21} wird etwa 100 mm hinter der Frontplatte auf einem kleinen Winkel an der Grundplatte befestigt und erhält eine Hartgummi-Verlängerungsachse (s. Abb. 3). Liefert das Mikrophon

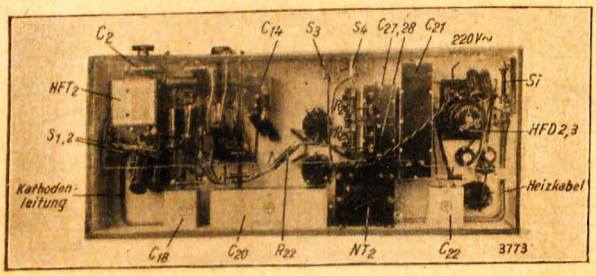


Abb. 3. Die Anordnung der Einzelteile auf der Unterseite der Grundplatte und auf der Rückwand sowie den beiden Seitenwänden (der HF-Übertrager HFT 2 wird an der Grundplatte unterhalb des HF-Übertragers HFT 1 mit zwei kleinen Metallwinkeln befestigt, so daß seine Anschlüsse nach der Zweipolröhre AB 2 hin zeigen; die Beschriftung entspricht Abb. 1)

(Kohlekörnermikrophon) eine ausreichend große Wechselspannung, so erübrigt sich ein besonderer Vorverstärker, und die Buchsen Mi werden mit der Sekundärseite des Mikrophonübertragers verbunden. Die Verstärkungsziffer der beiden Niederfrequenzstufen kann mit $20 \times 20 = 400$ angesetzt werden; da der Übertrager NFT ein Übersetzungsverhältnis von 1 : 3 hat, beträgt also die gesamte niederfrequente Verstärkung etwa 1200 oder rund 7 Neper. Zur Aussteuerung der Endstufe ist eine Wechselspannung von 100 V (reichlich gerechnet) erforderlich; demnach muß die Eingangswechselspannung an den Buchsen T oder Mi rund 0,08 V = 80 mV (Scheitelwert) betragen.

Hinter den Tonabnehmerbuchsen T befindet sich ein Vierpol, bestehend aus $R_{27} = 50$ kΩ, $R_{26} = 20$ kΩ und $C_{20} = 50\,000$ pF; er dient zum Anheben der Frequenzen unterhalb etwa 250 Hz, da diese bei der Schallplattenaufnahme (Handelsplatten) bekanntlich mit gleichbleibender Amplitude, aber abnehmender Geschwindigkeitsamplitude eingeschnitten werden. Die Wucht der wiedergegebenen Schallplattenmusik wird durch diese Entzerrungsmaßnahme merklich vergrößert, wenn auch die Lautstärke im ganzen geringer wird; der Lautstärkeverlust läßt sich aber durch Aufdrehen des Lautstärkereglers am Tonabnehmer leicht ausgleichen, da der Verstärker eine hierfür bestimmt ausreichende Verstärkungsziffer besitzt. Man muß sich dabei allerdings vor einer Übersteuerung der Endstufe bei den tiefen Frequenzen hüten [4]).

Die Gegentakt-Endstufe

In der Gegentakt-Endstufe werden zwei Dreipol-Endröhren LK 4110 bzw. RE 614 verwendet. Bei einer Anodenspannung von etwa 450 V (an der Röhre!) ergibt sich dann eine Sprechleistung von rund 5,5 Watt bei weniger als 3% Klirrgrad; die Anodenbelastung darf je Röhre höchstens 12 Watt betragen. Zur restlosen Ausnutzung der Vorteile der Gegentaktschaltung müssen die beiden Anodenströme genau gleich sein. Dies kann durch eine Veränderung der Gittervorspannung leicht erreicht werden. Die Gittervorspannung wird an dem veränderlichen Widerstand R_{24} bzw. $R_{25} = 2$ kΩ max. im Heizkreis der Endröhren gewonnen. Die Blocks C_{27} und C_{28} haben je 100 µF, so daß auch an dieser Stelle keine Benachteiligung der tiefen Töne stattfindet. Die beiden kleinen Widerstände $R_{15} = R_{16} = 500$ Ω im Gitterkreis der Endröhren verhindern eine etwaige hochfrequente Selbsterregung. Im Anodenkreis befinden sich die Buchsenpaare M_1 und M_2 sowie die beiden Kurzschlußschalter S_3 und S_4; hiermit ist eine leichte Nachprüfung der beiden Anodenströme möglich (s. unten). Der gesamte Anodenstrom fließt durch das zur Überwachung der Aussteuerung dienende Milliamperemeter mA. Im Anodenkreis liegt ferner ein Universal-Ausgangsübertrager AT, mit dem sich eine große Zahl von Übersetzungsverhältnissen zur Anpassung verschiedener Lautsprecher, Schneiddosen usw. einstellen läßt. Ein solcher Übertrager hat gerade für die vielseitige Verwendung einer Verstärkeranlage den größten Wert; vor allem ist man von der Länge der Lautsprecherleitungen, von den Impedanzen der Lautsprecher und Schneiddosen usw. unabhängig und kann daher stets die richtige Anpassung der Verbraucher auf einfachstem Weg ermitteln. Die über der Buchse 13 gezeichnete Buchse E steht mit dem Metallgehäuse unmittelbar in Verbindung und dient zur Erdung einer der beiden Lautsprecherleitungen bzw. deren Abschirmung.

Der Netzanschlußteil

Die Gesamtanlage ist für den Anschluß an ein Wechselstromnetz von 220 V oder 110 V Spannung bestimmt; die Schaltung nach Abb. 1 gilt für 220 V Netzspannung. Der kräftige Netzübertrager NT 1 weist keine Besonderheiten auf und kann bei einer Belastung von 150 mA eine Wechselspannung von 2×500 V liefern. Die abgegebene Wechselspannung hängt von der Größe des Kondensators C_{22} ab; in der vorliegenden Schaltung hat sich eine Kapazität von 1 µF als geeignet erwiesen. Dann erhält man bei einem Gesamtstrom von etwa 66 mA eine Wechselspannung von etwa 2×520 V. Als Gleichrichterröhre dient die Röhre VG 420 bzw. G 2504; eine etwa auftretende hochfrequente Schwingneigung wird durch die Blocks $C_{23} = C_{24} = 5000$ pF unterdrückt. Der Widerstand $R_{23} = 300$ kΩ soll für eine baldige Entladung des Gleichrichterkondensators C_{22} (Vermeidung von Spannungsschlägen beim Hantieren am abgeschalteten Gerät!) und für einen Ausgleich der Spitzenspannung beim Einschalten, also auch für eine Schonung der Gleichrichterröhre und des Blocks C_{22} sorgen.

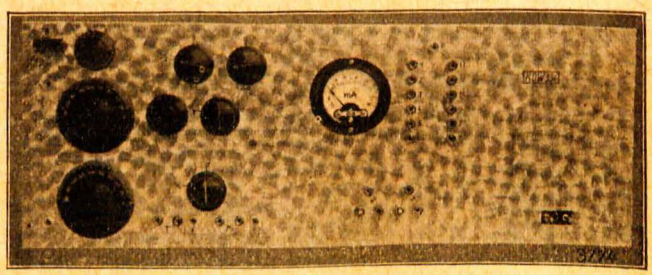


Abb. 4. Die Vorderseite der Aluminium-Frontplatte (entspricht dem Bohrplan in Abb. 6)

Die Siebung der Gleichspannung und des Anodenstroms geschieht in den beiden Siebkreisen NFD (etwa 28 H bei 66 mA und 200 Ω Gleichstromwiderstand) $\div C_{21} = 8$ µF und $R_{22} = 10$ kΩ $\div C_{20} = 8$ µF. Die Gleichspannung an C_{22} enthält noch eine restliche Wechselspannung von etwa 144 V_{eff}. Da der Wechselstromwiderstand der Netzdrossel NFD bei 100 Hz rund 17 500 Ω und der des Kondensators C_{21} rund 200 Ω beträgt, wird diese Wechselspannung

[4]) Nähere Angaben über diesen Entzerrungsvierpol finden sich im „Funk" 1936, Heft 7, S. 206/7.

auf $\frac{200}{17\,500} \cdot 144 = 1{,}64$ V herabgesetzt. Am Kondensator $C_{20} = 8$ µF ist daher eine Störwechselspannung von nur noch $\frac{200}{10\,000} \cdot 1{,}64 = 0{,}033$ V vorhanden, die durch die Netztonsperren im Anodenkreis der Röhren noch weiter auf ganz unbedeutende Werte erniedrigt wird. Man erhält somit eine vollständige Befreiung von dem unangenehmen Netzbrummen; Voraussetzung ist dabei allerdings, daß auch die Netzübertrager und Netzdrosseln ein sehr geringes Streufeld haben. Andernfalls helfen auch die häufig empfohlenen Verdrehungen dieser Einzelteile in eine günstigere Lage zu den übrigen Schaltungsteilen durchaus nicht immer; die Klagen über ein starkes Netzbrummen trotz reichlicher Siebmittel sind in den meisten Fällen auf zu stark streuende Übertrager und Drosseln zurückzuführen.

Es wird schon aufgefallen sein, daß für die Endröhren ein besonderer Heizübertrager *NT* 2 vorgesehen worden ist. Dies geschah, um einer Überlastung des Netzübertragers *NT* 1 und einer Rückwirkung der Wechselstromheizung der Endröhren auf den Anodenstrom vorzubeugen[5]). Da der Gegentakt-Übertrager *NFT* nicht zwei getrennte Sekundärhälften besitzt, muß der Heizübertrager zwei getrennte Heizwicklungen $c \div d$ und $e \div f$ haben; dann kann auch die Gittervorspannung jeder Endröhre getrennt eingestellt werden.

Die beiden Taschenlampen-Glühlampen L_1 und L_2 (2 V; 0,2 A) und die Feinsicherung *Si* (Nennstrom 400 mA) sollen einer Zerstörung des Übertragers *NT* 1 bei etwaigem Kurzschluß vorbeugen. Zur möglichst weitgehenden Befreiung von Rundfunkstörungen, die über das Lichtnetz hineinkommen, und zur Aufhebung der Antennenwirkung des Lichtnetzes werden die beiden Hochfrequenz-Netzdrosseln *HFD* 2 und *HFD* 3, die eine Doppeldrossel bilden, sowie die beiden Kondensatoren $C_{25} = C_{26} = 50\,000$ pF auf der Primärseite des Netzübertragers *NT* 1 zwischengeschaltet.

Der mechanische Aufbau des Gerätes

Die Einzelheiten des Aufbaus gehen aus den drei Lichtbildern in Abb. 2, 3 und 4 sowie aus den beiden Maßzeichnungen in Abb. 5 und 6 so deutlich hervor, daß hier nur noch auf einige besonders wichtige Einzelheiten hingewiesen zu werden braucht. Die Frontplatte besteht aus Aluminium (600 × 220 × 2 mm); auf ihr werden isoliert die Buchsen *A*, A_1, A_2, A_3, A_m, *T*, *Mi*, M_1, M_2, *1* bis *13* und ebenfalls isoliert der Dreh-Spannungsteiler R_{10} sowie die beiden Schalter S_3, S_4 befestigt. Auch die beiden Drehkondensatoren C_1, C_2, die Dreh-Spannungsteiler R_1, R_7, R_8, R_9, R_{11}, R_{21}, die beiden Erdbuchsen *E*, das Milliamperemeter *mA* und die Netzsteckerleiste finden auf der Frontplatte ihren Platz; eine Isolation gegen die Metallplatte ist hierbei aber nicht erforderlich, da diese Teile bereits isoliert sind, während die Buchsen *E* mit der Metallplatte in Verbindung stehen müssen.

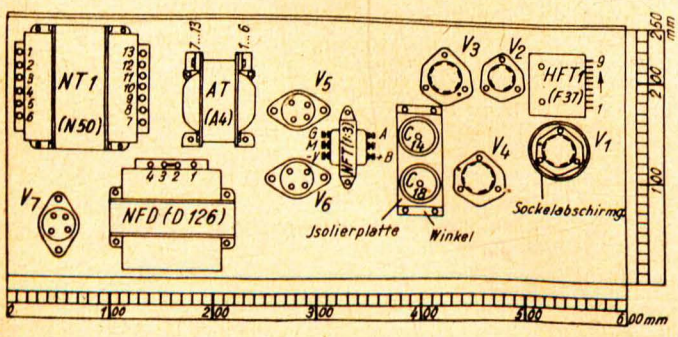


Abb. 5. Die maßstäbliche Verteilung der Einzelteile auf der Grundplatte (die Beschriftung entspricht Abb. 1)

[5]) Vgl. „Funk" 1935, Heft 4, S. 113 und Heft 22, S. 714.

Das Grundgestell besteht aus Sperrholz; die beiden Seitenwände (240 × 75 × 10 mm), die Rückwand (600 × 75 × 10 mm) und die Grundplatte (600 × 250 × 10 mm) werden auf der Außenseite mit 1 mm starkem Aluminiumblech abgedeckt, so daß das Grundgestell von außen vollständig in Aluminium gekapselt ist. Die Stoßkanten werden durch Winkelaluminium (etwa 10 × 10 mm) überdeckt; zwei feste Aluminium-Frontplattenwinkel dienen zum Halten der Frontplatte und stellen gleichzeitig eine metallische Verbindung aller Aluminiumplatten dar. Die Frontplatte wird außerdem in etwa 80 mm Höhe über der unteren Kante mit vier Schrauben an der Längskante der Grundplatte verschraubt.

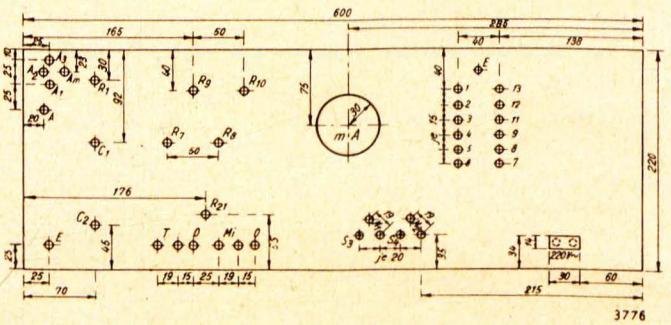


Abb. 6. Der Bohrplan für die Aluminium-Frontplatte (die Löcher für A, A_m, A_1, A_2, A_3, T, Mi, M_1, M_2, 1...13, S_3, S_4 haben je 7,5 mm ∅, für E, O je 6 mm ∅, für C_1, C_2, R_1, R_7, R_8, R_9, R_{10}, R_{21} je 10 mm ∅; A_m hat von A_1, A_2, A_3 je 19 mm Abstand für einen Kurzschlußstecker. Die Beschriftung entspricht Abb. 1)

Bei dem Aufbau ist eine strenge Trennung zwischen der Erdung der metallischen Abschirmungen und der Kathodenleitung durchgeführt worden. Alle in Abb. 1 mit ⏚ versehenen Leitungen oder Einzelteile werden auf kürzestem Weg mit dem Metallgehäuse verbunden bzw. auf diesem angeschraubt; alle an ⊥ endigenden Leitungen werden aber an einer quer durch das ganze Gerät laufenden, 2 mm starken blanken Kupferleitung angeschlossen (Abb. 3). Diese Kathodenleitung wird nur an der Erdbuchse *E* im Antennenkreis mit dem Aluminiumgehäuse verbunden. Daher müssen auch die beiden Elektrolyt-Kondensatoren C_{14} und C_{18} auf einer Isolierleiste (110 × 35 × 3 mm) nebeneinander aufgebaut und mittels zweier kleinen Winkel auf der Grundplatte befestigt werden; von den Metallgehäusen der beiden Elektrolyt-Kondensatoren führt dann eine gemeinsame Leitung an die Kathodenleitung. Die übrigen Elektrolyt-Kondensatoren C_{13}, C_{17}, C_{27}, C_{28} dürfen ebenfalls nicht mit dem Aluminiumgehäuse des Gerätes in Berührung kommen; sie werden daher mit kurzen Messingschrauben auf der Unterseite der Sperrholzgrundplatte angebracht (Schrauben dürfen nicht bis zur Aluminium-Grundplatte durchkommen!).

Die beiden Übertrager *AT* und *NT* sowie die Netzdrossel *NFD* stehen dicht nebeneinander, so daß zuerst der Übertrager *AT* angeschlossen werden muß, da man sonst nicht mehr an die Schraubklemmen der Sekundärseite herankommt. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, die nach *AT* 2 hin gerichteten Anschlüsse 7 . . . *13* des Netzübertragers *NT* 1 vor dem endgültigen Einbau mit genügend langen Leitungen zu versehen. Der Heizübertrager *NT* 2 befindet sich auf der Rückwand des Gehäuses (Abb. 3). Jede Röhre erhält ihre eigene Heizleitung (Bleikabel!); lediglich die Zweipolröhre AB 2 liegt mit ihren Heizleitungen unmittelbar parallel zu denen der nebenan stehenden Röhre AC 2. Die drei Heizkabel der Röhren AF 7, AB 2 + AC 2, AC 2 werden dicht an der Grund-

platte längs der hinteren Stoßkante zu zwei Sammelpunkten unterhalb des Übertragers *NT* 1 geführt; von dort führen dann zwei 2 mm starke Leitungen zu den Anschlüssen 6÷4 bzw. *a*÷*b*. Die Heizleitungen der beiden Endröhren werden verdrillt verlegt.

Die beiden Wellenumschalter S_1 und S_2 werden an kleinen Winkeln in einer Längsrichtung befestigt und durch eine Hartgummi- oder Pertinaxachse mittels zweier Klemmmuffen verbunden; die dicht daneben befindliche Seitenwand des Gehäuses erhält etwa in der Mitte ein hinreichend großes Loch, durch welches der Schaltknopf hindurchgesteckt und auf die (mit einem Anschlagstift versehene) Umschaltachse geschoben wird. Für die Schalter S_3 und S_4 wurden zwei neuartige „Tippschalter" verwendet; diese lassen sich wie Steckbuchsen auf der Frontplatte befestigen und erhalten an dem beweglichen Anschlußkontakt ein kurzes Stück Litze als Anschlußleitung.

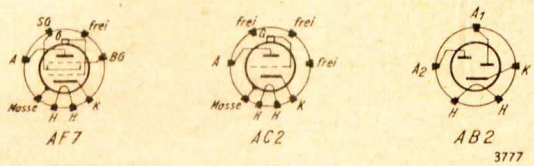


Abb. 7. Die Schaltungen der Röhrenfassungen für die stiftlosen Röhren AF 7, AC 2 und AB 2 (von unten gesehen)

Die Drahtverlegung ist immer auf dem kürzesten Weg herzustellen; sämtliche Durchführungen durch die Aluminium-Grundplatte erhalten eine keramische Isolierbuchse, die mit Syndetikon oder Cohesan in den entsprechenden Bohrlöchern festgekittet werden. Ganz besonders ist auf den richtigen Anschluß der stiftlosen Röhren zu achten; die in Betracht kommenden Sockelschaltungen sind in Abb. 7 (von unten gesehen!) sicherheitshalber noch einmal wiedergegeben.

Die Inbetriebnahme

Hat man sich davon überzeugt, daß alle Leitungen richtig verlegt worden sind, so kann das Gerät an das Lichtnetz angeschlossen werden. Die beiden Widerstände R_{24} und R_{25} werden vor dem Einschalten auf ihren Höchstwert (2 kΩ) eingeschaltet. Dann stöpselt man in das Buchsenpaar M_1 ein Milliamperemeter und mißt nach dem Öffnen des Schalters S_3 den Anodenstrom dieser Endröhre; durch Verändern von R_{24} (Vorsicht beim Verstellen, Gerät vorher abschalten!) wird der Anodenstrom auf 26 mA gebracht und dann dasselbe mit der anderen Röhre wiederholt. Nach nochmaliger Prüfung der beiden Anodenströme muß sich dann ein Gesamtanodenstrom von 52 mA am Milliamperemeter *mA* ergeben.

Der Lautstärkeregler R_7 wird nun bei Rundfunkempfang ganz aufgedreht und mit dem Antennenregler R_1 auf eine so große Lautstärke eingestellt, daß die Endstufe bereits übersteuert wird (starkes Schwanken des Zeigers des Milliamperemeters *mA*!); in dieser Stellung bleibt dann R_1 stehen, während die jeweils gewünschte Lautstärke nur noch mit R_7 geregelt wird. Beim Langwellenempfang kann sich unter Umständen eine Änderung der Einstellung von R_1 ergeben; doch ist diese Einstellung durchaus nicht kritisch, so daß sich meistens eine Kompromißlösung für beide Wellenbereiche finden läßt.

Der Anschluß der nieder- und mittelohmigen Lautsprecher oder Schneiddosen erfolgt an den Buchsen *7 . . . 13* des Übertragers *AT*; das richtige Übersetzungsverhältnis kann leicht nach dem Gehör und durch Beobachtung des Milliamperemeters *mA* bei größeren Lautstärken ermittelt werden. Über die Berechnung des Übersetzungsverhältnisses wird noch weiter unten gesprochen. Hochohmige Lautsprecher oder Schneiddosen sind an den Buchsen *1 . . . 6* anzuschließen; zwecks Fernhaltung des Anodenstroms von diesen Verbrauchern muß wenigstens in die eine der beiden Zuführungsleitungen ein Block von 4 . . . 6 µF gelegt werden. Bei längeren Lautsprecherleitungen wird es häufig erforderlich sein, die eine der beiden Zuleitungen mit der Erdbuchse *E* zu verbinden; mit welcher Leitung dies geschehen muß, ist jeweils zu versuchen. Dadurch läßt sich nämlich ein sonst leicht auftretendes „Trägerwellenbrummen", also ein bei der Abstimmung auf den Sender hervortretender Netzton, leicht beseitigen. Manchmal kann es auch zweckmäßiger sein, den Anschluß 7 oder *13* des Ausgangsübertragers *AT* unmittelbar zu erden. In schwierigen Fällen versuche man auch, gleich hinter dem Gleichrichter des fremderregten dynamischen Lautsprechers eine Hochfrequenz-Netzdrossel in die Netzleitung zu legen. Im übrigen sei nochmals darauf hingewiesen, daß eine einwandfreie Erdleitung (Wasserleitung!) unbedingt gefordert werden muß (Prüfung der Erdleitung mittels einer Glühlampe!); die Regenrinnen, Gasleitungsrohre oder Zentralheizungsrohre werden in den meisten Fällen kaum als zuverlässige Erdleitung angesehen werden können.

Einige Meßergebnisse

Zur Erleichterung der Nachprüfung des Gerätes seien die wichtigsten Meßergebnisse mitgeteilt. Für die Spannungsmessungen müssen dabei aber hochohmige Voltmeter (500 V je Ω) verwendet werden. Sicherer ist es, den Spannungsabfall an den Widerständen durch eine Messung des Stromes zu ermitteln; dazu müssen aber alle in Frage kommenden Widerstände vorher genau auf ihren wahren Widerstandswert nachgemessen werden, da Unterschiede von weit mehr als 10 % gegen den Sollwert leider keine Seltenheit sind.

Die Meßergebnisse sind in dem abgekürzten Schaltbild Abb. 8 übersichtlich zusammengefaßt; dort sind lediglich die für den Gleichstromfluß wichtigen Einzelteile eingezeichnet.

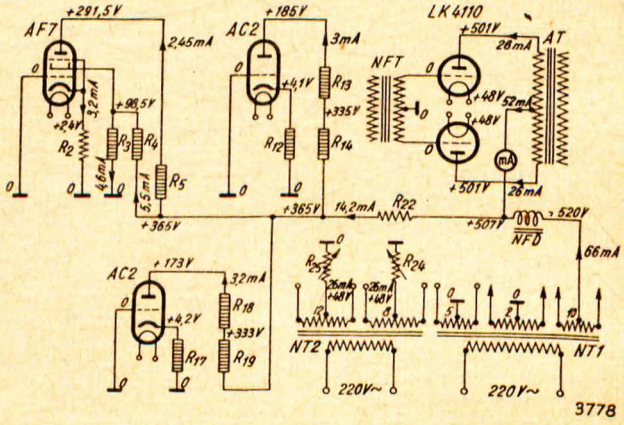


Abb. 8. Die Strom- und Spannungsverteilung in der Schaltung (es sind nur die hierfür in Betracht kommenden Schaltungsteile eingezeichnet)

Für die Hochfrequenz-Stufe ergibt sich eine Anodenspannung von 289 V (gegen die Kathode), eine Schirmgitterspannung von 96 V und eine Gittervorspannung von — 2,4 V; der Anodenstrom beträgt dann 2,45 mA, der Schirmgitterstrom 0,75 mA. Diese Angaben beziehen sich auf folgende genauen Widerstandswerte: $R_3 = 21{,}4$ kΩ und $R_4 = 48{,}5$ kΩ.

Die beiden Röhren AC 2 haben je 3 mA Anodenstrom, — 4,2 V Gittervorspannung und rund 330 V Anodenspannung (über die Röhre und R_{13} bzw R_{18} gemessen).

Die Gegentakt-Endstufe arbeitet mit einer Anodenspannung von etwa 453 V und — 48 V Gittervorspannung; der Anodenstrom beträgt je 26 mA, zusammen also 52 mA. Damit ergibt sich eine Anoden-

belastung von 11,8 Watt je Röhre (12 Watt sind zulässig).

An dem Kondensator C_{20} liegt eine Spannung von rund 365 V; an dem Widerstand R_{22} findet ein Spannungsabfall von etwa 142 V statt, so daß sich für den Kondensator C_{21} eine Spannung von rund 507 V ergibt. An der Netzdrossel *NFD* tritt ein Spannungsverlust von 13 V ein; daher beträgt die verfügbare Gesamtspannung am Kondensator C_{22} rund 520 V. Die dort auftretende Wechselspannung beläuft sich auf etwa 144 V_{eff} (s. Abschnitt über den Netzanschlußteil).

Der Gesamtverbrauch des Gerätes beläuft sich auf rund 80 Watt (ohne Lautsprechererregerleistung). Dieser Verbrauch kann an dem Zähler in der Wohnung leicht ermittelt werden.

Der günstigste Außenwiderstand der Endröhre LK 4110 beträgt unter den angegebenen Spannungsverhältnissen bei vierfacher Überanpassung etwa 12 500 Ω je Röhre, für die Gegentaktschaltung der beiden Endröhren also $R_a = 25\,000$ Ω. Kennt man die Lautsprecherimpedanz R_L (bei einer tiefen Frequenz), so erhält man aus $\ddot{u} = \sqrt{\frac{R_a}{R_L}}$ das günstigste Übersetzungsverhältnis des Ausgangsübertragers. Die unverzerrte Sprechleistung (Klirrgrad unter 3 %) ist dann etwa 5,5 Watt für beide Endröhren zusammen; dies bedeutet eine Ausnutzung der Endstufe von rund 23 %.

*

Nach dem Abschluß der Versuche mit dem oben beschriebenen Gerät sind während der Drucklegung dieses Aufsatzes die neuen Endröhren AD 1 (vgl. „Funk", Heft 13, S. 391 ff.) herausgebracht worden. Da sich mit diesen Endröhren wesentlich größere unverzerrte Sprechleistungen als mit den Röhren LK 4110 bei Anodenspannungen von nur 250 V (statt 400 V) erzielen lassen, soll in einem der nächsten Hefte eine entsprechende Abänderung der beschriebenen Endstufe mitgeteilt werden. Dabei muß dann ein anderer Netzübertrager und auch eine andere Siebkette im Netzteil verwendet werden. Der interessierte Leser wird daher gebeten, diesen Ergänzungsaufsatz abzuwarten. An dem grundsätzlichen Aufbau des Gerätes wird jedoch nichts geändert werden.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 1	Größe
1	1	HF-Übertrager mit Eisenkern	*HFT* 1	F 37
2	1	desgl.	*HFT* 2	F 37a
3	1	HF-Doppeldrossel	*HFD* 1	H 6
4	1	HF-Netzdoppeldrossel	*HFD* 2, 3	
5	1	Gegentakt - Eingangsübertrager mit Mittelanzapfung	*NFT*	1 : 3, Spezial
6	1	Universal-Ausgangsübertrager, 8 W	*AT*	A 4
7	1	NF-Netzdrossel, 24 H, 100 mA, 200 Ω	*NFD*	D 12b
8	1	Gleichrichter - Netzübertrager 110/220 V, 2×500 V, 150 mA; 2×2 V, 10 A; 2×2 V, 4 A	*NT* 1	N 50
9	1	Heizübertrager, 110/220 V; zweimal 2×2 V, 1,5 A	*NT* 2	H 41
10	2	Drehkondensatoren, mit Trolitul-Dielektrikum und isolierter Achse	C_1, C_2	500 pF
11	1	Drehspannungsteiler mit isolierter Achse, logar., 0,3 W	R_1	25 kΩ
12	2	desgl.	R_7, R_9	500 kΩ
13	2	desgl., arithm.	R_8, R_{21}	500 kΩ
14	1	desgl., nicht isolierte Achse, 3 W	R_{10}	7 MΩ
15	2	veränderliche Widerstände, 3 W	R_{24}, R_{25}	2 kΩ
16	2	Halbleiter-Widerstände, 0,5 W[1]	R_{15}, R_{16}	500 Ω
17	1	desgl., 1 W	R_2	750 Ω
18	2	desgl., 1 W	R_{12}, R_{17}	1,5 kΩ
19	2	desgl., 1 W	R_{14}, R_{19}	10 kΩ
20	1	Drahtwiderstand, 4 W	R_{22}	10 kΩ
21	1	desgl., 2 W	R_3	20 kΩ
22	1	Halbleiter-Widerstand, 0,5 W	R_{26}	20 kΩ
23	1	desgl.	R_6	30 kΩ
24	1	Drahtwiderstand, 2 W	R_5	30 kΩ
25	1	desgl.	R_4	50 kΩ
26	1	Halbleiter-Widerstand, 0,5 W	R_{27}	50 kΩ
27	2	desgl., 1 W	R_{13}, R_{18}	50 kΩ
28	1	desgl., 0,5 W	R	100 kΩ
29	1	desgl., 1 W	R_{23}	300 kΩ
30	2	desgl., 0,5 W	R_{11}, R_{20}	1 MΩ
31	4	Glimmerkondensatoren, induktionsfrei	C_7, C_8, C_9, C_{12}	50 pF
32	1	desgl.	C_3	100 pF
33	2	Blockkondensatoren, induktionsfrei, Betriebsspannung 520 V~	C_{23}, C_{24}	5000 pF
34	1	desgl., Betriebsspannung 500 V—	C_{11}	30000 pF
35	1	desgl., Betriebsspannung 250 V—	C_{29}	50000 pF
36	2	desgl., Betriebsspannung 750 V—	C_{25}, C_{26}	50000 pF
37	4	desgl., Betriebsspannung 500 V—	C_{10}, C_{16}, C_{19}, C_{15}	0,1 µF
38	3	desgl., Betriebsspannung 500 V—	C_4, C_5, C_6	0,5 µF
39	1	Blockkondensator, Betriebsspannung 850 V—	C_{22}	1 µF
40	2	Blockkondensatoren, Betriebsspannung 650 V—	C_{20}, C_{21}	8 µF
41	2	Elektrolyt-Kondensatoren, Betriebsspannung 450 V—	C_{14}, C_{18}	16 µF
42	2	desgl., Betriebsspannung 60 V—	C_{27}, C_{28}	100 µF
43	2	desgl., Betriebsspannung 10 V—	C_{13}, C_{17}	400 µF
44	3	keramische Röhrenfassungen für stiftlose Röhren	V_1, V_3, V_4	achtpolig
45	1	desgl.	V_2	fünfpolig
46	3	Röhrenfassungen, normal	V_5, V_6, V_7	vierpolig
47	1	Sockelabschirmung, passend zur achtpoligen Röhrenfassung	V_1	
48	1	Gitterkappenabschirmung	V_1	
49	1	Milliamperemeter, mit isoliertem Gehäuse	*mA*	100 mA
50	1	Festsperrkreis, für den Störsender	*A*	
51	2	Wellenumschalter, einfach 1×3	S_1, S_2	
52	2	Tippschalter	S_3, S_4	
53	1	Netzanschlußleiste		220 V
54	2	Hexodenclips	V_3, V_4	
55	2	Frontplattenwinkel		
56	2	Kupplungsmuffen, 6 mm Bohrung	S_1, S_2	
57	29	Einheitssteckbuchsen, isoliert	*A*, A_m, A_1, A_2, A_3, *E*, *T*, *Mi*, *O*, M_1, M_2, *1...13*	
58	1	m Sinepert-Abschirmschlauch		
59	30	keramische Isolierbuchsen		
60	1	Feinsicherung, mit Halter	*Si*	400 mA
61	2	Taschenlampen-Glühlampen	L_1, L_2	2 V; 0,2 A
62	1	Kurzschlußstecker		
63		Aluminiumplatten, Sperrholzplatten nach Angabe im Text		
		Röhren		
64	1	AF 7	V_1	
65	2	AC 2	V_3, V_4	
66	1	AB 2	V_2	
67	2	LK 4110 bzw. RE 614 (Gegentakt!)	V_5, V_6	
68	1	VG 420 bzw. G 2504	V_7	

[1]) Die Widerstände können mit freien Drahtenden oder mit Universalanschlußkappen gewählt werden.

Ein Tonabnehmer „ohne Anker“

Von

Albrecht Meinholt

Die Erkenntnis, daß es sowohl zur Erzielung einer hohen Resonanzlage — über dem Hörbereich liegend — wie im Interesse einer großen Empfindlichkeit wichtig ist, die Maße des Ankers eines Tonabnehmers möglichst klein zu halten, führte zu dem Entschluß, einen eigentlichen Anker gar nicht anzuwenden und dafür der Abtastnadel die Rolle des Ankers zu übertragen.

Dieses Bemühen führte schließlich zu der nachstehend beschriebenen Konstruktion. Abb. 1 zeigt einen Magneten von der üblichen Form, wie er z. B. in Kopfhörern verwendet wird. Man benötigt davon etwa vier bis sechs Stück. Der Abstand der Bohrungen beträgt im allgemeinen 38 mm; bei anderen Ausmaßen muß auch der Abstand

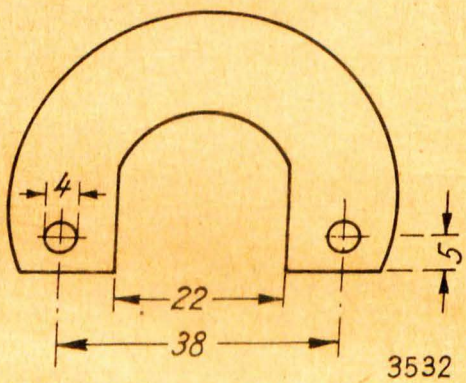


Abb. 1. Abmessungen eines Magneten

der Bohrungen in den Polschuhen (Abb. 2) geändert werden. Die Polschuhe sägt man am besten mit der Laubsäge aus einem Stückchen Bandeisen von der Stärke 4 bis 6 mm heraus. Wichtig ist dabei, daß der angegebene Winkel von 90 Grad genau stimmt und daß dessen Halbierende mit der Symmetrielinie zusammenfällt.

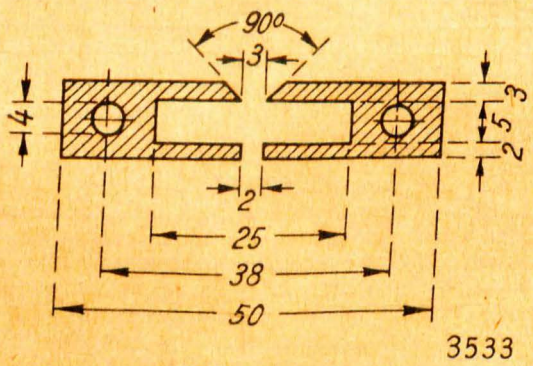


Abb. 2. Polschuhe

Abb. 3 zeigt den Nadelhalter, der auch aus Eisen (besser aus Stahl) gefertigt wird. Er ist der Form nach ein Prisma mit quadratischer Grundfläche von 6 × 6 mm und mit einer Höhe von 8 mm. Er erhält zwei Bohrungen, eine 1- bis 1,5-mm-Gewindebohrung durch die Längsachse und eine zweite Bohrung senkrecht zur Längsachse (1,5 bis 2 mm). Die erste (Gewinde-) Bohrung dient der Aufnahme der Klemmschraube, in die zweite Bohrung kommt die Nadel zu sitzen.

Als viertes Teil brauchen wir noch einen Klemmbügel, der erstens die Eigenschaft haben muß, die Nadel samt dem Halter zu befestigen, zweitens muß er die Möglichkeit bieten, die Nadel im Luftspalt zentrieren zu können. Dieser Klemmbügel wird am besten aus zwei Teilen gefertigt, aus dem Teil mit der Einkerbung, der beim Sägen des Prismas abfällt, zweitens aus einem flachen Teil, der zwei Bohrungen bekommt, die dem Abstand der beiden auf den Polschuhen aufgelöteten Muttern (siehe Zusammenbau) entsprechen. Beide Teile werden verlötet.

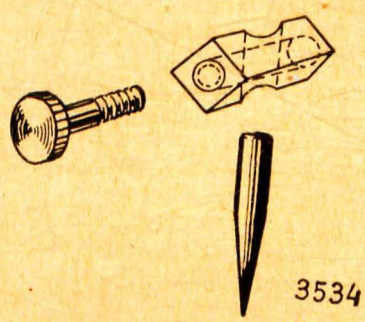


Abb. 3. Nadelhalter

In den freien Raum zwischen den Polschuhen kommt eine Spule, die man wohl am besten fertig als Lautsprecherspule kauft. Wichtig für das gute Arbeiten des Tonabnehmers ist, daß die Bohrung der Spule genügend weit ist, damit später die Nadel nirgends hängen bleibt.

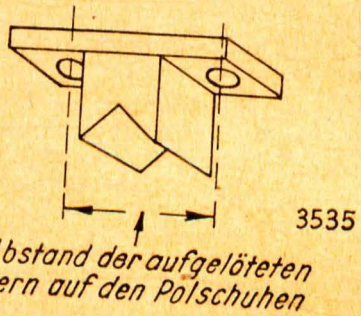


Abb. 4. Klemmbügel

Auf die Polschule lötet man, wie schon gesagt, zwei Muttern auf, an deren Stelle man aber auch in die Polschuhe Gewinde schneiden kann. Sie dienen zur Aufnahme von zwei Schauben, mit denen erstens der Nadelhalter festgeklemmt wird (unter allseitiger Zwischenlage von Gummi: 1 bis 2 mm starker Flachgummi), zweitens dienen sie durch wechselseitiges Anziehen oder Lockern zur Zentrierung. Ist dieses Zentrieren einmal sorgfältig geschehen, so wird jede später eingesetzte Nadel wieder genau so sitzen wie die erste, also genau auf Mitte.

Der Zusammenbau ist einfach. Man befestigt die Polschuhe an dem Magneten, setzt hierauf den Nadelhalter samt Gummi und Klemmbügel ein, zentriert die Nadel und — wenn das geschehen ist — nimmt man die Nadel wieder

heraus, wonach man die Spule einsetzt und mit einem entsprechenden Kitt festklebt. Die Enden der Spule lötet man an Litzen, die dann mit den Anschlußbuchsen des Verstärkers verbunden werden.

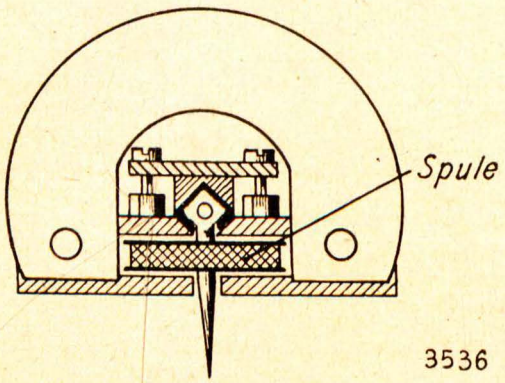


Abb. 5. Zusammenbau des Tonabnehmers

Für den Betrieb empfiehlt sich ein langer Tragarm oder eine Parallelführung, da die Nadel ziemlich leicht beweglich ist und durch schiefes Laufen der Dose leicht an die Polschuhe gedrückt werden könnte. Damit sie dort nicht „festklebt", kann man die Polschuhe mit Lack bestreichen.

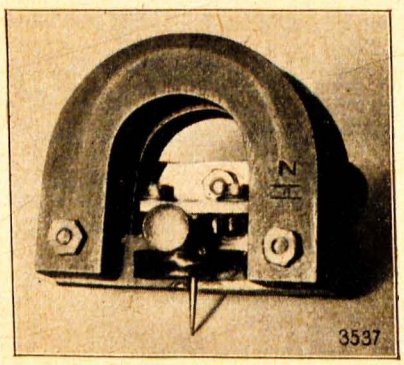


Abb. 6. Der fertige Tonabnehmer

Der Tonabnehmer ist nun fertig; die Konstruktion eines passenden Tonarms und einer Abdeckhaube mag dem einzelnen überlassen sein. Es empfiehlt sich eine Haube aus Cellon, sie schützt vor Staub und gewährt jederzeit Einblick.

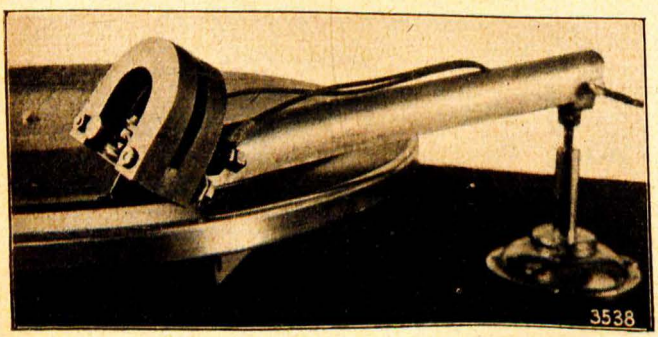


Abb. 7. Der selbstgebaute Tonabnehmer am Tragarm

Nun gehts ans Ausprobieren. Das menschliche Ohr allein vermag leider nur grobe Unterschiede zwischen zwei Tonabnehmern festzustellen. Will man genauer vorgehen, so nimmt man eine Frequenzkurve auf. Dies bedingt im allgemeinen eine sehr kostspielige Anordnung; man braucht einen Oszillographen mit Braunscher Röhre, einen frequenzunabhängigen Verstärker, kurz, Dinge, die nur wenigen Lesern zugänglich sind. Deshalb sei im folgenden eine Anordnung beschrieben, mit deren Hilfe man sich ein ganz gutes Vergleichsbild zu anderen käuflichen Marken-Tonabnehmern verschaffen kann. Man mißt die Lautstärke am Ausgang eines Verstärkers mit einem entsprechenden Gleichrichter-Meßgerät, aus einer Gleichrichterzelle (Selenelement) und einem Milliamperemeter bestehend. Man mag die ganze Anordnung als Amplitudenmesser bezeichnen. Der Verstärker ist notwendig, da die Leistung der Dose allein zur Messung noch nicht ausreichen würde. Natürlich verzerrt jeder auch noch so gute Verstärker, und die Kurve, die wir messen, ist eine Resultierende aus der Kurve des Tonabnehmers und der des Verstärkers. Da es sich aber hier um Vergleichsmessungen handelt und jede der angeschlossenen Dosen den sozusagen gleichen Bedingungen unterliegt, interessiert uns die Kurve des Verstärkers nicht. Freilich wäre es interessant, sie zu kennen, man könnte Rückschlüsse auf die tatsächliche Gestalt der Kurve des Tonabnehmers ziehen, aber für einfache Vergleiche ist das nicht nötig.

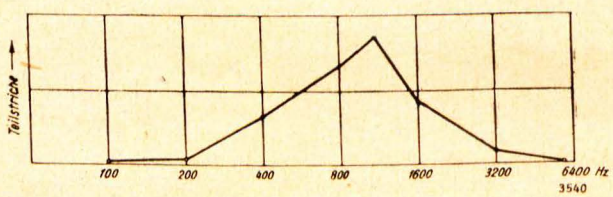


Abb. 8. Frequenzkurve eines fabrikmäßig hergestellten Tonabnehmers

Man überträgt nun eine stufenweise aufgenommene Frequenzplatte und mißt jeweils die zu einer bestimmten Frequenz gehörige Lautstärke (Amplitude). Die gefundenen Werte trägt man in ein Koordinatensystem ein und verbindet sie nach der Art einer punktweise zu konstruierenden Kurve (siehe Abb. 8 und 9). Das Idealbild einer solchen Kurve ist die gerade Linie, die möglichst weit nach den Tiefen und desgleichen nach den hohen Tönen reicht. Spitzen,

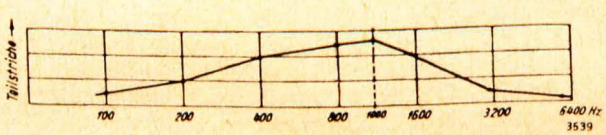


Abb. 9. Frequenzkurve des selbstgebauten Tonabnehmers

sogenannte Maxima, sollten nicht auftreten. Bei den Kurven Abb. 8 und 9 ist immer zu berücksichtigen, daß schon der Verstärker an sich die mittleren Frequenzen bevorzugt und die Kurve somit nach rechts und links abfällt. Wir können uns leicht vorstellen, daß die tatsächliche Kurve des Tonabnehmers viel mehr der geraden Linie angeglichen sein wird, als wie uns die Kurve Abb. 8 zeigt. Aber das Wesentliche an unserem Versuchsmodell sehen wir, wenn wir Abb. 9 betrachten. Diese stellt die Kurve eines Markenfabrikats dar, das sich in der Preisklasse von 20 bis 25 RM bewegt. Das Versuchsmodell darf den Anspruch erheben, eine breitere und ausgeglichenere Kurve zu besitzen als das Fertigfabrikat, und somit dürfte, wenn auch nicht ganz streng, bewiesen sein, daß sich auch auf dem Gebiet des Tonabnehmers eine sehr gute Möglichkeit zur Betätigung für den Bastler bietet.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Die Ermittlung der Brummspannung bei Netzgeräten

Von

K. Nentwig

Im Laufe der Jahre haben die Ansprüche an die Güte und Naturwahrheit der Wiedergabe eine ständige Steigerung erfahren, und heute ist man immerhin schon so weit, daß man in gewissen Fällen einen Frequenzumfang von etwa 30 bis 10 000 Hz fordern und auch erfüllen kann. Mit der Verbesserung der Wiedergabe der unter 100 Hz liegenden Frequenzen tritt aber die Notwendigkeit ein, dem Netzbrummen eine erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden. Soll dieses Brummen in der Wiedergabe nicht stören, dann darf es nur so groß sein, daß es selbst im Pianissimo nicht bemerkbar wird. Dabei ist natürlich eine gewisse Entfernung zwischen Lautsprecher und Ohr vorausgesetzt. Als höchstzulässiges Brummen kann man eine Spannung ansehen, die etwa 5 % der an den Lautsprecher abgegebenen niederfrequenten Wechselspannung beträgt. Es ist natürlich nur von Vorteil, wenn in diesem oder jenem Fall eine erheblich kleinere Brummspannung erreicht werden kann.

Will man aber das Brummen auf einen befriedigend kleinen Wert bringen, dann muß man vor der Ergreifung geeigneter Maßnahmen über die Entstehungsherde und die Größe der vorhandenen Brummspannung unterrichtet sein. Auf diese Fragen soll daher hier näher eingegangen werden.

Grundsätzlich kann man annehmen, daß die Brummspannung auf vier verschiedenen Wegen in das Endglied der Übertragungskette, den Lautsprecher, gelangen kann. Erstens ist eine Übertragung einer mehr oder minder großen Brummspannung durch Kopplung zwischen den Netzleitungen und den zum Empfänger (Verstärker) führenden Leitungen möglich. Zweitens kann die Brummspannung im Lautsprecher selbsterzeugt werden, sofern es sich um einen fremderregten dynamischen Lautsprecher handelt und der Erregerstrom nicht weitgehend geglättet ist. Drittens kann die Brummspannung über die Heizung eindringen, wobei eine unmittelbare Übertragung der Brummspannung auf das Gitter einer Röhre möglich ist, weil der Gitterkreis stets mit dem Heizkreis leitend verbunden ist. Viertens kann die zu große Brummspannung die Folge einer unzureichenden Siebung im Netzteil sein.

Im ersten Fall schafft eine größere Entfernung zwischen den miteinander gekoppelten Leitungen die gewünschte Abhilfe, und auch im zweiten Fall kann durch geeignete Maßnahmen eine hinreichende Verringerung der Brummspannung erzielt werden, sofern man es nicht vorzieht, auf die Fremderregung völlig zu verzichten und dafür einen Lautsprecher mit einem permanenten Magneten zu benutzen. Im dritten Fall ist eine weitgehende Herabsetzung des Brummens durch Anschluß der Kathodenleitung (Minus-Leitung) an die tatsächliche elektrische Mitte des Heizkreises möglich. Somit bleibt noch der vierte Entstehungsherd, die unzureichende Siebung. Hierzu ist zu sagen, daß gerade die Siebung ein gewisser Punkt ist, der meist nicht recht als Ursache des zu starken Brummens erkannt wird. Es ist zwar ohne weiteres möglich, durch sehr reichliche Bemessung der Siebkettenglieder von vornherein ein Mindestmaß an Brummen zu gewährleisten. Leider hat aber dieses Verfahren den Nachteil, nicht gerade wirtschaftlich zu sein. Die Kostenfrage ist es auch, die oft die Schuld an der zu schwachen Bemessung der Siebkettenglieder trägt. Sollen diese so bemessen werden, daß einerseits eine hinreichend kleine Brummspannung erzielt wird und andererseits die Kosten der Siebkette nicht zu groß werden, dann läßt es sich nicht umgehen, die Brummspannung an allen in Betracht kommenden Punkten der Anlage zu ermitteln. Diese Ermittlung kann durch Messung und durch Rechnung erreicht werden. Der zweite Weg ist der billigere und soll daher nachstehend näher behandelt werden. Vorausgeschickt sei hier gleich, daß auch der mathematisch weniger bewanderte Leser ohne weiteres in der Lage ist, auf diese Weise die in seinem besonderen Fall vorhandene Brummspannung zu ermitteln.

Betrachten wir zunächst einmal die Abb. 1, in der die im Netzteil vorliegenden Verhältnisse schematisch dargestellt sind. In dieser Abbildung ist C_L der Ladungskondensator, an dem neben der gewünschten Gleichspannung noch die Brummspannung $\tilde{E}_C$ liegt. Da für unsere Betrachtung immer nur die Brummspannung zu berücksichtigen ist, so wurde hier und auch bei den weiteren Spannungen der besseren Übersicht wegen das Wechselstromsymbol über dem Spannungszeichen angeordnet. Die Spannung E_C ist die größte im Netzteil auftretende Brummspannung, und es ist die Aufgabe aller Siebkettenglieder, diese Spannung immer mehr und mehr zu schwächen, so daß an den Ausgangspunkten des Netzteiles nur noch ein verschwindend geringer Rest vorhanden ist.

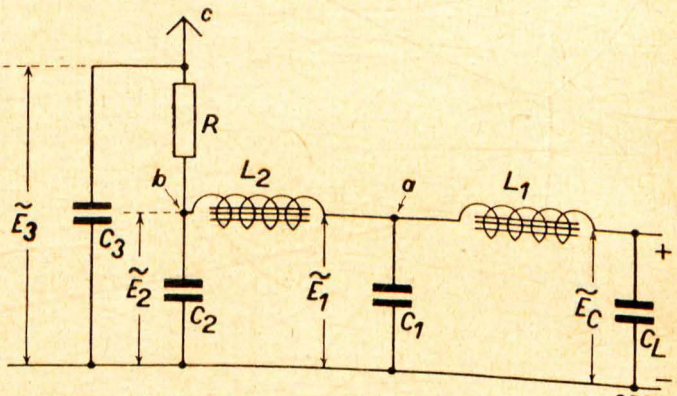


Abb. 1. Schaltung einer mehrgliedrigen Siebkette

Auf den Kondensator C_L folgen zunächst die Siebdrossel L_1 und der Kondensator C_1. An diesem Kondensator liegt die Brummspannung E_1, die bereits mehr oder weniger kleiner als $\tilde{E}_C$ sein wird. Jedenfalls ist die Brummspannung $\tilde{E}_1$ immerhin schon so klein, daß am Punkt *a* eine für die Endröhre genügend brummfreie Anodenspannung abgegriffen werden kann. In besonders gut beruhigten Netzteilen folgt nun noch die Siebdrossel L_2 mit dem dazugehörigen Kondensator C_2. An diesem Kondensator liegt neben der Gleichspannung noch die Brummspannung $\tilde{E}_2$, die wieder wesentlich kleiner als $\tilde{E}_1$ ist. Am Punkt *b* steht daher eine sehr weitgehend brummfreie Anodenspannung zur Verfügung. Schließlich sind noch der Widerstand R und der Kondensator C_3 vorhanden, die eine abermalige Verminderung der Brummspannung bewirken. Die Brummspannung $\tilde{E}_3$ ist demnach besonders klein, und am Punkt *c* steht die brummfreieste Anodenspannung zur Verfügung.

Wir haben demnach in der Schaltung der Abb. 1 eine dreigliedrige Siebkette vor uns. In der Praxis begnügt man sich jedoch in den meisten Fällen schon mit einer zweigliedrigen Ausführung. Dabei ist dann eine Siebdrossel und ein Kondensator allen abgegriffenen Spannungen gemeinsam, während jede einzelne Spannung für sich nochmals durch ein Siebglied, bei dem die Drossel durch einen Widerstand ersetzt ist, geglättet wird. Allen diesen verschiedenen Ausführungsformen der Siebung kommt aber keine grundsätzliche Bedeutung zu, so daß die Art der

nunmehr zu behandelnden Ermittlung der Brummspannung in allen Fällen angewandt werden kann.

Soll die an allen Punkten der Schaltung vorhandene Brummspannung, soweit sie aus dem Netzteil stammt, erfaßt werden, dann muß man zunächst an die Ermittlung der am Ladungskondensator auftretenden Brummspannung gehen. Diese Spannung ist in ihrer Größe abhängig von der Kapazität des Ladungskondensators, der Stromentnahme und der Frequenz der den Kondensator aufladenden Stromstöße. Mit hinreichender Genauigkeit kann diese Brummspannung nach der folgenden Formel erhalten werden:

$$\ddot{E}_C = \frac{J}{4 \cdot f \cdot \sqrt{2} \cdot C} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

Hiernach wird die effektive Brummspannung $\ddot{E}_C$ in Volt erhalten, wenn J der vom Gleichrichter zu liefernde Strom in Ampere, f die Frequenz der auf den Ladungskondensator je Sekunde treffenden Stromstöße in Hz und C die Kapazität des Ladungskondensators in Farad sind. Liegt der Ladungskondensator an einem Halbweggleichrichter, dann ist f mit 50 Hz einzusetzen, während bei Vollweggleichrichtung $f = 100$ Hz ist. Da die Kapazität des Ladungskondensators üblicherweise nicht in Farad, sondern in Mikrofarad angegeben ist, so erfährt die Formel (1) folgende Umformung:

$$\ddot{E}_C = \frac{J \cdot 10^6}{4 \cdot f \cdot \sqrt{2} \cdot C} \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

Hierbei ist also C in Mikrofarad einzusetzen. Aus der Formel (2) ergeben sich die vereinfachten Formeln (2 a) und (2 b) für Halb- bzw. Vollweggleichrichtung.

$$\ddot{E}_C = \frac{J \cdot 10^6}{282 \cdot C} \quad \ldots\ldots\ldots (2a)$$

$$\ddot{E}_C = \frac{J \cdot 10^6}{564 \cdot C} \quad \ldots\ldots\ldots (2b)$$

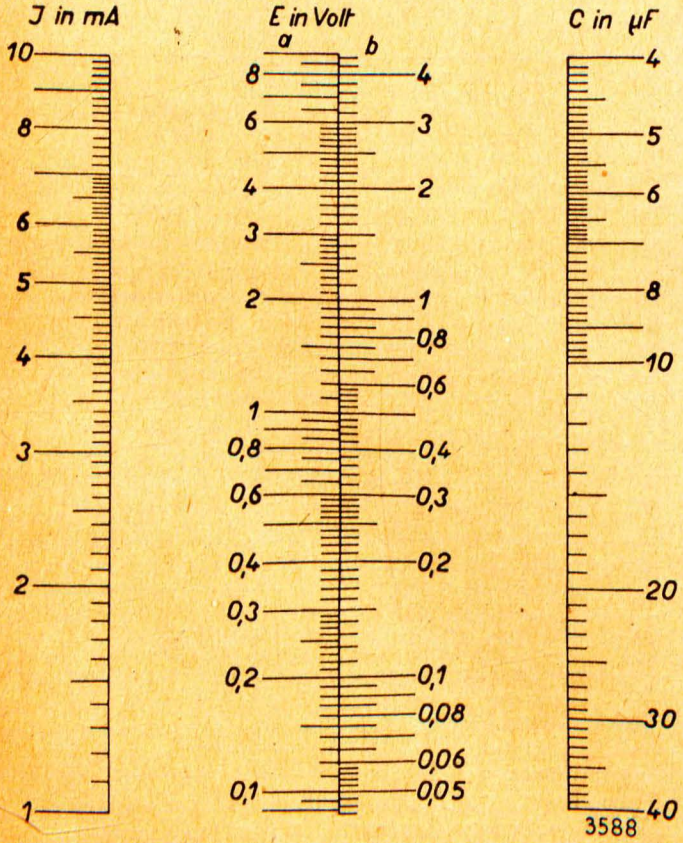


Abb. 2. Nomogramm zur Ermittlung der Brummspannung am Ladungskondensator

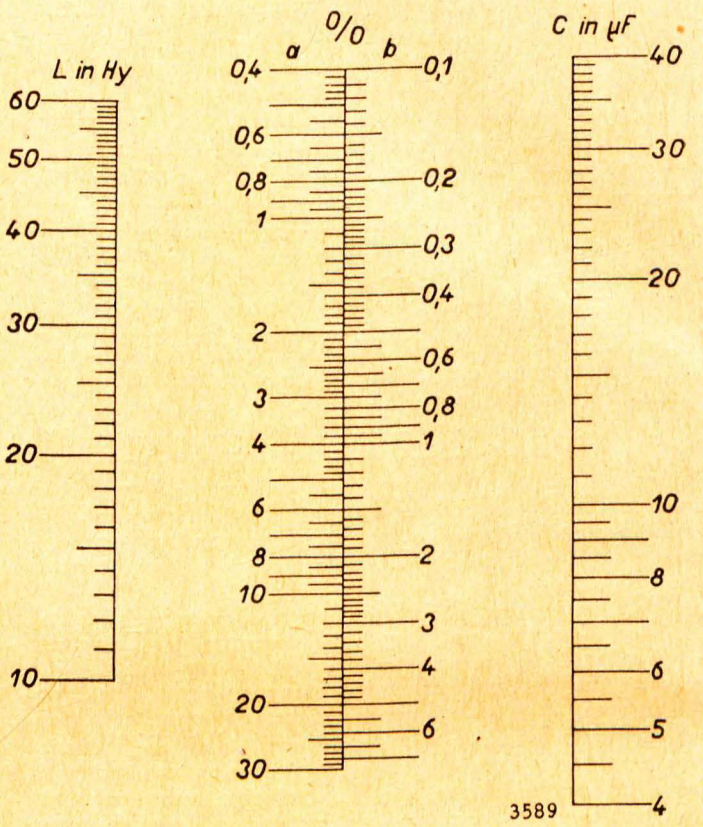


Abb. 3. Nomogramm zur Ermittlung der restlichen Brummspannung hinter Drosselsiebketten in % der nach Abb. 2 erhaltenen Brummspannung

Um die Arbeit der Errechnung der Brummspannung zu sparen, kann man sich auch des in der Abb. 2 wiedergegebenen Nomogramms bedienen. Die Bedeutung der einzelnen Leitern dieses Nomogramms dürfte hinreichend klar sein und es ist daher nur notwendig, über die mittlere Leiter einige Worte zu sagen. Bei der mittleren Leiter gilt die Zahlenreihe *a* für Halbweg- und die Zahlreihe *b* für Vollweggleichrichtung. Die Benutzung des Nomogrammes erfolgt wie üblich in der Weise, daß man die gegebenen Werte, hier also J und C, durch eine dünne gerade Linie (z. B. durch einen über das Nomogramm gespannten schwarzen Faden) miteinander verbindet und am Schnittpunkt der mittleren Leiter den gesuchten Wert abliest. Da die linke Leiter nur für Ströme von 1 bis 10 mA eingerichtet ist, so ist beim Vorhandensein größerer Ströme bis 100 mA (bzw. bis 1000 mA = 1 Ampere) eine Multiplikation mit 10 (bzw. mit 100) vorzunehmen und dann auch den an der mittleren Leiter abgelesenen Wert mit 10 (bzw. 100) zu multiplizieren.

Nunmehr handelt es sich darum, die Größe derjenigen Brummspannung zu ermitteln, die hinter der Siebkette noch vorhanden ist. Zunächst ist die Drosselsiebkette zu betrachten. In diesem Fall kann die folgende Formel benutzt werden

$$\ddot{E}_S = \frac{10^6 \cdot 100}{\omega^2 \cdot L \cdot C} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

In dieser Formel ist ω^2 das Quadrat der Kreisfrequenz, die sich ihrerseits aus $2 \cdot \pi \cdot f$ ergibt, wenn f die Frequenz in Hz ist. Ferner ist L die Selbstinduktion der Siebdrossel (bei der gegebenen Gleichstrombelastung!) in Henry und C die Kapazität des zur Drossel gehörenden Kondensators in Mikrofarad. Die Formel (3) ist nichts weiter als ein Vergleich der Wechselstromwiderstände von Drossel und Kondensator und muß die am Kondensator verbleibende Brummspannung ergeben, da beide Einzelteile (Drossel und

Kondensator) als ein Spannungsteiler für Wechselstrom aufgefaßt werden können. Nach der Formel (3) wird die hinter der Drossel noch vorhandene Brummspannung in % der vor der Drossel gegebenen Brummspannung erhalten.

Auch hier kann man wieder auf die umständliche Rechnung verzichten, wenn man ein Nomogramm benutzt. Ein solches Nomogramm ist in Abb. 3 enthalten. Verbindet man hier die bekannten Werte von L (Selbstinduktion der Drossel) und C (Kapazität des Kondensators) miteinander, dann ergibt der Schnittpunkt auf der mittleren Leiter die restliche Brummspannung in Prozenten der vor der Siebdrossel vorhandenen. Die linke (a) Zahlenreihe gilt wieder für Halbweg- und die rechte (b) für Vollweggleichrichtung. Bei Vollweggleichrichtung ergibt sich also bei gleichen Siebmitteln eine vierfach bessere Siebung als bei Halbweggleichrichtung. Liegen zwei Drosselglieder hintereinander, dann wird zunächst für jedes einzelne Glied die restliche Brummspannung in Prozenten aus dem Nomogramm der Abb. 3 entnommen. Die hinter dem zweiten Drosselglied noch vorhandene Brummspannung ergibt sich dann nach der Formel:

$$\frac{A \cdot B}{100} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

gleichfalls in %, wenn A und B die für jedes Drosselglied aus dem Nomogramm entnommenen Werte (in %) sind.

Werden in einer Siebkette statt der Drosseln Widerstände benutzt, dann wird die hinter einem Widerstandsglied noch vorhandene Brummspannung nach der folgenden Formel erhalten:

$$\tilde{E}_S = \frac{10^6 \cdot 100}{\omega \cdot R \cdot C} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

In dieser Formel ist ω wieder die Kreisfrequenz, bei Halbweggleichrichtung also der Wert 314 und bei Vollweggleichrichtung der Wert 628; R ist der Widerstand in Ohm und C ist die Kapazität des zum Widerstand gehörenden Kondensators in Mikrofarad.

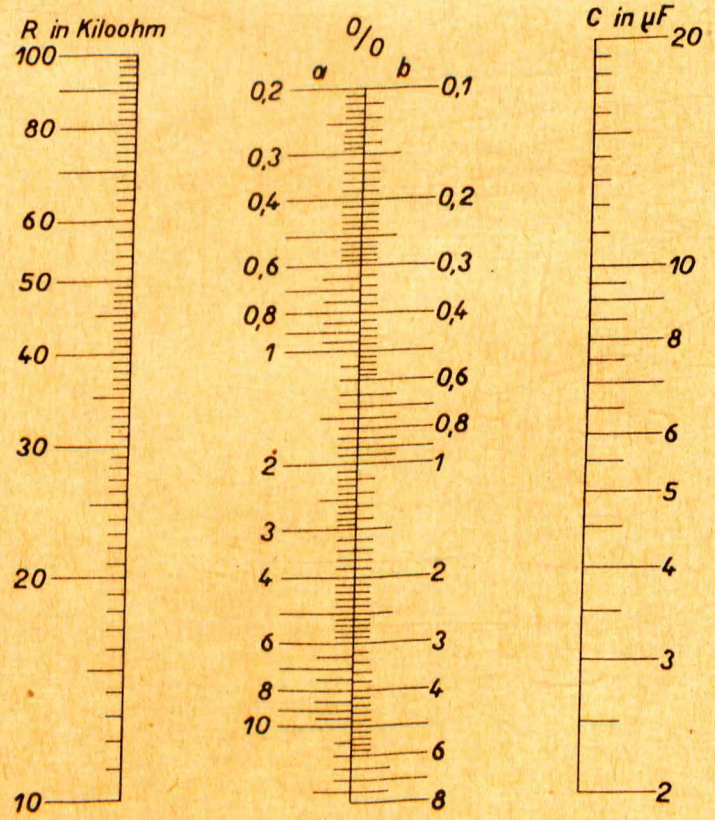


Abb. 4. Wie Abb. 3, jedoch für Widerstandssiebketten

Statt nach Formel (5) die Brummspannung (in %) durch Rechnung zu ermitteln, kann man sie auch aus dem Nomogramm der Abb. 4 unmittelbar entnehmen. Die linke Leiter enthält hier die Wiederstände in Kiloohm (1 Kiloohm = 1000 Ohm) und die Zahlenreihe a der mittleren Leiter gilt wieder für Halbweggleichrichtung, während die Zahlenreihe b für Vollweggleichrichtung zu benutzen ist. Weitere Angaben über dieses Nomogramm dürften sich wohl erübrigen.

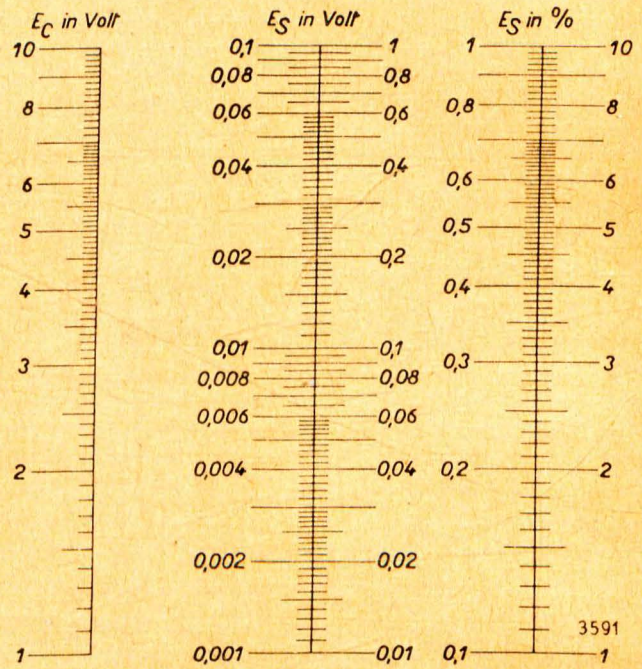


Abb. 5. Nomogramm zur Ermittlung der restlichen Brummspannung in Volt

Für die weiteren Berechnungen usw. ist es nun sehr vorteilhaft, wenn wir die hinter den einzelnen Gliedern der Siebkette oder hinter der ganzen Siebkette vorhandene Brummspannung nicht nur in Prozenten der vor der Siebkette gegebenen kennen, sondern ihre absolute Größe (in Volt) ermitteln. Zu diesem Zweck wird die am Ladungskondensator liegende Brummspannung $\tilde{E}_C$ mit dem aus den Formeln (3), (4) und (5) erhaltenen oder aus den Nomogrammen der Abb. 3 und 4 entnommenen Werten (in %) multipliziert und das Ergebnis dann durch 100 dividiert. Also

$$\tilde{E}_S \text{ (in Volt)} = \frac{\tilde{E}_C \text{ (in Volt)} \cdot \tilde{E}_S \text{ (in \%)}}{100} \quad \ldots \quad (6)$$

Ein statt dieser Formel zu benutzendes Nomogramm ist in Abb. 5 enthalten. Auch dieses Nomogramm dürfte ohne weiteres verständlich sein. Es sei lediglich erwähnt, daß die linke bzw. rechte Zahlenreihe der mittleren Leiter zu der linken bzw. rechten Zahlenreihe der rechten Leiter gehören.

Haben wir auf diese Weise die Brummspannung jeder Anodenspannung usw. ermittelt, dann können wir auch leicht feststellen, welche Größe die hinter der Endröhre auftretende Brummspannung hat. Es ist zu diesem Zweck ja nur notwendig, die von uns in Volt ermittelte Brummspannung mit dem Verstärkungsfaktor der auf die Eintrittsstelle folgenden Niederfrequenzstufen zu multiplizieren. Übersteigt der so erhaltene Wert dann die eingangs erwähnte Größe, dann muß eben für eine günstigere Bemessung der Siebkettenglieder gesorgt werden. Es ist leicht einzusehen, daß nur auf die hier geschilderte Weise eine Vorausbestimmung der Brummspannung möglich ist und somit leicht von vornherein für eine richtige Bemessung der einzelnen Siebglieder Sorge getragen werden kann.

Es möge nun der ganze Vorgang der Ermittlung der Brummspannung des besseren Verständnisses wegen an einem Beispiel erläutert werden. Dabei wollen wir uns an das Schema der Abb. 1 halten, da hier die verschiedenen Möglichkeiten beisammen sind. Für die Einzelteile dieser Schaltung seien folgende Größen angenommen: $C_L = 8$ µF, $C_1 = C_2 = 4$ µF, $C_3 = 2$ µF, $L_1 = 20$ Henry, $L_2 = 10$ Henry und $R = 20$ Kiloohm. Ferner sei Vollweggleichrichtung und ein Gesamtstrom von 30 mA (0,03 Ampere) angenommen.

Zunächst ist also die Brummspannung $\tilde{E}_C$ zu ermitteln. Sie beträgt nach Formel (2) oder Nomogramm Abb. 2 rund 6,5 Volt. Die Drossel L_1 und der Kondensator C_1 bewirken nach Formel (3) oder Nomogramm Abb. 3 eine Verringerung bis auf 3,2 %. Hinter der Drossel L_2 und dem Kondensator C_2 ist die Brummspannung auf weitere 6,3 % abgesunken. Der Widerstand R bewirkt dann mit dem Kondensator C_3 eine nochmalige Siebung bis auf rund 4 % (nach Formel (5) oder Nomogramm Abb. 4). Insgesamt ist jetzt also die Brummspannung auf 0,008064 % ihrer Größe am Ladungskondensator gesunken, denn

$$\frac{3{,}2 \cdot 6{,}3 \cdot 4}{100 \cdot 100} = 0{,}008064 = \text{rund } 0{,}008\ \%$$

Da wir am Ladungskondensator eine Brummspannung $\tilde{E}_C$ von rund 6,5 Volt eff ermittelt haben, so beträgt jetzt hinter dem Widerstand die Brummspannung ($\tilde{E}_3$ in Abb. 1) nur noch rund 0,00052 Volt. Rechnen wir nach Formel (6), dann sieht die Rechnung folgendermaßen aus:

$$\frac{6{,}5 \cdot 0{,}008}{100} = 0{,}00052 \text{ Volt.}$$

Benutzen wir aber das Nomogramm der Abb. 5, so ist folgendes zu beachten.

Werden die Werte der linken Leiter mit 10 multipliziert, so sind auch die Werte der mittleren Leiter mit 10 zu multiplizieren. Wird die rechte Leiter für kleinere Werte benutzt, dann sind die an der mittleren Leiter abgelesenen Werte entsprechend zu dividieren. In unserem Fall hätten wir also nur von der rechten Leiter her eine Division durch 100 vorzunehmen und haben daher nur nötig, den an der mittleren Leiter (linke Zahlenreihe) abgelesenen Wert durch 100 zu dividieren.

Wir können nun natürlich auch nach der Formel (6) oder Nomogramm Abb. 5 leicht ermitteln, wie groß die Brummspannung in Volt ist, wenn wir z. B. am Punkt *a* (Abb. 1) die Anodenspannung für die Endröhre abgreifen. Da die ursprüngliche Brummspannung rund 6,5 Volt betrug und sie hinter der ersten Drossel auf 3,2 % abfiel, so beträgt sie also am Punkt *a* rund 0,205 Volt. In ähnlicher Weise ergibt sich am Punkt *b* eine Brummspannung ($\tilde{E}_2$) von rund 0,013 Volt, denn:

$$\frac{6{,}5 \cdot 3{,}2 \cdot 6{,}3}{100 \cdot 100} = 0{,}013104 \text{ Volt}$$

Alle hier gebrachten Formeln und Nomogramme können auch bei Gleichstromnetzanschluß benutzt werden. Fehlt ein Ladungskondensator in diesem Fall, dann können etwa 10 % der Netzspannung als Brummspannung angesehen werden. Die Frequenz dieser Brummspannung wird zweckmäßig zu 50 Hz angenommen, um auch besonders ungünstigen Fällen gerecht werden zu können. Ist dagegen die Frequenz der Brummspannung genau bekannt, dann ist natürlich diese Größe zu berücksichtigen.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß die Nomogramme natürlich auch umgekehrt die jeweils günstigsten Größen der Siebglieder zu entnehmen gestatten, da man ja nur nötig hat, die zwischen den Leitern gezogene Verbindungslinie solange zu verschieben, bis man diejenigen Größen gefunden hat, die eine hinreichend kleine Brummspannung gewährleisten. Ein näheres Eingehen darauf führt hier zu weit und dürfte sich wohl auch erübrigen. Gegebenenfalls wird sich ein späterer Aufsatz näher damit beschäftigen.

Zeichnungen vom Verfasser

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Hochfrequenzmessungen bei 1 m Wellenlänge

Bei Hochfrequenzmessungen im Gebiet der Meterwellen üben die Meßinstrumente im Meßkreis einen nicht zu vernachlässigenden Einfluß aus. Es kann also hier nur eine Methode Verwendung finden, die im Meßkreis selbst keine Instrumente benutzt. Eine von H. G. Möller vorgeschlagene Methode, die mit einem Audion mit blockiertem Gitter arbeitet, wird von W. A. Krause eingehend theoretisch behandelt. Die Arbeit enthält auch einige Hinweise auf weitere im Gebiet der Meterwellen benutzbare Meßmethoden. *Schr.*

Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Leipzig, Band 45, Heft 4, Seite 128

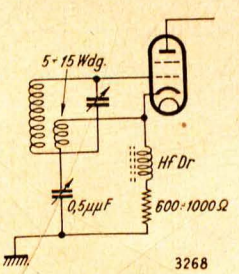
Der Widerstand eines Sperrkreises

F. Klutke berechnet die genaue Lage der Maxima des Widerstandes eines Sperrkreises in Abhängigkeit von der Kreisfrequenz, von der Kapazität und der Selbstinduktion. Dabei zeigt sich, daß die Maxima, die sich bei Veränderung der Kapazität bzw. der Selbstinduktion ergeben, nicht zusammenfallen. Es ergibt sich ferner eine gewisse Unsymmetrie der Resonanzkurve, die bewirkt, daß bei Abstimmung mittels der Kapazität die höheren, bei Abstimmung mittels der Selbstinduktion die tieferen Frequenzen durchschlagen. *Schr.*

Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Leipzig, Band 45, Heft 1, Seite 19

Rückkopplungschaltungen

Wie J. Plebanski bei der Untersuchung von Rückkopplungsschaltungen, in denen die Rückkopplungselemente an den Anodenkreis der Röhre angeschlossen waren, feststellt, können diese Schaltungen nicht bis zum Maximum ihrer Wirkungsfähigkeit ausgenutzt werden, da sie bei stark angezogener Rückkopplung sehr unstabil werden. Dieser Nachteil soll dann vermieden werden, wenn die Rückkopplungselemente kathodenseitig angeschlossen werden, wie dies in der Abb. gezeigt ist. Es werden eine größere Anzahl Schaltungen beschrieben, bei denen das vorstehend beschriebene Prinzip in einer oder mehreren Stufen eines Empfängers zur Anwendung gebracht ist, und die mit diesen Anordnungen erzielten Ergebnisse wiedergegeben. Als besonders vorteilhaft hat sich die beschriebene Anordnung bei Verwendung indirekt beheizter Röhren erwiesen.



Schr.

Radio News, New York, Band 16, Nr. 9, Seite 544

CQ MITTEILUNGEN DES DEUTSCHEN AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGS-DIENSTES e. V.

JAHR 1936 (DASD e. V.) JAHR 1936

HERAUSGEBER: DEUTSCHER AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGSDIENST e. V.
ANSCHRIFT: BERLIN-DAHLEM, SCHWEINFURTHSTRASSE 78, FERNRUF: G 6 (BREITENBACH) 4941/42
DIE BEILAGE „CQ" ERSCHEINT MONATLICH / GESONDERT DURCH DEN DASD e. V. BEZOGEN VIERTELJÄHRLICH 3,— RM

Zweiröhrenempfänger für Wechselstrom-Netzbetrieb

DASD-Standardgerät Nr. 7

Dem nachfolgend beschriebenen Empfangsgerät wurde die bewährte Schaltung mit einer Fünfpol-Schirm-Röhre AF 7 im rückgekoppelten Audion und nachfolgender Niederfrequenzstufe mit Fünfpol-Schirm-Röhre AF 7 zugrunde gelegt.

Die Schaltung

Die Gesamtschaltung ist in Abb. 1 dargestellt. Die Ankopplung der Antenne an den Schwingungskreis erfolgt induktiv über die Wicklung L_1 der auf einen gemeinsamen Körper gewickelten Spule $L_{1,\ 2,\ 3}$ (s. a. Abb. 2). Zur Ermöglichung verschiedener Antennenanpassung sind zwei Antennenanschlüsse vorgesehen, von denen bei A_1 zwischen Antenne und L_1 ein veränderlicher Verkürzungskondensator C_1 gelegt ist, während über A_2 die Antenne direkt an die Ankopplungsspule geschaltet werden kann. Der Abstimmkreis setzt sich aus der Spule L_2 und den Drehkondensatoren C_2 und C_3 zusammen. Als eigentlicher Abstimmkondensator dient hierbei C_2 mit einer variablen Kapazität von 15 cm, während der parallel liegende Bandkondensator C_3 mit einer Rastenscheibe versehen ist, die eine stufenweise Kapazitätsvariation gestattet. Die Gesamtkapazität dieses Kondensators ist 100 cm, so daß sich bei den einzelnen Stufen die Teilkapazität durchschnittlich um je 10 cm ändert. Hierdurch ergibt sich für jede Spule eine Eichkurvenschar von 10 übereinanderliegenden Eichkurven (s. z. B. Abb. 3). Die mit dieser Kapazitätskombination bestreichbaren Bereiche sind aus der Tabelle I zu ersehen, die auch gleichzeitig die Wickeldaten für die einzelnen Spulen enthält. Die Dimensionierung der Abstimmspulen ist so vorgenommen, daß die einzelnen Bänder jeweils bei einer Kapazität von 60 cm des Rastenkondensators liegen, wobei sich eine günstige Verteilung der Frequenzen auf dem Kondensator C_2 ergibt. Auch ist hiedurch beim Übergang von einem Band zum anderen eine Verstellung des Rastenkondensators nicht erforderlich. Als Wickelkörper für die Spulen sind die üblichen Frequentakörper mit 35 mm Außendurchmesser und fünfpoligen Stecker vorgesehen. Bei der Abstimmungs- und Rückkopplungsspule für das 10-m-Band hat sich der Übergang auf einen kleineren Durchmesser als zweckmäßig erwiesen, und zwar sind diese Spulen mit etwa 5 mm gegenseitigem Abstand auf einen 20-mm-Körper gewickelt, der dann in dem fünfpoligen großen Frequentakörper untergebracht ist. Die Antennenspule ist hier jedoch ebenso wie bei den anderen Bändern außen auf dem 35-mm-Körper angebracht. Mit dieser Spule arbeitet das Gerät noch bis zu einer Frequenz von 43 MHz, und es lassen sich auch auf diesem Bereich sämtliche Raststellungen ausnutzen. Mit 4 auswechselbaren Spulen (d. h. also in 40 Einzelbereichen, die sich durchschnittlich zu 20 % überlappen) kann mithin das gesamte für den Amateur interessante Frequenzgebiet von 2,8 bis 43 MHz bestrichen werden.

Spule	Bereich kHz	L_1 Wdg.	L_1 Draht	L_2 Wdg.	L_2 Draht	L_3 Wdg.	L_3 Draht
1	2800- 6200	7¼	0,5	28½	0,8	6½	0,5
2	5600-12200	4¾	0,8	10¾	0,8	3½	0,5
3	11200-24000	2½	0,5	4¼	0,8	3½	0,5
4	21000-43000	1¼	0,8	3½*)	1,0	4½*)	0,5

Spulendurchm. 35 mm. *) 20 mm ⌀.

Die Regelung der Rückopplung erfolgt durch Veränderung der Schirmgitterspannung, wozu der Spannungsteiler P_1 (50 000 Ohm) dient. Diesem ist ein Widerstand R_6 von 100 000 Ohm vorgeschaltet, wodurch der Regelbereich der Schirmgitterspannung auf etwa 0 bis 100 Volt beschränkt wird. Der Rückkopplungsspannungsteiler ist

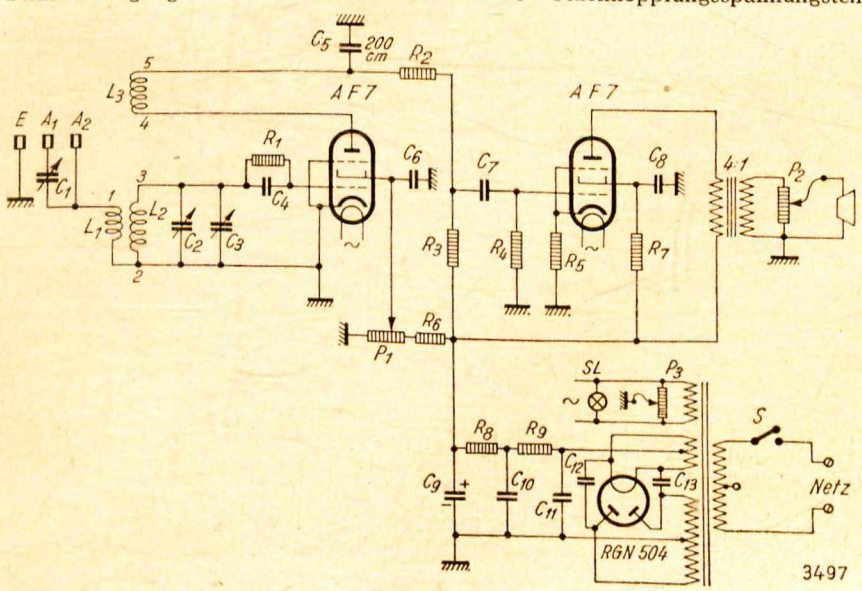


Abb. 1.
Stückliste zum Standardgerät Nr. 7

C_1 = 15 cm, C_2 = 20 cm, C_3 = 100 cm (m. Rastenscheibe), C_4 = 150 cm, C_5 = 200 cm, C_6 = 0,1 µF (induktionsfrei), C_7 = 5000 cm, C_8 = 2 µF 750 V, C_9 = 8 µF 500 V (Elektrolyt), C_{10} und C_{11} = je 2 µF 750 V, C_{12} und C_{13} = je 0,1 µF (induktionsfrei), R_1 = 1 MΩ 0,5 W, R_2 = 10 TΩ 0,5 W, R_3 = 0,2 MΩ 0,5 W, R_4 = 1 MΩ 0,5 W, R_5 = 1 TΩ 0,5 W, R_6 = 100 TΩ 0,5 W, R_7 = 1 TΩ 0,5 W, R_8, R_9 = je 10 TΩ 2 W, P_1 = 50 TΩ lin., P_2 = 15 TΩ log., P_3 = 50 Ω lin.

durch einen induktionsfreien Kondensator von 0,1 µF überbrückt, der Kratzgeräusche des Potentiometerkontakts zu verhindern hat und gleichzeitig für eine hochfrequente Erdung des Schirmgitters sorgt. Als Rückkopplungskondensator ist eine Festkapazität C_5 von 200 cm eingebaut. Die Abriegelung des Niederfrequenzverstärkers gegen vom Audion her eindringende Hochfrequenzspannungen besorgt der Widerstand R_2.

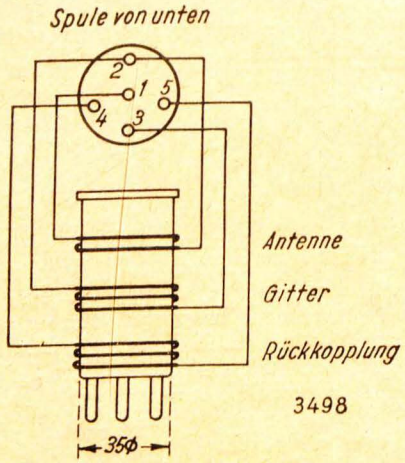


Abb. 2.

Die Ankoppelung des Niederfrequenzverstärkers erfolgt über den Widerstand R_3 und den Kondensator C_7. Die negative Gittervorspannung für den Verstärker wird durch die Widerstände R_4 und R_5 hergestellt. Bei R_5 ist der Parallelkondensator absichtlich fortgelassen, da sich ohne diesen ein geringeres Brummen ergab. Der Ausgang des Verstärkers ist durch einen Abwärtstransformator 4 : 1 abgeschlossen, zwischen dessen Sekundärseite und dem Telephon der Lautstärkenregeler P_2 liegt.

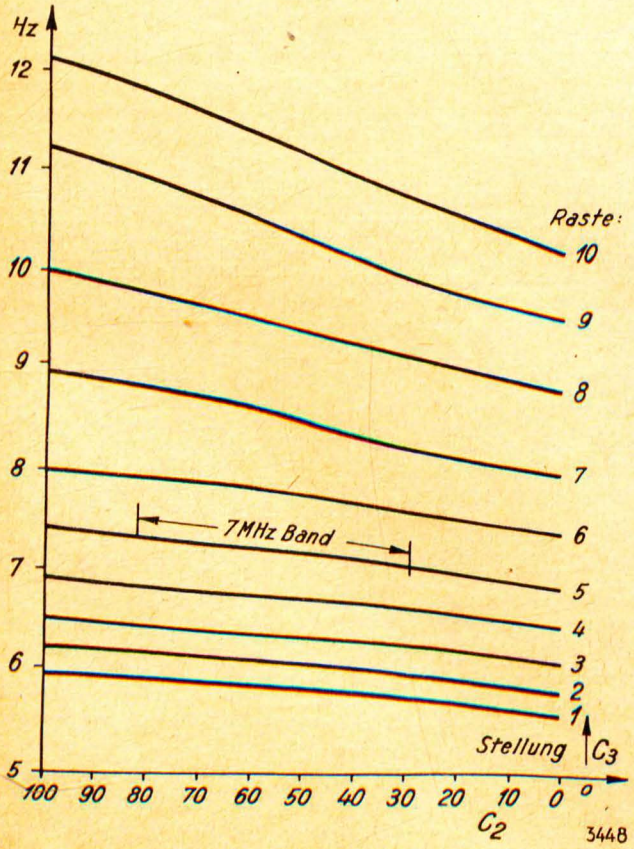


Abb. 3.

Der Netzteil ist mit einem Zweiwegtransformator für zweimal 300 Volt versehen. Als Gleichrichterröhre dient die RGN 504 bzw. G 504. Die Siebung erfolgt über die Kondensatorwiderstandskette C_{11}, R_9, C_{10}, R_8, C_9. Zur Unterdrückung der Harmonischen im Brummen sind die Gleichrichterstrecken der Röhre durch induktionsfreie 0,1 µF-Kondensatoren C_{12} und C_{13} überbrückt. Zur Einstellung des Heizmittelpunkts dient ein Potentiometer P_3 von 50 Ohm. Das Netzgerät liefert an den Klemmen des letzten Ausgleichskondensators (C_9) bei einer Gesamtbelastung durch den Empfänger von 7 mA eine Spannung von 250 Volt. Die vorgesehene Siebung reicht auf allen Bändern für einen absolut brummfreien Kopfhörerempfang aus.

Der Aufbau

Die ganze Anordnung ist in einem DASD-DIN A 5 Kasten zusammen mit dem Netzteil untergebracht. Auf der Frontplatte ist in der Mitte, mit einer Feinstellskala versehen, der Kondensator C_2 und unmittelbar darüber der Rastenkondensator C_3 montiert (s. Abb. 4). Rechts

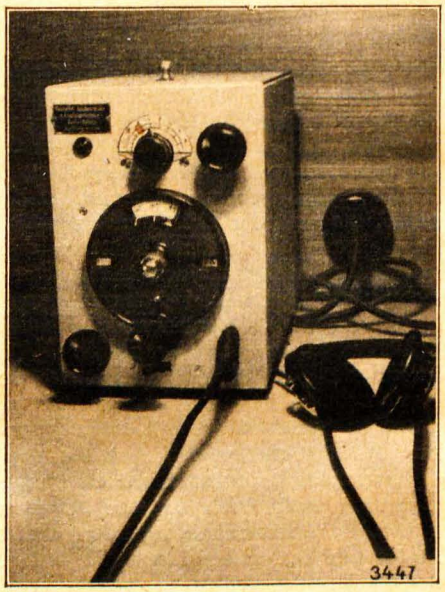


Abb. 4

von diesem befindet sich der Lautstärkenregler, links eine parallel zur Heizung liegende Signallampe. In der unteren linken Ecke der Frontplatte ist der Rückkopplungsregler angebracht, unten in der Mitte der Netzschalter und rechts der Telephonanschluß. Ein weiterer parallel liegender Telephonanschluß befindet sich an der Rückseite des Geräts um bei festem Einbau des Empfängers auf der Station die Tischfläche frei von Schnüren haben zu können. Unmittelbar hinter den Abstimmkondensatoren ist um etwa 30 mm erhöht auf den Zwischenboden die fünfpolige Spulenfassung montiert, links und rechts davon sind, wie auf Abb. 5 gut zu erkennen ist, die Fassungen für die Audionröhre und die Niederfrequenzröhre eingelassen. Durch diesen Aufbau ergeben sich besonders kurze Leitungen für den Audionkreis. Die Verbindung der Schwingkreiskondensatoren mit der Gitterkappe der Audionröhre besteht ausschließlich aus dem in den Röhrchenkondensator gesteckten Gitterwiderstand (s. Abb. 5a und c).

An der Rückseite des Geräts befindet sich das Netzgerät. Eine besondere metallische Abschirmung desselben gegen den Empfangsteil ist nicht nötig.

Unterhalb der Bodenplatte sind sämtliche Siebkondensatoren und Siebwiderstände, sowie der wesentliche Teil der Verdrahtung untergebracht. Wichtig ist auch hier wieder, daß sämtliche „Erd"-Punkte an einer einzigen Stelle des

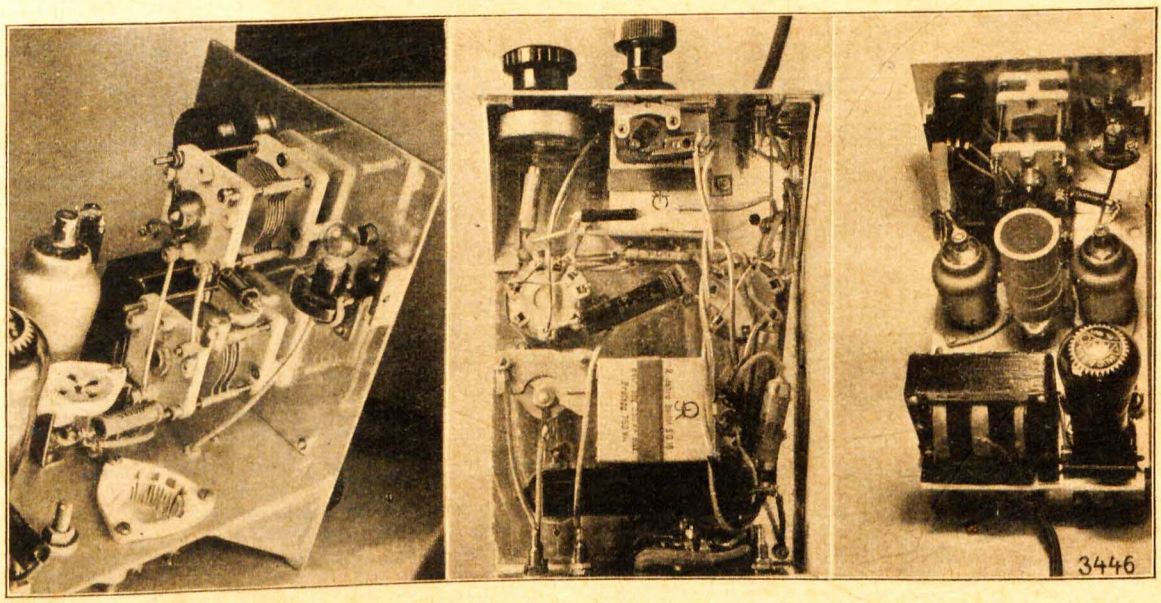


Abb. 5. a b c

Chassis zusammengeführt werden, wofür eine Befestigungsschraube der Spulenfassung verwendet wurde, die sowohl oben als auch unten von überall her leicht erreichbar ist. Die Anordnung der einzelnen Teile ist aus Abb. 5 b zu ersehen.

Der Antennenverkürzungskondensator C_1 ist isoliert von unten her auf die Zwischenplatte montiert und nach Öffnen des Kastendeckels im Bedarfsfalle von oben mittels eines langen Schraubenziehers bequem zu bedienen. Die Antennenanschlüsse und die Erdungsbuchse liegen auf der Rückseite des Chassis. Die Erdungsbuchse ist hier auch isoliert und steht ausschließlich mit dem obengenannten, zentralen Chassis-Erdungspunkt in Verbindung.

Die Empfindlichkeit des Geräts wurde bis zu 30 MHz herauf untersucht. Bei einer Eingangsfeldstärke von 10 bis 15 Mikro-Volt ergeben sich im Telephon Lautstärken von r 6. Auf dem Ultra-Kurzwellenbereich ist Lautsprecherempfang des Berliner Fernsehsenders möglich.

Zeichnungen vom Verfasser *E. Graff*

Vom Schreibtischentwurf in die Praxis

Nr. 15. Gegentaktsender mit Empfängerröhren

Eine kapazitiv rückgekoppelte Gegentaktdreipunkt-Schaltung (Abb. 1) gibt dem selbsterregten Sender die notwendige Frequenzstabilität, die Spule des Abstimmkreises ist geteilt, um die Antennenspule an einer Stelle geringen Hochfrequenzpotentials ankoppeln zu können, zur Vermeidung

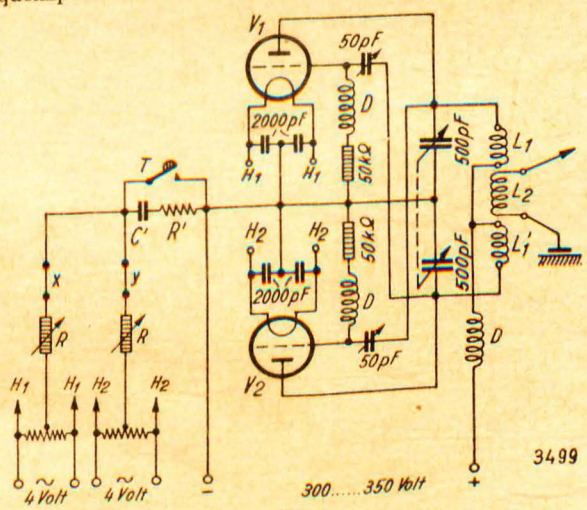


Abb. 1

von Handempfindlichkeit wird ein Doppel-Drehkondensator mit geerdeten Rotoren verwendet. Die Einregelung der Rückkopplung erfolgt mittels der 50 pf-Gitterdrehkondensatoren. Die Gitterableitwiderstände (in Serie mit Universal-Kurzwellendrosseln) müssen event. ausprobiert werden. Getrennte Heizung ist erforderlich, damit mittels der Kathodenwiderstände R und des bei x oder y einzuschaltenden Milliamperemeters der Anodenstrom für beide Röhren im nichtschwingenden Zustand (also L_1 und L_1' kurzgeschlossen!) auf gleichen Wert eingestellt werden kann (R je etwa 3 kΩ). Der eingestellte Anodenstrom multipliziert mit der Anodenspannung darf die Verlustleistung (bei AD 1 15 Watt, bei RE 604/LK 460 10 Watt pro Röhre) nicht übersteigen. Zur Entstörung der Taste T (Mittelpunkttastung) dienen C' und R'.

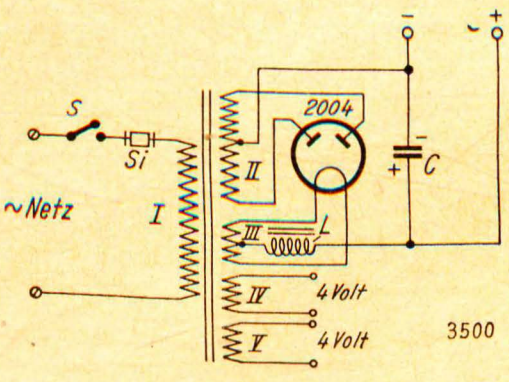


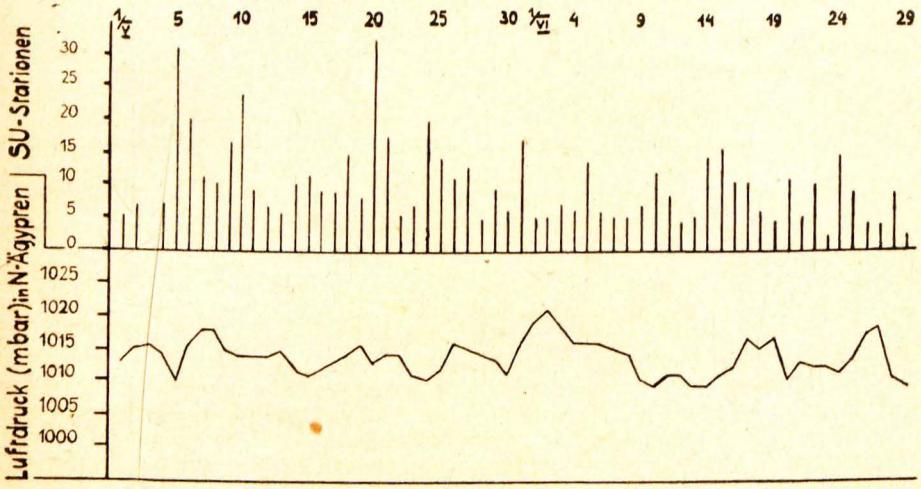
Abb. 2

Als Netzanschlußgerät (Abb. 2) wird ein solches mit '2004 oder '4004 verwendet. Drosseleingang der Siebkette ($L = 10 \ldots 30$ Henry) ermöglicht bessere Regulierung ($C = 8 \ldots 32\ \mu F$). Transformator mit Wicklungen für Netz (I) Anodenspannung (2×300 . . 2×400 Volt), Gleichrichterheizung (III, 4 Volt) und Senderheizung (IV und V, je 4 Volt), Sicherung (*Si*) und Netzschalter (*S*) sind normal.

Zeichnungen vom Verfasser *Rolf Wigand*

Die Arbeitsmöglichkeiten auf Kurzwellen mit Ägypten

16. Bericht der naturwissenschaftlichen Forschungsstelle des DASD

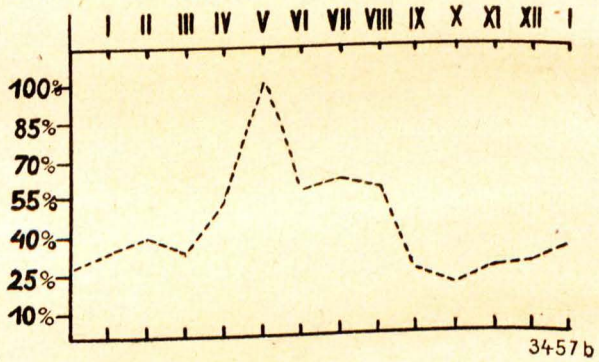


3456

Die Dauer der Verkehrsmöglichkeiten ist allgemein ziemlich lang; sie erreicht im April und Mai täglich im Durchschnitt etwa 16 Stunden, sinkt im September und Oktober dagegen auf nur etwa 9 Stunden herab; zwischen diesem Maximum und Minimum liegt also ein Zeitraum von 5 bis 6 Monaten, so daß ein deutlicher jahreszeitlicher Gang der Empfangsbedingungen unverkennbar ist. Das gleiche folgt aus der Zahl der durchschnittlich in den einzelnen Monaten aufgenommenen SU-Stationen; der beste Monat ist der Mai, während der Oktober der schlechteste ist; er erreicht nur etwa 25 % von der Betriebsstärke des Mai.

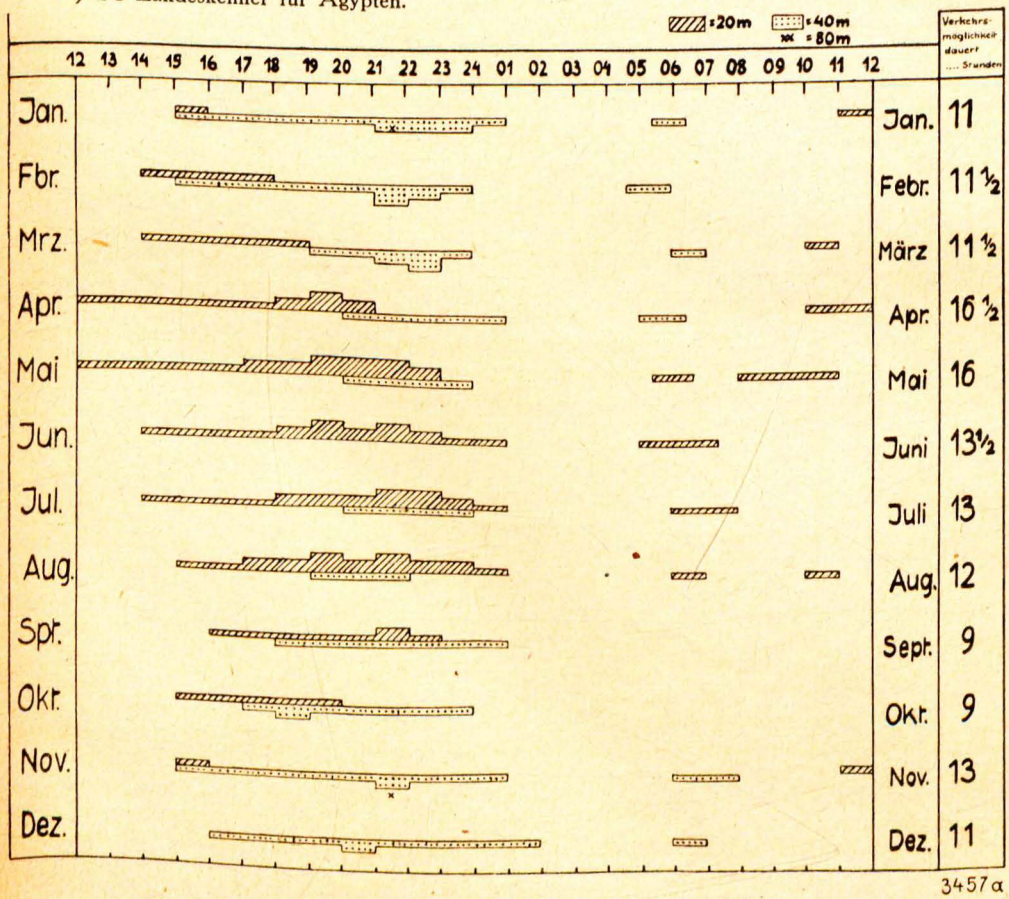
Sehr interessant ist es, die meteorologischen Bedingungen beim SU-Empfang in ihren täglichen Veränderungen zu verfolgen und ihre Auswirkungen zu untersuchen. — So sind aus dem Sommer 1934

Nach dem von der Log-Auswertung entwickelten Übersichtsschema wird in den beigegebenen Kurven die Hörbarkeit der SU-Stationen[1]) in Deutschland erörtert, der gleiche jahreszeitliche Gang folgt auch aus der Zahl der durchschnittlich in den einzelnen Monaten aufgenommenen SU-Stationen; der beste Monat ist auch in dieser Hinsicht dargestellt. In den Sommermonaten ist demnach das 20-m-Band vorherrschend, wenn auch — mit Ausnahme des Juni — in den Spätabendstunden das 40-m-Band gelegentlich brauchbar ist. Ganz beherrscht wird der Verkehr vom 40-m-Band im Mittwinter; um diese Jahreszeit sind sogar schon — wenn auch ganz selten — SU-Zeichen auf dem 80-m-Band aufgenommen worden.



3457b

[1]) SU-Landeskenner für Ägypten.



3457a

die Monate Mai und Juni als Beispiele genommen worden; in diesem Zeitraum wurden die in Deutschland aufgenommenen und gehörten SU-calls ausgezählt und dann graphisch dargestellt. Darunter wurden als Kurve die Barometerstände über Nord-Ägypten, wie sie aus den täglich erscheinenden amtlichen Wetterkarten zu entnehmen waren, aufgetragen. Vergleicht man nun die Veränderungen und Schwankungen der beiden Reihen, so sieht man sofort eine sehr deutliche Wechselbeziehung: je tiefer nämlich der Luftdruck ist, desto größer ist die Zahl der durchgekommenen SU-calls in Deutschland.

Bemerkenswert ist auch an dieser Kurve für den SU-Empfang, daß die schon früher bei anderen Gelegenheiten aufgefallenen Rhythmen von etwa 5 bis 6 Tagen hier ebenfalls hervortreten; denn die besten Empfangstage waren 5., 10., 15., 20., 31. V. und 5., 10., 15., 24. VI. Bis auf das letzte Intervall, das neun Tage beträgt, finden wir also immer Abstände von 5 Tagen und einmal einen von 11 Tagen, der also der doppelten „Wellenlänge" entspricht.

Werner Fest, Breslau

Die Formel und ihr Ersatz

Von **K. Nentwig**

Im Rahmen des folgenden Aufsatzes bringen wir einige Nomogramme, deren Benutzung manche umständliche Berechnung erspart.

Es ist nicht der Zweck dieses Aufsatzes, sich ausführlich über die Berechnung dieser oder jener Größe zu verbreiten. Daher werden die betreffenden Formeln nur kurz angegeben und im übrigen Nomogramme gebracht, die eine schnelle Ermittlung auch ohne Rechnung ermöglichen. Wer mit den einzelnen Rechenmethoden vertraut ist und zudem aus irgendwelchen Gründen genauere Ergebnisse benötigt, als sie ein Nomogramm zu liefern vermag, der mag sich dann immerhin der einschlägigen Formel bedienen.

Ist von einer Spule der Selbstinduktionskoeffizient bekannt, so ergibt sich der induktive Widerstand R_L nach der Formel (1) in Ohm, wenn $\omega = 2\pi f$ die Kreisfrequenz und L der Selbstinduktionskoeffizient in Henry sind.

$$R_L = \omega \cdot L \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Als Ersatz für die Formel (1) kann das in der Abb. 1 wiedergegebene Nomogramm herangezogen werden. Hiernach ergibt sich der gesuchte induktive Widerstand R_L in Ohm, wenn auf den Leitern L und f die bekannten Werte von Selbstinduktion (L in cm) und Frequenz (f in MHz) aufgesucht und durch eine gerade Linie miteinander verbunden wurden. Wo diese Linie die Leiter R_L (*a*) schneidet, kann R_L unmittelbar abgelesen werden. Bei $f = 15$ MHz und $L = 5000$ cm ergibt sich also R_L zu 475 Ohm.

Das logarithmische Dämpfungsdekrement d eines Abstimmkreises wird am schnellsten durch eine entsprechende Messung ermittelt. Wie zu diesem Zweck verfahren werden kann, wurde hier bereits früher geschildert *).

*) Siehe „CQ" 1934, Heft 7, Seite 99; siehe „Funk" 1934, Heft 28, Seite 487.

Ist das Dämpfungsdekrement d bekannt, dann ergibt sich der Verlustwinkel tg δ aus

$$d/\pi = \operatorname{tg}\delta \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2).$$

Häufig wird auch der Verlustwiderstand R_v gesucht. Er kann nach Formel (3) in Ohm erhalten werden, wenn d das logarithmische Dämpfungsdekrement, f die jeweilige Frequenz in Hertz und L der Selbstinduktionskoeffizient der Spule in Henry sind.

$$R_v = 2 \cdot d \cdot f \cdot L \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Das Nomogramm der Abb. 1 kann auch zur Ermittlung von R_v dienen. Zunächst ist dann R_L in der oben geschilderten Weise zu suchen. Hierauf wird das Dämpfungsdekrement auf der Leiter d aufgesucht und mit R_L (Leiter *a* benutzen!) durch eine gerade Linie verbunden. Wird diese Linie bis zur Leiter R_v verlängert, dann kann dort R_v unmittelbar in Ohm abgelesen werden. Für $R_L = 475$ und $d = 0{,}004$ ergibt sich so ein R_v von 0,6 Ohm. Wird die d-Leiter für zehnmal größere Werte benutzt, dann ist auch das an der R_v-Leiter abgelesene Ergebnis mit 10 zu multiplizieren.

Neuerdings spricht man auch von einem Gütefaktor einer Spule. Ist das d der Spule bekannt, dann ergibt sich der Gütefaktor G nach der Formel (4)

$$G = \pi/d \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Sind jedoch R_L und R_v bekannt, dann ergibt sich G nach Formel (5)

$$G = R_L/R_v \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

Man kann G ebenfalls aus dem Nomogramm der Abb. 1 entnehmen, wenn R_L und R_v bekannt sind. Es werden einfach die entsprechenden Werte der Leitern R_v und R_L (Leiter *b* benutzen!) miteinander verbunden und die

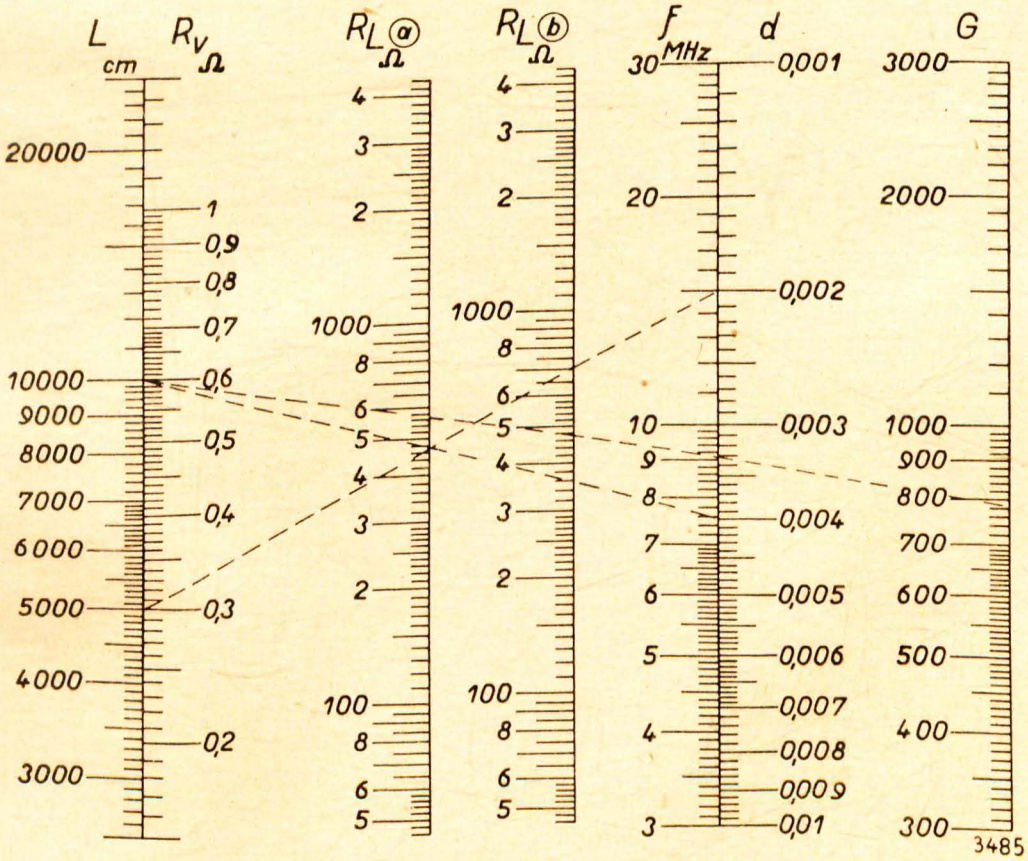


Abb. 1. Nomogramm zur Ermittlung von R_L, R_v und G

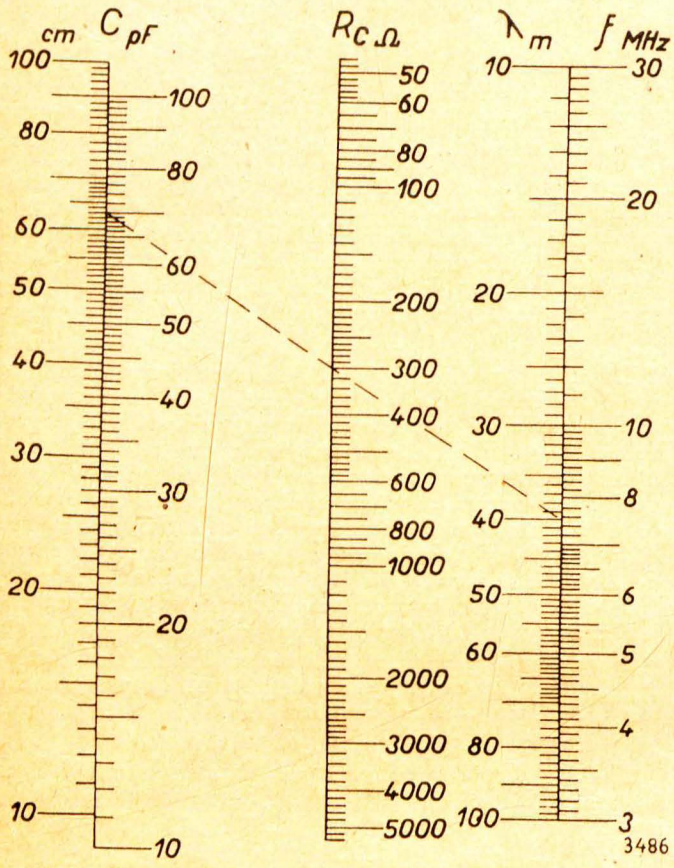


Abb. 2. Nomogramm zur Ermittlung des kapazitiven Widerstandes R_C

Linie bis zur Leiter G verlängert, wo G unmittelbar abgelesen werden kann. Für $R_v = 0{,}6$ und $R_L = 475$ ergibt sich so ein G von 785.

Der kapazitive Widerstand eines Kondensators kann nach der Formel (6) in Ohm erhalten werden, wenn ω die Kreisfrequenz und C die Kapazität in cm sind.

$$R_C = \frac{9 \cdot 10^{11}}{\omega \cdot C} \quad \ldots\ldots (6)$$

Ist aber C nicht in cm, sondern in pF gegeben, dann wird (6) zu (6 a) umgeformt:

$$R_C = \frac{10^{12}}{\omega \cdot C} \quad \ldots (6a)$$

Die Formeln (6) und (6 a) lassen sich vermeiden, wenn man das in der Abb. 2 wiedergegebene Nomogramm benutzt. Der gegebene Wert der C-Leiter (cm- oder pF-Skala) wird mit der Frequenz (f in MHz) oder der Wellenlänge (λ in m) verbunden und am Schnittpunkt der mittleren Leiter R_C unmittelbar in Ohm abgelesen. Für $C =$ 63 cm (oder 70 pF) und $f = 7{,}55$ MHz ($\lambda = 40$ f) ergibt sich so ein R_C von rund 300 Ohm. Wird die C-Leiter für zehnmal größere Werte benutzt, dann ist das an der R_C Leiter abgelesene Ergebnis durch 10 zu dividieren.

Bekanntlich ist ein Abstimmkreis dann auf eine bestimmte Frequenz (bzw. Wellenlänge) abgestimmt, wenn $R_L = R_C$ ist (Resonanz!). Es ist daher mit Hilfe der Nomogramme Abb. 1 und 2 möglich, L oder C zu suchen, wenn die eine dieser beiden Größen und die gewünschte Resonanzfrequenz bekannt sind. Näher darauf einzugehen, dürfte sich erübrigen.

Häufig wird auch nach der Resonanzschärfe *(S)* eines Schwingungskreises gefragt. Man kann sie gleich dem aus Formel (5) erhaltenen Gütefaktor der Spule setzen, da bei Benutzung neuerer, verlustarmer Drehkondensatoren die Resonanzschärfe so gut wie nur durch die Spulenverluste bestimmt wird. Ist jedoch der Verlustwiderstand R_V unbekannt, dann ergibt sich S nach Formel 7, in der fres die Resonanzfrequenz in Hz und Hb die Halbwertsbreite, gleichfalls in Hz, sind.

$$S = \sqrt{3} \cdot \frac{fres}{Hb} \quad \ldots\ldots (7)$$

Was man unter der Halbwertsbreite zu verstehen hat, weiß heute jeder Amateur.

Die ganze Rechnung kann vermieden werden, wenn der induktive Widerstand R_L der Spule und der Verlustwiderstand R_V des Kreises bekannt sind. In diesem Fall wird das Nomogramm Abb. 1 benutzt. Die entsprechenden Werte der Leitern R_v und R_L *(b)* werden durch eine gerade Linie verbunden und diese bis zur G-Leiter verlängert, wo die Resonanzschärfe S unmittelbar abgelesen werden kann.

Sind Resonanzfrequenz *(f_{res})* und Resonanzschärfe *(S)* bekannt, dann kann nach Formel (8) die Halbwertsbreite H_b errechnet werden. Man erhält H_b in Hz, wenn auch *fres* in Hz eingesetzt wird.

$$H_b = \sqrt{3} \cdot \frac{fres}{S} \quad \ldots\ldots (8)$$

Von größter Bedeutung für die mit einer Röhre erhaltene Verstärkungsziffer ist die Größe des Resonanzwiderstandes R_{res} des mit der Röhre verbundenen Abstimmkreises. Sind die Größen L (in Henry), C (in Farad) und R_v (in Ohm) gegeben, dann wird R_{res} nach Formel (9) in Ohm erhalten.

$$R_{res} = \frac{L}{R_v \cdot C} \quad \ldots\ldots (9)$$

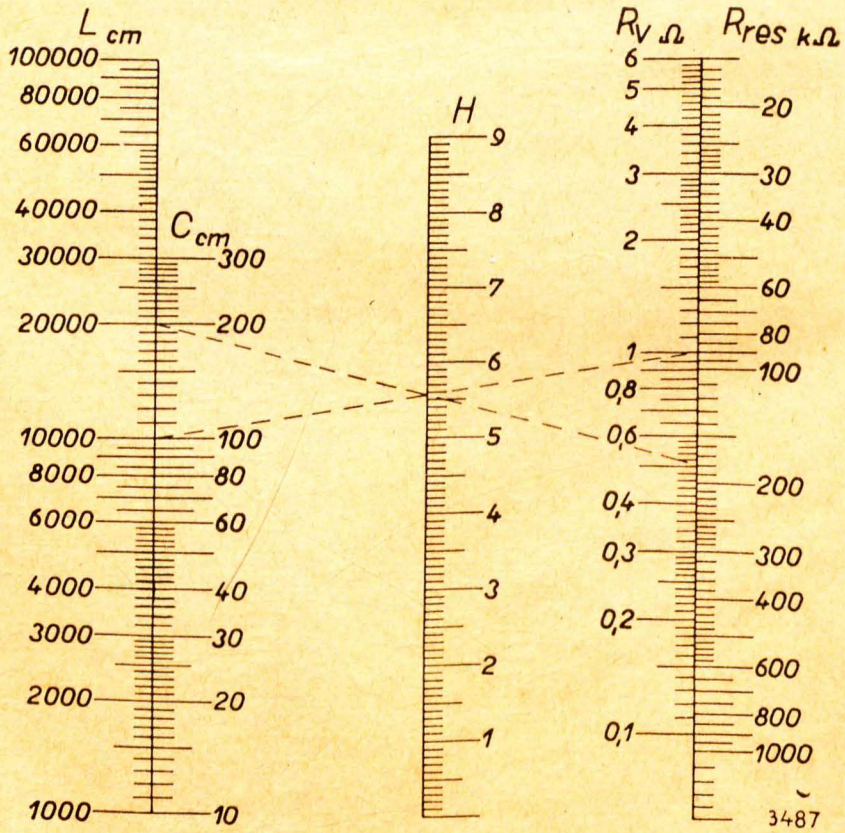


Abb. 3. Nomogramm zur Ermittlung des Resonanzwiderstandes R_{res} eines Abstimmkreises

Sind aber L in cm und C gleichfalls in cm gegeben, dann erhält man R_{res} in Ohm nach Formel (9 a):

$$R_{res} = \frac{900 \cdot L}{R_v \cdot C} \quad \ldots\ldots (9a)$$

Statt nach Formel (9 a) R_{res} durch Rechnung zu ermitteln, kann R_{res} auch aus dem Nomogramm der Abb. 3 unmittelbar entnommen werden. Für seine Benutzung müssen L und C in cm und R_v in Ohm bekannt sein. Zunächst werden die gegebenen Werte von C und Rv miteinander verbunden. Den auf der Hilfsleiter H erhaltenen Schnittpunkt verbindet man dann mit dem bekannten L. Die Verlängerung dieser Gerade bis zur Leiter R_{res} ergibt dann R_{res} unmittelbar in Kiloohm (1 Kiloohm = 1000 Ohm). Für $C = 100$ cm, $Rv = 1$ Ohm und $L = 20\,000$ cm ergibt sich so ein R_{res} von 180 Kiloohm (0,18 Megohm).

Bekannt ist, daß der Widerstand eines Leiters mit steigender Frequenz zunimmt, der Hochfrequenzwiderstand R_{HF} eines Leiters liegt also höher als der Gleichstromwiderstand. Für einen geraden oder schwach gekrümmten Draht aus gut leitendem Material (Silber, Kupfer) ergibt sich R_{HF} nach der Formel (10) in Ohm, wenn R der Gleichstromwiderstand in Ohm, r der Radius des Drahtes, f die jeweilige Frequenz in Hz und s der spezifische Widerstand sind.

$$R_{HF} = R \cdot \left(\pi \cdot r \cdot \sqrt{\frac{f}{s \cdot 10^5}} + {}^1/_4\right) \quad \ldots (10)$$

Schneller kommt man bei Benutzung des Nomogrammes der Abb. 4 zum Ziel. Man verbindet die linke Leiter ($\varnothing$ in mm oder q in mm²) mit der gegebenen Frequenz f (in MHz) der rechten Leiter und liest am Schnittpunkt der mittleren Leiter unmittelbar den Hochfrequenzwiderstand R_{HF} in Ohm ab. Zu diesem Nomogramm ist noch folgendes zu bemerken. Das Nomogramm gilt nur für Vollkupferdraht. Die q-Leiter ist nur für den Querschnitt

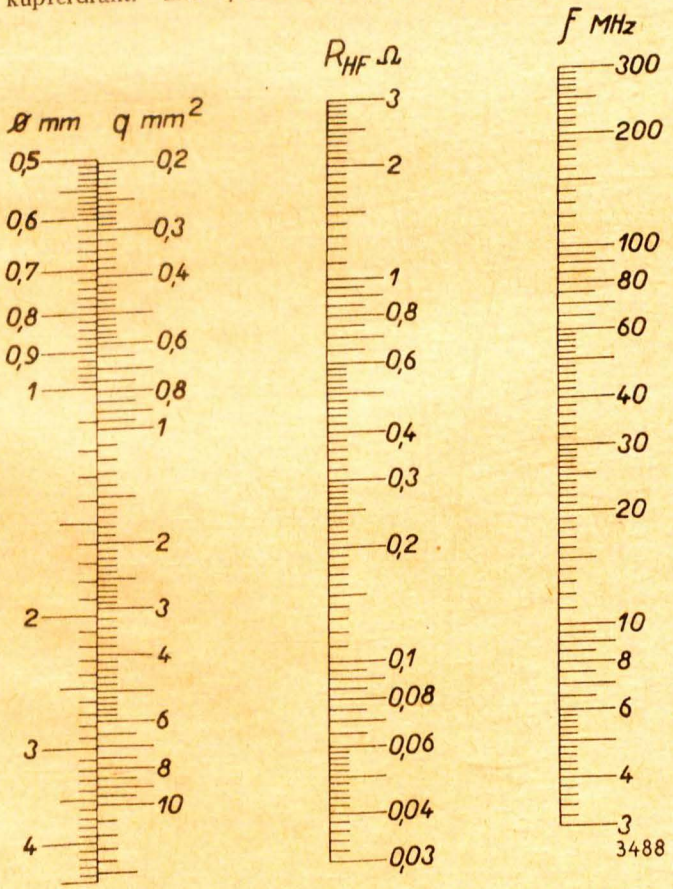


Abb. 4. Nomogramm zur Ermittlung des Hochfrequenzwiderstandes eines geraden oder schwach gekrümmten Kupferdrahtes oder kreisförmigen oder quadratischen Querschnittes

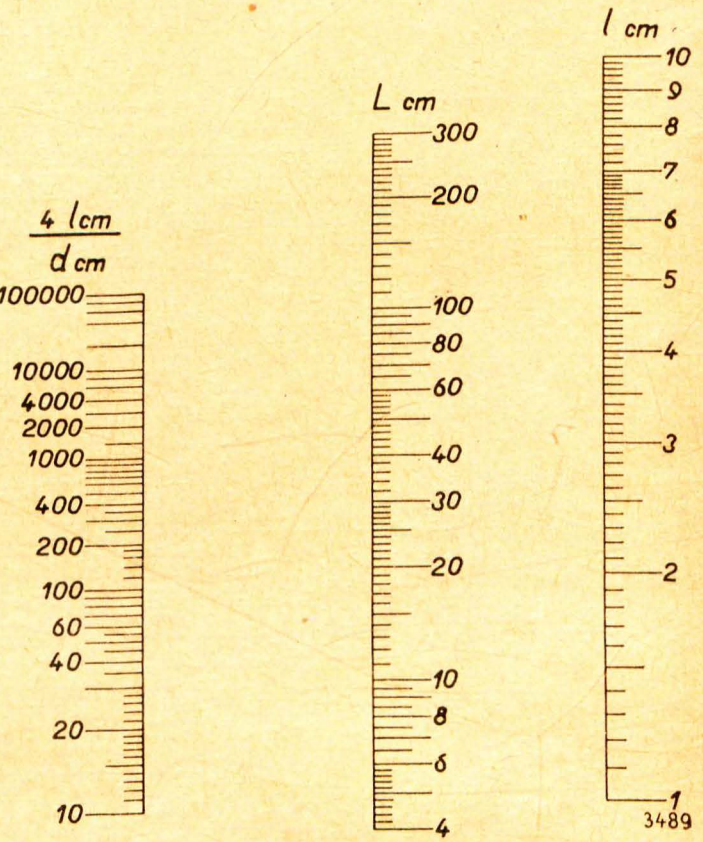


Abb. 5. Nomogramm zur Ermittlung der Selbstinduktion eines geraden Kupferdrahtes oder -rohres

solcher Kupferdrähte zu verwenden, die einen quadratischen Querschnitt aufweisen! Das Nomogramm gilt also nicht für Kupferband! Kupferbänder weisen trotz gleichen Querschnittes wie ein Draht mit qradratischem Querschnitt einen kleineren Hochfrequenzwiderstand auf, was auf das größere Verhältnis von Oberfläche zu Querschnitt zurückzuführen ist.

Für manche Zwecke (z. B. Antennenberechnungen usw.) ist es weiter sehr wichtig, zu wissen, wie groß die Selbstinduktion eines einfachen geraden Kupferdrahtes ist. Zur Berechnung dieser Selbstinduktion dient die Formel (11):

$$L = 2 \cdot 1 \cdot \log \text{nat} \left(\frac{4 \cdot 1}{d}\right) \quad \ldots\ldots (11)$$

Hiernach wird die Selbstinduktion L in cm erhalten, wenn 1 die Länge des Kupferdrahtes oder -rohres in cm und d der Durchmesser in cm sind. Statt L nach Formel (11) zu berechnen, kann L auch aus dem Nomogramm der Abb. 5 entnommen werden. Bei dessen Benutzung ist zunächst der Quotient $\frac{4 \cdot 1}{d}$ zu ermitteln, was auch dem ungeübtesten Amateur leicht möglich ist. Der erhaltene Quotient wird dann auf der linken Leiter der Abb. 5 aufgesucht und mit der Länge (1 in cm) der rechten Leiter durch eine Gerade verbunden. Wo diese Gerade die mittlere Leiter schneidet, kann L unmittelbar in cm abgelesen werden. Wird die rechte Leiter für zehnmal (hundertmal) größere Längen benutzt, dann ist auch das an der mittleren Leiter abgelesene Ergebnis mit 10 (100) zu multiplizieren.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß es sich beim Arbeiten mit Nomogrammen stets empfiehlt, die zu ziehende Gerade dadurch herzustellen, daß man einen dünnen, schwarzen Faden über das Nomogramm spannt.

Zeichnungen vom Verfasser

Zum Kathodenproblem beim ECO

Die „heiße" Kathode ist eine der wesentlichsten Schwierigkeiten beim ECO. Bei Röhren mit indirekt geheizter Kathode macht sie sich zwar nicht allzu stark bemerkbar, macht aber bei direkt geheizten Röhren, z. B. der QB 2/75, ein Arbeiten unter 30 m Wellenlänge im Gitterkreis unmöglich. Schon bei 40 m Wellenlänge ist es schwierig, einen guten Ton zu erzielen. Folgende Anordnung umgeht diese Schwierigkeit: Die Heizleitung wird im Innern der Gitterspule vom Kathodenabgriff zum geerdeten Ende geführt (Abb. 1). Mit dieser Anordnung konnte noch bei

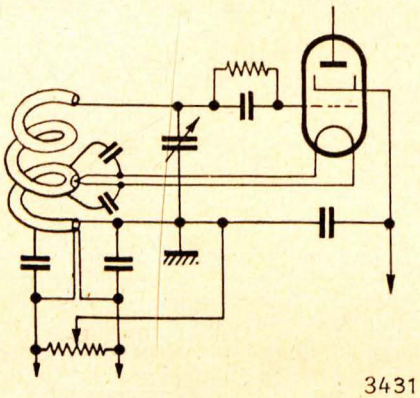


Abb. 1

20 m Wellenlänge im Gitterkreis gearbeitet werden, der Ton war dabei außerordentlich gut. Ein Nachteil ist es nur, daß bei langen Wellen die Konstruktion der Gitterspule schwierig wird. Es sei nebenbei bemerkt, daß diese Schaltung gegenüber der normalen Anordnung [1]) bei 40 m Wellenlänge eine um etwa 30 % höhere Leistung bei gleichem Input gab.

Der Grund zu den Kathodeneffekten scheint darin zu liegen, daß die zwischen Kathode und Erde liegende Streukapazität C_x (Abb. 2) mit wachsender Frequenz immer mehr eine phasenrichtige Rückkopplung erschwert. Aus diesem Grunde wird folgende Schaltung vorgeschlagen: An Stelle des induktiven Spannungsteilers der bisherigen Anordnungen soll ein kapazitiver verwendet werden (Abb. 3).

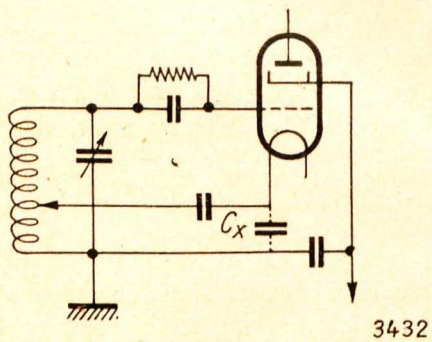


Abb. 2

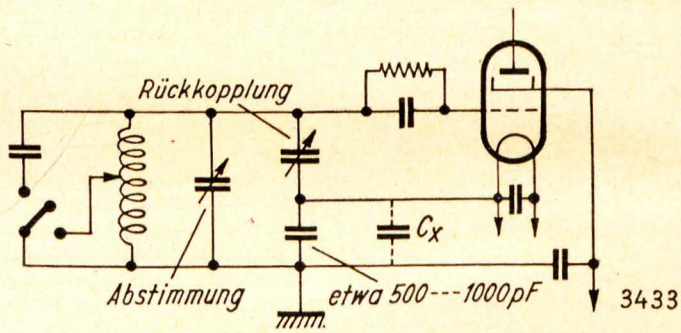


Abb. 3

Dieser vermeidet Störungen durch die Streukapazität C_x und gestattet eine wesentlich bequemere Einstellung der Rückkopplung. Außerdem besteht jetzt die Möglichkeit, auf einfachste Weise den Gitterkreis umschaltbar anzuordnen.

Zeichnungen vom Verfasser *Ch. Schmelzer D 4 biu*

[1]) Ch. Schmelzer, Funk 1934, Heft 40, S. 835.

Erdmagnetischer Bericht

Vom 16. April bis 10. Mai 1936

Zeiten in mittlerer Greenwicher Zeit

16. April 0 ruhig.
17. April 0 ruhig. 23.15 plötzlich einsetzende stärkere Störung. 23.15—1.45, D, ⌒, 45′; 23.45—0.15, Z, sin-förmig, Ampl. 35 γ; 23.45—1.00, H, sin-förmig, Ampl. 47 γ.
18. April 0 unruhig. Stärker gestört ab 16.00. 19.50—20.20, D, ⌣, 22′; 19.20—20.40, H, ⌒, 72 γ; 22.51—23.15, Steigung in H um 56 γ.
19. April 0 unruhig. 16.20—17.25, H, ⌣, 70 γ; 16.00—18.00, D, sin-förmig, Ampl. 15′; 21.15—21.33, Abfall in D um 14½′.
20. April 0 leicht bewegt. Ab 18.00 bis Ende des Tages stärkere Unruhe in allen Elementen.
21. April 0 unruhig. Um 19.00 plötzlich einsetzende stärkere Störung. 19.00—20.35, H, ⌒, 79 γ; 21.30—24.00, sinförmige Schwankungen in D, Amplituden bis 36′; 22.35 bis 24.00, sin-förmiger Ausschlag in H um 163 γ; Z fällt von 21.10—23.25 um 66 γ.
22. April 0 unruhig. 14.10—15.40, H, ⌒, 82 γ; 23.05—23.55, D, ⌒, 13½′.
23. April 0 bewegt. 16.20—17.20, H, ⌒, 63 γ; 20.00—22.00, H, ⌒, 61 γ.
24. April 0 ruhig.
25. April 0 ruhig.
26. April 0 ruhig.
27. April 0 ruhig. 20.00—20.35, H, sin-förmig, Ampl. 35 γ.
28. April 0 ruhig.
29. April 0 ruhig.
30. April 0 ruhig.
1. Mai 0 ruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen.
2. Mai 0 ruhig.
3. Mai 0 ruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen.
4. Mai 0 unruhig. 14.00—16.00, H, sin-förmig, Ampl. 96 γ, 17.45—19.40, D, ⌣, 13′; 21.00—22.10, D, ⌣, 11½′.
5. Mai 0 ruhig.
6. Mai 0 ruhig.
7. Mai 0 ruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen in allen Elementen.
8. Mai 0 ruhig.
9. Mai 0 ruhig.
10. Mai 0 unruhig. 17.20—18.55, H, sin-förmig, Ampl. 70 γ; 17.25—17.55, Z, ⌒, 15 γ; 19.35—20.05, H, Abfall um 79 γ.

Prof. Dr. R. Bock

Alle Abbildungen in diesem Heft, die keinen Urhebervermerk tragen, wurden nach Angaben der Schriftleitung hergestellt

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für „CQ": Rolf Wigand, Berlin. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. DA II. Vj. 1936 = 8466. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G., Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94, Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78. Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung.
Nachdruck sämtlicher Artikel verboten.

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

15. August 1936 Heft 16

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

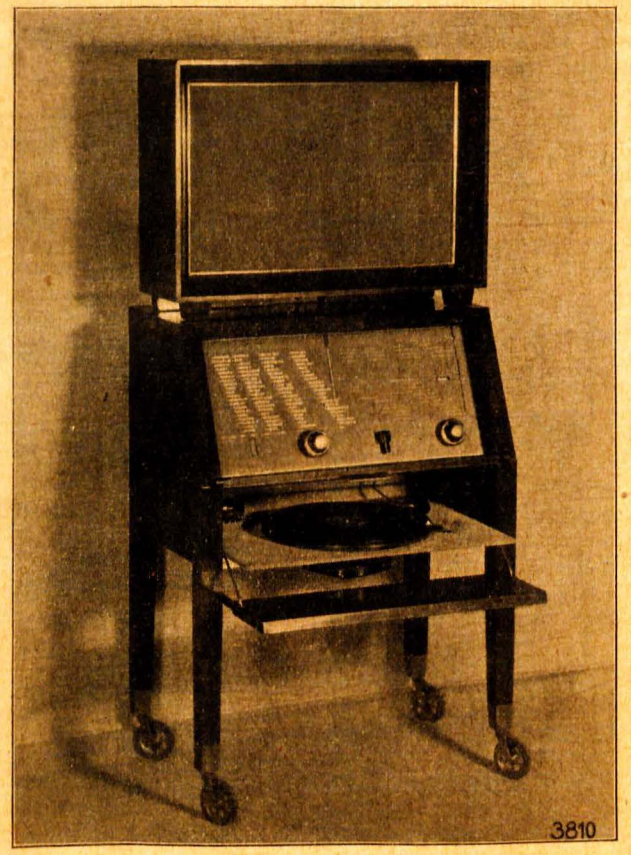
Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungsunkosten von 1 Pfg. enthalten. Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Der neue Empfänger-Jahrgang

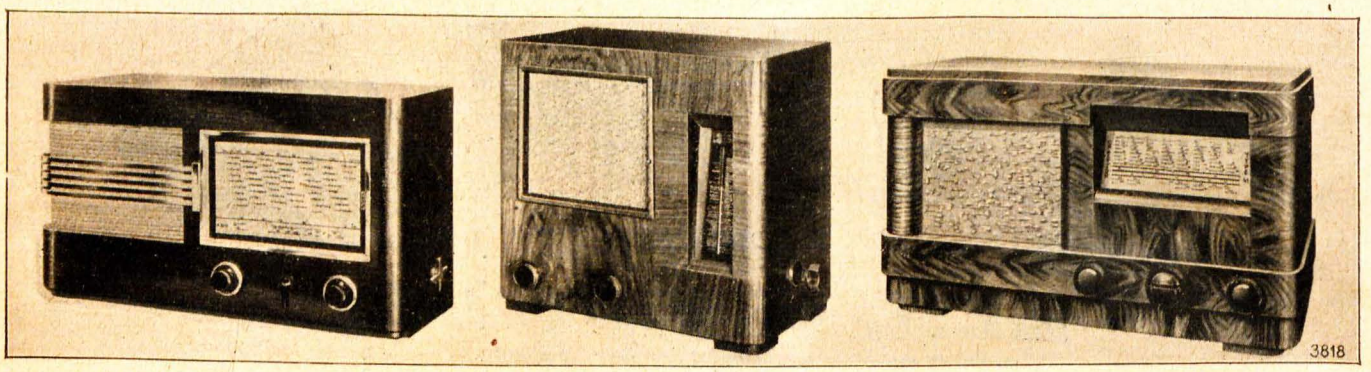
Von **Erich Schwandt**

Wenn auch die meisten Empfängerfabriken in diesem Jahr schon am 15. Juli mit ihren neuen Geräten auf den Markt gekommen sind, so wird wie alljährlich auch diesmal die Große deutsche Rundfunkausstellung in Berlin den ersten geschlossenen Überblick über den neuen Empfänger-Jahrgang geben. Der nachfolgende Aufsatz berichtet über die neuen Rundfunkempfänger, die auf der Ausstellung vertreten sein werden, und er gibt gleichzeitig einen Querschnitt durch die technische Entwicklung. Der Bericht findet seine Ergänzung in der achtseitigen Empfängertabelle, die auf den Seiten 521 bis 528 des vorliegenden Heftes abgedruckt ist.

Die technische Weiterentwicklung der Rundfunkempfänger zu den Geräten, die am 15. Juli auf den Markt gekommen sind, hatte vor allem das Ziel, die Natürlichkeit der Wiedergabe zu vergrößern. Die Verzerrungen sollten ganz allgemein noch weiter eingeschränkt werden, vor allem aber wollte man diejenigen Verzerrungen vermindern, die der Techniker mit dem Maß des Klirrgrades umfaßt. Als wertvolles Mittel für diese Weiterentwicklung wurden von der Röhrenindustrie neue Endröhren zur Verfügung gestellt, die bei gegebener Leistung einen kleineren Klirrgrad erreichen lassen und die außerdem noch eine größere Verstärkung besitzen (AL 4 und CL 4). Man darf aber nicht annehmen, daß eine erhebliche Verbesserung allein durch Austausch der alten Röhren gegen die neuen Typen erfolgen kann; die Anwendung der besseren Endröhre ist nur eine Maßnahme von einer ganzen Reihe ähnlicher. Es ist aber so, daß die Anwendung der AL 4 nur dann verzerrungsmäßig Vorteile bringen kann, wenn auch alle anderen Stufen des Empfängers mit gleicher Sorgfalt durchgearbeitet werden und man vor allem dem Lautsprecher ein gleich großes Interesse zuwendet; die neuen Endröhren zwingen deshalb den aufrichtigen Techniker gewissermaßen dazu, das ganze Gerät in allen seinen Teilen im Hinblick auf kleinste Verzerrungen durchzuarbeiten. Andererseits muß man zugeben, daß es der neuen Endröhren nicht unbedingt bedarf, wenn diese Entwicklungsarbeit für die übrigen Stufen des Gerätes streng durchgeführt wird; das beweisen einige Empfänger, die weiterhin von der AL 1 Gebrauch machen u. in der Güte der Wiedergabe ähnlichen Geräten mit der AL 4 nicht nachstehen. Immerhin wird sich mit der AL 1 ein anderer Vorzug der Geräte mit der AL 4, nämlich das fast vollständig brummfreie Arbeiten, nicht erzielen lassen. Gerade in dieser Hinsicht kommt man aber mit der neuen Röhre ein gutes Stück weiter; in diesem Jahr kann man Empfänger hören, in deren Lautsprecher ein Netzbrumm auch dann kaum festzustellen ist, wenn man in ihn fast hineinkriecht.



Eine neue, besonders gelungene Form des Groß-Empfängers: Der Sechsröhren-Superhet Telefunken 686 als Luxuswagen



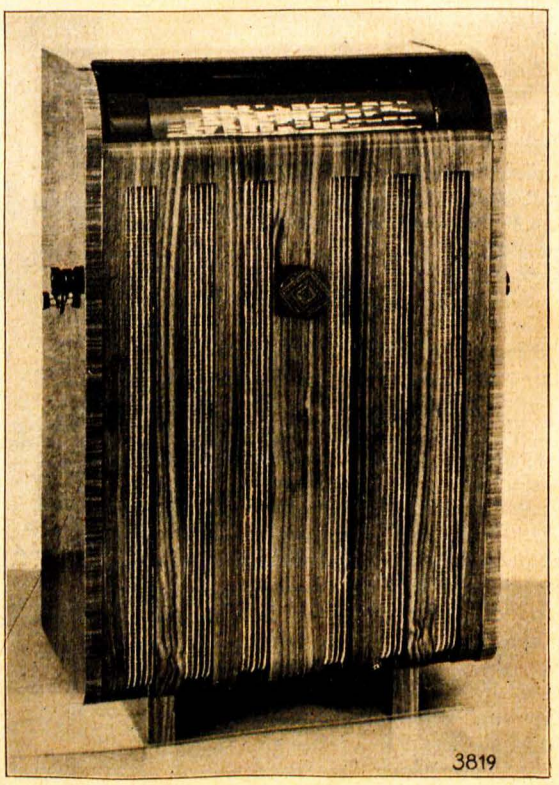
Neue Empfängerformen. Von links nach rechts: AEG-Vierröhren-Super 456, Körting-Novum, Zweikreis-Dreiröhrenempfänger Graetzor 41

Bei kleinen Empfängern sind der Übergang zu der neuen Endröhre und der Einbau eines besseren Lautsprechers — man arbeitet hier mit größerer Membran-Dämpfung, wendet aber eine höhere Kraftliniendichte an, um den dadurch eintretenden Verlust an Lautstärke auszugleichen, und kommt auf diese Weise zu einer verzerrungsfreien Wiedergabe — die einzigen Maßnahmen, die man zur Erzielung einer besseren Klanggüte trifft. Bei großen, mehrkreisigen Geräten geht man noch einen Schritt weiter: hier wendet man die regelbare Bandbreite an. Dadurch macht man aus einem starren Empfänger einen elastischen, d. h. man schließt den Kompromiß zwischen Trennschärfe und Wiedergabegüte nicht in der Fabrik, wie es bisher stets geschah, sondern man läßt den Hörer entscheiden — wenn er will, bei jedem einzelnen Sender —, ob er lieber größere Trennschärfe und damit eine weniger gute Wiedergabe, oder ob er eine geringere Trennschärfe und damit eine bessere Wiedergabe wünscht. Der Bandbreitenregler findet sich bei einer großen Zahl von Superhetempfängern, aber auch bei einigen Geradeaus-Geräten. Er wird so eingerichtet, daß man die Bandbreite in zwei bis vier Stufen, oder daß man sie stetig ändern kann. Er wird vollkommen und unvollkommen gebaut, macht von Kopplungsänderungen bei den Bandfiltern und einfach von veränderlichen Dämpfungen Gebrauch. Die Kopplungsänderungen geschehen kapazitiv und induktiv, sie werden an einer, an zwei und an drei Stellen vorgenommen. Es ist hier noch alles in der Entwicklung; Normen haben sich noch nicht herausgebildet. Wir müssen uns damit abfinden, daß wir eine sehr große Mannigfaltigkeit an Bandbreitenreglern vorfinden, aber wir wollen uns freuen, daß wir die Möglichkeit, die Bandbreite zu ändern, doch bei so viel Geräten antreffen.

Bei dieser Gelegenheit sei gleichzeitig der Befriedigung darüber Ausdruck gegeben, daß die Bezeichnung „Bandbreitenregler" in diesem Jahr ausschließlich für solche Einrichtungen gebraucht wird, die hoch- oder zwischenfrequenzseitig wirken, aber nicht für solche, die im Niederfrequenzteil angeordnet sind. Im vergangenen Jahr war die Bezeichnung nicht ganz so einheitlich; man sprach auch dann von einem Bandbreitenregler, wenn es sich um einen niederfrequenten Klangfarbenregler handelte. Das Wort „Bandbreitenregler" trifft die Sache, die man hierunter versteht, so genau, daß es auch verfehlt ist, nach anderen Bezeichnungen zu suchen; sie können zwar geheimnisvoller, aber immer nur ungenauer sein.

Die Gruppierung der Rundfunkempfänger hat sich wohl etwas verschoben, aber sie hat sich grundsätzlich nicht geändert. Einige Empfängergruppen traten in den Hintergrund oder wurden ausgeschieden, und zwar die Außenseiter-Geräte, die nur von wenigen Firmen oder überhaupt nur von einer einzelnen Fabrik gebaut wurden. So ist z. B. der sogen. Anderthalb-Kreiser verschwunden, jener Zweiröhren-Empfänger, der über ein abstimmbares Bandfilter verfügte, oder der von der Reflexschaltung Anwendung machte und neben dem normalen Schwingkreis einen grob abgestimmten Kreis (Stufen- oder Schiebespule) aufwies. Ebenso verschwand der Geradeaus-Empfänger mit mehr als drei Röhren am Markt; Empfänger mit vier und mehr Röhren sind nur noch in der Superhet-Schaltung zu haben. Der Dreikreis-Dreiröhren-Empfänger, der eine Hochfrequenzstufe besitzt, in dem also zwei von den drei abstimmbaren Kreisen zu einem Bandfilter zusammengefaßt sind, ist nur noch in einem einzigen Gerät vertreten; der Reflex-Empfänger mit zwei Kreisen und zwei Röhren wird nur noch in drei Geräten gebaut, von denen das eine allerdings viel von sich reden macht, ist es doch mit Schwundausgleich, Abstimmeter und mit selbsttätiger Bandbreitenregelung ausgestattet, allerdings mit einer solchen ziemlich einfacher Art. In Superhet-Empfängern macht man von der Reflexschaltung überhaupt nicht mehr Gebrauch; man wendet sie nur zur Verstärkung desjenigen Teils der Zwischenfrequenz an, der zur Erzeugung der Schwundregel-Schubspannung dient, um einen möglichst großen Regelumfang zu erzielen.

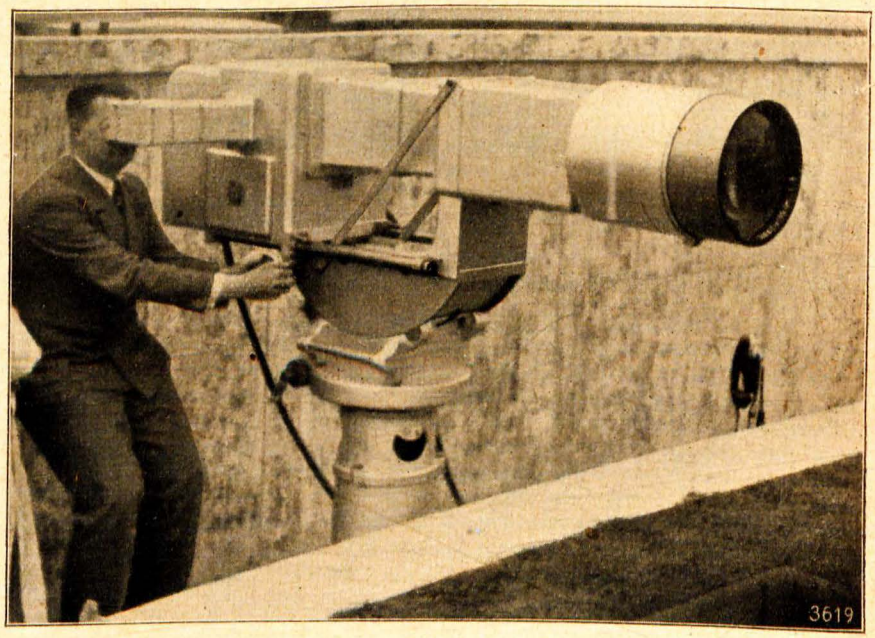
Geradeausempfänger werden im neuen Jahr mit zwei und drei Röhren gebaut. Der einfache Zweiröhrenempfänger, der von einer großen Zahl von Fabriken erzeugt wird, weist einen Abstimmkreis auf. Als erste Röhre benutzt



Eine neuartige Empfängerform: Das Blaupunkt-Standgerät 4 W 76 bzw. 4 GW 76

Fesselloses Olympia-Fernsehen

Mit der Eröffnungsfeier der Olympischen Spiele in Berlin ist das deutsche Fernsehen in einen neuen Abschnitt seiner beispiellosen Entwicklung eingetreten: an diesem Tage begannen mehrere im Reichssportfeld aufgestellte Fernseh-Bildfänger zu arbeiten und Ausschnitte aus den Olympischen Kämpfen aufzunehmen, um sie über den Paul-Nipkow-Sender zu verbreiten. Die Berliner, die keine Eintrittskarten zum Reichssportfeld erhalten konnten, hatten so die Möglichkeit, in den Fernsehstuben den Olympischen Wettkämpfen beizuwohnen. Man hörte nicht nur die Schilderung des Funkberichters, sondern man sah im gleichen Augenblick die wichtigen Phasen der Kämpfe. Das deutsche Fernsehen ist damit von allen Fesseln befreit; als erster Fernseh-Rundfunk in der ganzen Welt konnte es für die unmittelbaren Außen-Übertragungen eingesetzt werden.



Der Telefunken-Bildempfänger für unmittelbares Fernsehen im Olympia-Stadion

Die Deutsche Reichspost hielt während der Olympischen Kämpfe drei Bildfänger für unmittelbare Übertragungen und zwei Fernsehwagen nach dem Zwischenfilmverfahren im Betrieb. Einer der wichtigsten Bildfänger ist im Olympischen Stadion, unmittelbar am Ziel der 100-m-Bahn, zur Aufstellung gelangt; er ist mit Fernobjektiven ausgestattet, damit man auch entferntere Vorgänge auf dem Spielfeld entsprechend groß übertragen kann. Ähnliche Bildfänger wurden am Marathontor und im Schwimmstadion aufgestellt. Bei diesen drei Bildfängern handelt es sich um Einrichtungen ohne bewegte Teile, die nach dem bekannten elektronenoptischen Prinzip arbeiten. Mit Hilfe des Objektives wird auf einer lichtempfindlichen Rasterplatte ein optisches Bild erzeugt, das nun 25 mal in der Sekunde durch einen Elektronenstrahl abgetastet wird; die innerhalb von 1/25 Sekunde aufgespeicherten Helligkeitswerte werden auf den Verstärker übertragen. Alle fünf Fernseh-Aufnahmestellen sind durch Kabel mit einer Schaltstelle verbunden, die nun einen der fünf Bildfänger auf den Paul-Nipkow-Sender am Funkturm Berlin-Witzleben schaltet. Der Fernsehsender war täglich von 10 bis 12, von 15 bis 19 und von 20 bis 22 Uhr im Betrieb, um so viel unmittelbare Übertragungen wie möglich durchzuführen und allen Berlinern die unvergeßlichen Höhepunkte der Olympischen Spiele zu vermitteln. *Werkbild (Telefunken)*

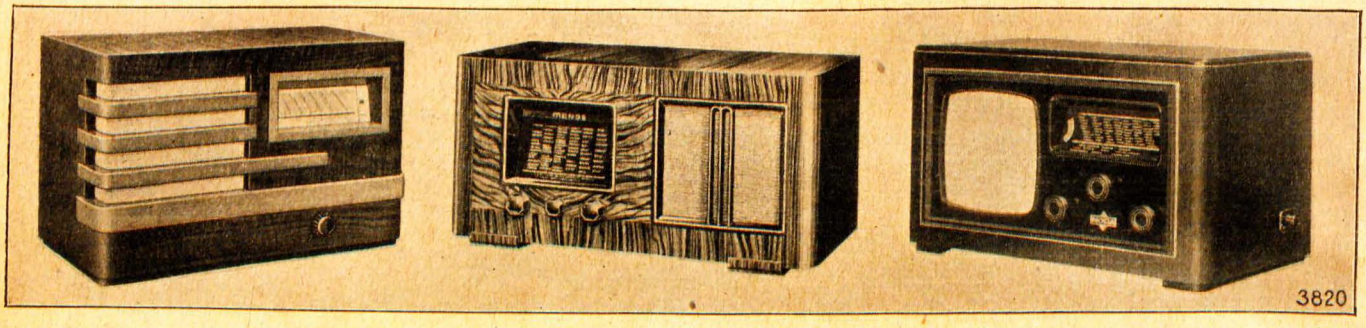
---

er meist eine Fünfpol-Schirmröhre; an sie ist in Widerstandskopplung die neue Fünfpol-Endröhre AL 4 bzw. CL 4 angeschlossen. Einige Empfänger weichen von dieser Regel-Bestückung ab, vor allem hinsichtlich der Endröhre; sie machen von einer AL 1, in den billigeren Ausführungen von einer RES 164 bzw. L 416 D Gebrauch. Das geschieht, um einen niedrigeren Verkaufspreis zu erzielen (statt des dynamischen Lautsprechers ist dann ein Freischwinger vorhanden), oder um den Leistungsverbrauch auf einen möglichst kleinen Betrag herabzusetzen. Große Mühe hat man beim Einkreiser darauf gewandt, um ihm eine „super-ähnliche" Bedienung zu verleihen, d. h. eine sog. Punkt-Eichung der Skala sicherzustellen. Man hat Maßnahmen ergriffen, um die Verstimmung des Abstimmkreises durch eine Änderung der Antennenkopplung oder der Rückkopplung zu unterbinden; Einrichtungen, bei denen die Antennenkopplung in Abhängigkeit von der Abstimmung bewegt wird, findet man bei mehreren Geräten. Neu ist auch die „Tag-Nacht-Schaltung", d. i. eine zweistufige weitgehende Änderung der Antennenkopplung, dergestalt, daß man Tags über mit fester und nach Eintritt der Dunkelheit mit loser Kopplung empfängt. Die sich hieraus zwangsläufig ergebende starke Verstimmung wird dadurch für den Bedienenden uninteressant gemacht, daß man dem Gerät eine Tag- und eine Nacht-Skala gibt, die Sender-Markierungen, die bei den beiden Kopplungen stark auseinanderfallen, also auf zwei verschiedenen Skalen anbringt.

Innerhalb der Einkreis-Empfänger gibt es einige Geräte, die von der „Norm" (Fünfpol-Audion mit Rückkopplung plus widerstandsgekoppelter Fünfpol-Endröhre) abweichen, z. B. einen Empfänger, der sich aus einer Reflexröhre, einem Zweipol-Gleichrichter und einer Endröhre zusammensetzt. Die Reflexröhre arbeitet erst als Hochfrequenzverstärker und nach der Gleichrichtung als Niederfrequenzverstärker. Der Schwingkreis liegt vor der Röhre; die Ankopplung der Zweipolstrecke erfolgt durch eine Drossel, braucht also nicht abgestimmt zu werden, auch nicht durch Stufenschalter oder dgl. Ein anderes Gerät macht zwischen den Röhren von der galvanischen Kopplung (Loftin-White-Schaltung) Gebrauch und kann so auf die größere Verstärkung der AL 4 verzichten.

Die zweite Gruppe von Empfängern stellen die Zweikreis-Zweiröhrenempfänger dar. Es sind in der Hauptsache Reflexempfänger, deren erste Röhre als abgestimmter Hochfrequenzverstärker und als Niederfrequenzverstärker wirkt. Darauf folgt — über einen zweiten Schwingkreis angekoppelt — der Zweipol-Gleichrichter, und schließlich die Endstufe. Es gibt aber auch einen Zweikreis-Zweiröhrenempfänger, der nicht von der Reflexschaltung Gebrauch macht, indem er einfach auf die zusätzliche Niederfrequenzverstärkung durch die zweite Röhre verzichtet; in ihm folgen aufeinander: 1. Kreis; Hochfrequenzstufe; 2. Kreis; Zweipol-Gleichrichter; Widerstandskopplung; Endstufe. Die erste Röhre ist mit Rückkopplung ausgestattet, und zwar findet hier eine Kopplung von Kathodenspulen auf die Gitterspulen statt.

Es folgen nun die Zweikreis-Dreiröhrenempfänger, jene Geräte also, die eine jahrelange, erfolg-

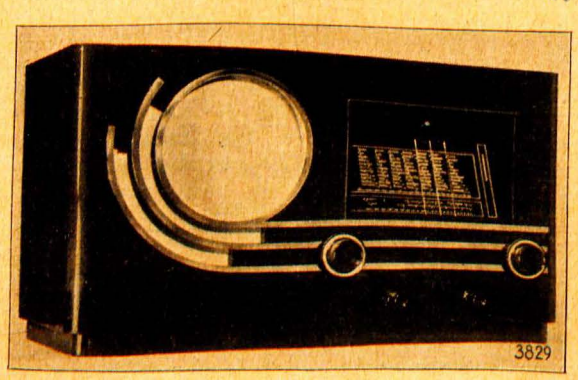


Neue Empfänger in Flachbauform
Von links nach rechts: Zweikreis-Dreiröhrenempfänger Nordmark 237, Mende-Sparsuper, Zweikreis-Dreiröhrengerät Nora-Rheingold

reiche Tradition fortsetzen sollen. Um diese Gerätegruppe ist es etwas still geworden; sie ist zwar noch recht nett besetzt, sie hat vor allem eine wundervolle Preislage — rund 225 Mark — für sich, aber es gibt doch eine Menge Konstrukteure, die nicht gewagt haben, in ihr erhebliche Entwicklungs- und Werkzeugkosten festzulegen. Andere wieder haben auch den Zweikreiser vollkommen neu durchgebildet, ihn vor allem mit Schwundausgleich ausgestattet, dadurch aber auch den Preis an die obere Grenze gebracht. Man weiß heute noch nicht genau, wer richtiger handelte; daß der Schwundausgleich auch für den Zweikreiser im Zuge der technischen Entwicklung liegt, daß im Gegenteil auch ein Instrument für die sichtbare Abstimmung wünschenswert ist, dürfte allgemein anerkannt werden. Damit ist aber auch eine Verteuerung verbunden, die dieser Empfänger, der damit näher an den Dreiröhren-Super heranrückt, u. U. nicht verträgt. Die Konstrukteure dieses Gerätes haben deshalb auf den Schwundausgleich meist, auf die sichtbare Abstimmung aber immer verzichtet; man ist der Meinung, daß die werbenden Ideen dieses Gerätes, nämlich die bevorzugte Preislage und der große Ruf unbedingter Zuverlässigkeit, wie Pfeif- und Störungsfreiheit, sich auch im neuen Jahr stark genug erweisen mögen, um einen zufriedenstellenden Absatz zu verbürgen. So ist der Zweikreis-Dreiröhrenempfänger technisch zwar ein uninteressantes Gerät, aber gleichzeitig ein solches, das im Programm mancher, nicht auf Superhets eingestellten Empfängerfabrik neben dem Einkreiser das Hauptgerät bildet.

Eine Abart des Zweikreis-Dreiröhrengerätes ist der Dreikreis-Dreiröhrenempfänger. Er wird in zwei Ausführungen gebaut: mit einer Hochfrequenzstufe — zwei Kreise sind dann zu einem Bandfilter vereint — und mit zwei Stufen. Der Preis dieses Empfängers liegt noch dichter an dem des billigen Superhets; trotzdem darf man annehmen, daß die Freunde des Geradeaus-Empfängers ihm einen guten Absatz sichern werden.

Die Superhetempfänger gibt es in diesem Jahr mit drei, vier, fünf, sechs und neun Röhren. Die Mehrzahl besitzt vier Röhren; an zweiter Stelle stehen die Superhets mit drei, an dritter Stelle die mit sechs Röhren; dann folgen — mit zwei bzw. einem Vertreter — die Geräte mit fünf und neun Röhren. Der Superhet mit drei Röhren hat, auch wenn er zahlenmäßig nicht sehr stark in Erscheinung tritt, an technischer Bedeutung außerordentlich stark gewonnen; er wird dem billigen Vierröhren-Superhet eine scharfe Konkurrenz bedeuten. Schaltungsmäßig kann man ihn als Vierröhren-Superhet betrachten, dem die Niederfrequenz-Vorstufe fehlt; er setzt sich also aus einer Mischstufe, einer Zwischenfrequenzstufe, einem ungesteuerten Gleichrichter (mit Doppel-Zweipolröhre) und einer Endstufe zusammen. Der Rückgang an Verstärkung, der durch den Fortfall der Niederfrequenz-Vorstufe eintritt, wird zum Teil durch die Anwendung der neuen, steilen Endröhre AL 4 bzw. CL 4 wettgemacht. Für den Vergleich zwischen Drei- und Vierröhren-Superhet ist es wichtig, darauf hinzuweisen, daß diejenigen Schaltelemente und Röhren, von denen die Haupteigenschaften des Empfängers abhängen (Trennschärfe, Störungsfreiheit, Schwundausgleich), in beiden Fällen dieselben sind. Manche Firmen bauen deshalb Superhets mit drei und vier Röhren, die in der Mischstufe, im Zwischenfrequenzteil, im Mechanismus des Schwundausgleichs und schließlich in der Endstufe vollständig übereinstimmen; sie unterscheiden sich allein dadurch, daß der eine Empfänger eine Niederfrequenzstufe mehr besitzt als der andere. Aus dieser Tatsache ergibt sich dann auch ein ziemlich geringer Preisunterschied zwischen dem Dreiröhren-Superhet und dem einfacheren Vierröhren-Superhet; die Preisbereiche überschneiden sich sogar. Der billigste Dreiröhren-Super kostet 255 RM, der Durchschnittspreis beträgt 265 RM. Hier aber beginnt preislich der Vierröhren-Superhet mit fünf Kreisen. Natürlich fehlen dem Dreiröhren-Superhet manche Einrichtungen, die den Super erst wertvoll machen, nämlich das Abstimmeter, zum Teil auch das Eingangs-Bandfilter; die Bandbreitenregelung ist aber gerade beim Dreiröhren-Superhet immer vorhanden.



Eine Empfängerfront, mit dem Zirkel entworfen: Loewe-Opta 537

Die Röhrenzahl ist als Unterscheidungsmerkmal zwischen den Superhet-Empfängern etwas in den Hintergrund getreten; um so wichtiger ist etwas anderes, nämlich die Kreiszahl, geworden. Schon innerhalb der Gruppe der Dreiröhren-Superhets wendet man keineswegs, um billig bauen zu können, durchweg nur fünf Kreise an (d. h. einen Eingangs- und einen Überlagererkreis, also einen Zweigang-Drehkondensator, außerdem aber ein zweikreisiges ZF-Bandfilter und einen einzelnen ZF-Kreis), sondern auch hier gibt es bereits Sechskreiser (mit Eingangs-Bandfilter, sonst wie im vorigen Beispiel) und Siebenkreiser (ebenfalls mit Eingangs-Bandfilter, außerdem aber mit zwei ZF-Bandfiltern). Die gleiche Gruppierung finden wir bei den Empfängern mit vier Röhren, auch hier gibt es also Fünf-, Sechs- und Siebenkreiser, und wir treffen demgemäß Geräte mit einfachem Eingangskreis und mit Eingangs-Bandfilter, dgl. solche mit einem ZF-Bandfilter und ZF-Kreis, wie solche mit zwei je zweikreisigen ZF-Bandfiltern an. Im allgemeinen ist der Empfänger um so höherwertig und auch um so teurer, je mehr Kreise er besitzt; allerdings wird die

Güte sehr weitgehend von der Dämpfung der Kreise, den Kopplungsverhältnissen und vielen anderen Dingen bestimmt, die in der Kreiszahl natürlich nicht zum Ausdruck kommen. Auch diejenigen Superhets z. B., die kein Eingangs-Bandfilter besitzen, sind heute durchaus pfeiffrei, denn bei ihnen wendet man Spiegelfrequenzsperren, Rundfunk- und Langwellen-Sperrglieder und dgl. mehr an, zuweilen sogar in doppelter Ausführung, um eine einwandfreie Wirkung sicherzustellen. In unmittelbarer Nähe eines Oberwellen aussendenden Ortssenders werden zwar fast bei jedem Superhet einige Stellen auf der Skala übrigbleiben, an denen man ein Pfeifen feststellen kann — wenn nicht außerdem ein Sperrkreis vorgesehen ist, der verstellt werden kann; von diesen Ausnahmen abgesehen, kann man aber den modernen Superhet als praktisch pfeiffrei bezeichnen.

In einem Fall ist ein Eingangs-Bandfilter allerdings unerläßlich, und zwar dann, wenn eine niedrige Zwischenfrequenz (128 oder 129 kHz) benutzt wird, da sich sonst die Spiegelfrequenzen zeigen würden. Von dieser niedrigen Zwischenfrequenz machen einige Empfänger Gebrauch, weil mit ihr eine größere Verstärkungsziffer im ZF-Teil zu erzielen ist; natürlich sind bei diesen Geräten auch Eingangs-Bandfilter vorhanden. Die Mehrzahl der Empfänger wendet Zwischenfrequenzen zwischen 468 und 490 kHz an.

Vergrößert man die Röhrenzahl des Superhets über vier hinaus, so kann man sich — wie es in einem Gerät geschieht — einer getrennten Überlagerungsröhre bedienen, oder man kann eine zusätzliche Niederfrequenzstufe anwenden, wenn z. B. die Absicht besteht, in der Endstufe die Dreipolröhre AD 1 zu verwenden; so kommt man zum Fünfröhren-Superhet. Wendet man zwei Röhren AD 1 im Gegentakt an, so muß man sechs Röhren aufwenden; dabei ist zu überlegen, ob man nun wirklich zwei Niederfrequenz-Vorstufen braucht, oder ob man nicht lieber mit einer zweiten Zwischenfrequenzstufe arbeiten will. Das letztere erscheint vorteilhafter; diese Schaltung wird deshalb auch angewandt. In der Gruppe des Sechsröhren-Superhets sind aber noch weitere Anordnungen denkbar und auch gebräuchlich, so der Empfänger mit Hochfrequenz-Vorstufe. Mit noch größerer Röhrenzahl wird lediglich ein neunkreisiges Neunröhrengerät gebaut.

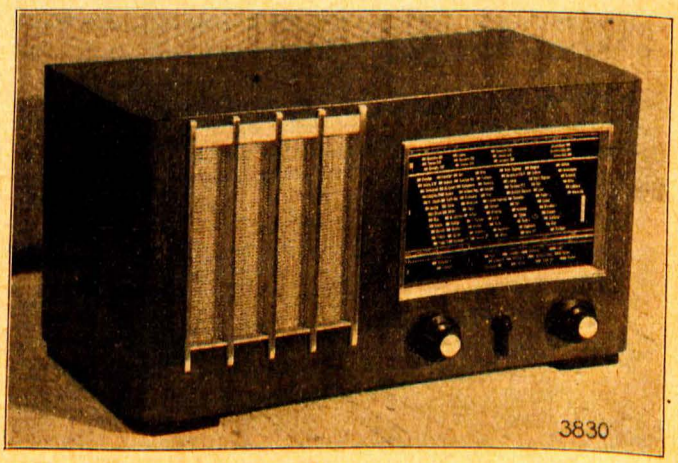
Dieser Neunröhren-Superhet — aber auch ein Sechsröhren-Gerät — verfügt über eine interessante Einrichtung für den Ortsempfang: aus dem Superhet wird eine Geradeaus-Empfänger, der den Ortssender dann mit einer so großen Natürlichkeit wiedergibt, wie es dem Superhet nicht möglich ist. Von der Hochfrequenz-Vorstufe, über die die beiden Empfänger verfügen, geht man unter Umgehung des Misch- und Zwischenfrequenzteils auf den Empfangsgleichrichter.

Einige interessante Neuerungen hat auch der Allstrombetrieb der Empfänger gebracht. Im allgemeinen bedient man sich durchweg der C-Röhren für einen Heizstrom von 200 mA; um den Feldstrom-Schwierigkeiten beim dynamischen Lautsprecher aus dem Weg zu gehen, wendet man weitgehend solche mit Stahlmagneten an. Bei niedrigen Wechselspannungen macht man zum Teil von der Spannungsverdopplung Gebrauch. Es gibt aber auch Geräte, die einen Autotransformator am Netzeingang besitzen, um an Wechselstromnetzen niedriger Spannung mit den Höchst-Anodenspannungen zu arbeiten; auf dem Autotransformator wurde außerdem eine Heizwicklung für die Gleichrichterröhre vorgesehen, damit man hier die billige direkt beheizte 4-Volt-Röhre AZ 1 anwenden kann. Bei Gleichstrom wird diese Röhre einfach fortgelassen, man kauft sie nur für den Wechselstrombetrieb hinzu. Diejenigen Empfänger, die eine indirekt beheizte Gleichrichterröhre der C-Reihe benutzen, müssen diese meist auch beim Gleichstrombetrieb haben, damit die Elektrolyt-Kondensatoren richtig gepolt bzw. nicht durch falsche Polung beschädigt werden.

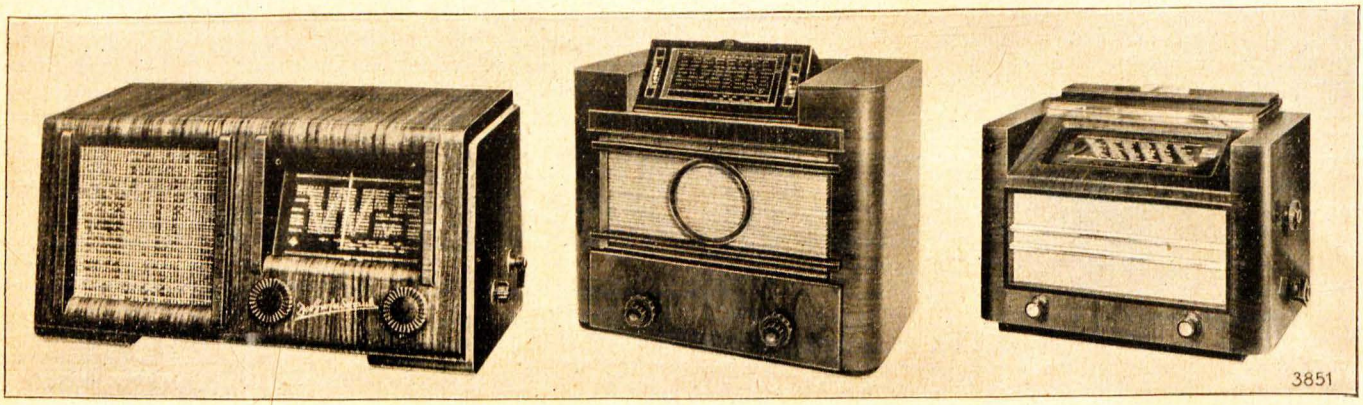
Eine andere Neuerung, die einiges Aufsehen erregt hat, ist der Wechselstromempfänger, dem für den Gleichstrombetrieb ein Wechselrichter eingebaut wird. Man verzichtet hier überhaupt auf den Bau eines Allstromempfängers, sondern richtet den Wechselstromempfänger so ein, daß nachträglich ein ihm angepaßter Wechselrichter eingesetzt werden kann. Das bringt betriebsmäßig den großen Vorteil, daß der Empfänger auch an Gleichstromnetzen niedriger Spannung mit den normalhohen Anodenspannungen betrieben wird, denn der Wechselrichter formt den Netzgleichstrom in Wechselstrom um, mit dem man den Empfänger nun auf normale Weise speist. Der zusätzliche Wechselrichter enthält aber keinen eigenen Transformator, sondern als Transformator dient eben der des Empfängers, der entsprechend geschaltet und ausgeführt ist. Da es gelungen ist, einen betriebssicheren, wirtschaftlichen Wechselrichter zu bauen, eröffnen sich hier dem Gleichstrombetrieb von Rundfunkempfängern vollkommen neue Wege.

Bedienungsmäßig hat sich an den Empfängern ebenfalls einiges geändert. Der Kreiselantrieb, jahrelang nur an den Geräten einer Firma zu finden, hat sich mehr und mehr eingebürgert; man trifft ihn in entsprechender Abwandlung bei mehreren Fabrikaten an. Verzichtet man auf ihn, so gibt man den Empfängern eine Übersetzung, so daß die Abstimmung mit großer und mit kleiner Übersetzung angetrieben werden kann. Bei einigen Geräten erfolgt die Umschaltung auf den „Schnellgang" selbsttätig dadurch, daß man den Knopf über einen bestimmten Winkel hinausdreht. Die Skalen sind im allgemeinen größer und übersichtlicher geworden; die geradlinige Skala, bei der die Namen in mehreren Spalten angeordnet sind, herrscht vor. Kommt es auf besondere Preiswürdigkeit des Gerätes an, so macht man auch von der billigen, neuerdings sehr großen Zeigerskala Gebrauch. Einige wenige Geräte besitzen eine Vorrichtung — sei es ein Klappdeckel, sei es eine jalousieartige Einrichtung —, mit der man die Skala verschließen kann, wenn man nicht empfängt.

Die Gehäuse bestehen in diesem Jahr zu 99 % aus Holz. Man bevorzugt dunkle Hölzer und schlichte, übersichtliche Formen; als Zierat benutzt man Rahmen aus Preßstoff oder auch aus Hydronalium — einem weißen, hochglänzenden Leichtmetall — um Skalen- und Lautsprecheröffnung, dgl. Leisten aus dem gleichen Metall. Die stark gemaserten Holzgehäuse treten erfreulicherweise mehr und mehr in den Hintergrund; die Gehäuse wirken nicht mehr durch Buntheit der Maserung, sondern durch Form und Fläche. Einige Geräte werden in Schatullenform geliefert, und zwar in Schatullen aus Preßstoff; sie zeichnen sich durch harmonische Formen aus und gehören äußerlich mit zu den schönsten Empfängern überhaupt. Daneben strafen sie natürlich diejenigen Lügen, die behaupten, daß Rund-



Die neue Telefunken-Form: Vierröhren-Superhet T 664 Schlichtes, dunkles Holz, sehr große Skala und Hydronalium-verzierung zeichnen den Empfänger aus



Neue Empfängerformen. Von links nach rechts: Der große Schaub, Philips-Aachen-Super D 49, Saba-Dreiröhren-Superhet 341 bis 344

funkempfänger nur noch in Holzgehäusen verkäuflich wären. Es scheint vielmehr so zu sein, daß ein größeres Können erforderlich ist, um Preßgehäuse so schön und werkstoffecht zu gestalten, daß sie beim Publikum gleichen Anklang finden wie Holzgehäuse; diese Fähigkeit scheinen sich die Holzgehäuse-Architekten heute noch nicht restlos zuzutrauen. Außerdem kann man natürlich an Holzgehäusen viel leichter nachträglich Änderungen vornehmen als an Preßgehäusen.

*

Es folgen nun — nach Firmen geordnet — Kurzbesprechungen der wichtigsten der neu erschienenen Geräte. Allgemeine Eigenschaften können hier nicht behandelt werden; sie sind aus der Aufstellung auf Seite 521 bis 528 zu entnehmen. In den folgenden Besprechungen wollen wir uns vielmehr auf Besonderheiten beschränken, die aus der tabellarischen Zusammenstellung nicht ersichtlich sind.

AEG

Die Empfänger stimmen schaltungs- und aufbaumäßig mit den entsprechenden Telefunken-Geräten überein; die dort besprochenen technischen Einzelheiten gelten also auch für die AEG-Geräte. Sie unterscheiden sich nur durch die Gehäuse und die Einstellskalen voneinander, haben hierin aber den gleichen Grundcharakter: geradlinige, sachlich-schlichte Gehäuse aus dunklem Holz mit großen Skalen und Hydronalium-Zierrat an Skalen- und Lautsprecher-Fenstern. Der Sechsröhren-Luxussuper „696 WK" besitzt über der Skala eine durchgehende Klappe, die man schließen kann, wenn man gar nicht oder längere Zeit denselben Sender empfängt.

Nur der Einkreiser „AEG 216" weicht von dem Telefunken-Gerät ab: die Ankopplung der Antenne erfolgt durch einen Dreiplatten-Drehkondensator, der als Lautstärkeregler wirkt, also nicht durch induktive Spulenkopplung. Zwischen ihm und dem Schwingkreis-Drehkondensator ist ein weiterer veränderlicher Kopplungskondensator angeordnet, der mit dem Abstimmkondensator mitläuft, um den Einfluß der Rückkopplung auszugleichen, diese also frequenzunabhängiger zu gestalten.

Roland Brandt

Zwei neue Netzempfänger, für Wechselstrom ein Zweikreis-Dreiröhren-Gerät und für Allstrom ein Einkreis-Zweiröhrenempfänger, werden in Flachform-Gehäusen geliefert, außerdem vier neue Batterieempfänger, von ihnen drei ebenfalls in Flachform-Holzgehäusen. Bemerkenswert ist ein Einkreis-Dreiröhren-Kofferempfänger, bei dem Einstellgriffe und Lautsprecheröffnung durch einen Rollvorhang verschlossen werden können.

Braun

Neben dem seit einiger Zeit auf dem Markt befindlichen Koffer-Super stellt die Firma an neuen Geräten ausschließlich Vierröhren-Superhets her, und zwar je ein Gerät mit fünf, sechs und sieben Kreisen, in jeder dieser drei Ausführungen für Wechselstrom und Allstrom sowie ohne und mit eingebautem Plattenspieler (insgesamt also zwölf Empfänger). Die Geräte sind mit den Vorteilen des Groß-Supers ausgestattet: Bandbreitenregelung, Abstimmanzeiger, Schwungradantrieb. Der Plattenspieler ist bei den Phono-Ausführungen der Geräte oberhalb des Empfangs- bzw. Lautsprecherteils eingebaut und nach Öffnen eines Deckels in voller Fläche zugänglich. Das elektrische Laufwerk ist mit einem selbsttätigen Ein- und Ausschalter ausgestattet.

DeTeWe

Der Einkreis-Zweiröhrenempfänger „Rügen 126 W" wurde im Hinblick auf möglichst sparsamen Betrieb geschaffen, um denjenigen Hörern, die hohe Kilowattstundenpreise zahlen oder ganz allgemein mit dem Stromverbrauch haushalten müssen, ein in dieser Hinsicht anspruchsloses Gerät zur Verfügung zu stellen; sein Verbrauch beträgt nur 15 bis 17 Watt. Es ist sonst in jeder Hinsicht hochwertig ausgestattet: permanentdynamischer Lautsprecher (um die Feldleistung zu sparen), Eisenkernspulen, Widerstands-Lautstärkeregler mit Quecksilberkontakt (deshalb rauschfrei) sind einige Besonderheiten. — Der Einkreis-Zweier für Allstrom „Helgoland 126 GW" besitzt eingangsseitig einen Transformator, so daß er an Wechselstromnetzen niedriger Spannung mit seinen Höchstspannungen arbeitet.

Graetz

Die beiden neuen Graetz-Empfänger sind mit Sparschaltung ausgestattet; begnügt man sich mit kleineren Lautstärken, so wird der Netztransformator umgeschaltet, Endröhre und Feldspule des dynamischen Lautsprechers arbeiten mit niedrigeren Spannungen, die Leistungsaufnahme geht um über 40 % zurück. Der Einkreiser „Graetzor 40 W" besitzt kapazitiven Eingang mit Dreiplatten-Drehkondensator zur Lautstärkeregelung; mit dem Abstimm-Drehkondensator ist außerdem ein veränderlicher Kopplungskondensator gekuppelt, um die Lautstärke- und Rückkopplungsregelung von der Abstimmung unabhängig zu machen. Der Zweikreis-Dreiröhrenempfänger „Graetzor 41 W" hat Schwundausgleich; er verfügt über zwei abgestimmte HF-Stufen (die erste mit Sechspol-, die zweite mit Fünfpolröhre), über einen durch Widerstände angekoppelten Zweipol-Empfangsgleichrichter, der mit seiner zweiten Gleichrichterstrecke die Schub-Spannung für den Schwundausgleich liefert, und über eine widerstandsgekoppelte Endstufe. Die zweite HF-Stufe ist mit regelbarer Rückkopplung versehen; infolge des Schwundausgleichs wirkt sie jedoch nicht lautstärke-, sondern trennschärfeerhöhend, und sie hat infolgedessen den Charakter eines stetig veränderlichen Bandbreitenreglers. Am Eingang des Gerätes ist ein mit „Störblende" bezeichneter Schalter angeordnet, der die Empfindlichkeit herabzusetzen gestattet (Orts-Fern-Schalter).

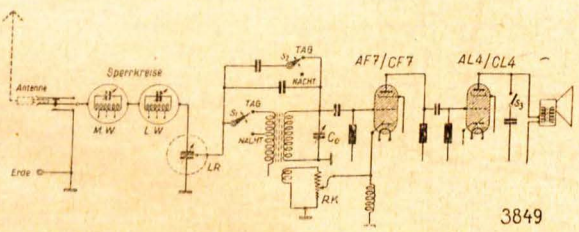
Idealwerke

Die selbsttätige Umschaltung der Wellenbereiche, im vergangenen Jahr erstmalig bei einem Vierröhren-Super angewandt, finden wir diesmal bei den drei Blaupunkt-Geräten „3 W 56", „4 W 66" und „4 GW 56". Blaupunkt hat im übrigen nur Superhets herausgebracht, die sich voneinander durch Kreis- und Röhrenzahl, durch die Wellenbereiche und die technische Ausstattung unterscheiden. Der 5-Röhren-Super „5 W 86" hat einen Bandbreitenschalter mit drei Stellungen; mit ihm kann das Gerät auf Schmal- und auf Breitband geschaltet werden, in der dritten Stellung aber erfolgt eine Umschaltung vom Superhet- zum Geradeausempfänger. Für Orts- und Nahempfang wirkt das Gerät als Zweikreis-Vierröhrenempfänger; es liefert als solches eine Wiedergabegüte, wie sie sich in der Superhet-Schaltung, obgleich auch sie durch die reichliche Anwendung von Bandfiltern sehr vollkommen gemacht wurde, nicht erzielen läßt. Bei einigen Geräten (4 W 76, 4 GW 56) wird der Anteil der Zwischenfrequenzspannung, der zur Erzeugung der Schwundregelspannung dient, durch die Niederfrequenz-Vorstufe zusätzlich verstärkt.

Die Idealwerke bringen auch eine Gehäuse-Neuerung: das Standgerät; in ihm wird der Super „4 W 76" bzw. „4 GW 76" geliefert; das Superhet-Gehäuse wurde einfach nach unten verlängert und mit Füßen versehen, so daß es auf dem Fußboden aufgestellt werden kann (Höhe mit Füßen 850 mm). Schallplattenteil ist nicht eingebaut, jedoch liefert der Empfänger infolge eines größeren Lautsprechersystems und der größeren Schallwand eine bessere Wiedergabe, als das entsprechende Tischgerät. Der Empfänger besitzt ferner ein sogenanntes Skalenvisier, d. i. eine Isolierstoff-Abdeckung, die über den Skalenausschnitt gezogen werden kann, um die Skala zu verschließen. Von allen Lösungen einer Skalenabdeckung ist das ohne Zweifel die interessanteste.

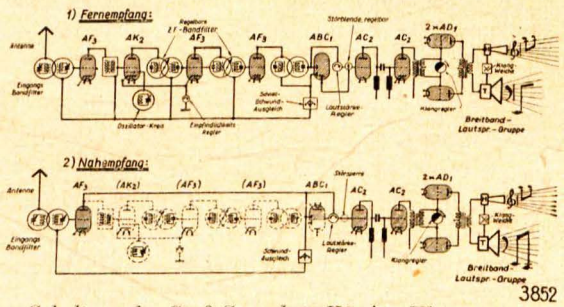
Körting

Der Einkreiser „Unix 37" erhielt einen Tag-Nacht-Schalter, bei dessen Betätigung eine wesentliche Änderung der Antennenkopplung stattfindet (in der Tag-Stellung ist die Kopplung sehr fest); der Einfluß der Kopplungsänderung auf die Abstimmung wird dadurch unwirksam gemacht, daß die Sender an zwei Stellen in die Skala eingetragen werden (Tag- und Nacht-Skala). Man schließt bei diesem Gerät also keinen Kompromiß zwischen Lautstärke und Trennschärfe, sondern man gibt ihm durch die zwei grundsätzlich verschiedenen Ankopplungen für den Empfang bei Tag und an kurzen Antennen eine größere Lautstärke, für den Empfang während der Dunkelheit eine größere Trennschärfe.



Tag-Nacht-Schaltung bei dem Einkreiser „Körting-Unix 37"

Das technisch bemerkenswerteste Körting-Gerät ist der Zweikreis-Zweiröhrenempfänger „Novum", den die Firma bewußt dem Kleinsuper entgegensetzt. Der Empfänger ist deshalb mit einem wirksamen Schwundausgleich und mit Abstimmeter (Glimmlampe) ausgerüstet, er besitzt außerdem eine selbsttätig wirkende Bandbreiten- bzw. Trennschärferegelung. Ein besonders wirksamer Schwundausgleich wird dadurch erzielt, daß man die für die Gewinnung der Regelspannung bestimmte Hochfrequenz über die Endröhre laufen läßt, durch diese also eine zusätzliche Verstärkung vornimmt; durch einen Hochfrequenz-Transformator an der Anode der Endröhre wird die Hochfrequenzspannung an die zweite Strecke der AB 1 übertragen. Die selbsttätige Bandbreitenregelung wird durch eine besondere Art der Rückkopplung erzielt, die von der Schwundregelung der ersten Röhre und damit von der Feldstärke abhängig ist; bei großer Feldstärke geht der Anodenstrom der Röhre durch die Schwundregelung zurück, die Rückkopplung wird weniger wirksam, die Bandbreite größer. Bei kleiner Feldstärke ist es umgekehrt; die Regelspannung sinkt, der Anodenstrom steigt, die Rückkopplung wird fester, das Band schmaler. Diesem Gerät wird man bei der praktischen Erprobung seine besondere Aufmerksamkeit zuwenden müssen.



Schaltung des Groß-Superhets Körting-Ultramar 37 für Fern- und Nahempfang

Wertvolle Verbesserungen wurden an dem großen Neunröhren-„Ultramar"-Superhet vorgenommen: er wurde umschaltbar eingerichtet, so daß er beim Nahempfang als Geradeaus-Empfänger arbeitet, unter Umgehung des Misch- und Zwischenfrequenzteils. Der Kurzwellenteil wurde unterteilt; in der Gegentaktstufe kommen Röhren AD 1 zur Anwendung; die beiden Lautsprecher bilden jetzt eine Breitband-Kombination, denn es kommen je ein Lautsprecher für die Wiedergabe der tiefen und der hohen Töne zur Anwendung. Alle neuen Körting-Empfänger besitzen Lautsprecher mit einer sog. Keilschnitt-Membran, deren Stärke vom Rand nach der Mitte zu immer größer wird. Infolgedessen wird auch die Steifheit nach der Mitte zu größer, die Membran ist formstarrer und liefert eine verzerrungsfreiere Wiedergabe.

Loewe

Der Einkreiser besitzt Sparschaltung; die Leistungsaufnahme beträgt bei voller Lautstärke 50, bei verringerter Lautstärke 30 Watt. Die Allstromempfänger der Firma können an Wechselstromnetze von 25 bis 100 Hertz angeschlossen werden; in Sonderausführung, gegen geringen Mehrpreis, sind sie auch für 16⅔ Hertz lieferbar und damit zum Betrieb an Bahnstromnetzen, wie sie z. B. in Bayern und Schlesien bestehen, geeignet. Im übrigen werden alle Loewe-Empfänger mit eigenen Röhren ausgerüstet; Loewe hat die Herstellung von Einfach-Röhren aufgenommen, die die gleichen elektrischen Daten besitzen wie die entsprechenden Telefunken- und Valvo-Röhren. Die beiden größeren Empfänger besitzen Schwungrad-(Freilauf-)Antrieb.

Lorenz

Der Einkreiser „Tonmeister II" besitzt an erster Stelle eine Reflexstufe, an die der Zweipol-Gleichrichter aperiodisch angekoppelt ist; der Abstimmkreis liegt am Eingang des Empfängers. Durch die zusätzliche Hochfrequenzverstärkung wird dem Gerät eine größere Tagesempfindlichkeit verliehen, ohne daß die Bedienung schwieriger wird, denn es ist nach wie vor nur ein Kreis abzustimmen. Daneben baut Lorenz einen billigen Vierröhren-Superhet, vor allem aber einen Sechsröhren-Großsuper „395", der sich durch eine Hochfrequenzstufe aus-

zeichnet; beide Super besitzen Bandbreitenregelung durch stufenlose Änderung der Bandfilterkopplung im Hochfrequenzteil. Eine AD 1 in der Endstufe verleiht dem Großsuper eine besonders gute Natürlichkeit des Klanges.

Lumophon

Die Empfänger zeichnen sich durch die Rückkehr zu geraden, einfachen, zuverlässigen Schaltungen aus; sie besitzen keine Reflexschaltung und keinen Schwundausgleich. Auch in den schlichten, wirkungsvollen Gehäusen sind die Geräte sehr sympathisch. Als Audion wird in beiden Typen die Dreipolröhre AC 2 benutzt. Im Einkreiser finden wir den sog. Antennen-Adapter, eine veränderliche Zusatzkapazität am Abstimm-Kondensator, die die Antennenkopplung in Abhängigkeit von der Sendereinstellung regelt und damit die Verstimmung des Abstimmkreises klein hält.

Mästling

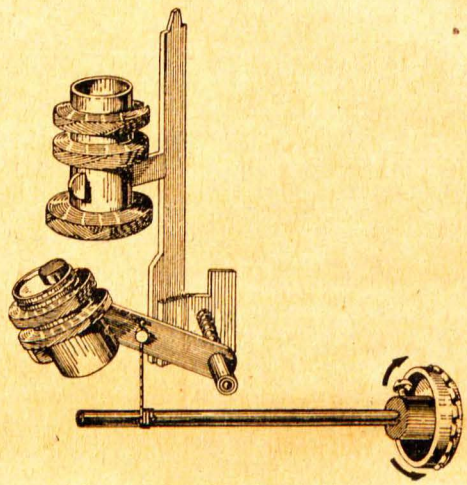
Drei von den vier neuen Geradeaus-Geräten besitzen einen rückkopplungsfreien Zweipol-Gleichrichter. Interessant ist die Schaltung der Empfänger; beim „W 22" und „GW 22" folgen aufeinander: 1. Kreis; Hochfrequenzstufe mit Fünfpolröhre; 2. Kreis; Zweipolgleichrichter; Endstufe, beim „W 33" ist vor dieser Anordnung eine weitere Hochfrequenzstufe mit einem dritten Kreis zu denken. Der Zweikreisempfänger läßt sich bei dieser ungewohnten Schaltung ziemlich billig bauen (192,25 RM). Er besitzt übrigens Rückkopplung; sie ist an der Hochfrequenzstufe angebracht, und zwar ist eine Kathodenspule auf die Gitterspule gekoppelt. Die Regelung erfolgt durch Verschieben des Abgriffes bei einem Parallelwiderstand zur Kathodenspule. Für die Schallplattenverstärkung wird die Hochfrequenzstufe zu einer Niederfrequenz-Vorstufe umgeschaltet.

Mende

Es werden drei Superhets geboten: ein Sparsuper (3 Röhren), ein Universalsuper (4 Röhren) und ein Großsuper (4 Röhren mit getrenntem Überlagerer und Kurzwellenbereich). Einen Bandbreitenregler treffen wir beim Sparsuper an. Der Universalsuper besitzt neben dem Schnellantrieb mit Stummabstimmung einen selbsttätigen Wellenbereich-Umschalter. Bei allen Geräten wurde besonderer Wert auf eine Verbesserung der Wiedergabe gelegt.

Neufeldt & Kuhnke (Nordmark)

Der Superhet mit Wählscheibe erscheint ev. zur Funkausstellung in einer neuen Ausführung, die in Einzelheiten verbessert ist; schaltungstechnisch ist interessant, daß sich der Empfänger durch die Anwendung von zwei Zwischenfrequenzstufen eine besonders große Leistungsreserve sichert. Die neuen Geradeaus-Empfänger gehen schaltungs- und aufbaumäßig neue Wege: Der Einkreiser „Nordmark 127" wendet die galvanische Kopplung zwischen Audion und Endstufe an und erzielt dadurch eine zusätzliche Verstärkung und eine besonders gute Wiedergabe vor allem der tiefen Töne. Interessant ist der Abstimmsatz; um den Einfluß der schwenkbaren Antennenspule auf den Schwingkreis auszuschalten, ist an der Schwenkspule ein Kern aus Hochfrequenzeisen befestigt, der die Selbstinduktion der Schwingkreisspule beim Heranschwenken um den gleichen Betrag vergrößert, um den sie durch die Einwirkung der Antennenspule verkleinert wird. Dadurch wird erreicht, daß die Skaleneichung bei beliebiger Stellung von Antennenkopplungs- und Rückkopplungsgriffen bestehen bleibt, man kann bei diesem Gerät wirklich von einer Punkteichung sprechen. Der Zweikreiser „Nordmark 237" besitzt einen wirksamen Schwundausgleich, der in seinem Regelumfang durchaus dem bei einem Kleinsuper entspricht; die erforderliche Verstärkungsreserve wird dadurch erzielt, daß in dem Gerät eine feste Rückkopplung vorgesehen ist, die sich der Niederfrequenz-Vorstufe bedient. Dem Gitter dieser Röhre wird ein geringer Hochfrequenzteil, der mit einem 3-pF-Kondensator auf den günstigsten Wert eingestellt wird, zugeführt, und von der Anode dieser Röhre geht nun der eigentliche Rückkopplungskanal aus. Er ist normal bemessen; die sehr kleine Hochfrequenzschleuse sorgt aber dafür, daß die Hochfrequenz-Rückkopplung an der Niederfrequenz-Vorstufe sich auf die eigentliche Verstärkungsarbeit der Röhre nicht auswirkt.



Kopplungsvorrichtung beim „Nordmark 127" mit Ausgleich der Selbstinduktionsänderung durch Eisenkern

Nora

Der Zweikreiser „Rheingold" ist der Nachfolger des ersten in Deutschland gebauten rückkopplungsfreien Zweikreis-Empfängers mit Schwundausgleich. In ihm sind also die umfangreichen Erfahrungen mit diesem Gerät verwertet; man ist bei ihm von zwei zu drei Röhren übergegangen, hat den Schwundausgleich verbessert, die Rückkopplung auch weiterhin fortgelassen. Sehr zu begrüßen ist die Ausstattung des Gerätes mit einem Abstimmeter, ist dieses beim schwundgeregelten Geradeaus-Empfänger doch genau so wichtig wie beim Superhet. Beachtenswert sind zwei verbesserte Batterieempfänger, darunter ein Zweikreis-Vierröhrengerät ohne Rückkopplung, gleich leicht zu bedienen wie ein Superhet.

Owin

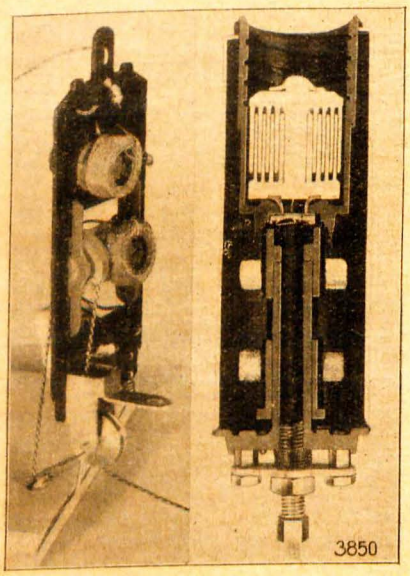
Die neuen Owin-Empfänger besitzen sämtlich permanentdynamische Lautsprecher, um mit einem möglichst kleinen Leistungsverbrauch auszukommen; der Zweikreis-Empfänger ist als erstes Gerät mittlerer Preislage mit zwei Lautsprechern — Hoch- und Tiefton — ausgestattet, um eine möglichst gleichmäßige Wiedergabe des gesamten Frequenzbandes zu erzielen. Die neuen Batterieempfänger streben sämtlich durch Verwendung einer Gegentakt-Endstufe eine möglichst große Sprechleistung an.

Philips

Der Einkreiser zeichnet sich durch einen weitgehend und bequem umschaltbaren Sperrkreis aus, der Zweikreiser durch die Anwendung von zwei Hochfrequenzstufen, Schwundausgleich und eines Zweipol-Gleichrichters. Die Rückkopplung an der zweiten HF-Stufe kann man als Bandbreitenregler betrachten, denn infolge des Schwundausgleichs ändert sie nicht die Lautstärke, sondern — da diese durch den Schwundausgleich konstant gehalten wird — die Trennschärfe und damit die Bandbreite. Beachtung verdienen die beiden Superhetempfänger; sie besitzen beide sieben Kreise und vollkommen übereinstimmenden Misch- und Zwischenfrequenzteil, der Unterschied besteht lediglich in dem Hinzukommen einer Niederfrequenzvorstufe beim Vierröhrengerät und in

einem Lautsprecher größerer Leistung, der dem Gerät eine besonders gute Wiedergabe verleiht. Beide Empfänger machen von vollkommen neuen Aufbauteilen Gebrauch, so Trimmern neuer Formgebung, die sich in einem großen Bereich ändern lassen, eine günstige Kapazitätskennlinie besitzen und vollkommen konstant sind. Die Wellenschalter sind neuartige Drehschalter mit selbstreinigenden Kontakten, die sich als sehr zuverlässig erwiesen haben. Die Bandbreitenregelung wird im Zwischenfrequenzteil dadurch vorgenommen, daß die Bandfilterspulen einander genähert oder voneinander entfernt werden; das geschieht durch einen Bowdenzug, der durch einen Drehknopf bedient wird. Auch die Skalenzeiger und die Bereichmelder werden durch Bowdenzüge angetrieben; infolgedessen braucht die Skala nicht starr mit dem Empfängergestell verbunden zu sein, sondern sie kann schwenkbar angeordnet werden, so daß man sie in die bequemste Blickrichtung kippen kann.

Beide Superhets werden nur für Wechselstrom, aber nicht für Allstrom hergestellt; der Dreiröhren-Super ist jedoch so eingerichtet, daß in ihn nachträglich ein Wechselrichter eingebaut werden kann, so daß er auch am Gleichstromnetz betrieben werden kann (über den Vorteil dieser Betriebsart wurde bereits weiter vorn gesprochen).



Zwischenfrequenz-Bandfilter mit veränderlicher Kopplung Links Telefunken 664, rechts Philips-Aachen-Super D 48 und D 49

Radio-Union

Die in der Radio-Union vereinigten Empfängerfabriken Brandt, Braun, Mästling, Radiofunkwerkstätten, Schaleco und Wega sowie die neu gegründete Rundfunktechnische Erzeugergemeinschaft bringen einen Gemeinschaftsempfänger „Typ 1" heraus: einen Einkreis-Zweiröhrenempfänger mit elektrodynamischem Lautsprecher, in Preßstoffgehäuse, mit Eisenkernspulen, Grossichtskala, Klangfarben- und Lautstärkenregler, Anschluß für Tonabnehmer und zweiten Lautsprecher, nächst dem Volksempfänger das billigste Einkreis-Zweiröhrengerät. Er ist für alle Rundfunkhörer bestimmt, die einen guten Einkreiser mit dynamischem Lautsprecher wünschen, denen aber die übrigen Empfänger zu teuer sind.

Saba

Die Firma bringt zum ersten Male einen Einkreis-Zweiröhren-Empfänger, mit unterteiltem Mittelwellenbereich, um die Sender auseinander zu ziehen und die Abstimmung zu erleichtern, mit Dreiplatten-Kondensator zur Lautstärkeregelung am Eingang, mit einem ebenfalls dreimal umschaltbaren Sperrkreis, dessen Schaltknopf so mit dem Wellenschalter für den Abstimmkreis kombiniert ist, daß man Abstimm- und Sperrkreis gleichzeitig, aber auch getrennt umschalten kann. Abstimmkreis und Sperrkreis sind bei dem Gerät mit genau den gleichen hochwertigen Eisenkernspulen ausgestattet und auch mit dem gleichen Abschirmgehäuse versehen. Der Zweikreiser — er hat genau wie die Superhets Schwungradantrieb — weist bereits einen Trennschärferegler auf, dem man den Namen „Klangregister" gegeben hat, wohl um zu betonen, daß es sich hier noch nicht um einen echten Bandbreitenregler, sondern um einen stufenweisen Kopplungs- und Dämpfungsregler zwischen HF-Stufe und Empfangsgleichrichter handelt. Die Wirkung ist hervorragend: in vier Stellungen kann man das Gerät zwischen größter Empfindlichkeit und Trennschärfe einerseits und geringerer Empfindlichkeit und Trennschärfe, aber bester musikalischer Wiedergabe andererseits ändern.

Echte Bandbreitenregler besitzen die Superhets, und zwar ändern die Dreiröhren-Superhets die Bandbreite stetig durch Regelung der kapazitiven Kopplung des einen Zwischenfrequenz-Bandfilters, die Vierröhren-Superhets durch gleichartige Regelung bei beiden ZF-Bandfiltern. Der Dreiröhren-Super ist — als einziges Gerät dieser Gruppe überhaupt — auch mit Kurzwellenbereich lieferbar; diese Tatsache weist bereits darauf hin, daß dieser Empfänger eine große Empfindlichkeit und einen hervorragenden Schwundausgleich besitzen muß. In der letzteren Eigenschaft ist er dem normalen Vierröhren-Superhet völlig, in der ersteren fast gleichwertig. Der Vierröhren-Superhet von Saba schließlich wendet die vierte Röhre nicht als Niederfrequenzstufe an, sondern als Hochfrequenz-Vorstufe, damit Empfindlichkeit, Regelbereich, Störungsfreiheit und Trennschärfe vergrößernd. Auf den Zweipolgleichrichter folgt auch hier unmittelbar die Endröhre. Alle Geräte besitzen geschmackvolle, dunkle Holzgehäuse mit Hydronalium-Schmuck; die Superhets haben eine durch eine Klappe verschließbare große Skala.

Sachsenwerk

Der Zweikreiser „Olympia 23" weist einige Besonderheiten auf: der Wellenwechsel erfolgt selbsttätig durch eine Umschalteinrichtung; man braucht nur den Abstimmknopf weiterzudrehen, wenn man vom Mittel- zum Langbereich übergehen will. Die Allstrom-Ausführung ist außerdem mit Sparschaltung versehen, so daß sie am Wechselstromnetz nur etwa 32 Watt aufnimmt. Der Großsuper „Olympia 65" hat eine vervollkommnete Kinoskala erhalten: Beim Durchdrehen des Kondensators erscheinen nicht mehr durcheinander die Namen des Mittel- und des Langwellenbereiches, sondern nur die desjenigen Wellenbereiches, auf die der Empfänger geschaltet ist. Die Kinoskala konnte also in die Umschaltung einbezogen werden. Das ist eine bedeutende Vervollkommnung, die die Freunde der Kinoskala sehr begrüßen werden.

Schaleco

Die Traumland-Reihe wird durch mehrere neue Geräte fortgesetzt: einen Zweikreis-Dreiröhrenempfänger für Allstrom, einen verbesserten Zweikreiser für Wechselstrom, vor allem aber durch die „Traumland-Super" für Wechselstrom und Allstrom; beachtenswert die neuen Gehäuse, die eleganter geworden sind, ihren Grundcharakter — den tiefen Schallstrahler — aber beibehielten. Die Superhet-Geräte sind ausdrücklich auf niedrigen Verkaufspreis hin entwickelt, ohne jedoch Zugeständnisse an die Leistungsfähigkeit zu machen; bei ihnen sind vor allem weitgehende Sicherungsmaßnahmen getroffen worden, um Spiegelfrequenzen und andere Störungen zu unterbinden. Da die schräg angeordnete Skala die Bedeutung der Drehknöpfe aufgedruckt enthält, ist der Empfänger gewissermaßen mit einer „ewigen Bedienungsanleitung" ausgestattet.

Schaub

Der Einkreiser „Schaub-junior" besitzt, mit dem Klangfarbenregler kombiniert, einen Ortsfernschalter, außerdem eine besondere Sperre gegen Durchschlagen von Sendern des Mittelwellenbereiches beim Langwellenempfang. Sein Sperr-

kreis läßt die vollkommene Ausschaltung eines störenden Ortssenders zu, da die infolge der unvermeidlichen Kreisdämpfung auftretenden Restspannungen der störenden Frequenz durch eine Zusatzspannung nach Größe und Phase kompensiert werden. Auch der „Baden 37", ein Zweikreiser für Wechselstrom, hat einen Ortsfernschalter, außerdem einen wirksamen Schwundausgleich. Auch Schaub ist bei der Fortentwicklung des Zweikreisers vom Zweiröhren-Reflexgerät zum Dreiröhren-Empfänger zurückgekehrt, um ein Höchstmaß an Empfindlichkeit und Störungsfreiheit zu erzielen. Der „Große Schaub", der Vierröhren-Superhet des diesjährigen Programms, erzielt durch eine zusätzliche Regelspannungsverstärkung einen weitgehenden Lautstärkenausgleich. Beachtenswert ist eine Spiegelfrequenzsperre, die aus einem Filterkreis besteht, dessen veränderlicher Kondensator mit den Abstimm-Drehkondensatoren mitläuft.

Seibt

Der neue, preiswerte fünfkreisige Vierröhren-Super „267", in einem ansprechenden schwarzen Gehäuse mit weißer Verzierung erhältlich, besitzt Bandbreitenregelung und Schwundausgleich mit verzögertem Einsatz, außerdem Ortsfernschalter im Verhältnis 1 : 30; bei dem größeren, sechskreisigen Gerät „288" kommen Kurzwellenbereich und Abstimmeter hinzu. Beachtlich ist ein neuer Batterieempfänger mit Gegentakt-Endstufe und permanentdynamischem Lautsprecher.

Siemens

Sämtliche Siemens-Superhets werden in Schatullenform geliefert, d. h. in Preßgehäusen mit zwei Türen, die geschlossen werden können. Es sind durchweg Vierröhren-Superhets, die sich in der Hauptsache durch die Zahl der Kreise unterscheiden. Sie haben sämtlich Bandfiltereingang und machen im übrigen von der niedrigen Zwischenfrequenz 129 kHz Gebrauch, um eine möglichst große Verstärkung zu erzielen. Sämtliche Siemens-Empfänger werden ohne Kurzwellenteil gebaut.

Staßfurter Rundfunk-Gesellschaft

Das Staßfurter Programm lehnt sich im wesentlichen an die Empfänger des letzten Jahres an; die bewährten Geräte werden weitergeführt, zum Teil haben sie neue Formen erhalten. So wird der bekannte Großsuper „Imperial 65", den es bisher nur als Musikschrank und als Tischgerät mit getrenntem Lautsprecher gab, jetzt auch im Zusammenbau mit zwei dynamischen Lautsprechern erzeugt. Der aus dem vergangenen Jahr übernommene „Imperial 46" wird neuerdings als Musikschrank geliefert, mit zwei dynamischen Lautsprechern, Laufwerk und Schallplattenraum. Eine Neuschöpfung ist der „Imperial 47", ein sechskreisiger Vierröhren-Super mit Kurzwellenteil zu mäßigem Preis. Allen Staßfurter Geräten gemeinsam ist die Verwendung neuer Lautsprecher, gegenüber den früheren wesentlich verbessert und den Endstufen besonders sorgfältig angepaßt.

Tefag

Die neuen Geräte „Tefadyn 162" und „268" entsprechen den Lorenz-Empfängern „Tonmeister II" und „Super 268", sie besitzen lediglich andere Gehäuse. Ein selbständiges Gerät dagegen ist „Tefadyn 308", ein Vierröhren-Siebenkreis-Super mit Kurzwellenteil, durch eine an zwei Stellen wirksame stufenlose Bandbreitenregelung ausgezeichnet.

Tekade

Das Einkreis-Zweiröhrengerät „Orion" besitzt galvanische Kopplung (Loftin-White-Schaltung) zwischen den beiden Röhren und infolgedessen eine ungewöhnlich gute Wiedergabe. Eine besondere induktive Antennenkopplung ermöglicht eine geradlinige Lautstärkeregelung. Der Zweikreis-Dreiröhrenempfänger „Herzog II" und der Vierröhren-Superhet „Sirius" wenden bewährte Schaltungen ohne Sonderheiten an. Der Super besitzt einen eingebauten Sperrkreis für Mittelwellen, um die bei Empfängern in der Überlagerungsschaltung besonders unangenehmen Störungen durch den Ortssender zu unterbinden.

Telefunken

Das Programm umfaßt: den billigen Einkreis-Zweiröhrenempfänger (nur für Wechselstrom) „T 612 junior", den hochwertigen Einkreis-Zweiröhrenempfänger für Wechsel- und Allstrom „T 612", den Zweikreis-Dreier für Wechsel- und Allstrom „T 623", den Dreikreis-Dreiröhrenempfänger (nur für Wechselstrom) „T 633", den preiswerten fünfkreisigen Vierröhren-Superhet für Wechsel- und Allstrom „T 644", den siebenkreisigen Vierröhren-Super für Wechsel- und Allstrom „T 664" und den Sechsröhren-Luxussuper (nur für Wechselstrom) „T 686", der auch als fahrbarer Luxuswagen mit getrenntem Lautsprecher, als sog. Teewagen, geliefert wird, auch in der Aufmachung ein richtungweisendes Spitzengerät. Zunächst seien einige den Geräten gemeinsame Einzelheiten mitgeteilt: Verwendung neuartiger dynamischer Lautsprecher mit verstärktem Feld und stärker gedämpfter Membran, um eine ausgeglichenere Behandlung aller Frequenzen zu erzielen und die Entstehung von Störschwingungen zu unterbinden; den neuen Lautsprechern in Verbindung mit den stärkeren und besseren Endröhren ist eine beträchtliche Verbesserung der Wiedergabe zu danken. Allen Allstromgeräten ist gemeinsam, daß die Gleichrichtung in direkt beheizten 4-Volt-Röhren erfolgt, die von einer Heizwicklung des Autotransformators gespeist werden, der den Geräten an niedrigen Wechselspannungsnetzen die volle Anodenspannung sichert. Alle Geräte besitzen neuartige, sehr geschmackvolle Gehäuse, die bei den größeren Empfängern dunkel gefärbt sind und einen sparsamen, aber sehr wirksamen Hydronalium-Schmuck tragen. Die größeren Geräte besitzen Stummabstimmung (durch Eindrücken des Abstimm- oder Lautstärke-Regelknopfes), überraschend große Skalen, vor allem aber eine 9-kHz-Sperre, die die Wiedergabe von Überlagerungstönen verhindert.

Die Einkreiser haben einen sog. Kopplungsautomaten; die Kopplung zwischen Antennen- und Kreisspulen wird bei der Abstimmung zwangsläufig geändert; stellt man an ihr eine bestimmte Lautstärke ein, so bleibt diese auch beim Übergang zu einem anderen Teil des Wellenbereiches bestehen, weil die Antennenkopplung auf dem Umweg über eine Kurvenscheibe mitläuft. Die Rückkopplung wirkt ebenfalls frequenzunabhängig. Durch diese Einrichtungen konnte die Bedienung des Gerätes wesentlich vereinfacht werden.

Beim Zweikreis-Dreiröhrenempfänger „T 623", der im übrigen in Standard-Schaltung ausgeführt ist, hat man dem Rückkopplungsknopf in der Mitte eine Raste gegeben; bleibt man vor dieser Raste, so ist die Bedienung des Empfängers denkbar einfach, und erst, wenn man zur Erzielung der größten Empfindlichkeit und Trennschärfe darüber hinaus geht, muß man etwas größere Sorgfalt aufwenden. Diese Raste scheidet also den Laien vom Kundigen; der erstere wird nur bis an die Raste herangehen, dann hat er Sicherheit, daß ihm die Bedienung niemals Schwierigkeiten macht. Nur der Kundige dreht über die Raste hinaus und kann den Empfänger jetzt auch zum Schwingen bringen. Der Dreikreis-Dreiröhrenempfänger „T 633" besitzt Schwundausgleich und eine bedienbare Rückkopplung, die hier wie bei anderen Geräten dieser Schaltung nicht als Lautstärke-, sondern als Trennschärferegler wirkt und deshalb „Wellentrenner" genannt wird. In der Nullstellung wird übrigens eine für Ortsempfang besonders vorteilhafte Bedämpfung des dritten Kreises bewirkt.

Der „T 644" ist ein Fünfkreis-Vierröhren-Super, der geschaffen wurde, um ein preiswertes, aber hervorragend ausgestattetes Superhetgerät zur Verfügung zu haben; beachtenswert ist die gute Wiedergabe, desgl. die vornehme Aus-

stattung. Der Empfänger besitzt — genau wie der Dreikreiser — einen neuen Klangfarbenregler, der in drei Stellungen gebracht werden kann und als zweigliedrige Siebkette durchgebildet ist, die den Vorteil hat, die Mittellagen nicht über Gebühr zu schwächen. Der Großsuper „T 664", der im Eingang und im Zwischenfrequenzteil je einen Kreis mehr besitzt, erfüllt hinsichtlich seiner Empfindlichkeit, Trennschärfe und Wiedergabegüte höchste Ansprüche; sein besonderer Vorzug ist eine stetige, in der Mittelstellung mit einer Rast versehene Bandbreitenregelung, die durch Kopplungsänderung im Zwischenfrequenzteil durchgeführt wird, und zwar durch Schwenkung einer Spule im ersten Zwischenfrequenz-Bandfilter. Der Empfänger besitzt Stillabstimmung und gehörrichtige Lautstärkeregelung. Das Spitzengerät, der „T 686", ist aus dem vorjährigen, so berühmt gewordenen „T 586" durch Verbesserung der Endstufe — zwei Röhren AD 1 im Gegentakt — entwickelt worden; sonst blieben Schaltung und Aufbau unverändert, bis auf Kleinigkeiten auch das Gehäuse. Großes Interesse verdient die neue Form dieses Gerätes, der schöne Luxuswagen mit getrenntem Lautsprecher, der endlich die Möglichkeit gibt, beim Spitzengerät den Lautsprecher an der akustisch günstigsten Stelle eines Raumes anzuordnen, den Empfänger selbst aber dort, wo man ihn am besten bedienen kann. Der „T 686 — Luxuswagen" ist mit eingebautem Plattenspieler versehen.

Wega

Unter den Wega-Neuerungen — ausschließlich Geradeaus-Empfänger, aus den vorjährigen Typen weiterentwickelt — interessieren die Kofferempfänger „Knirps", Zweikreis-Dreiröhrengeräte, die in Batterie- und in Allstromausführung gebaut werden; die Firma liefert damit den ersten deutschen Allstrom-Kofferempfänger. Der Batteriekoffer ist trotz der drei Röhren ein Vierstufengerät: Von der KK 2 wird zunächst das Fünfpolsystem als Hochfrequenzverstärker ausgenutzt, dann folgt die Röhre KC 1 als Rückkopplungsaudion, nun das Dreipolsystem der KK 2 als erste Niederfrequenzstufe und schließlich die KL 1 als Endstufe.

Werkbilder

Verstärkerschaltungen mit der AD 1

Eine meßtechnische Betrachtung

Von **Dipl-Ing. Heinz Hertel**

Durch die Schaffung der neuen Dreipol-Endröhre AD 1, deren genaue elektrische Daten bereits veröffentlicht wurden [1]), ist es möglich geworden, an den Aufbau und die Bemessung von Endstufen wiedergabemäßig hochwertiger Empfänger und Verstärker unter ganz anderen Voraussetzungen heranzugehen.

Die „gute Endröhre" der letzten Jahre war, sofern man nicht von den leistungsfähigeren Fünfpolröhren Gebrauch machte, die LK 460/RE 604 bzw. die LK 4110/RE 614. Mit diesen Röhren ließ sich bei geschickter Ausnutzung und geeigneter Bemessung und Anwendung einer Gegentaktschaltung (A-Verstärker) bei kleinen nichtlinearen Verzerrungen eine sehr gute Wiedergabe erreichen; es sei hier auf zwei Veröffentlichungen des Verfassers verwiesen, in denen diese Fragen ausführlich behandelt worden sind [2]). Die Grenze für die erzielbare Wechselstromleistung solcher Anordnungen lag bei 4 bis 5 Watt, wobei die Verzerrungen einen Grad von 3 % erreichten. Die aufzuwendende Anodenleistung betrug 20 bis 24 Watt.

Bei Verwendung der neuen Endröhre AD 1 verschiebt sich das ganze Bild. Man kann hier bereits mit einer Röhre unter günstigen Bedingungen bei 4 Watt Wechselstromleistung einen Klirrgrad von 3 bis 4 % erreichen, und dies bei einer Anodenbelastung von 15 Watt. Verwendet man hier eine Gegentaktschaltung, so lassen sich ohne besondere Hilfsmittel Endstufen mit 10 Watt Ausgangsleistung und 1 % Klirrgrad bauen, bei einer zugeführten Leistung von 30 Watt. Es ergeben sich somit Wirkungsgrade von 33,3 % für das Verhältnis Nutzleistung/zugeführte Leistung und derselbe Wert für das Verhältnis Nutzleistung/höchstzulässige Verlustleistung. Diese praktisch erreichbaren Werte geben also jetzt die Möglichkeit, 10- bzw. 20-Watt-Endstufen (Gegentakt-Parallelschaltung 4×AD 1) mit Verzerrungen von einer Kleinheit zu bauen, wie sie von einem B-Verstärker entsprechender Leistung nie erreicht werden können. Es ergibt sich außerdem noch der Vorteil der äußerst einfachen Anordnung und Bemessung.

Es sollen nun Verstärkerschaltungen beschrieben werden, die in der Endstufe eine Röhre AD 1 bzw. zwei in Gegentaktschaltung aufweisen. Es handelt sich um bekannte Anordnungen, die hinsichtlich ihrer Leistung sowie der Frequenz- und nichtlinearen Verzerrungen vom Verfasser meßtechnisch untersucht worden sind. Die Bemessung der einzelnen Schaltelemente (Widerstände, Kondensatoren usw.) ist im Hinblick auf obige Punkte genau ermittelt. Soweit erforderlich, ist der Frequenzgang durch Entzerrungsglieder verbessert worden. Besondere Maßnahmen für eine zusätzliche Verringerung des Klirrgrades durch Ausgleichsschaltungen sind nicht angewandt worden, da im allgemeinen die Klirrprozente bei entsprechender Bemessung Werte erreichen, die noch zusätzlich zu verringern die anzuwendenden Schaltmittel nicht rechtfertigen würden. Außerdem ist es bei einem Nachbau so „hochgezüchteter" Schaltungen ohne genaue Meßmöglichkeiten sehr fraglich, ob nun auch wirklich die beabsichtigte Wirkung erreicht wird. Denn es zeigt sich bei Untersuchungen entsprechender Art immer wieder die Notwendigkeit einer genauen Messung, um vorhandene Möglichkeiten voll auszunutzen. Für einen dreistufigen 10-Watt-Verstärker soll später eine ausführliche Baubeschreibung gegeben werden.

I. Die Endröhre AD 1 in Einfachschaltung

Es sollen zunächst die AD 1 in Einfachschaltung betrachtet und hier zwei zweistufige Verstärkeranordnungen mit einer Ausgangsleistung von 4 Watt beschrieben werden. In der folgenden Tafel sind kurz noch einmal die wichtigsten Daten zusammengestellt. Es betragen:

$U_{a\max}$ = 250 Volt,
I_a = 60 mA,
U_g = −45 Volt,
D = 25 %,
S = 6 mA/V,
R_i = ca. 700 Ohm,
N_v = 15 Watt,
$U_{g\sim} \geq$ 30 Volt_{eff} für volle Aussteuerung.

Abb. 1 zeigt das I_aU_a-Kennlinienfeld der AD 1, das einen sehr gleichmäßigen Verlauf hat. Die bei Fünfpol-Endröhren auftretenden Leerlaufverzerrungen fallen hier bekanntlich fort. Der in allen Schaltungen benutzte Außenwiderstand war $R_a = 2400$ Ohm. Diese Widerstandslinie ist in Abb. 1 eingezeichnet. Der Arbeitspunkt war $U_a = 250$ V, $I_a = 60$ mA, $U_g = -45$ V. Nimmt man eine größte Gitterwechselspannung von 40 V an, so erhält man eine Wechselstromleistung von 3,5 Watt. Errechnet man für diese Leistung nach der Kleenschen Formel [3]) den Klirrgrad, so erhält man einen Wert von 3,7 %. Die

[1]) Siehe „Funk" 1935, Heft 13.
[2]) Siehe „Funk" 1935, Heft 22, und 1936, Heft 7. Funktechnische Monatshefte 1936, Heft 4.
[3]) „Telefunkenröhre", Nr. 2, S. 60.

Messung ergibt einen Wert von 4,0 %; die Übereinstimmung ist also sehr gut.

Abb. 2 zeigt Leistung und Klirrgrad in Abhängigkeit vom Außenwiderstand bei einer effektiven Gitterwechselspannung von 30 Volt. Die Leistung weist bei einem Außenwiderstand von 1500 Ohm, also $R_a = 2\ R_i$, einen Größtwert auf; nach größeren Widerstandswerten fällt sie

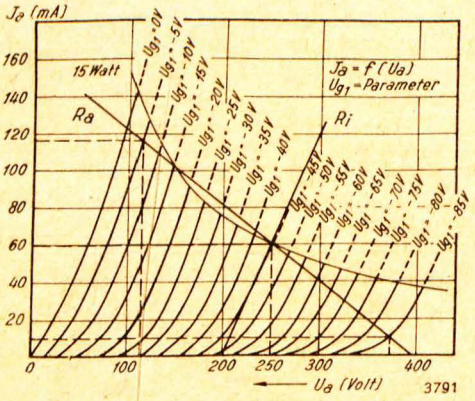


Abb. 1. I_a — U_a-Kennlinie der AD 1. Arbeitspunkt: $U_a = 250$ V, $I_a = 60$ mA, $U_g = -45$ V; Außenwiderstand $R_a = 2400\ \Omega$

ab. Dieser Verlauf ist kennzeichnend für alle Dreipolendröhren — im Gegensatz zu Fünfpolendröhren. Der Klirrgrad, der bei kleinen Außenwiderständen sehr groß ist, fällt mit wachsendem R_a erst schnell; über $R_a = 3\ R_i$ hinaus ist die Abnahme nur noch sehr gering. Für den gewählten Außenwiderstand ergeben sich bei 30 Volt$_{eff}$ Gitterwechselspannung eine Leistung von 3,2 Watt und ein Klirrgrad von 3,5 %. Der kleine Unterschied, der zwischen Errechnung der Werte aus der Kennlinie und Messung besteht, ist durch die Verschiedenheit der einzelnen Röhren zu erklären.

Abb. 3 zeigt nunmehr das Schaltbild eines zweistufigen 4-Watt-Verstärkers; die Vorröhre ist eine AC 2. Zwischen beiden Stufen besteht Widerstandskopplung. Für 4 Watt Ausgangsleistung benötigt man eine Eingangswechselspannung von 1,65 V. Die Ver-

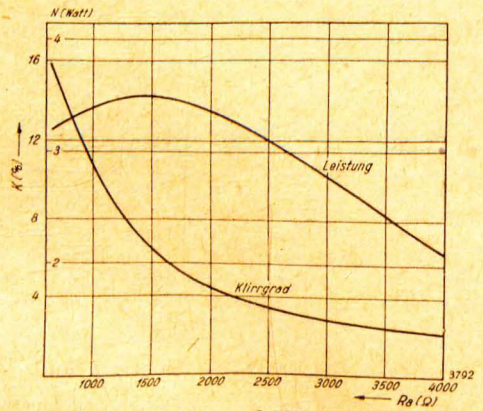


Abb. 2. Wechselstromleistung und Klirrgrad der AD 1 in Abhängigkeit vom Außenwiderstand. $U = 250$ V, $J_a = 60$ mA

stärkung ist 60fach (4,1 Np), gemessen am LC-Ausgang, denn 4 Watt entsprechen 98 Volt an 2400 Ohm. Hierbei war allerdings die in Abb. 3 eingezeichnete Tiefenentzerrung noch nicht wirksam; bei Einschaltung derselben sinkt die Verstärkung bei 800 Hertz auf 46 (3,83 Np), und die Ausgangsleistung ist in diesem Falle nur noch 2,4 Watt. Will man auch in diesem Falle 4 Watt erreichen, so muß die Eingangsspannung auf 2,15 Volt erhöht werden, was aber für die AC 2 bereits eine starke Zunahme des Klirrgrades bedingen würde. Der Gesamt-Klirrgrad bleibt aber noch unter 5 %. Abb. 4 zeigt den Verlauf des Klirrgrades in Abhängigkeit von der Wechselstromleistung; die Schaltung entsprach hierbei der Abb. 3. Bei 3 Watt erreicht man einen Verzerrungsgrad von 3,7 %, bei 4 Watt einen solchen von 4,7 %. Dies ist die Grenze, denn bei noch höheren Leistungen findet ein sehr schneller Anstieg statt.

Die Erzeugung der Gittervorspannung für die Endröhre geschieht in bekannter Weise durch „Hochsetzen" der Kathode. Bei einem mittleren Anodenstrom von 60 mA ergibt sich für den Kathodenwiderstand ein Wert von 800 Ohm. Für die Anodenwechselspannung muß dieser mit einem Elektrolytblock möglichst großer Kapazität überbrückt werden. Ein Wert von 60 μF bei 60 Volt Betriebspannung ist hier ausreichend. Der in Abb. 3 gezeichnete Symmetrierungs-Spannungsteiler ist nicht unbedingt erforderlich, es genügt auch, die Mitte der Heizwicklung als Anschluß zu benutzen. Abb. 5 zeigt die Frequenzkurve dieser Anordnung, und zwar für verschiedene Werte des Entzerrungs-Querwiderstandes (20, 30 und 50 kOhm). Das Anheben der Tiefen ist im günstigsten Falle bei Verwendung eines Widerstandes von 20 kOhm gleich 0,5 Np, also 1,7fach. Wie schon eingangs bemerkt, sinkt hierdurch die Verstärkung (Bezugspunkt 800 Hertz) entsprechend ab bzw. muß die Eingangswechselspannung um einen bestimmten Betrag erhöht werden, um auf gleiche Ausgangsleistung zu kommen.

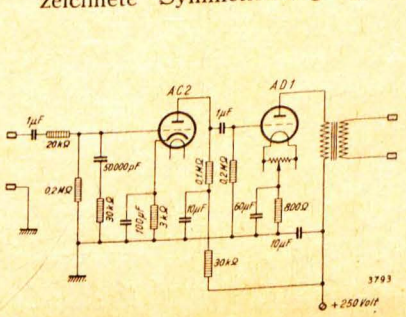


Abb. 3. Zweistufiger 4 Watt-Verstärker

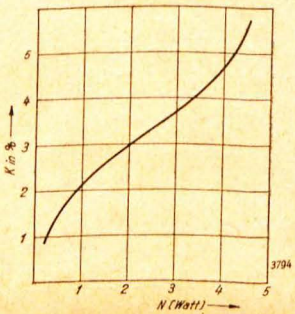


Abb. 4. Klirrgrad des 4 Watt-Verstärkers (AC 2 + AD 1). $U_a = 250$ V

Soll der Verstärker zur Wiedergabe von Schallplatten benutzt werden, und das dürfte in den meisten Fällen zutreffen, so reicht die vom Tonabnehmer gelieferte Spannung, die im unentzerrten Zustande zwischen 0,5 und 1 Volt liegt, zur vollen Aussteuerung nicht mehr aus. Man hilft sich durch Vorschalten eines Eingangsübertragers mit einem Übersetzungsverhältnis von 1 : 3 bis 1 : 4. Sofern der Generatorwiderstand 1000 bis 2000 Ohm nicht übersteigt, wird die Gesamtfrequenzkurve nicht wesentlich beeinflußt. Bei Übertragern mit höherem Übersetzungsverhältnis wirkt sich jedoch der Generatorwiderstand auf den Frequenzverlauf schon sehr entscheidend aus. Abb. 6 zeigt einige Kurven, die mit einem guten Übertrager 1 : 12,5 über den Gesamtverstärker gemessen wurden. Für

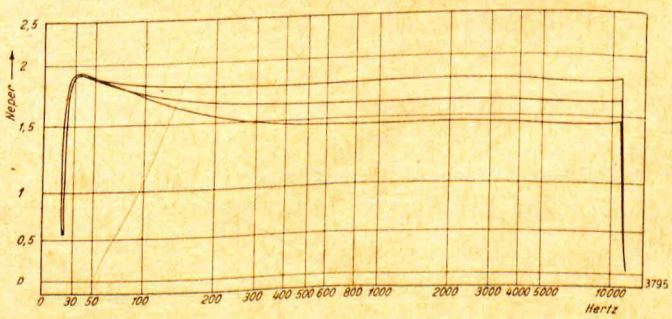


Abb. 5. Frequenzgang des 4 Watt-Verstärkers mit Entzerrung tief. Oben $R = 50$ kΩ, Mitte $R = 30$ kΩ, Unten $R = 20$ kΩ

Generatorwiderstände von mehr als 200 Ohm treten besonders bei den tiefen Frequenzen mit wachsendem Widerstand sehr große Abfälle auf. Will man diese Abhängigkeit vermeiden, so muß man eine Vorstufe (AC 2) vorschalten. Die Anschaffungskosten wären hierbei noch niedriger, als für einen hochwertigen Übertrager; außerdem ergäbe sich so in einfacher Weise die Möglichkeit, den Tonabnehmer nach tiefen Frequenzen hin zu entzerren[4]).

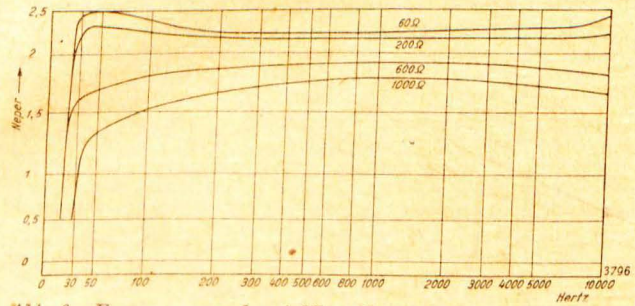


Abb. 6. Frequenzgang des 4 Watt-Verstärkers mit Eingangsübertrager 1 : 12,5 bei verschiedenen Generatorwiderständen

Will man nur eine Vorstufe verwenden und trotzdem bei geringer Eingangswechselspannung eine unverzerrte Leistung von 4 Watt erhalten, so kann die AC 2 durch eine Fünfpol-Schirmröhre AF 7 ersetzt werden. Von dieser Möglichkeit wird gerade in Selbstbaugeräten im allgemeinen nur wenig Gebrauch gemacht. Abb. 7 zeigt die Eingangsschaltung mit der AF 7; die Entstufe bleibt dieselbe. Wichtig ist hierbei die richtige Einstellung der Schirmgitterspannung, die ja bei Fünfpolröhren auf die Gestalt und den Verlauf der Kennlinien einen sehr starken Einfluß hat. Damit ergibt sich auch eine große Abhängigkeit des Klirrgrades von der Schirmgitterspannung; Abb. 8 zeigt diese, aufgenommen bei gleichbleibender Gitter- und Anodenspannung. Das Kleinstmaß der nichtlinearen Verzerrungen liegt für die gewählten Arbeitsbedingungen zwischen 40 und 50 Volt, genau bei 46 V, der Klirrgrad beträgt für 4-Watt-Leistung nur 3,1 %. Die Verhältnisse liegen also verzerrungsmäßig günstiger als bei einer Vorstufe mit der AC 2. Abb. 9 zeigt den Verlauf des Gesamtklirrgrades in Abhängigkeit von der Wechselstromleistung. In der Tafel rechts oben sind Eingangsspannung, Klirrgrad und Ausgangsspannung (an 2400 Ohm) für die einzelnen Leistungen zusammengestellt.

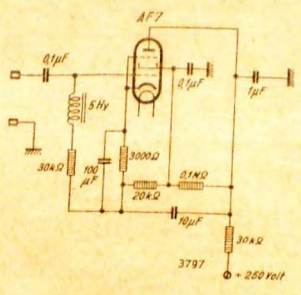


Abb. 7. Eingangsschaltung mit Fünfpol-Schirmröhre AF 7

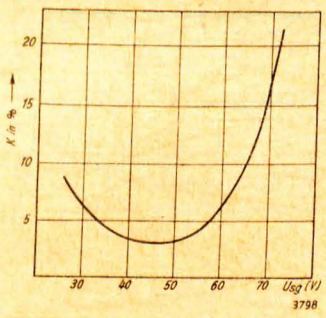


Abb. 8. Klirrgrad bei der AF 7 in Abhängigkeit von der Schirmgitterspannung. N = 4 Watt

Mit einer effektiven Wechselspannung von 0,2 V können also bei 4 % Klirrgrad 4,5 Watt erreicht werden. Allein aus dieser Tafel ergibt sich sehr klar die Überlegenheit der neuen Röhre AD 1 gegenüber den bisherigen Typen. Die Gittervorspannung ist bei der vorliegenden Bemessung — 1,2 Volt, der Anodenstrom beträgt 0,4 mA (AF 7).

Nachteilig ist die Verwendung einer Fünfpol-Schirmröhre im Niederfrequenzverstärker nur hinsichtlich des Frequenzverlaufs. Nach hohen Frequenzen zu tritt nämlich ein Abfall ein, der dadurch bedingt ist, daß man den Außenwiderstand nicht unter 0,5 MΩ wählen kann, sollen die Verzerrungen obige Werte nicht stark übersteigen. Durch

$U_g\sim$ (mV)	$U_a\sim$ (V)	$N\sim$ (W)	k (%)
35	22	0,5	0,6
80	49	1,0	0,9
100	60	1,5	1,1
116	69	2,0	1,3
130	77	2,5	1,5
150	85	3,0	2,1
162	91	3,5	2,4
176	98	4,0	3,1
190	104	4,5	4,0

Anwendung einer Entzerrung kann man diesen Abfall allerdings zum Teil wieder ausgleichen. Bei Schallplattenwiedergabe ist ja ein Abfall über 6000 Hertz nicht schädlich, da auf diese Weise das sonst störende Nadelgeräusch unterdrückt wird.

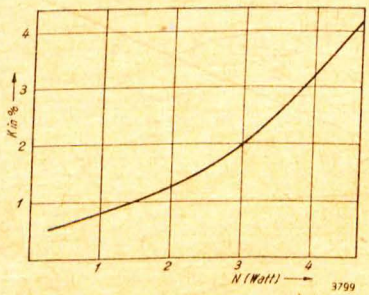


Abb. 9. Klirrgrad des 4-Watt-Verstärkers AF 7 + AD 1

Abb. 10 zeigt zunächst den Frequenzverlauf bei Außenwiderständen von 0,2 (Kurve I) und 0,1 MΩ (Kurve II). Mit kleiner werdendem R_a wird die Kurve nach hohen Frequenzen hin zwar ausgeglichener, dafür sinkt aber die Leistung, während der Klirrgrad sehr stark ansteigt. Abb. 11 zeigt den Frequenzverlauf bei einem äußeren Widerstand von 0,5 MΩ (Kurve I), wie er den vorliegenden Verzerrungsmessungen zugrunde lag, und ferner den Verlauf (Kurve II) mit Höhenentzerrung. Von 30 bis 5000 Hertz findet hierbei kein Abfall statt. Die verwendete Entzerrung ist in Abb. 7 bereits eingezeichnet. Im Gitterkreis der AF 7 liegt als Ableitung die Reihenschaltung einer kleinen „Klangdrossel" von 5 Hy und eines Widerstandes von 30 kOhm. Soll die Frequenzkurve auch noch nach höheren Frequenzen, also über 5000 Hertz hin, entzerrt werden, so müssen hierfür zusätzliche Schaltelemente vorgesehen werden, die aber im vorliegenden Fall als nicht notwendig erachtet wurden.

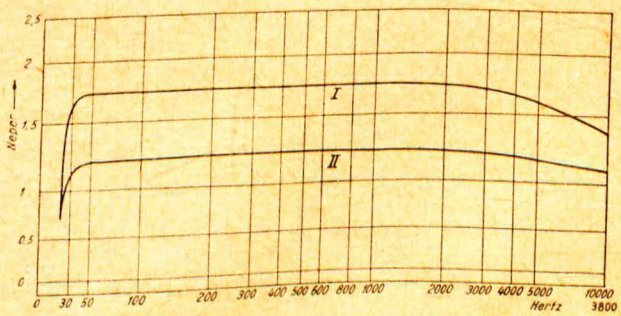


Abb. 10. Frequenzgang des 4 Watt-Verstärkers mit Entzerrung hoch. I : R_a = 0,2 MΩ, II : R_a = 0,1 MΩ

Damit sei die Behandlung von Verstärkerschaltungen mit einer AD 1 in der Endstufe abgeschlossen. Aus den angeführten Beispielen und Kurven ergeben sich klar die Vorteile dieser neuen Röhre, die hinsichtlich

[4]) „Funk" 1936, Heft 7.

Wirkungsgrad, Leistung, Verzerrungsfreiheit und Bemessung gegenüber den älteren Endröhrentypen bestehen. Bei der Behandlung der nun folgenden Gegentaktschaltung wird diese Überlegenheit noch deutlicher in Erscheinung treten.

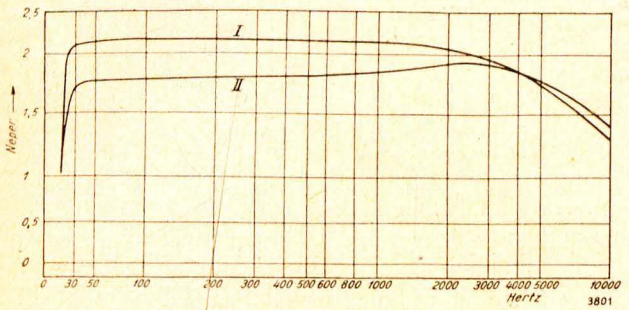


Abb. 11. Frequenzgang des Verstärkers bei $R_a = 0{,}5\ M\Omega$. I ohne, II mit Entzerrung

II. Die Endröhre AD 1 in Gegentakt-A-Schaltung

Abb. 12 zeigt das Schaltbild einer 10-Watt-Endstufe mit zwei Röhren AD 1 im Gegentakt. Die Gittervorspannungen beider Röhren werden durch Spannungsabfall an Kathodenwiderständen erzeugt. Dieses Verfahren bietet den Vorteil, daß jede Röhre ihre Vorspannung durch den eigenen Anodenstrom erzeugt, Ungleichheiten also durch entsprechende Veränderung der Gittervorspannung weitgehend ausgeglichen werden. Man benötigt dazu einen Netztransformator mit zwei getrennten Heizwicklungen, zwischen deren Mitte und Erde der Kathodenwiderstand (800 Ohm) geschaltet wird. Überbrückt sind diese Widerstände wieder von Elektrolytkondensatoren 60 μF und 60 V. Eine genaue Übereinstimmung der beiden Röhren ist zwar anzustreben, aber für die Erzielung kleinster Verzerrungen nicht unbedingt erforderlich. Eine Abweichung der beiden Anodenströme um ± 15 % brachte nur eine Änderung des Klirrgrades von ± 0,1 %. Trotzdem ist natürlich vor Inbetriebnahme eine genaue Kontrolle sämtlicher Spannungen und Ströme anzuraten.

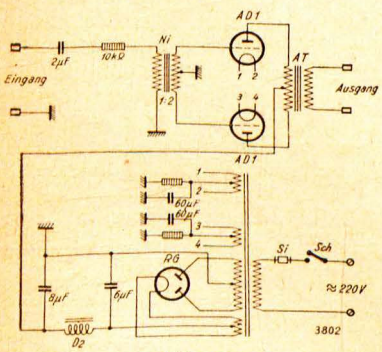


Abb. 12. 10 Watt-Gegentakt-Endstufe

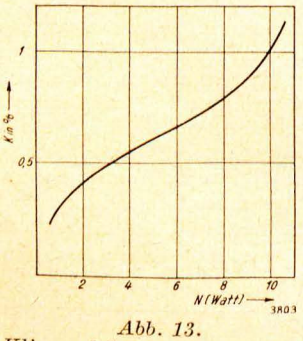


Abb. 13. Klirrgrad der 10 Watt-Endstufe ($2 \times AD\ 1$ im Gegentakt). $U_a = 300$ Volt, $J_a = 60$ mA

Abb. 13 zeigt den Verzerrungsverlauf dieser Endstufe in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung. Es ergibt sich für 10 Watt der äußerst günstige Wert von 1 %, den noch zu verkleinern kaum einen praktischen Zweck hat. Interessant ist, daß dieser geringe Wert ohne jegliche zusätzlichen Mittel mit den neuen Röhren erreichbar ist. Abb. 14 zeigt den Frequenzgang (ohne Entzerrung) der Endstufe, gemessen am 10-Ohm-Ausgang. Der Abfall nach tiefen und hohen Frequenzen ist nur gering (10 %). Der Generatorwiderstand war hierbei 1000 Ohm, der eingezeichnete Kondensator von 2 μF und ein 10-kOhm Widerstand waren vorgeschaltet.

Interessant ist ferner der Verlauf des Eingangsscheinwiderstandes in Abhängigkeit von der Frequenz, den Abb. 15 zeigt. Die Meßwechselspannung hatte die Größe von 0,775 V. Arbeitet man mit einer größeren Eingangsspannung (Betriebszustand), so ist zwar der Verlauf ungefähr derselbe, die Werte liegen aber durchweg höher. Die Kurve der Abb. 15 erreicht bei 1000 Hertz ihren größten Wert, der Scheinwiderstand ist hier $1{,}7 \cdot 10^6$ Ohm. Nach

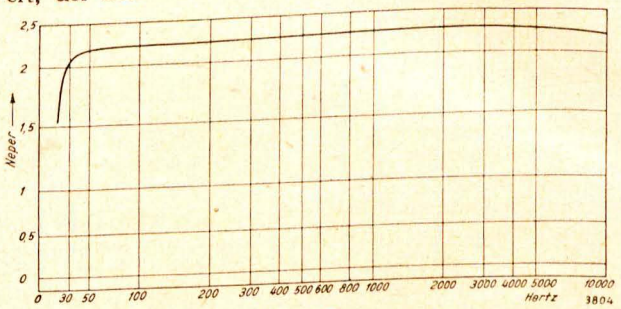


Abb. 14. Frequenzgang der 10 Watt-Endstufe

tiefen und hohen Frequenzen tritt ein Abfall ein (induktive und kapazitive Komponente). Als kritischen Wert muß man 100 000 Ohm für den Scheinwiderstand in Rechnung setzen. Die Kenntnis dieses Wertes ist wichtig für eine frequenzunabhängige Eingangsbelastung.

Der Ausgangsübertrager stellt eine Sonderentwicklung für die neue Endröhre dar. Der Außenwiderstand beträgt hier je Röhre 2100 Ohm. Sekundärseitig hat die Wicklung Anschlüsse für 2500/10/5 Ohm.

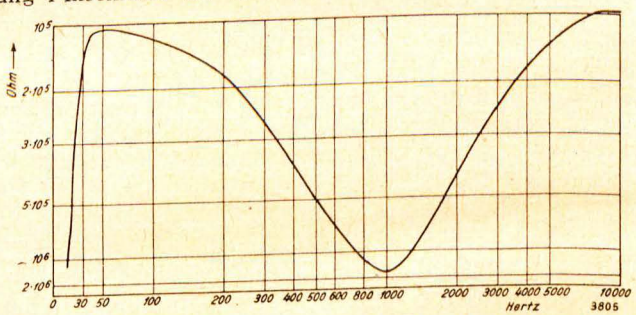


Abb. 15. Eingangs-Scheinwiderstand der 10 Watt-Endstufe

Der Netzteil enthält einen Transformator von 2×300 Volt, 125 mA (bzw. auch 160 mA). Bei Belastung mit 120 mA ergibt sich dann am Ausgang ungefähr eine Spannung von 300 Volt. Die Netzdrossel hat bei 120 mA eine Induktivität von 20 Hy. Ausreichend ist event. auch eine kleinere Drossel mit 14 Hy bei 120 mA. Als Gleichrichterröhre können eine 2004 bzw. zwei 1064 in Parallelschaltung verwendet werden.

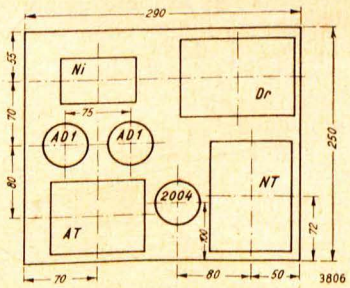


Abb. 16. Lageplan der 10 Watt-Endstufe

Zum Schluß sei noch in Abb. 16 ein Lageplan für eine solche Endstufe angegeben. Da beim Selbstbau kaum irgendwelche Schwierigkeiten auftreten werden, ist ein näheres Eingehen darauf überflüssig.

Die vorstehenden Ausführungen, die sich auf eine genaue meßtechnische Untersuchung stützen, dürften gezeigt haben, welche günstigen Ergebnisse mit der neuen Endröhre AD 1 bei entsprechender Bemessung zu erzielen sind.

Zeichnungen vom Verfasser

Der Doppelregler im Rundfunkempfänger

Die Bestimmung der elektrischen Daten

Von Dipl.-Ing. G. Schrenk

In einem früheren Aufsatz[1]) wurde von Dr. Hans Wechsung das Problem des Doppelreglers im Rundfunkempfänger behandelt. Aufgabe dieser Zeilen soll nun sein, an Hand ganz bestimmter Empfängertypen die Frage der Doppelregelung zu lösen. Das Ziel soll sein, die Kennlinien der Regler zu finden; am Schlusse soll die Bemessung von Reglern mit bestimmter geforderter Kennlinie gestreift werden.

Es ist nötig, in aller Kürze zunächst auf den Inhalt der früheren Arbeit von Dr. Wechsung einzugehen: Unter Doppelregler versteht man zwei elektrisch getrennte, jedoch bedienungsmäßig — d. h. mechanisch — gekuppelte Regler. Wie in dem erwähnten Aufsatz schon eingehend ausgeführt ist, sind für die Gestaltung der Gesamtregelung eines Rundfunkempfängers außer den Wünschen des Hörers in bezug auf Lautstärke verschiedene Forderungen wichtig, und zwar:

1. Am Signalgitter der Eingangsröhre soll die Sender-Nutzspannung nach Möglichkeit groß sein gegen Spannungen von Störungen, die auf wilden Wegen dorthin gelangen. Bei empfindlichen Geräten, besonders bei Überlagerungsempfängern mit der Mischröhre als Eingangsröhre, soll die Rauschspannung ebenfalls klein gegen die Nutzspannung sein. Schließlich wünscht man bei Empfängern mit selbsttätiger Schwundregelung eine möglichst große Spannung am ersten Gitter, um am Gleichrichter eine möglichst große Regelspannung zu erzielen.

2. Die Möglichkeit der Kreuzmodulation ist einerseits gegeben durch die hohe Störspannung eines Nachbarsenders (etwa 200 mVolt und mehr), andererseits durch die Krümmung der Kennlinie der Eingangsröhre. Diese Erscheinung kann durch Herabregelung der Hochfrequenz vor dem ersten Gitter beseitigt werden. Andernfalls ist eine Verbesserung der Vorselektion, etwa durch Anwendung eines Sperrkreises, nötig. — Beim Empfang sehr starker Sender, z. B. des Ortssenders, besteht die Gefahr von Modulationsverzerrungen; auch hier ist Eingangsregelung erwünscht.

3. Als besondere Erscheinungen bei Überlagerungsempfängern gelten solche Pfeifstörungen (Überlagerungseffekte), die unter Umständen beim Überschreiten einer bestimmten Eingangsspannung entstehen. Auch hier hilft nur Eingangsregelung.

4. In jedem Falle muß es möglich sein, mit Hilfe des Doppelreglers den Ortssender in abgestimmtem Zustande unter die Hörbarkeitsgrenze herabzuregeln.

Aus dieser Übersicht folgt, daß ein zahlenmäßiger Überblick über sämtliche Hoch- und Niederfrequenzspannungen im Empfänger nötig ist. Aus ihm ergeben sich die Lage der Regler und ihre Untersetzungskurven.

Als Beispiel für einen einfachen Empfänger ohne Schwundausgleich wird ein Zweikreis-Dreiröhren-Geradeausempfänger bis zur Bestimmung der Untersetzungskurve behandelt. Abb. 1 zeigt die Schaltung des Gerätes mit Angabe der elektrischen Daten. Über einen unterangekoppelten Sperrkreis für Mittelwellenbereich ist die Antenne an den Differentialregler angeschlossen; die Ausgangsspannung des Reglers wird auf den ersten Abstimmkreis übertragen. Das Signal am ersten Abstimmkreis wird nun, durch die Regelröhre AF 3 verstärkt, dem zweiten Abstimmkreis zugeführt, der durch die handbediente Rückkopplung entdämpft wird. Über eine Röhre AF 7, die als Gittergleichrichter mit Niederfrequenzverstärkung arbeitet, erfolgt dann die Aussteuerung der Endröhre AL 2.

Wir wenden uns nun der Berechnung der Verstärkung der einzelnen Stufen zu, um schließlich rückwärts, ausgehend von der normalen Leistung des Lautsprechers von 0,05 Watt, die Spannungen an den verschiedenen Punkten des Empfängers zu bestimmen. Der Übersicht halber sind diese Ergebnisse in Abb. 2 eingetragen. Die Berechnung setzt sich aus folgenden Punkten zusammen:

a) Eingangswert: Durch diese Zahl wird lediglich das Verhältnis der Spannung am ersten Gitter zur Antennenspannung angegeben. Der Eingangsübertrager muß so bemessen werden, daß dieses Verhältnis für alle Empfangswellen einigermaßen gleich groß ist. Es soll hier im Mittel mit „4 fach" angenommen werden.

b) Verstärkung der Hochfrequenzröhre bis zum Audion einschließlich Rückkopplung: Der Resonanzwiderstand des zweiten Kreises beträgt für 250 m (1200 kHz) bei einer Grunddämpfung von $d = 0{,}6\ \%$ und einer Induktivität $L = 1{,}5 \cdot 10^{-4}$ Hy: $Res = 190\,000$ Ohm; durch das Audion erfolgt eine Bedämpfung. Diese Bedämpfung wird durch die Rückkopplung aufgehoben und der Kreis darüber hinaus zusätzlich entdämpft. Bei etwa dreifacher Entdämpfung kann hier im Endergebnis mit einem Resonanzwiderstand von 570 000 Ohm gerechnet werden.

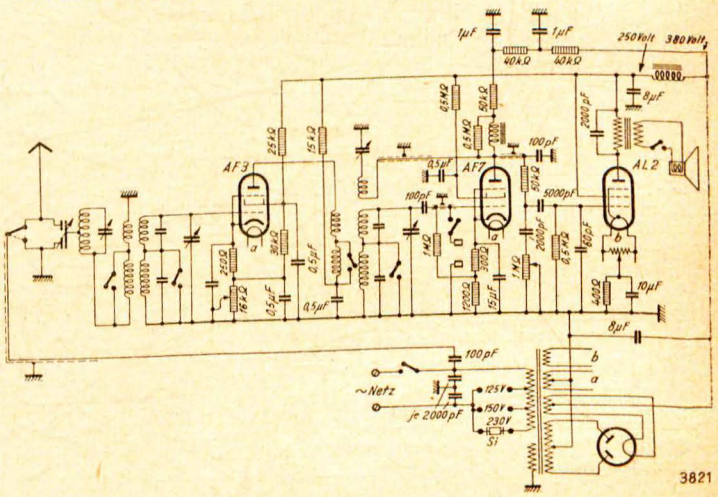


Abb. 1. Schaltung eines Zweikreis-Dreiröhren-Geradeausempfängers

Wie erfolgt nun die Anpassung dieses Kreises an die vorhergehende Röhre AF 3? Wir wählen einen HF-Übertrager 1 : 2. Als wirksamer Anodenwiderstand der AF 3 sind nun $1/U^2$ 570 000 = 142 000 Ohm bei Vernachlässigung der Streuung anzunehmen. Selbst bei noch größerer Entdämpfung würde der Außenwiderstand der AF 3 noch nicht in die Größenordnung des Innenwiderstandes dieser Röhre fallen. Ist dies der Fall, so tritt bekanntlich eine Verschlechterung der Trennschärfe ein; außerdem ist die Stabilität der Stufe nicht mehr gewährleistet. Unter Annahme obiger Verhältnisse und bei einem angenommenen Spannungsverlust durch Streuung von etwa 35 % ergibt sich dann, gemessen am zweiten Kreis, eine Verstärkung:

$$v = 0{,}65 \cdot 2 \cdot 1{,}5 \cdot 142\,000 \cdot 10^{-3} = 270\text{fach}.$$

Die Anforderungen bezüglich guter Abschirmung sind bei dieser Verstärkung schon recht erheblich.

[1]) „Funk" 1935, Heft 13, Seite 385 ff.

c) Audion und Niederfrequenzverstärkung: In der Verstärkung der AF 7, d. h. dem Verhältnis der tonfrequenten Ausgangsspannung an der Anode zur hochfrequenten Spannung am Audion, sind die Gleichrichtung und die Niederfrequenzverstärkung enthalten. Die Niederfrequenzverstärkung z. B. beträgt für eine mittlere Frequenz bei $Ri = 1{,}2$ Ohm, $Ras =$ ca. 0,3 Meg und $S = 1{,}5$ mA/V:

$$v = \frac{1{,}5 \cdot 300\,000}{1\,500\,000} = 360\text{fach.}$$

Bei einer Niederfrequenzspannung von 1,17 Volt am Gitter der Endröhre ergibt sich dann unter Berücksichtigung dieser Verstärkung aus der Kennlinie des Gittergleichrichters eine Hochfrequenzspannung von $4{,}7 \cdot 10^{-2}$ V am Audiongitter.



Antennen-Spg. Volt eff	Untersetzung Eingangsregler	Eingangswert	Gitterspannung AF 3 Volt eff	Verstärkung AF 3	HF-Spannung Gitteraudion Volt eff	Verstärkung AF 7	NF Gitter-Spg. AL 2 Volt eff	Verstärkung AL 2	NF-Spannung Anode AL 2 Volt eff
$4{,}3 \cdot 10^{-5}$	1,0	4	$1{,}74 \cdot 10^{-6}$	270	$4{,}7 \cdot 10^{-2}$	25	1,17	16	18,7
$1 \cdot 10^{-4}$	1,0		$4 \cdot 10^{-4}$	118					
$1 \cdot 10^{-3}$	$7{,}5 \cdot 10^{-1}$		$3 \cdot 10^{-3}$	15,6					
$1 \cdot 10^{-2}$	$2{,}25 \cdot 10^{-1}$		$9 \cdot 10^{-3}$	5,2					
$1 \cdot 10^{-1}$	$5{,}7 \cdot 10^{-2}$		$2{,}3 \cdot 10^{-2}$	2,05					
1,0	$1{,}25 \cdot 10^{-2}$		$5 \cdot 10^{-2}$	0,95					
2,0	$7{,}2 \cdot 10^{-3}$	↓	$5{,}8 \cdot 10^{-2}$	0,82	↓	↓	↓	↓	↓

3822

Abb. 2. Spannungsverteilung in dem Empfänger der Abb. 1

d) Endstufe: Der Außenwiderstand der Endröhre AL 2 ist bei Einhaltung normaler Daten und bei kleinstem Klirrfaktor mit 7000 Ohm anzunehmen. Bei einer Steilheit von 2,5 mA/V und $Ri = 60\,000$ Ohm ergibt sich:

$$v = \frac{2{,}5 \cdot 7000 \cdot 60000 \cdot 10^{-3}}{67\,000} = 16\text{fach.}$$

Betrachtet man den Außenwiderstand als reinen Ohmschen Belastungswiderstand, so entspricht der Wechselstrom-Normalleistung von 50 m Watt eine Wechselspannung $U = VRa \cdot N = 18{,}7$ Volt an der Anode der Endröhre.

Entsprechend der Ausgangswechselspannung von 18,7 Volt ergeben sich auf Grund der errechneten Verstärkung folgende Spannungen im Empfänger:

Am Gitter (AL 2) 1,17 Volt eff.,
am Audion-Gitter (AF 7) $4{,}7 \cdot 10^{-2}$ eff.,
am Gitter (AF 3) $1{,}74 \cdot 10^{-4}$ Volt,
an der Antenne $4{,}3 \cdot 10^{-5} = 43$ Mikrovolt (Abb. 2).

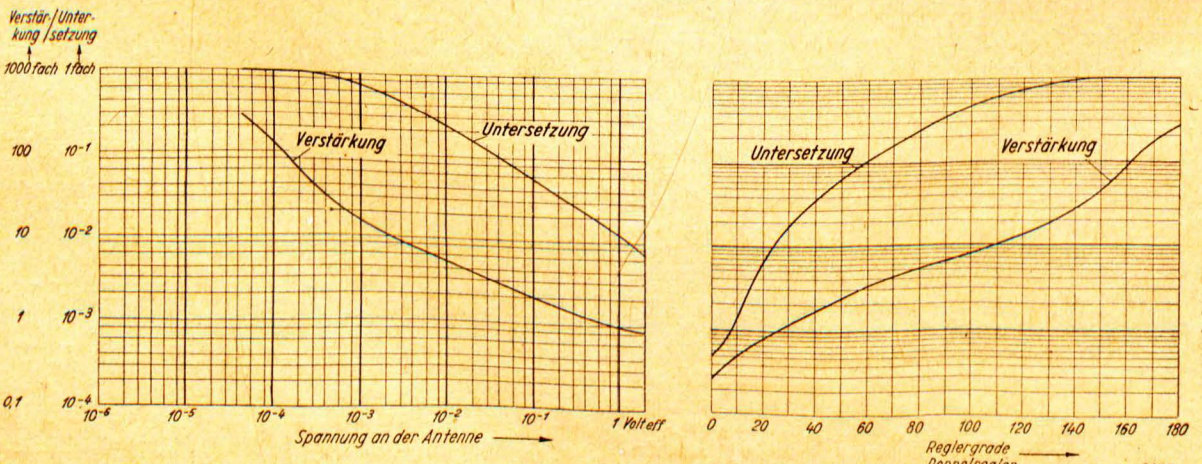
Die errechnete Empfindlichkeit von 43 Mikrovolt ist also die Mindesteingangsspannung, die der Apparat bei normaler Lautstärke zu verarbeiten hat. Mit der Untersuchung der Frage, was nun bei höheren Eingangsspannungen geschieht, kommen wir von selbst zum Problem der Regelung zurück.

Außer den im Anfang des Aufsatzes aufgestellten Forderungen ist für unseren besonderen Fall wichtig, daß eine Übersteuerung des Audions vermieden wird. Bei 0,16 Volt Hochfrequenzspannung am Audion beträgt die Verzerrung, gemessen an der Anode der AF 7, etwa 1 %. Dies gilt für 30 % Modulation. Eine Regelung hinter der Röhre AF 7 kommt also nicht in Frage. Die gesamte Regelung muß vor dem Audion liegen. Nach Forderung 1 werden wir, um wilde Störungen zu vermeiden, im allgemeinen die Vorspannung der ersten Röhre und damit ihre Verstärkung regeln. Um aber Übersteuerungen der ersten Röhre mit den zwei erwähnten Erscheinungen zu verhindern, baut man einen Antennenregler ein, wobei noch freigestellt ist, ob ein Dreiplattenkondensator oder ein Widerstandsregler günstiger ist. Die Lage der Regler in der Schaltung ist also geklärt. Bei der Betrachtung der verschiedenen Eingangsspannungen, die Werte bis zu 1 Volt in der Antenne erreichen, hat man sich nun lediglich mit der Antennenregelung und der Verstärkerregelung der AF 3 zu beschäftigen, da ja vom Audion ab bis zum Lautsprecher, gleiche Lautstärke vorausgesetzt, alle Spannungen gleich bleiben.

Bei welchen Antennenspannungen ist nun eine Regelung im Eingang nötig entsprechend Forderung 2 (Kreuzmodulation, Modulationsverzerrung)? Die Kreuzmodulation ist zum mindesten in dem Maße zu verhindern, wie die Trägerwelle des Störsenders durch die Gesamtselektion der beiden Kreise unterdrückt wird.

Ein Sender von 400 m (750 kHz) werde mit etwa 200 mVolt Antennenspannung empfangen; ihm sei im Abstand von 20 kHz ein Störer benachbart, der mit 1 Volt Antennenspannung angenommen wird. Das bedeutet am Gitter der AF 3 eine Nutzspannung von 0,8 Volt eff. und eine Störspannung von immerhin 0,5 Volt eff. Nun beträgt bei der Röhre AF 3 für eine Gitterwechselspannung von 0,5 Volt eff. bei einem mittleren Arbeitspunkt die Quermodulation 2,4 %. Das bedeutet, daß bei einer Modulation des Störsenders von 80 % die Trägerwelle des Empfangssenders zu $2{,}4 \cdot 80\ \% = 1{,}9\ \%$ mit der Störsendung moduliert ist, was noch wahrnehmbar ist.

Wie steht es nun mit der Unterdrückung der Trägerwelle des Störers bis zur Gleichrichtung? Am Gitter der AF 3 hatten wir 0,5 Volt Spannung des Störers und 0,8 Volt Spannung vom Empfangssender. Durch den zweiten Kreis erfolgt nun bei angezogener Rückkopplung eine etwa 60fache Schwächung. Am Audion beträgt das Verhältnis beider Spannungen bereits etwa 1 : 100. Im Gleichrichter wird nun aber, wie durch Messung auch bestätigt werden kann, dieses Verhältnis zu ungunsten des Störers noch weiter erhöht. Die Trennschärfe kann jedenfalls als ausreichend



a *Abb. 3. Untersetzungs- und Verstärkungskurven* *b*

bezeichnet werden. Für lange Wellen liegen die Verhältnisse noch günstiger. Bei 1500 m z. B. ist schon für einen Empfangssender von 40 mV Antennenspannung und sonst gleichen Verhältnissen wie oben die Trennschärfe der Kreise ausreichend.

Für den Entwurf der Reglerkurven finden wir demnach folgende Anhaltspunkte:

Für Antennenspannungen von 40 mVolt an aufwärts kann gefordert werden, daß die Kreuzmodulation unterbleibt; bei dieser Spannung von 40 mV soll im Eingang eine Untersetzung von ca. 1 : 10 vorgenommen werden.

Für Antennenspannungen > 40 mV wird man die notwendige Regelung entsprechend Forderung 1 dem Verstärkungsregler zuweisen.

Der Gesamtregelbereich, welcher durch beide Regler zusammen erreicht wird, ist bestimmt durch die größte und die kleinste Antennenspannung (etwa 2 Volt und $43 \cdot 10^{-6}$ Volt). Um vollständiges Herabregeln der Lautstärke zu gewährleisten, ist noch eine Reserve von etwa 1 : 100 notwendig, so daß sich ein Gesamtregelbereich von etwa $1 : 2 \cdot 10^6$ ergibt.

Die weitere Arbeit geschieht nur mit Hilfe des Schemas Abb. 2 und des Kurvenblattes Abb. 3 a. Bei jedem Regler werden etwa zwei Dekaden für Untersetzung bzw. Verstärkung ausgenutzt (Rest als Reserve). Man beginnt mit der Untersetzungskurve der Eingangsregler: Wahl eines Wertes von 10^{-1} bei 40 mVolt eff., Beginn der Regelung bei 10^{-3} Volt eff., 10^{-2} bei etwa 1—2 Volt eff. Dann zieht man durch die drei Punkte die Reglerkurve mit dem Lineal. In das Schema Abb. 2 setzt man die so gewonnenen Werte der Untersetzung ein und ergänzt die fehlenden Größen. Die so errechneten Werte der AF 3-Verstärkung werden in Abb. 3 a eingetragen (Verstärkungskurve).

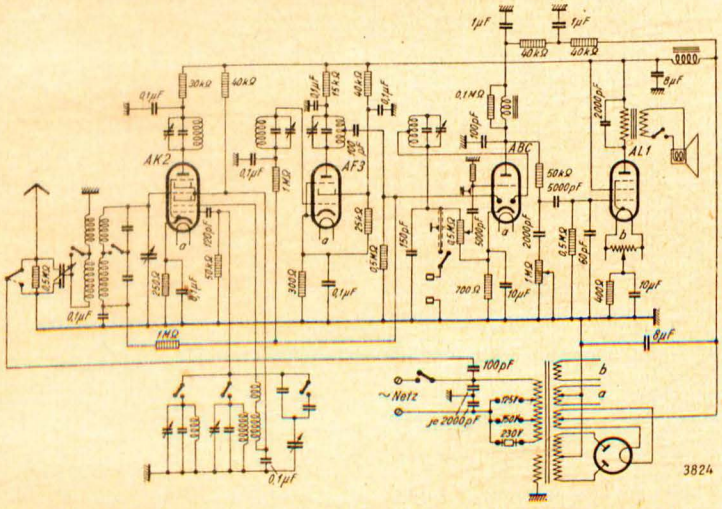


Abb. 4. Schaltung eines Vierröhren-Superhets, für den der Doppelregler berechnet werden soll

Diese beiden Kurven sind noch nicht die endgültig brauchbare Darstellung. Man muß sie über einer Skala von 180°, entsprechend dem Drehbereich des kombinierten Reglers, aufzeichnen. Hier hat man beliebig viele Möglichkeiten; es ist jedoch zu vermeiden, daß auf wenige Grade ein zu großer Regeleffekt kommt; sonst ist die „Lautstärkeeinstellung" des Gerätes zu schwierig. Da nun die Verstärkung der AF 3 in Funktion der Gittervorspannung (bzw. Kathodenspannung) eine Exponentialkurve ist, so wird vorgeschlagen, die Verstärkung der AF 3 mit einem Widerstand zu regeln, dessen Wert linear mit der Gradzahl (Reglergrade) zunimmt. Es wird ein veränderlicher Kathodenwiderstand von 16 000 Ω gewählt. Der Verstärkungsverlauf, wie er sich mit dem arithmetischen Regler ergibt, ist in Abb. 3 b aufgetragen. In dieses Kurvenblatt kann nun aus Abb. 3 a die Untersetzungskurve des Eingangsreglers sinngemäß übertragen werden, indem man jedem Verstärkungswert die entsprechende Untersetzung aus Abb. 3 a zuordnet. So läßt sich also auf einfachste Art zu einem gegebenen veränderlichen Kathodenwiderstand die zugehörige Kurve des Eingangsreglers finden. Am Schlusse des Aufsatzes soll nochmals auf den Eingangsregler näher eingegangen werden.

Nach Durcharbeitung der Regelfrage beim Zweikreiser fällt es nun leichter, auch für einen etwas schwierigeren Fall, einen Vierröhren-Super, unsere Aufgabe zu lösen. Es soll hier der Einfachheit halber nur das Unterschiedliche und Besondere gegenüber dem vorigen Fall dargestellt werden.



Antennen-Spg. Volt eff.	Untersetzung Eingangs-regler	Eingangs-wert	Gitterspannung AF 3 Volt eff.	ZF-Verstärk. u. Gleichrichtg. entspr. Fig. 7	NF-Spannung am Gleichr. Volt eff.	Untersetzg. NF-Regler	Gitter-Spg. ABC Volt eff.	Verstg. ABC	Gitter-spg. AL2 Volt eff.	Verstkg. AL2	Spg. An. AL2 Volt eff.
$1 \cdot 10^{-5}$	1	4	$4 \cdot 10^{-5}$		$5{,}5 \cdot 10^{-2}$	1	$5{,}5 \cdot 10^{-2}$	21	1,17	16	18,7
$1 \cdot 10^{-4}$	1		$4 \cdot 10^{-4}$		$3{,}5 \cdot 10^{-1}$	$1{,}57 \cdot 10^{-1}$					
$1 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-1}$		$2{,}8 \cdot 10^{-3}$		$7{,}0 \cdot 10^{-1}$	$7{,}8 \cdot 10^{-2}$					
$1 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-1}$		$1{,}2 \cdot 10^{-2}$		1,1	$5 \cdot 10^{-2}$					
$1 \cdot 10^{-1}$	$7 \cdot 10^{-2}$		$2{,}8 \cdot 10^{-2}$		1,2	$4{,}55 \cdot 10^{-2}$					
1,0	$1{,}5 \cdot 10^{-2}$		$6{,}0 \cdot 10^{-2}$		1,5	$3{,}65 \cdot 10^{-2}$					
2,0	$8 \cdot 10^{-3}$	↓	$6{,}4 \cdot 10^{-2}$	↓	1,6	$3{,}45 \cdot 10^{-2}$	↓	↓	↓	↓	↓

3825

Abb. 5. Spannungsverteilung in dem Empfänger der Abb. 4

Zunächst zur Schaltung Abb. 4: Es ist die am meisten angewandte Schaltung des Vierröhren-Supers. Das Empfangssignal wird dem Signalgitter einer Achtpol-Mischröhre (AK 2) über einen kapazitiven Spannungsteiler und einen einfachen abstimmbaren Vorkreis zugeführt. Die Achtpolröhre dient in der bekannten Weise gleichzeitig als Überlagerer und Mischröhre. Ihre Verstärkung ist in weiten Grenzen regelbar (Bereich ca. 1 : 1000). Die an der Anode der AK 2 entstehende Zwischenfrequenz wird über das erste Zwischenfrequenz-Bandfilter dem Gitter der regelbaren Fünfpol-Schirmröhre AF 3 zugeführt. Auf diese Röhre folgt das zweite Bandfilter, dessen erster Kreis den Gleichrichter zur Erzeugung der Schwund-Regelspannung und dessen zweiter Kreis den Signalgleichrichter speist. Beide Gleichrichtersysteme sind mit einer Dreipolröhre in der Röhre ABC 1 zusammengefaßt. Die an dem Zweipolwiderstand entstehende Niederfrequenzspannung wird regelbar dem Dreipolteil der Röhre ABC 1 zugeführt. Die verstärkte Niederfrequenzspannung steuert die Endröhre AL 2 aus. Die an dem Zweipolwiderstand entstehende Regelgleichspannung wird der Röhre AK 2 und der Röhre AF 3 zugeführt.

Die volle Empfindlichkeit des Gerätes bei 0,05 m Watt Ausgangsleistung ist nun wieder aus den Höchstverstärkungen der einzelnen Stufen zu berechnen (s. Abb. 5 und 6).

a) Eingangswert: Dieses Verhältnis wird wieder mit „4fach" angenommen.

b) Transponierungsverstärkung der AK 2: Für Resonanzwiderstände der Bandfilterkreise von 325 000 Ω und eine Transponierungssteilheit von 0,6 mA/V ergibt sich hier 73fache Verstärkung, gemessen am Gitter der folgenden Röhre.

c) Zwischenfrequenzverstärkung der AF 3: Für Resonanzwiderstände der Kreise von 240 000 Ω (Diodendämpfung) und eine Steilheit von 2,1 mA/V erhält man, gemessen an der Anzapfung des letzten Bandfilterkreises, eine 105fache Verstärkung.

d) Zwischenfrequenzgleichrichter: Für jede Zwischenfrequenzspannung ergibt sich durch Gleichrichtung eine bestimmte Gleichspannung (Schwundregelspannung) und Niederfrequenzspannung. Aus der gemessenen Kennlinie des Gleichrichters ist ersichtlich, daß

einer Niederfrequenzspannung von $5{,}5 \cdot 10^{-2}$ Volt eine Zwischenfrequenzspannung von $1{,}3 \cdot 10^{-1}$ Volt entspricht.

e) Niederfrequenzverstärkung der ABC 1: Für eine Steilheit von 1,2 mA/V, einen Innenwiderstand von 10 000 Ω und einen Außenwiderstand zu 100 000 Ω ist die Verstärkung 21fach.

f) Die Endröhren-Verstärkung der AL 2 ist 16fach. Unter Annahme einer Gitterwechselspannung von 1,17 Volt der Endröhre (Normalleistung) ergibt sich bei den berechneten Verstärkungsziffern eine Empfindlichkeit von 10 μ Volt.

Die richtige Lage der beiden Regler in der Schaltung ist nicht schwer zu begründen. Für den Eingangsregler sprechen dieselben Gründe wie beim Zweikreiser; zu diesen tritt noch die Forderung, Pfeifstörungen nach Möglichkeit zu unterdrücken. Was den zweiten Regler anbelangt, so ist klar, daß er zur besten Schwundregelung hinter den Gleichrichter gelegt wird.

HF-Spg. Gitter AK2 Volt eff	Verstärkung der AK2	ZF-Spg. Gitter AF3 Volt eff	Verstärkung der AF3	ZF-Spg. Gleichrichter Volt eff	Richtspg. Gleichrichter Volt	NF-Spg. Gleichrichter Volt eff
$4{,}0 \cdot 10^{-5}$	73	$2{,}92 \cdot 10^{-3}$	105	$3{,}1 \cdot 10^{-1}$	$2{,}7 \cdot 10^{-1}$	$5{,}5 \cdot 10^{-2}$
1,0	0,77	$7{,}8 \cdot 10^{-1}$	7,3	7,3	10	2,35

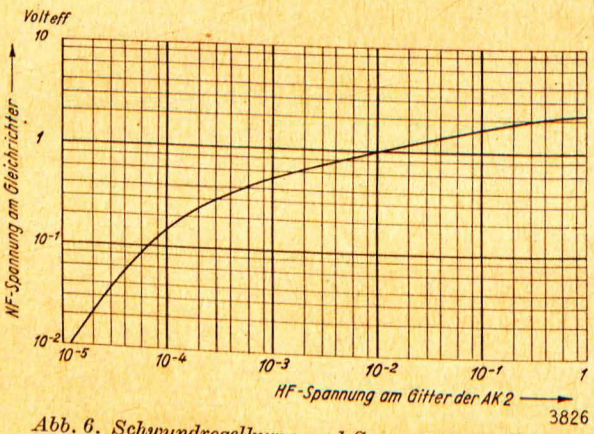


Abb. 6. Schwundregelkurve und Spannungsverteilung

Das Verfahren zur Ermittlung der Reglerkurven unterscheidet sich nun vom erstbesprochenen Fall dadurch, daß der Schwundausgleich berücksichtigt werden muß. Man greift deshalb zunächst aus dem Empfänger die Gruppe heraus, innerhalb deren der Schwundausgleich wirksam ist; d. h. es wird (siehe Abb. 6) die Niederfrequenzspannung am Zweipolgleichrichter in Funktion der Hochfrequenzspannung an der Achtpolröhre bestimmt. Laut Abb. 6 erhält man diese Kurve durch Rückwärtsrechnen, indem man für die gewählte Niederfrequenz und entsprechende Richtspannung (Schwundregelspannung) am Gleichrichter die Transponierungs- und Zwischenfrequenzverstärkung ermittelt und so die Gitterwechselspannungen an den Röhren AF 3 und AK 2 berechnet. Mit Hilfe der so gewonnenen Kurve kann bei gegebener Eingangs-Untersetzung und Antennenspannung die zugehörige Niederfrequenzspannung am Gleichrichter und damit die Untersetzung des Niederfrequenzreglers gefunden werden.

Bei welchen Antennenspannungen ist nun hier eine Eingangsregelung erwünscht, und wie groß muß sie sein? Für die Beseitigung der Kreuzmodulation könnte man, wie im ersten Fall, bei 40 mV Antennenspannung eine Schwächung von 1 : 10 als ausreichend ansetzen. Die Möglichkeit einer Modulationsverzerrung ist damit, daß im Eingang überhaupt geregelt wird, schon ausgeschaltet. Es sind also nur noch die Pfeifstörungen zu berücksichtigen.

Soll die relative Pfeifstörung nur $^1/_{1000}$ betragen, so darf, wie in dem angezogenen Aufsatz angegeben wurde, die Gitterwechselspannung an der Mischröhre 6 mV nicht übersteigen. Das würde bedeuten, daß von 1,5 mV bis 2 Volt Antennenspannung durch den Eingangsregler eine gleichbleibende Gitterspannung von 6 mV hergestellt werden muß. Der Niederfrequenzregler würde in diesem Bereich mit konstanter Untersetzung arbeiten. Wie jedoch aus Abb. 6 ersichtlich ist, wäre der Schwundausgleich bei einer solchen Regelung außerordentlich gering. Dieser Nachteil kann nicht in Kauf genommen werden angesichts der Tatsache, daß die Pfeifstörung nur in Einzelfällen auftritt. In unserem Beispiel wird deshalb bei 1 Volt Antennenspannung eine Gitterwechselspannung an der AK 2 von 6 bis 10^{-2} Volt zugelassen. Wir ermöglichen jedoch durch eine entsprechende Reserve in der Eingangsuntersetzung eine Herabsetzung auf $6 \cdot 10^{-3}$ Volt bei Verminderung der Lautstärke. Die Niederfrequenzspannung am Gleichrichter wird nach Abb. 6 von 1,5 auf 0,9 Volt reduziert. Durch flachen Verlauf der Niederfrequenzregelkurve ist dafür gesorgt, daß dieses Intervall nicht noch weiter vergrößert wird.

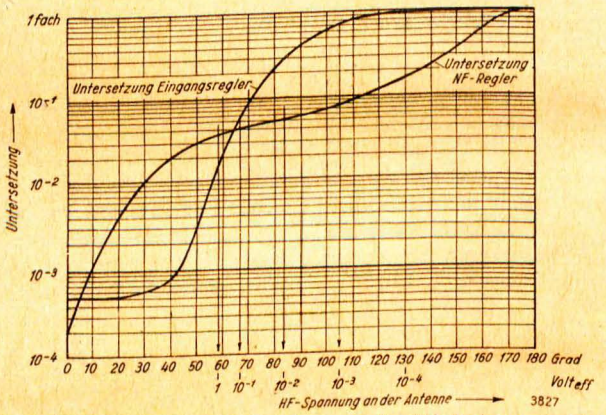


Abb. 7. Untersetzung des Eingangs- und des Niederfrequenzreglers

Die Kurve des Eingangsreglers wird also durch drei gewählte Punkte bestimmt: aus dem Beginn der Regelung bei 1 mV und den Untersetzungswerten bei 40 mV und 1 Volt Antennenspannung. Die Niederfrequenzkurve ergibt sich zwangsläufig. Es ist aber ohne weiteres ersichtlich, daß der kleine Niederfrequenzregelbereich für die Bedienung des Tonabnehmers nicht ausreicht. Bei der räumlichen Anordnung der Regelkurven reserviert man daher die

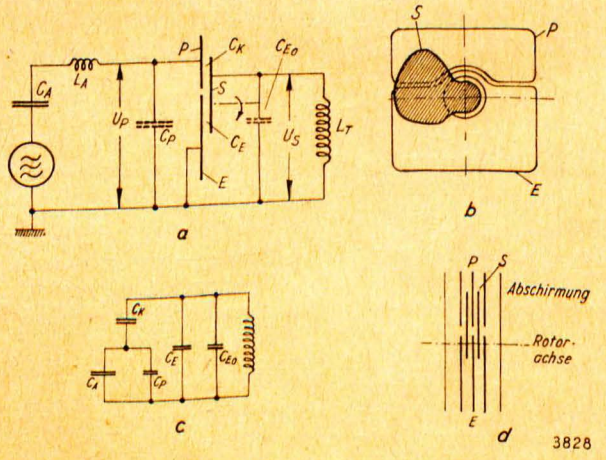


Abb. 8. Entwurf eines Dreiplatten-Regelkondensators

letzten 40 Drehgrade für eine weitere Untersetzung des Niederfrequenzreglers (siehe Abb. 7). Praktisch wird man wieder so vorgehen, daß man einen gegebenen Niederfrequenz-Spannungsteiler von 0,5 MΩ mit logarithmischer

Kennlinie wählt, wie es in Abb. 7 aufgezeichnet ist, der Skala der Drehgrade die Antennenspannungs-Skala zuordnet und so die Kurve des Eingangsreglers über den Gradmaßstab erhält. Eine solche Kurve kann bei einem Dreiplattenkondensator durch passenden Schnitt gefunden werden, wie im folgenden gezeigt werden soll. Sein Vorteil (siehe Abb. 8) gegenüber einem Widerstandsregler besteht einerseits darin, daß er störungsfreier ist, andererseits in der Möglichkeit, Kurven mit dem verlangten Verlauf verhältnismäßig genau herzustellen. Außerdem ist zu erwähnen, daß beim Widerstandsregler auf den Eingangskreis eine größere Dämpfung übertragen wird.

An den Dreiplattenkondensator (Differentialkondensator) werden zwei verschiedene Forderungen gestellt:

a) Teilung der Antennenspannung für eine Untersetzung max. 1 : 2000.

b) Möglichst geringe Verstimmung des Antennenkreises über den ganzen Regelbereich.

Ein so großes Teilungsverhältnis wie 1 : 2000 erfordert besondere Abschirmmaßnahmen. Mit einem normalen Drehkondensator läßt sich eine größte Untersetzung von 1 : 25, mit einem normalen Differentialkondensator eine solche von 1 : 250 erzielen. Laut Abb. 8 ist die Anordnung des Rotors S bzw. der Bleche E so getroffen, daß alle Teile, die nicht zur Bildung einer Kapazität C_K herangezogen werden, innerhalb der Bleche E, also der Abschirmung, laufen. Außerdem ist das Blechpaket P seitlich abgeschirmt, so daß Übergangskapazitäten von P nach dem Rotor auf der Außenseite vermieden sind. Entsprechend dem kapazitiven Spannungsteiler, der durch C_K und C_E dargestellt ist, ist die Spannung

$$U_S = U_1 \cdot \frac{C_K}{C_K + C_E + C_O}$$

In Abb. 8 b ist der Plattenschnitt des Rotors zu sehen, wie er sich aus der Kurve in Abb. 7 ergibt.

Allerdings spielt die zu $C_E + C_{EO}$ parallel geschaltete Induktivität am oberen Ende des Wellenbereiches eine Rolle, solange $C_E + C_{EO}$ den Wert von etwa 100 cm noch nicht erreicht hat. Diese geringe Frequenzabhängigkeit fällt nicht ins Gewicht, da sie an einer Stelle sich auswirkt, wo die Untersetzungskurve noch sehr flach verläuft. Im übrigen empfiehlt es sich, C_{EO} + Restkapazität nicht zu klein zu wählen, also etwa 50 bis 70 cm. Das läßt sich ohne weiteres durch den Aufbau erreichen.

Die Forderung der erträglichen Verstimmung des Antennenkreises ist nötig, um die Verstimmung des Gitterkreises beim Durchdrehen des Reglers gering zu halten. Im Mittelwellenbereich z. B. ist eine größte Vorkreisverstimmung von 0,25 %, im Langwellenbereich von 0,4 % erreichbar. An Hand der Abb. 8 c läßt sich abschätzen, inwieweit man in der Lage ist, dieser Forderung nachzukommen. Für eine bestimmte Antenne, z. B. eine Normalantenne von 250 cm, ließen sich, wenigstens für Anfangs- und Endstellung, dieselben Eigenwellen erzielen. Rechnet man z. B. mit einem größten C_K von 250 cm, $C_P + C_A$ von 250 cm, C_E von 50 cm, so ergibt sich für die Reglerstellung voll eingedreht eine Gesamtkapazität von 175 cm. Für die Reglerstellung ganz ausgedreht, wo C_K praktisch fast gleich Null angenommen werden kann, müßte dann $C_E = 125$ cm werden. Durch die Anordnung der Platten wird C_E nun allerdings etwas größer als C_K. Da man aber mit den verschiedensten Antennen rechnen muß, hat es sowieso keinen Sinn, C_E auf 125 cm zu halten; man ist vielmehr bestrebt, durch ein genügend großes C_{EO} den Einfluß der Schwankung der Gesamtkapazität zu verkleinern. Tatsächlich lassen sich auch durch $C_{EO} = 50$ cm und $C_E = C_K = 250$ cm bei richtiger Ankopplung des Vorkreises die oben angegebenen Verstimmungswerte des Vorkreises einhalten. Wird der Wert von C_{EO} größer gehalten, so muß man entsprechend der Gleichung für U_S mit einer fühlbaren Einbuße an Hochfrequenzspannung rechnen. Im Interesse eines guten Eingangswertes wird man die angegebene Größe einhalten.

Wenn bei dem geschilderten Verfahren auch manche schematische Arbeit zu leisten ist, so sei hier noch abschließend gesagt, daß es sich dabei größtenteils um Berechnungen handelt, die bei einem ernsthaften Entwurf eines Gerätes in j e d e m Falle nötig sind. *Zeichnungen vom Verfasser*

Anodenspannungsgerät für Kraftwagenempfänger

Selbstbau des Zerhackers

Von Ingenieur **Fritz Schmidt**

In dieser Zeitschrift sind Fragen des Kraftwagenempfängers schon mehrfach besprochen worden, so daß es angebracht erscheint, auch auf den Selbstbau der wichtigsten Einzelteile einzugehen. Ein besonders wichtiges Bestandteil ist das Anodenspannungsgerät. Sein Selbstbau interessiert vor allem deshalb, weil es einzeln kaum zu beschaffen ist; auch im Ausland wird es zu sehr hohen Preisen gehandelt. Aus diesem Grund ist es naheliegend, an die Selbstherstellung eines solchen Gerätes zu denken.

Eine gute Lösung wäre ohne Zweifel die Verwendung eines Motorgenerators, doch bereitet der Selbstbau eines solchen gewisse Schwierigkeiten. Dagegen kann man die Herstellung eines Zerhackers (Vibrators) bei etwas Geschicklichkeit gut wagen. Das hier zur Beschreibung kommende Gerät arbeitet bei richtigem Aufbau störungsfrei; mit ihm wurden im Laboratorium und im Kraftwagen längere Versuche durchgeführt, die sehr befriedigend verlaufen sind.

Da die Wirkungsweise des Anodenstromgerätes mit Zerhacker bekannt sein dürfte, soll sie hier nur kurz geschildert werden. Die Unterbrecherfeder F (Abb. 1 und Abb. 3) trägt an ihrem vorderen Ende ein rechtwinklig umgebogenes Eisenblech als Anker, welches vor den Polschuhen eines Elektromagneten M hin- und herschwingen kann. Diese Form des Ankers und des Magneten ist zu Erzielung einer möglichst großen Amplitude der Feder erforderlich. Bei zu kleinen Amplituden werden die Kontaktdrucke zu schwach, wodurch sich der Wirkungsgrad verschlechtert. Der Magnet ist, wie aus Abb. 3 ersichtlich, etwas einseitig montiert.

Von den Kontakten wollen wir zunächst nur den Kontakt K betrachten. Legen wir an diese Einrichtung eine Spannung, so zieht M die Feder zur Mitte und unterbricht bei K den Strom, worauf die Feder zurückkehrt. Da sich dieses Spiel fortwährend wiederholt, bleibt F in einem dauernden, gleichmäßigen Schwingen. Bringen wir K_1 und K_2 mit F in Berührung, so fließen abwechselnd Gleichstromstöße durch die beiden Halbwicklungen der Primärseite des Transformators T, die den Eisenkern in wechselnder Richtung magnetisieren. Das hat die gleiche Wirkung, als ob ein Wechselstrom durch den Transformator fließt, der hochtransformiert und durch eine Röhre gleichgerichtet wird.

Von einer Gleichrichtung im Zerhacker wurde abgesehen, da die richtige Justierung aller fünf Kontakte nicht einfach ist; außerdem muß hierbei die Phasenverschiebung des Transformators berücksichtigt werden.

Bei einigen Systemen läßt man den Treibkontakt K fortfallen und überträgt diese Funktion auf K_2. Hiervon ist

jedoch für den Selbstbau unbedingt abzuraten, da der in M entstehende Extrastrom mit durch T fließt und bei C_2 unzulässig hohe Spannungen hervorruft, die auch im Gleichrichter zu Überschlägen Anlaß geben. Um die Extraströme von M zu dämpfen, wird zwischen K und F ein induktionsfreier Dämpfungswiderstand W_1 von 50 Ohm geschaltet.

Damit die bei der Unterbrechung entstehende Hochfrequenz nicht ausgestrahlt wird, sind in die Zu- und Ableitungen der Spannung Drosseln geschaltet. D_1 besteht aus etwa 50 Windungen eines 2 mm starken Kupferdrahtes (Innendurchmesser der Drossel 15 mm), während D_2 und D_3 aus 200 bis 250 Windungen bestehen. Die Drahtstärke beträgt 0,2 bis 0,25 mm. Die Spulen sind als Bündelspulen gewickelt.

C_1 ist 0,5 μF groß, C_2 dient zum Ableiten der bei den Entladungen im Gleichrichter entstehenden Hochfrequenz. Die Kondensatoren C_2 sind je 10 000 cm groß und mit 2000 V ~ geprüft. C_3 und C_4 sind Beruhigungskondensatoren von je 6 μF und für eine Betriebsspannung von 300 V =. Die Drossel D_4 ist eine übliche Eisendrossel für 30 mA Belastung. Den hier entstehenden Spannungsabfall nutzt man zweckmäßig als Gittervorspannung für die Endstufe aus. Die vor D_4 noch unruhige Spannung wird durch

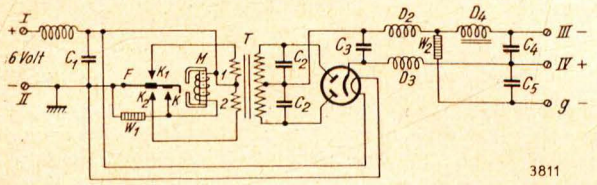


Abb. 1. Gesamtschaltung des Anodenspannungsgerätes für Kraftwagenempfänger

W_2 (0,8 Megohm) beruhigt und dem Kondensator C_5 von 1 μF zugeführt. Ist das Anodenspannungsgerät in einiger Entfernung vom Empfänger aufgestellt, so wird C_5 im Empfänger untergebracht. Sollte der Spannungsabfall in D_3 zu gering sein, so wird ein entsprechender Widerstand hiermit in Serie geschaltet; ist der Spannungsabfall zu hoch, so schalten wir einen Spannungsteiler von 2 Megohm parallel zu D_4, an dem wir die gewünschte Spannung abgreifen können. Die richtige Höhe muß durch Erproben ermittelt werden, sie läßt sich nicht mit einem Voltmeter messen. Selbstverständlich läßt sich die Gittervorspannung in der üblichen Weise durch einen Widerstand in der Kathodenleitung erzeugen. D_4 darf dann keinen hohen Spannungsabfall aufweisen, da die Anodenspannung um diesen Betrag verringert wird. Als Gleichrichter ist jede indirekt geheizte Gleichrichterröhre von geeigneter Heizspannung, z. B. die Röhre EZ 1, zu gebrauchen.

Der Aufbau des Transformators

Die sorgfältige Herstellung des Transformators ist von großer Wichtigkeit; von seiner richtigen Bemessung hängt der Wirkungsgrad des ganzen Gerätes ab. Die umzusetzende Leistung ist verhältnismäßig klein; es handelt sich aber um einen Wechselstrom, dessen Kurve nicht sinusförmig verläuft, sondern wesentlich ungünstiger. Die Stromstärken steigen in den Spitzen sehr hoch an; es darf jedoch keine Sättigung des Eisens eintreten, daher wird ein großer Eisenkern benötigt. Der Querschnitt beträgt 25 × 25 mm mit einer Fenstergröße von 55 × 17 mm. Am zweckmäßigsten ist ein Mantelkern. Um auf eine Anodenspannung von 250 V zu kommen, muß das Übersetzungsverhältnis 1 : 28 sein (bezogen auf eine Sekundärwicklung, deren beim Vollweggleichrichter ja zwei benötigt werden). Wir können mit einer primären Durchschnittswechselspannung von 9 V rechnen; die Spitzenspannung liegt bei 12 V, und der Durchschnitt ist etwa 30 % kleiner.

Die folgende Beschreibung des Transformators (siehe Abb. 2) bezieht sich auf die angegebene Kerngröße. Es ist hier der Kern von einem durchgebrannten Netztransformator benutzt worden; natürlich lassen sich auch andere Kerngrößen verwenden, nur darf der Eisenquerschnitt nicht wesentlich unterschritten werden. Die Primärwicklung besteht aus zweimal 77 Windungen Emailledraht von 1 mm Durchmesser, von denen zunächst zweimal 38 Windungen aufgewickelt werden (*I* in Abb. 2). Aus Gründen der vollständigen Symmetrie werden zwei Drähte gleichzeitig nebeneinander auf den Spulenkörper gewickelt. Es entstehen so zwei schraubenartig ineinander liegende Wicklungen,

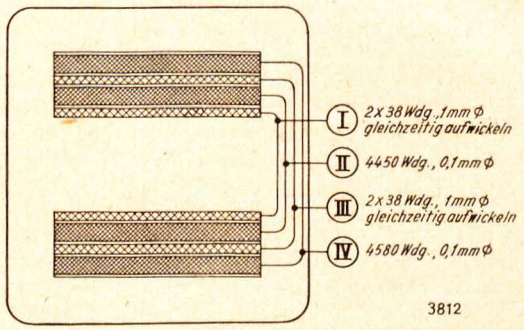


Abb. 2. Aufbau der Transformatorwicklung

die voneinander isoliert sind und gleichen Widerstand haben. Nun folgen drei bis vier Lagen Ölpapier, und hierauf wird die erste Sekundärwicklung aus 4450 Windungen Emailledraht von 0,1 mm Durchmesser aufgebracht (*II* in Abb. 2). Um Kurzschlußwindungen mit Sicherheit zu vermeiden, wird diese Wicklung unter Zwischenlegen von Ölpapier nach jeder Lage sorgfältig gewickelt; jetzt folgen wieder drei bis vier Blatt Ölpapier, dann zweimal 38 Windungen 1-mm-Draht, wie zuvor beschrieben (*III* in Abb. 2), dann wieder Ölpapier und schließlich die zweite Sekundärwicklung, bestehend aus 4580 Windungen 0,1-mm-Draht (*IV* in Abb. 2). Diese etwas vergrößerte Windungszahl ist nötig, um den durch den erhöhten Widerstand entstehenden Spannungsabfall der außenliegenden Spule zu decken.

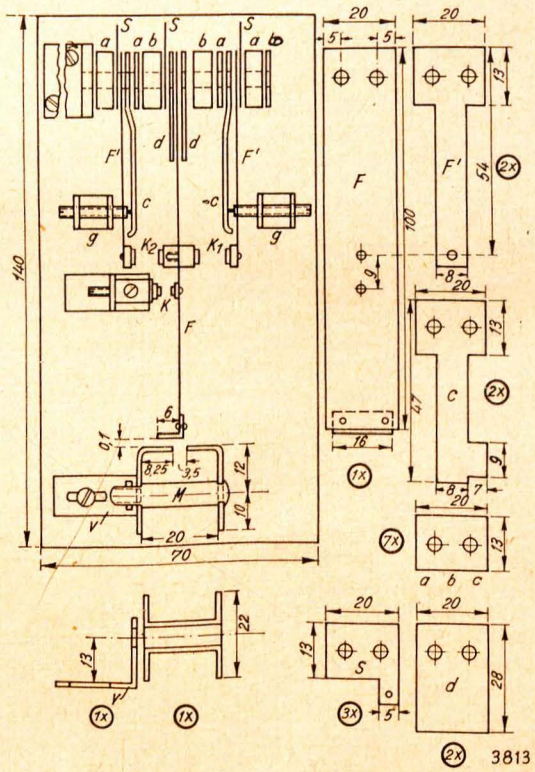


Abb. 3. Aufbau mit Einzelteile des Zerhackers Kontakt K ist im Ruhezustand geschlossen

Die Primärwicklung wird derart geschaltet, daß zu Spule 1 und Spule 2 (Abb. 1) je eine innen- und eine zwischenliegende Wicklung, also je eine Hälfte der Wicklung *I* und *III* in Abb 2, gehört. Ende der einen und Anfang der zweiten Wicklung werden miteinander verbunden; diese Leitung stellt den Mittelabgriff dar. Zum Prüfen des Windungssinnes legen wir den bewickelten Transformator-Spulenkörper auf den Tisch, vor eine Öffnung einen Kompaß, so daß die Nadel parallel mit den Windungen steht; nun legen wir an Mitte und an ein Ende der Wicklung eine kleine Gleichspannung (unter Vorschaltung eines Widerstandes). Wird jetzt der Nordpol in die Spule gezogen, so muß beim Anschluß zwischen Mitte und dem anderen Ende der Südpol mit gleicher Kraft zur Spule hingezogen werden. Ist dieses nicht der Fall, so sind die Wicklungen falsch verbunden.

Bei der Sekundärwicklung wird ebenfalls ein Ende der einen mit dem Anfang der anderen verbunden. Die Verbindung ist auch hier die Mitte. Das Zwischenlegen der halben Primärwicklung zwischen die beiden Sekundärwicklungen ist aus Gründen eines guten Wirkungsgrades erforderlich.

Der Bau des Zerhackers

Nun zur Herstellung des Zerhackers. Um ein erschütterungsfreies Arbeiten zu erreichen, muß die Grundplatte recht schwer sein; es findet hier eine Messing- oder Eisenplatte von 15 mm Stärke Verwendung. An einer Schmalseite der Grundplatte wird das ganze Federpaket, wie aus Abb. 3 und 5 ersichtlich, mit einem Stück Winkeleisen von 25 mm Schenkelbreite festgeschraubt. Das Paket besteht aus vier Isolierstücken *a*, zwei Distanzstücken *b* aus Messing (die Dicke der Distanzstücke kann nicht angegeben werden, da sie sich nach der Höhe der Kontakte richtet), und einer Abschlußplatte *e*. Zwischen diesen sind die Kontaktfedern *F'*, die Anschlagplatten *c* und die Klemmstücke *d* mit der Feder *F* eingespannt. Sämtliche Teile sind in der bekannten Art einer Klinke durch zwei 3-mm-Bolzen zusammengeschraubt, die mit Hartgummiröhrchen oder Ölschlauch isoliert werden. Als Anschlüsse werden neben jede Feder ein Kabelschuh *S* aus 0,2-mm-Messingblech gelegt, mit deren Lappen die Zuleitungsdrähte verlötet werden können.

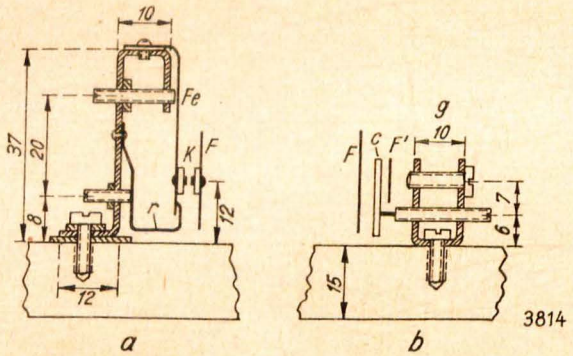


Abb. 4. Die Kontakt-Anordnungen. Kontakt a wird einmal, Kontakt b wird zweimal gebraucht

Die Federn *F'* und *F* stellen wir aus 0,5 mm starkem Federstahl von 20 mm Breite her. Zum Bohren der Kontaktlöcher muß ein glasharter Spiralbohrer benutzt werden. Sollte es trotzdem Schwierigkeiten bereiten, so muß der Stahl über einer Gasflamme gleichmäßig blau angelassen werden. Als Kontakte benutzen wir Wolframkontakte von Autounterbrechern, Durchmesser etwa 4 mm für K_1 und K_2, 2,5 mm für *K*. Bei Verwendung von Platin ergibt sich ein etwas höherer Wirkungsgrad, doch ist es auch einem höheren Verschleiß unterworfen. Alle Kontakte werden verschraubt oder vernietet; löten ist zu unsicher. Die Anschlagplatten *c* und Klemmstücke *d* fertigen wir aus 1 mm federndem Messingblech an. Die Platten *c* werden am Ende etwas umgebogen, so daß die Federn *F* gut aufliegen. Die Federn *F'* werden etwas nach innen gebogen. Der Justierbock (Abb. 4 b) *g* aus Flachmessing 1,5 × 10 mm trägt unten eine Stellschraube, an der vorn ein Hartgummistiftchen zur Isolierung gegen *c* eingesetzt ist. Die obere Schraube dient zur Fixierung der Einstellung. Abb. 4 a zeigt den Justierbock für den Treibkontakt *K*. Hier ist oben eine Schraube zur Verstellung des Federdruckes, unten eine zweite zur Verstellung des Anschlagbügels *r* angebracht; beide sind mit Gegenmuttern versehen. Die Feder *Fe* ist 7 mm breit und wird aus 0,2 bis

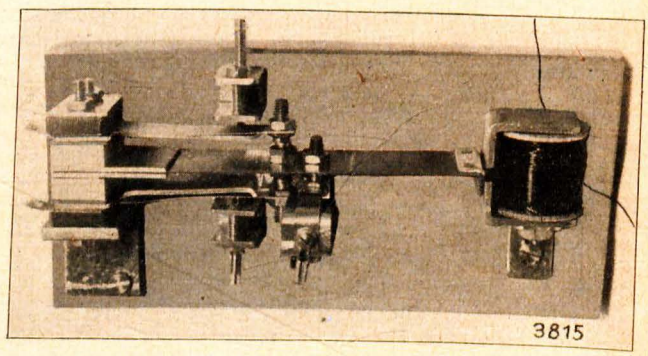


Abb. 5. Der betriebsfertige Zerhacker

0,3 mm Bronzeblech oder aus gehämmertem Messingblech, der Anschlagbügel aus 0,5 mm Messing- oder Stahlblech gefertigt; er ist federnd gebogen und muß fest an der Stellschraube anliegen. Der Justierbock muß gegen die Grundplatte isoliert sein.

Der Magnet *M* ist recht einfach herzustellen. Aus einem 16 mm breiten Eisenblechstreifen von 1,5 mm Stärke werden zwei rechtwinklige Polschuhe nach Abb. 3 gebogen; der eine wird mit dem Eisenkern vernietet, während der andere mit dem Haltewinkel *U* an den Kern fest

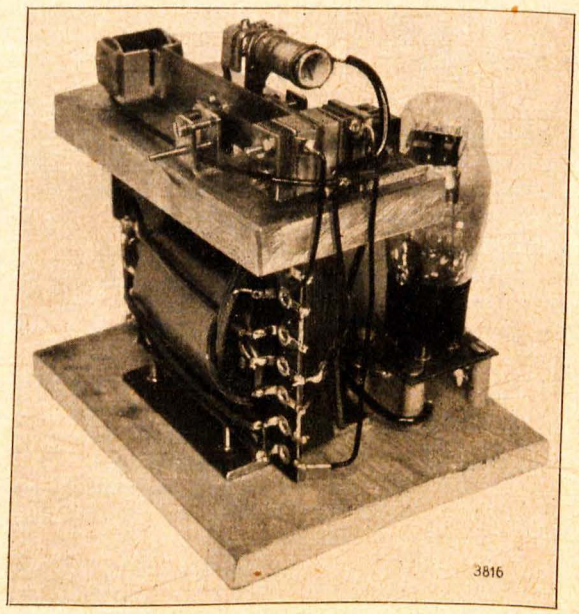


Abb. 6. Das betriebsfertige Anodenspannungsgerät

angeschraubt ist. *U* besteht aus 1,5 × 10 mm Flachmessing und hat in dem waagerechten Schenkel ein Langloch von 10 × 3 mm zur genauen Einstellung des Magneten. Der Spulenkörper, der aus Pappe oder Holz besteht, wird mit 1000 Windungen 0,2-mm-Emailledraht bewickelt.

Beim Zusammenbau des ganzen Gerätes ist es notwendig, auf gute Zugänglichkeit aller Einstellschrauben zu achten. Aus diesem Grunde ist es zu empfehlen, den Zerhacker auf den Transformator zu bauen. Die Befestigung erfolgt am besten mit oben und unten an T angebrachten Winkeleisen. Von den Raumverhältnissen hängt es ab, ob wir D_3, C_4 und C_5 mit im Anodengerät oder besser im Rundfunkgerät unterbringen. Auf die Wirkungsweise hat die Anbringung im Empfänger keinen Einfluß; sie hat nur den Nachteil, daß das Anodengerät nicht vollständig ist, was bei Verwendung für einen kleinen Sender sehr zu empfehlen wäre. Als Grundplatte kann Holz benutzt werden, doch muß ein vollständiges Blechgehäuse zur Abschirmung übergesetzt werden. Der Boden wird mit Blech benagelt, dieses mit der Kappe, dem Transformatorkern und der Grundplatte des Zerhackers leitend verbunden und an die Rückleitung des Empfängers bzw. an das Fahrgestell des Wagens angeschlossen.

Der Betrieb

Zur Inbetriebsetzung wird an die Klemmen *I* und *II* eine 6-Volt-Batterie angeschlossen, K_1 und K_2 werden zurückgeschraubt. K wird seinem Gegenkontakt langsam genähert, bis F zu schwingen beginnt, dann wird die günstigste Stellung für M ausgesucht und M in dieser Lage festgeschraubt. Jetzt schaltet man die Batterie wieder ab. Nun werden die Kontakte K_1 und K_2 ihren Gegenkontakten soweit genähert, daß sich gerade noch ein Blatt Schreibpapier dazwischen schieben läßt. Der Zerhacker muß sofort anfangen zu arbeiten; wenn das nicht der Fall ist, wurde zuvor der Kontakt K nicht gut eingestellt. Wenn alles in Ordnung ist, beträgt die Stromaufnahme jetzt etwa 0,3 Amp. Schaltet man zwei 15 Watt-Glühlampen für 220 Volt parallel zu jedem der beiden Kondensatoren C_2, so müssen sie gelb glühen.

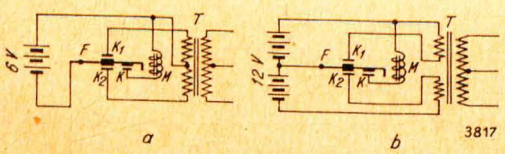


Abb. 7. Teilschaltung für 6 Volt (a) und 12 Volt (b)

Ist soweit alles gut abgelaufen, so kann die Gleichrichterröhre eingesetzt werden. An den Klemmen *III* und *IV* können wir jetzt eine Spannung von 280 bis 300 Volt messen, die sich bei einer Belastung durch den Empfänger entsprechend verringert.

Als Empfänger läßt sich jedes gute Gerät verwenden, der Heizstrom für die Röhren wird dann auch der Starterbatterie entnommen; bei Wechselstromgeräten muß jedoch die Verbindung zum Transformator unterbrochen werden. Die Anodenspannung wird in diesem Falle an den ersten Kondensator der Siebkette angeschlossen. Hierbei können dann die Drossel D_4 wie auch die Kondensatoren C_4 und C_5 wie der Widerstand W_2 fortfallen, da diese Teile ja bereits in jedem Netzempfänger vorhanden sind. Will man Kraftwagenröhren (E-Reihe) benutzen, so empfiehlt es sich, hierfür Zwischensockel herzustellen, woran die Heizkabel angeschlossen werden können.

Es soll jedoch gleich gesagt werden, daß es entschieden ratsamer ist, ein Sondergerät für das Heim zu bauen, da an einen Kraftwagen-Empfänger andere Anforderungen gestellt werden als an ein Heimgerät (vor allem hinsichtlich mechanischer Festigkeit, Empfindlichkeit und Raumausnutzung). Als Zuleitungskabel verwende man ein abgeschirmtes Kabel mit ausreichendem Querschnitt, welches um den Mantel nochmals eine Isolierschicht aufweist. Der Mantel wird als Rückleitung benutzt und nur an einer Stelle mit Masse verbunden. Um Induktionsschleifen zu vermeiden, wird auch das Empfangs- und Anodenspannungsgerät mit diesem Mantel verbunden; es erhält sonst keine weitere Masseverbindung.

Das beschriebene Gerät ist für eine Eingangsspannung von 6 Volt bemessen, für eine 12-Volt-Anlasser-Batterie müssen bei gleichbleibender Schaltung die Windungszahlen des Transformators und der Spule M des Treibmagneten entsprechend geändert werden. Die primäre Windungszahl beträgt dann 2×140 Windungen 0,75- bis 0,8-mm-Emailledraht, die Spule M erhält jetzt 1250 Windungen 0,18-mm-Draht. Der Übersichtlichkeit halber sind die Schaltungen Abb. 7 a und b ohne Entstörungseinrichtungen wiedergegeben. Abb. 7 b zeigt eine Schaltung für 12 Volt, bei welcher ein 6-Volt-Gerät verwendet werden kann; doch ist es notwendig, an der Batterie einen Mittelabgriff anzubringen. Für 12 Volt muß selbstverständlich ein entsprechender Gleichrichter verwendet werden.

Das beschriebene Anodenspannungs-Gerät arbeitet bei guter Ausführung sehr störungsfrei. Bei den Versuchen konnten sogar die Hochfrequenzdrosseln D_2 und D_3 fortgelassen werden. Falls noch irgendwelche Reststörungen zurückbleiben sollten, die nicht auf einer direkten Beeinflussung zwischen Transformator oder Drossel und den Empfängerspulen beruhen (ungünstige Aufstellung eines Gerätes), müssen diese durch praktische Erprobung beseitigt werden. Bei schlechtem Kontakt-Werkstoff ist es zu empfehlen, zwischen K_1 und K_2 je einen induktionsfreien Widerstand von 40 bis 50 Ohm zu schalten, doch wird hierdurch der Wirkungsgrad verschlechtert.

Für die Entstörung der Zündung verwende man die im Handel erhältlichen Widerstände; falls man sie selbst zusammenstellen will, sei gesagt, daß solche mit zu kleinen Werten (unter 1000 Ohm) unwirksam sind, während bei zu hohen Werten (über 10 000 Ohm) ein Verölen der Zündkerzen — besonders bei älteren Wagen — die Folge ist. Eine Abschirmung der Zündkabel ist nicht immer erforderlich, bleibt aber empfehlenswert. Bei einigen Systemen ist es notwendig, den Verteiler mit einer Blechkappe abzuschirmen. An der Lichtmaschine wird zwischen die spannungführende Hauptbürste sowie die Hilfsbürste und Masse je ein Kondensator von 0,1 bis 0,5 µF geschaltet. Ein entsprechender Kondensator, in manchen Fällen unter Vorschalten eines induktionsfreien Widerstandes, wird parallel zu den Kontakten des Rückstromschalters gelegt. Bei spannungsregelnden Anlagen müssen auch die Kontakte des Reglers durch Kondensatoren entstört werden. Der Motor des Scheibenwischers erhält 0,1 µF parallel zu den Bürsten geschaltet. Der Anlasser wird im allgemeinen nicht entstört, da dieser ja nur kurzzeitig betätigt wird. Wer sich die musikalischen Genüsse während des Anlassens nicht entgehen lassen will, kann aber auch hier parallel zu den Bürsten Kondensatoren entsprechender Größe schalten!

Arbeitet die Anlage nun im Stand einwandfrei, so wird sich während der Fahrt noch manches Geräusch einstellen. Es kommt gelegentlich vor, daß beim Drehen des Steuerrades starkes Rauschen auftritt, in diesem Falle wird um den drehbaren Teil der Steuersäule eine Schelle geschraubt und diese durch eine Litze mit dem Lager der Steuersäule oder dem Armaturenbrett verbunden. Sollten sich die Erschütterungen der Türen durch Knistern im Lautsprecher bemerkbar machen, so muß man die Scheuerstellen an Türrahmen und Schlössern blank schaben, und, um erneutes Rosten zu verhindern, mit Vaseline einschmieren.

Zum Schluß sei noch gesagt, daß das oben beschriebene Gerät keine neue Erfindung ist; Einrichtungen dieser Art wurden in ähnlicher Form schon im Kriege zur Erzeugung der Hochspannung für kleine Löschfunkensender benutzt.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Der Elektronenstrahl-Oszillograph als Meßgerät

Von

Dipl.-Ing. Paul-E. Klein

Die Verwendung der Elektronenstrahl-Röhre als Fernsehempfänger ist in dieser Zeitschrift bereits ausführlich behandelt worden. Nicht minder wichtig ist diese Röhre als Meßgerät. Nachdem wir in Heft 5, Seite 141 ff., einen Aufsatz aus dem Gebiet der Elektroakustik gebracht haben, sollen jetzt andere Verwendungsmöglichkeiten erörtert werden. Die wichtigsten Eigenschaften der Elektronenstrahlröhre wurden in früheren Arbeiten bereits behandelt; sie sollen im folgenden trotzdem — insbesondere im Hinblick auf die Verwendung als Meßgerät — noch einmal kurz besprochen werden.

Man kann bei dem heutigen Stande der Technik nahezu alle Schwingungsvorgänge mit dem Elektronenstrahl-Oszillographen untersuchen. Das Gerät kann zwar unmittelbar nur elektrische und elektromagnetische Vorgänge anzeigen; es lassen sich aber auch mechanische, optische und akustische Schwingungen in elektrische umwandeln und so sichtbar machen. Man bedient sich dabei verschiedener Hilfsmittel, so für optische Vorgänge der Photozelle, für mechanische, zu denen man auch die akustischen rechnen kann, der Kohle-, Piezo- oder Kondensator-Druckkammern und elektromagnetischer Vorrichtungen. Es gibt somit kaum einen Vorgang, den man nicht mit der Elektronenstrahlröhre untersuchen kann; es ist lediglich zu entscheiden, ob man mit anderen bekannten Hilfsmitteln nicht billiger zum Ziel kommt.

Elektronenstrahlröhren und Netzanschlußgeräte

Es sollen nun zunächst die Eigenschaften und die Wirkungsweise der Elektronenstrahl-Röhre für Meßzwecke untersucht werden, ehe auf die für den Betrieb erforderlichen Zusatzgeräte eingegangen wird. Abb. 1 zeigt das

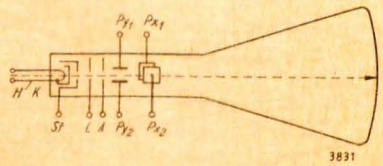


Abb. 1. Schema des Systems einer Elektrodenstrahlröhre

Schema des Elektroden-Systems einer Elektronenstrahl-Röhre, einerlei, ob es sich um Röhren mit Edelgasfüllung oder Hochvakuumröhren handelt. Auf die unterschiedliche Verwendung der beiden Röhrenarten werden wir noch zu sprechen kommen.

Eine Kathode *K* wird durch einen Heizfaden *H* indirekt geheizt. Vor dieser Kathode sind drei weitere Elektroden angeordnet, und zwar die Steuerelektrode *St*, die dem Gitter der Verstärkerröhre entspricht (Wehneltzylinder), die Linsenanode *L* und die Anode *A*. Alle drei Elektroden haben Blenden bestimmter Größe. Der von der Kathode *K* erzeugte Elektronenstrahl tritt durch die Blende der mit einer gegenüber *K* negativen Spannung versehenen Steuerelektrode *St*. Er verläuft dann weiter durch die Blenden der mit positiven Spannungen arbeitenden Anoden *L* und *A*. Die Elektronen bilden nicht ohne weiteres einen scharf gebündelten Strahl, sondern haben das Bestreben, nach allen Seiten auseinanderzufliegen. Mit Hilfe der Elektrodenanordnung aber werden die Elektronen so beeinflußt, daß auf dem am Kolbenboden der Röhre befindlichen Leuchtschirm ein Leuchtpunkt möglichst kleiner Ausdehnung entsteht. Man bezeichnet dieses einer optischen Einrichtung ähnliche Elektrodensystem als Elektronenoptik.

Der Elektronenstrahl wird nicht, wie bei den Verstärkerröhren üblich, durch die Anoden unmittelbar aufgefangen, sondern er tritt durch deren Blenden, wie bereits erwähnt, hindurch. Vor der Anode sind zwei senkrecht zueinanderstehende Plattenpaare angeordnet, zwischen denen der Strahl hindurchlaufen muß, um dann erst auf den Leuchtschirm aufzutreffen. Durch Anlegen von elektrischen Gleich- oder Wechselspannungen an die Plattenpaare P_x —P_x bzw. P_y—P_y erzeugt man elektrische Felder. Dadurch, daß der Elektronenstrahl durch diese hindurchläuft, wird er aus seiner ursprünglichen in der Symmetrieachse des Systems verlaufenden Bahn abgelenkt. Je nach dem zeitlichen Verlauf der an den Platten liegenden Spannungen beschreibt der Leuchtfleck, den der Elektronenstrahl bei seinem Auftreffen auf den Leuchtschirmscheiben hervorruft, Bahnen, die bei ausreichender Geschwindigkeit dem menschlichen Auge als stehende Kurven erscheinen.

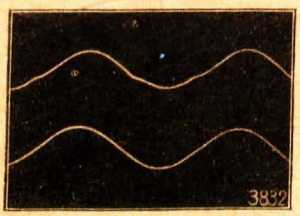


Abb. 2. Durch Nullpunktfehler vorgetäuschte Oberschwingung

Hinsichtlich der elektronenoptischen Strahlkonzentration zur Erzeugung eines scharfen Leuchtfleckes besteht folgender Unterschied zwischen Gas- und Hochvakuumröhren: Während bei letzteren die Konzentration lediglich durch die Wirkung der Elektronenoptik hervorgerufen wird, erfolgt die Konzentration bei Gasröhren bereits durch die Einwirkung der durch das Elektronenbombardement entstehenden Gasionen. Das Elektrodensystem kann infolgedessen einfacher gehalten werden. Durch die Art der Konzentration ist eine Reihe weiterer Eigenschaften bedingt, die zugleich die Anwendungsgebiete der Röhren gegeneinander abgrenzen.

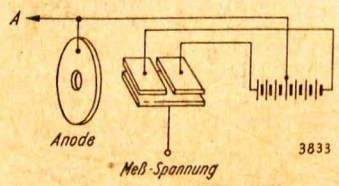


Abb. 3. Beseitigung des Nullpunktfehlers durch geteilte Ablenkplatten

Wegen der größeren Trägheit der in der Gasröhre befindlichen Gasionen erfolgt die Strahlkonzentration nicht trägheitslos, sondern etwa in Zeiten, die denen hochfrequenter Vorgänge entsprechen; man wird deshalb Gasröhren für hochfrequente Vorgänge nicht verwenden. Bei Hochvakuumröhren dagegen wird auf dem Leuchtschirm ein scharfer Punkt nur mit Hilfe größerer Elektronengeschwindigkeiten, also höherer Anodenspannungen erzielt. Auch die bei Hochvakuumröhren immer zeitproportional und frequenzunabhängig erfolgende Strahlablenkung ist bei Gasröhren in der Nähe des Nullpunktes nicht gewahrt, wodurch der sogenannte Nullpunktfehler verursacht wird. In

der oberen Kurve der Abb. 2 ist dieser Fehler sichtbar. Man kann ihn durch Aufteilung je einer Platte der beiden Paare und Anlegen einer Gleichspannung, deren negativer Pol an der einen Plattenhälfte und deren positiver Pol an der anderen liegt, wobei die Mitte der Batterie geerdet ist, so verlegen, daß er nicht mehr in der Leuchtfigur sichtbar ist und daher nicht mehr stört. Abb. 3 zeigt die Schaltung, Abb. 4 die Ansicht eines nullpunktfehlerfreien Systems.

Will man Kurzwellen untersuchen, so fällt die Laufzeit der Elektronen von einem Plattenpaar zum anderen in die Größenordnung der Phasenänderungen der zu untersuchenden Schwingungen. Der dadurch auftretenden Phasenverzerrung begegnet man durch Aufteilung des einen Plattenpaares und Verlegen der einen Hälfte vor, der anderen Hälfte hinter das zweite Plattenpaar, so daß die geometrischen Mittelpunkte beider Plattenpaare zusammenfallen (Anordnung nach Dr. Hollmann; siehe „Funktechnische Monatshefte" 1932, Heft 7, Seite 289).

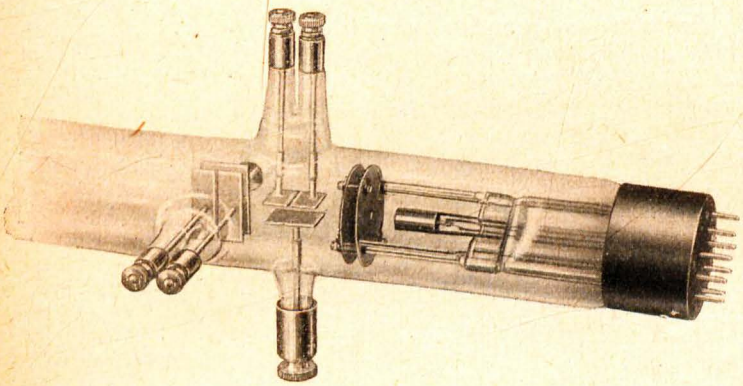


Abb. 4. Systemaufbau einer Röhre mit geteilten Platten

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt bei der Entscheidung Vakuum- oder Gasröhre ist die Symmetriefrage. Während man bei Gasröhren auch so messen kann, daß der eine Pol der Meßspannung — also auch die eine Platte eines Ablenkplattenpaares — geerdet ist, während an der anderen die Meßspannung liegt, und diese Schaltung lediglich zu einer kleinen unbedeutenden Verformung der Figuren führt, ruft sie bei Hochvakuumröhren eine einseitig

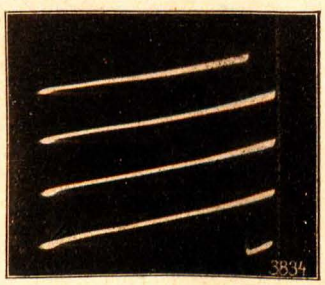


Abb. 5. Unschärfe bei unsymmetrischer Ablenkspannung an Hochvakuumröhren

auftretende Unschärfe der Leuchtfigur hervor. Abb. 5 zeigt z. B. eine Kurve, bei der die auf einer Seite auftretende Verzerrung deutlich sichtbar wird.

Für den Betrieb einer Elektronenstrahlröhre ist vor allem ein Netzanschlußgerät erforderlich, welches die verschiedenen Spannungen für die Heizung der Kathode sowie für die Elektroden *St*, *L* und *A* liefert (Abb. 6). Man baut ein solches Gerät in der Regel für 2000 oder 4000 Volt Anodenspannung, wobei auch beliebige Zwischenwerte verwendet werden können. Es enthält den die verschiedenen Wechselspannungen liefernden Transformator, eine Gleichrichterröhre, die aus einem Kondensator für die Gesamtspannung und einem Kondensator für die negative Vorspannung bestehende Siebkette sowie einen

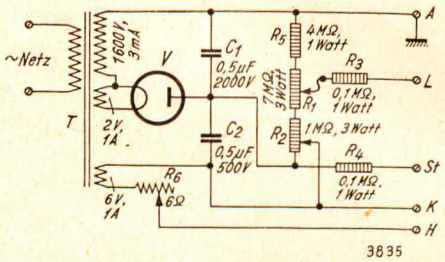


Abb. 6. Schaltung eines einfachen Netzanschlußgerätes für die Röhre. Die Gleichrichterröhre ist für eine Höchstleistung von 4 Volt eingerichtet. Heizspannung 2 Volt, Heizstrom 1 Amp. Die Spannungen der Kondensatoren gelten als Betriebsspannungen

Spannungsteiler. Schutzwiderstände verhindern eine Beschädigung des Netzgerätes im Falle eines Kurzschlusses der hohen Spannungen. In die Heizleitung der Elektronenstrahlröhre schaltet man zweckmäßig einen Heizwiderstand, um die Lebensdauer der Röhre zu verlängern. Genau so schädlich wie eine Überheizung ist aber eine Unterheizung, weshalb die Kathode immer auf dunkle Rotglut eingestellt werden muß. Die elektrischen Daten aller verwendeten Teile sind aus Abb. 6 ersichtlich.

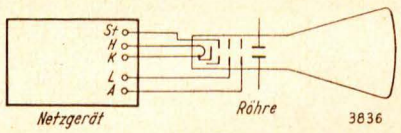


Abb. 7. Zusammenschaltung von Netzanschlußgerät und Röhre

Die Zusammenschaltung von Netzanschlußgerät und Röhre zeigt Abb. 7. Netzanschlußgerät und Elektronenstrahlröhre stellen zusammen bereits ein brauchbares Meßgerät dar und können zu den verschiedensten Messungen verwendet werden. Man muß aber grundsätzlich unterscheiden, ob das Gerät für das Laboratorium oder für den Betrieb — womöglich in der Hand Unerfahrener — verwendet werden soll. Im Laboratorium kann man die Elektronenstrahlröhre auf einem Stativ verwenden, alle Teile beweglich und leicht zugänglich halten. Für Betriebsmessungen dagegen wird man Röhre und Netzanschlußteil zu einer Einheit verbinden (Abb. 8).

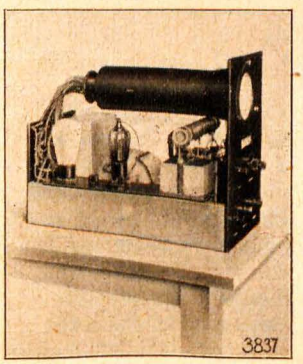


Abb. 8. Tragbarer Elekronenstrahl-Oszillograph neuester Konstruktion für Betriebsmessungen

Für die Auswertung der mit der Elektronenstrahl-Röhre vorgenommenen Messungen sind mehrere Daten sehr wichtig, die man zuerst aufnehmen muß. Es ist dies vor

allem die sogenannte Empfindlichkeit, die man bei elektrostatischer Strahlablenkung in Millimeter pro Volt mißt (mm/V). Diese „Empfindlichkeit" stellt also das Verhältnis des Ausschlages dar, den der Leuchtpunkt auf dem Schirm macht, zu der Größe der an die Ablenkplatten gelegten Ablenkspannung. Die Empfindlichkeit einer Elektronenstrahlröhre ist von mehreren Größen abhängig; so wird ein Elektronenstrahl um so leichter abzulenken sein, je geringer die Laufgeschwindigkeit der Elektronen zwischen den Platten hindurch ist. Da diese durch die Anodenspannung bestimmt wird, so muß man beim Messen

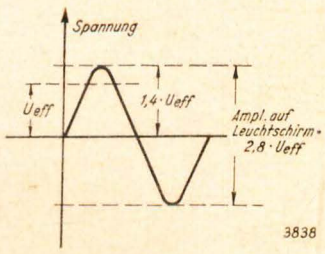


Abb. 9. Die Umrechnung von der Wechselamplitude auf den Effektivwert

und der Angabe der Ablenkempfindlichkeit eines Plattenpaares auch die Anodenspannung, bei der gemessen wurde, mit angeben. Weiterhin ist die Empfindlichkeit von dem Abstand der Ablenkplatten, deren Größe und von der Weglänge des Elektronenstrahls von dem Plattenpaar bis zum Schirm abhängig, die man wegen der festliegenden Röhrenkonstruktion als gegeben betrachten kann.

Die Messung der Empfindlichkeit geschieht am einfachsten durch Anlegen einer Wechselspannung an das zu untersuchende Plattenpaar und durch Ausmessen des auf dem Schirm entstehenden Striches. Teilt man die Strichlänge in Millimeter durch die gemessene Wechselspannung in Volt eff., so erhält man jedoch noch nicht den Gleichstrom-Empfindlichkeitswert. Man muß das Ergebnis vielmehr erst durch 2,8 teilen, da ja die volle Wechselamplitude auf dem Schirm abgebildet wird. Die Zahl 2,8 gilt natürlich nur für sinusartige Kurven. Entsprechend muß man beim Errechnen einer unbekannten Spannung, deren Ausschlag in Millimeter man gemessen hat, wieder durch 2,8 teilen, um Volt eff. zu erhalten.

Will man beispielsweise die Empfindlichkeit feststellen und legt man eine Wechselspannung von 200 Volt eff. an die Ablenkplatten, dann ergibt sich bei einer Strichlänge von 168 mm eine Empfindlichkeit von

$$E = \frac{l}{U_{eff} \cdot 2{,}8} = \frac{168}{200 \cdot 2{,}8} = 0{,}3 \text{ mm/Volt},$$

darin bedeuten E Empfindlichkeit in mm/Volt =,
l Strichlänge in mm,
U_{eff} Wechselspannung in Volt eff.

Erhält man bei einer unbekannten Wechselspannung demnach einen Ausschlag von 100 mm, dann ergibt sich diese Spannung in Volt eff. zu

$$U_x = \frac{l}{E \cdot 2{,}8} = \frac{100}{0{,}3 \cdot 2{,}8} = 120 \text{ Volt eff.}$$

Ist dagegen eine Gleichspannung angelegt oder soll die Amplitude der angelegten Spannung errechnet werden, dann unterbleibt die Teilung durch 2,8.

Wie wir bereits erwähnt haben, spielt die Symmetrierung für die Hochvakuumröhren eine sehr wichtige Rolle, sie ist aber auch für Messungen mit Gasröhren zu empfehlen. Die Art der Symmetrierung ergibt sich aus der oder den Frequenzen der zu untersuchenden Spannungen. Spannungen mit schmalen Frequenzbändern lassen sich verhältnismäßig leicht, z. B. durch einen Transformator nach Abb. 10 a, symmetrieren. Man hat die Sekundärwicklung nur mit einer geerdeten Mittelanzapfung zu versehen, die auch durch eine in der Mitte geerdete Brücke aus zwei Hochohmwiderständen nach Abb. 10 b ersetzt werden kann, während an beide Enden die Ablenkplatten angeschlossen werden. Man wird bei Hochfrequenz einen Transformator ohne Eisenkern oder solche mit HF-Eisenkern verwenden, bei niedrigen Frequenzen dagegen normale Eisentransformatoren von guten Eigenschaften. Für ganz niedrige Frequenzen sowie für ein ganz breites Frequenzband, das sich unter Umständen von niederfrequenten bis in hochfrequente Gebiete erstrecken kann, wo also eine weitgehend gerade Frequenzlinie erforderlich ist, muß die Symmetrierung durch besonders dafür konstruierte Oszillographenverstärker vorgenommen werden. Während wir auf die großen Typen mit 100 000facher Verstärkung für einen Frequenzbereich von 0,5 bis $2 \cdot 10^4$ Hertz oder mit 2000facher Verstärkung für einen Frequenzbereich von 0,5 bis 2 000 000 Hertz nicht näher eingehen wollen, zeigt Abb. 11 das Prinzipschaltbild einer Symmetrie-Verstärkerstufe mit 30facher Verstärkung in einem Bereich von etwa 1 Hertz bis 100 000 Hertz.

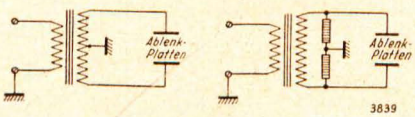


Abb. 10. Schaltung für die Symmetrierung hochfrequenter Spannungen (a). In b ist der Mittelgriff durch zwei Widerstände ersetzt

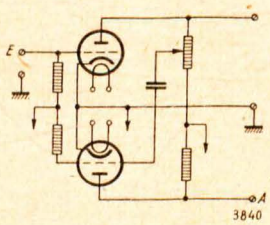


Abb. 11. Gegentaktsymmetriestufe für die Symmetrierung breiter Frequenzbänder

Der Verstärker besteht aus einer Haupt- und einer Nebenstufe. Die auf das Gitter der Hauptstufe gegebene Meß-Spannung wird zunächst von dieser verstärkt. Die im Anodenkreis verstärkt auftretende Spannung wird der einen Ausgangsklemme, also einer Ablenkplatte des Paares, zugeleitet. Ferner wird ein Teil der Ausgangsspannung an dem gleichzeitig als Anodenwiderstand dienenden Spannungsteiler abgegriffen und dem Gitter der Nebenstufe über einen Kopplungskondensator zugeleitet. Diese Teilspannung muß aus Symmetriegründen genau dem Wert der am Gitter der Hauptstufe liegenden Spannung entsprechen. Die in der Nebenstufe verstärkte Spannung wird der zweiten Ausgangsklemme zugeführt. Auf diese Weise hat man an den Ausgangsklemmen eine symmetrische Spannung in bezug auf Erde. Diese Spannung entspricht der doppelten Spannung, die sich nach der Verstärkung durch die Hauptstufe allein ergeben würde.

Es wurde bisher nur von der elektrostatischen Ablenkung durch Ablenkplattenpaare gesprochen; es ist aber auch die Ablenkung durch Spulen möglich. Während bei elektrostatischer Ablenkung die auf dem Schirm sichtbare Auslenkung des Strahles in der Richtung des elektrischen Feldes der Ablenkplatten liegt, erscheint diese bei elektromagnetischer Ablenkung senkrecht zum Magnetfeld und damit zur Achse der Ablenkspulen. Bei gemischter Ablenkung sind deshalb gemäß Abb. 12 Platten- und Spulen-

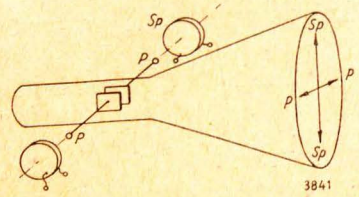


Abb. 12. Die Ablenkung des Elektronenstrahls durch ein elektrisches und durch ein magnetisches Feld

paar in derselben Richtung anzuordnen. *P*—*P* sind die Ablenkplatten, *Sp* — *Sp* die Ablenkspulen. Während bei elektrischer Ablenkung die Spannung für die Größe der Auslenkung maßgebend ist, sind es bei magnetischer Ablenkung die Windungszahl der Spulen und der hindurchgehende Strom, also die Zahl der Amperewindungen. Auch hier muß die Anordenspannung der Elektronenstrahlröhre berücksichtigt werden.

Wie mißt man mit Elektronenstrahlröhren?

Es wurde bereits auf die grundlegenden Unterschiede zwischen Gas- und Hochvakuumröhren hingewiesen. Wenn im folgenden einige Anwendungsbeispiele für Oszillographen genannt werden sollen, so soll keine der beiden Arten bevorzugt empfohlen werden. Es ist aber zu bemerken, daß diese Meßversuche oft als Vorversuche für das Fernsehen dienen sollen und daß dann eine Hochvakuumröhre verwandt werden muß, weil diese für das Fernsehen erforderlich ist.

Zunächst soll ein einfacher Versuch mit der Netzwechselspannung von 50 Hertz vorgenommen werden, wobei mit einer Vierplatten-Röhre gearbeitet wird. Das Netzanschlußgerät und das Röhrensystem werden im folgenden der Einfachheit halber nicht mehr gezeichnet, sondern es werden nur die Ablenkplatten und Spulen dargestellt. Nach Abb. 13 wird durch einen Transformator aus dem Netz

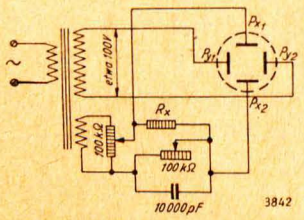


Abb. 13. Phasenuntersuchungen an Wechselstromnetzen

eine Spannung entnommen, die z. B. einen Wert von 100 Volt haben kann. Diese Spannung wird an die senkrechten Ablenkplatten Py_1 und Py_2 gelegt. Einer zweiten Wicklung entnimmt man eine etwas höhere Spannung und schaltet davor einen Dreh-Spannungsteiler von 100 kΩ, um die Spannung regeln zu können. Darauf folgt eine Siebkette, aus Widerstand und Kondensator bestehend; diese Kette wird mit den Ablenkplatten verbunden. Der mit *Rx* bezeichnete Widerstand ist zwischen 10 000 Ohm und 1 Megohm zu wählen; überhaupt sollen die angegebenen Größen nur als Richtlinien gelten; sie können in weiten Grenzen — natürlich ohne eine Überlastung der Transformatorwicklungen herbeizuführen — verändert werden.

Man erhält auf dem Schirm eine Figur, deren Form sich nach der Größe der Spannungen und nach deren Phase richtet. Man bezeichnet die auf diese Weise auf dem Schirm entstehenden Kurven als Lissajousche Figuren.

Dieser Versuch zeigt also, wie die Elektronenstrahlröhre als Phasenmeßgerät verwendet werden kann. Als Anwendungsgebiet soll hier die Phasenuntersuchung an elektrischen Maschinen oder Transformatoren oder die Messung der Phasenverzerrung von Verstärkern genannt werden.

Die Lissajouschen Figuren werden natürlich wesentlich verwickelter, wenn an die beiden Plattenpaare Spannungen verschiedener Frequenz gelegt werden. Bei einem ganzzahligen Verhältnis der Frequenzen ergeben sich stehende Bilder, die andernfalls Bewegungen ausführen. Ist eine der beiden Frequenzen bekannt, die andere dagegen unbekannt, dann kann man aus den Figuren oder deren Bewegung auf die zu untersuchende Meßspannung bzw. deren Frequenz schließen.

Zwei weitere sehr wichtige Messungen sind die Aufnahme von Kennlinien von Verstärkerröhren und die Untersuchung der magnetischen Eigenschaften von Eisen, also die Aufnahme der Hysteresis-Schleife. Bei einer Gitterspannungs-Anodenstromkennlinie muß der entstehende Anodenstrom in Abhängigkeit von der jeweils angelegten Gitterspannung dargestellt werden. Das Durchlaufen der verschiedenen Gitterspannungswerte soll dabei so schnell vonstatten gehen, daß eine stehende Figur, die Kennlinie der Röhre darstellend, auf dem Leuchtschirm erscheint. Abb. 14 ver-

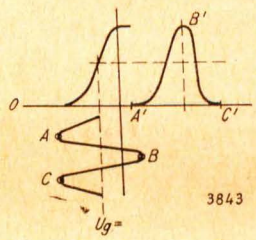


Abb. 14. Darstellung der Untersuchung der Kennlinie einer Verstärkerröhre

anschaulicht den Vorgang. Einer konstanten Gittergleichspannung Ug= wird eine Wechselspannung überlagert, deren Spitzen einerseits bis zum Nullwert des Anodenstromes, andererseits bis in das Sättigungsgebiet reichen. Sie durchläuft dann die Werte von *A* (dem höchsten negativen Wert) bis *B* (den höchsten positiven Wert, bei dem der Anodenstrom bereits in der Sättigung ist) und wieder zurück nach C, dem Wert, der *A* entspricht, worauf sich das Spiel wiederholt. Entsprechend verläuft der Anodenstrom. Er steigt von *A'* anfangend bis zur Sättigung, um in ihr bis zum Punkt *B'* zu verbleiben, dann kehrt er um und läuft wieder auf 0, den Wert *C'*, zurück. Auf dem Schirm läuft der Leuchtpunkt aber nur von *A* bis *B*, um dann umzukehren, so daß nicht die Linie *A'*—*B'*—*C'* erscheint, sondern *A'*—*B'* und *B'*—*C'* zusammenfallen, d. h. man muß sich *B'*—*C'* um die senkrechte gestrichelte Linie nach links geklappt denken.

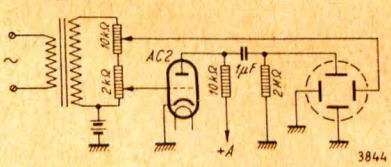


Abb. 15. Schaltung zur Aufnahme der Kennlinie einer Verstärkerröhre

Die Schaltung wird nach Abb. 15 vorgenommen; zunächst wird eine verhältnismäßig große Wechselspannung, z. B. etwa 150 Volt, in einem Ohmschen Spannungsteiler unterteilt. Die Teilspannung wird nebst einer Gittergleichspannung auf das Gitter der Prüfröhre übertragen. Die volle Spannung, die ja phasengetreu der Gitterspannung entspricht, wird auf das waagerechte Plattenpaar der Elektronenstrahlröhre gegeben. Den Anodenstrom leitet man über einen im Anodenkreis liegenden Widerstand. Der dadurch hervorgerufene Spannungsabfall, der genau den Anodenstromschwankungen folgt, wird über ein Widerstands-Kondensator-Glied den senkrechten Ablenkplatten zugeleitet. Falls die Spannungsschwankungen zum Durch-

steuern nicht ausreichen, kann eine Verstärkerstufe zwischengeschaltet werden.

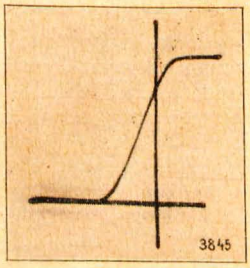


Abb. 16. Mit der Elektronenstrahlröhre aufgenommene Kennlinie

Die angegebenen Werte werden natürlich je nach der verwendeten Röhre verschieden einzusetzen sein. Ein auf dem Leuchtschirm einer Elektronenstrahlröhre aufgenommenes Oszillogramm ist in Abb. 16 dargestellt.

Schwieriger ist die in Abb. 17 grundsätzlich dargestellte Aufnahme der Hysteresis-Schleife. Es handelt sich hier darum, die Abhängigkeit des magnetischen Flusses von der durch eine Amperewindungszahl erzeugten

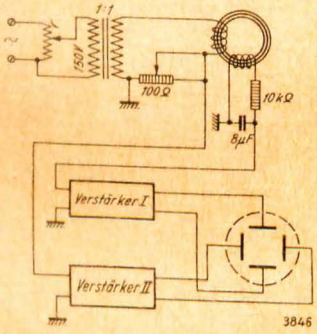


Abb. 17. Schaltung zur Untersuchung der Hysteresis-Schleife

Feldstärke darzustellen. Auf den Ring des zu untersuchenden Eisens bringt man zwei Wicklungen. Der Primärwicklung wird eine Spannung zugeführt, die einen möglichst großen Strom erzeugen soll. Da man die Windungszahl nicht beliebig groß wählen kann, muß der Strom verhältnismäßig groß sein, denn man muß den Eisenkern sättigen, um die vollständige Kurve aufnehmen zu können. Man führt, um ähnlich wie bei der Röhrenkennlinie diese vollkommen durchlaufen zu können, primär eine Wechselspannung zu. Da die Feldstärke, die man messen will, der Amperewindungszahl proportional ist, und da die Windungszahl festliegt, genügt es, den Primärstrom als Maß für die Feldstärke zu wählen. Man leitet demnach den Strom über einen Widerstand, der mit der Primärwicklung in Reihe liegt. Der Spannungsabfall an diesem Ohmschen Widerstand wiederum ist proportional dem Strom, er ist also ein Maß für die Feldstärke. Man nimmt die Spannung an dem Widerstand ab und kann sie, nach Verstärkung in einer Verstärkerstufe, den waagerechten Ablenkplatten zuführen.

Es muß nun noch ein Maß für den magnetischen Fluß gefunden werden. Dieser ist proportional der über einen Zeitabschnitt gemessenen Spannungen. Man schaltet daher in Reihe mit der Sekundärwicklung einen Widerstand und einen Kondensator. Da der Kondensator sich durch die Spannungen auflädt, bildet er gewissermaßen selbsttätig diese Summe. Man erhält also eine dem magnetischen Fluß proportionale Größe in den Spannungsschwankungen an diesem Kondensator. Da diese wegen der erforderlichen Größe der Kapazität nicht groß sind, ist auch hier ein Verstärker erforderlich. Der Ausgang des Verstärkers wird an die senkrechten Platten gelegt. Durch die primär zugeführte Wechselspannung und den dadurch hervorgerufenen Induktionsstrom durchläuft man auch alle magnetischen Zustände des Eisens in negativer und positiver Richtung, so daß eine volle Hysteresisschleife durchlaufen wird. Ein solches Bild zeigt Abb. 18.

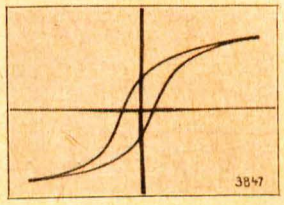


Abb. 18. Aufgenommene Hysteresis-Schleife

Statt des Eisenringes kann auch für den ersten Versuch ein normaler Transformator benutzt werden, den man allerdings in der Regel sehr stark überlasten muß, um in das Gebiet der Sättigung zu kommen.

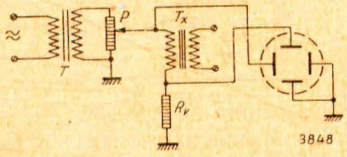


Abb. 19. Schaltung zur Untersuchung eines Transformators

Eine ähnliche Untersuchung kann man an einem Transformator nach Abb. 19 vornehmen. Man legt an den zu untersuchenden Transformator Tx eine Wechselspannung, die man über einen Vorwiderstand Rv leitet, ähnlich wie beim vorigen Beispiel. Parallel zum Widerstand oder über einen Verstärker wird das eine Plattenpaar gelegt, so daß man hiermit den Strom durch die Wicklung mißt. Das zweite Plattenpaar liegt parallel zur Wicklung selbst und zeigt somit die Spannung am Transformator. Man kann nun durch eine weitere Hilfswicklung und eine zusätzliche Gleichstromquelle den Transformator vormagnetisieren. Während bei guten Transformatoren keine Sättigung des Eisenkerns eintreten wird, der sinusartige Charakter von Strom und Spannung also erhalten bleibt und — wie wir bereits gelernt haben — auf dem Schirm eine Ellipse entsteht, wird bei einem schlechten Transformator bald eine Sättigung erreicht, eine Verzerrung der Kurvenform durch Oberschwingungen hervorgerufen und damit eine Verzerrung der Ellipse zu anderen Figuren erzielt. Betrachtet man den Sättigungsgleichstrom, den man zusätzlich verwendet, beispielsweise als Anodenstrom eines Ausgangstransformators, dann eignet sich dieses Verfahren vorzüglich, um zu untersuchen, ob ein vorhandener Ausgangstransformator noch für die geplante Endröhre ausreicht. Interessant ist es auch, die Wirkung zu beobachten, wenn die Sekundärseite durch Widerstände, Kapazitäten oder ähnliche Schaltmittel belastet wird. Beispielsweise kann bei Belastung durch einen Kondensator eine Resonanzlage entstehen, die wiederum eine Bevorzugung von bestimmten Frequenzen, also Oberwellenbildung und damit Verzerrung der Ellipse, hervorruft. Belastet man den Transformator mit dem Lautsprecher und wählt man für die Beobachtung statt der 50 Perioden aus dem Netz bestimmte Tonfrequenzen, so kann man aus der Verzerrung der entstehenden Ellipsen auf die Erzeugung von Obertönen bei ganz bestimmten Frequenzen schließen und sie durch Veränderung der Anpassung zu vermeiden suchen.

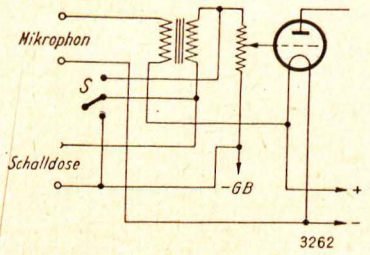
(Ein zweiter Aufsatz folgt.)

Aufnahmen und Zeichnungen vom Verfasser. Abb. 4 und 8 Werkbild Leybold und v. Ardenne, Abb. 16 und 18 Aufnahme Krämer.

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Ein Mikrophon- und Tonabnehmerverstärker

Ein zweistufiger, zur Verstärkung von Mikrophon- und Tonabnehmerströmen dienender Verstärker wird an Hand eines Schaltbildes, eines Lageplanes und einer Stückliste beschrieben. Wie die in der Abbildung dargestellte Schal-

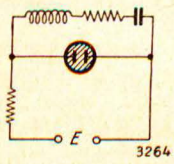


tung der Eingangsstufe zeigt, ermöglicht die Verwendung eines Mikrophontransformators die Benutzung der Heizbatterie zur Mikrophonspeisung. Bei Umschaltung von Mikrophon auf Schalldose mittels des Schalters *S* wird die Sekundärseite des Transformators kurzgeschlossen. *Schr.*

Popular Wireless, London, Band 27, Nr. 676, Seite 267

Der induktiv belastete Glimmröhren-Oszillator

W. E. Kock beschreibt die Charakteristiken und die Arbeitsweise eines Glimmröhren-Oszillators, in dessen Kondensatorzweig eine Selbstinduktion L eingeschaltet ist, und der in der Nähe der Eigenfrequenz dieses Kreises arbeitet.

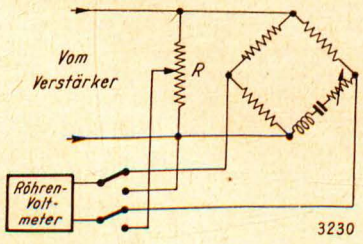


Es werden beide Arten von Schwingungen in Betracht gezogen, die in einem solchen Kreis entstehen können, nämlich die Schwingungen erster Art, bei denen der Strom durch die Entladungsröhre niemals vollständig aufhört, und die zweiter Art, bei denen der Strom durch die Röhre unterbrochen wird. *Schr.*

Radio-Engineering, New York, Band 15, Nr. 4, Seite 10

Das Allstrom-Netzanschlußgerät

In einem Allstromnetzanschlußgerät wird die Gleichrichterröhre mit ihrer Strecke Kathode—Anode direkt an die Netzspannung gelegt. Bei Gleichstromnetzanschluß hat

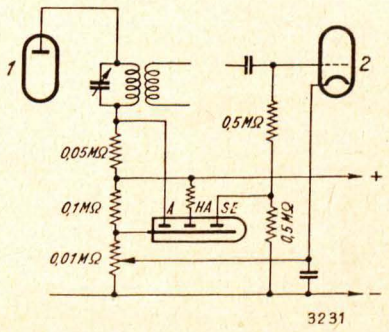


aber die Röhre keine Gleichrichterfunktionen auszuüben, sie wirkt vielmehr lediglich als Widerstand und kann daher, wie W. Stafford darlegt, durch einen Widerstand ersetzt werden, der dem inneren Gleichstromwiderstand der Röhre entspricht. Benutzt man dafür einen veränderlichen Widerstand, so bietet sich hier eine einfache Möglichkeit der Spannungsregelung. *Schr.*

Wireless World, London, Band 35, Heft 25, Seite 519

Die Glimmröhre als Krachtöter

Die in der Abbildung dargestellte, von Ph. Fanta beschriebene Schaltung benutzt eine Vier-Elektroden-Glimmröhre zur Resonanzanzeige. Die erste Röhre führt einen von der Hochfrequenzamplitude abhängigen Gleichstrom. Die Elektroden *K* und *A* dienen zur Erzeugung der veränderlichen Glimmlichtbedeckung der Kathode *K*.

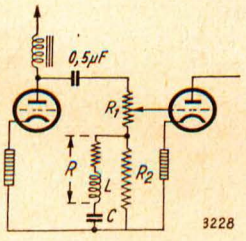


Die Hilfselektrode *HA*, die sowohl als Hilfsanode als auch als Hilfskathode geschaltet sein kann, dient der Aufrechterhaltung der Glimmentladung. Die Sonde *SE* ist zunächst stromlos. Die Vorspannung am Gitter der Röhre 2 ist so gewählt, daß der Anodenstrom der Röhre gesperrt ist. Erst wenn mit wachsender Eingangsamplitude das Glimmlicht die Sonde *SE* erreicht, fließt über diese und den Widerstand *R* ein Strom, der in *R* einen Spannungsabfall hervorruft, der die Röhre 2 entsperrt. *Schr.*

Radio-Amateur, Wien, 12. Jahrg., Heft 5, Seite 257

Lautstärkeregelung mit selbsttätiger Tonkontrolle

Bekanntlich werden von allen tonfrequenten Schwingungen die um die Frequenz 2000 herumliegenden von dem Ohr am leichtesten aufgenommen. Bei gleicher Amplitude werden diese Töne also lauter empfunden, als die höher und tiefer liegenden. Dies führt dazu, daß bei gleichmäßiger Herabsetzung der Amplituden der Schwingungen eines Tongemisches die Lautstärke der hohen und tiefen

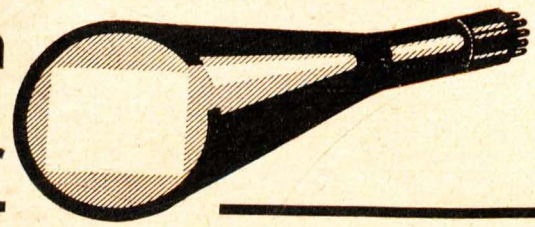


Töne stärker herabgesetzt wird, als die der mittleren Tonlage. Dies ist z. B. der Fall bei der bekannten Spannungsteilerregelung. Um diese Tonverzerrung zu vermeiden, müssen deshalb die Amplituden der Schwingungen der mittleren Tonlage stärker herabgesetzt werden, als die der hohen und tiefen.

Dies kann nach einem Vorschlage von S. O. Pearson durch geeignete Einschaltung eines Serien-Resonanzkreises bewirkt werden, dessen Resonanzfrequenz der mittleren Tonlage entspricht. Eine solche Anordnung ist in der Abbildung dargestellt. Die Werte der Schaltelemente sind: $L = 0{,}05$ H, $C = 0{,}5$ µF, $R_1 = 30\,000$ Ω, $R_2 = 6000$ Ω und $R = 500$ Ω. Genauere Bauanleitung bringt der Verfasser in Heft 11, Seite 273. *Schr.*

Wireless World, London, Band 36, Nr. 7, Seite 161

Monographien der Fernsehempfänger



LOEWE FEB

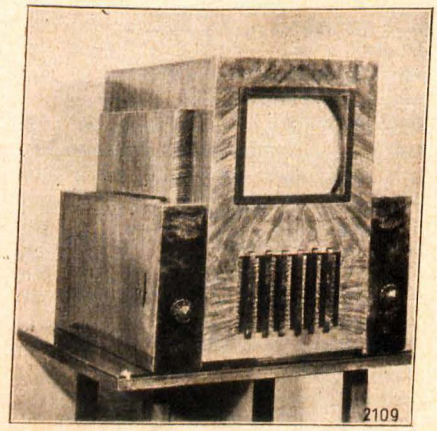


Abb. 1. Fernsehempfänger FEB

Die technische Aufgabe

Bei der Weiterentwicklung der Fernsehempfänger kommt es vor allem darauf an, die Herstellungskosten und damit die Verkaufspreise zu senken, damit es immer größer werdenden Kreisen ermöglicht wird, sich einen Fernseher zu beschaffen und im Fernseh-Heimempfang an den abendlichen Sendungen teilzunehmen. Es ist selbstverständlich, daß diese Verbilligungsmaßnahmen weder die Bildgüte, noch die Zuverlässigkeit des Gerätes beeinträchtigen dürfen. Die Bildgüte ist in erster Linie von den Konstanten des Senders, also von der Zeilenzahl und der sekundlichen Bildwechselzahl, abhängig; sie wird aber daneben von den Einzelteilen und Einrichtungen des Empfängers beeinflußt. Ein zu billiger Aufbau kann also die Bildgüte sehr wohl beeinträchtigen. Man muß deshalb unbedingt darauf achten, daß sich Verbilligungsmaßnahmen nicht in dieser Richtung auswirken.

Der Loewe-Fernseher FEB ist ausdrücklich so konstruiert worden, daß er die volle bei den heutigen Senderkonstanten erreichbare Bildgüte gewährleistet, dabei aber einen möglichst geringen technischen Aufwand verlangt. Die Verbilligung — der Empfänger kostet nur etwa 35 bis 40 % der sonst am Markt befindlichen Geräte — kommt besonders handgreiflich in dem Gewicht zum Ausdruck: es beträgt nur noch rund 46 kg und damit nur etwa 50 % mehr, als das des größten deutschen Superhets. Die Ausmaße des Empfängers betragen 540×590×670 mm; er ist in ein seitlich abgesetztes Gehäuse eingebaut (Abb. 1), das auf einem Tisch zur Aufstellung kommt. Bei der Entwicklung dieses Empfängers ging man absichtlich von dem geringsten überhaupt möglichen Aufwand aus und steigerte diesen langsam soweit, bis die verlangte Bildgüte und Zuverlässigkeit gewährleistet waren; andere Fernsehempfänger gingen in ihrer Entwicklung dagegen von einem sehr großen Aufwand aus, der nun langsam soweit verringert wurde, daß die angestrebte Bildgüte und Zuverlässigkeit noch erhalten blieben. Es scheint fast, als würde man bei dem ersten Verfahren zu einem kleineren technischen Aufwand und damit zu niedrigeren Herstellungskosten kommen.

In der Bedienung sollte der Empfänger selbstverständlich laienreif sein; es sollten keinerlei Kunstgriffe erforderlich sein, um die höchstmögliche Bildgüte einzustellen. Er sollte in seinem Innenaufbau ferner so unbedingt zuverlässig durchgebildet sein, daß man es wagen kann, den Empfänger zu plombieren und damit jedem Eingriff zu entziehen. In der architektonischen Gestaltung sollten hingegen keine sonderlichen Anstrengungen gemacht werden; der Fernseher erhielt demzufolge ein einfaches, sachliches, aber natürlich keineswegs schönes Gehäuse, das in dieser Form wohl nur als Übergangslösung gedacht ist.

Die technischen Daten

Der Fernsehempfänger FEB stellt wie üblich die Kombination eines Bild- und Tonempfängers dar; für die Bildwiedergabe wird eine Braunsche Röhre mit ausschließlich elektrostatischer Strahlablenkung benutzt, deren Schirmbild eine Größe von 16×19 cm besitzt. Gegenüber anderen Fernsehempfängern doppelten bis dreifachen Preises ist also eine gewisse Verkleinerung des Schirmbildes erfolgt, die rund 15 % linear ausmacht; diese Verkleinerung wird nicht als unangenehm empfunden. Solange man von der heute üblichen Bilderzeugung auf dem Schirm der Braunschen Röhre Gebrauch macht, solange also nicht die kürzlich bei einem Großempfänger gezeigte Projektion durchgeführt wird, erscheint ein solches Bild genau so befriedigend, wie ein anderes mit etwas größerer Kantenlänge. Die Braunsche Röhre befindet sich in einem kastenförmigen Aufsatz; sie ist waagerecht angeordnet. In dem unteren, breiteren Teil des Edelholzgehäuses sind die gesamten technischen Einrichtungen untergebracht; unter dem Fenster für die Braunsche Röhre ist die Lautsprecheröffnung angeordnet. Rechts und links von der Lautsprecheröffnung befindet sich je ein Bedienungsknopf; der linke dient zur Abstimmung auf die Senderwelle, der rechte — ein Doppelknopf — zur Einschaltung des gesamten Gerätes und zur Lautstärkeregelung, außerdem aber zur Einschaltung des Bildteiles und zur Helligkeitsregelung. Man hat bei dem Empfänger also die Möglichkeit vorgesehen, den Bildteil abzuschalten und das Gerät nur als Tonempfänger zu betreiben; das ist sehr angenehm, weil man mit dem Gerät auch die Ultrakurzwellen-Tonsendungen empfangen kann. Die Konstanten des Ablenkgerätes (x- und y-Achse) können mit Hilfe eines Schraubenziehers von außen geändert werden; auf gleiche Weise sind auch einige andere Grundeinstellungen möglich. Als Antenne kann eine aperiodische Rundfunkantenne oder ein Dipol benutzt werden.

Der Empfänger ist für die Bildkonstanten des Fernsehsenders Paul Nipkow, Berlin, eingerichtet, d. h. für 180 Zeilen und 25 Bildwechsel je Sekunde; er kann aber auch auf 240 Zeilen und 50 Bildwechsel bzw. auf Zeilensprung umgeschaltet werden. Zu diesem Zweck sind innerhalb des Ablenkgerätes lediglich zwei Kondensatoren, die die Kippfrequenz bestimmen, abzuschalten.

Der Fernseher FEB ist weitgehend mit Spezialröhren ausgestattet, um mit kleinem Aufwand eine möglichst hohe Leistung zu erhalten. Er besitzt im Bild- und Tonempfänger insgesamt neun gesteuerte Röhrensysteme; dazu kommen vier ungesteuerte Gleichrichterröhren, zwei Thyratrons und zwei Verstärkerröhren für die Kippspannungen. Für die Mischung wird eine ACH 1, für die gemeinsame Zwischenfrequenz-Vorverstärkung eine HP 93 benutzt; der Tonteil weist ferner eine Dreifachröhre 3 NFK oder — in neueren Geräten — eine RENS 1254 und eine RES 964 auf. Im Bildteil befinden sich die Verstärkerröhren HP 97, HP 93 und HP 93 sowie die Gleichrichterröhre GV 4. Die beiden Kippgeräte weisen je ein Thyratron FK 2 und ein Doppel-Verstärkerröhre LA 207 auf, während sich im Niederspannungs-Netzteil eine Röhre 26 NG und im Hochspannungsteil zwei Röhren 3020 befinden. Die Leistungentnahme aus dem Netz beträgt bei Bild- und Tonempfang 220 Watt, bei Tonempfang allein rund 125 Watt.

Schaltungstechnik

Abb. 2 zeigt zunächst den grundsätzlichen Aufbau des Fernsehempfängers FEB. Ganz grob betrachtet, zerfällt das Gerät in den eigentlichen Empfänger (oberes strichpunktiertes Rechteck), an den Fernsehröhre und dynamischer Lautsprecher angeschlossen sind (rechts im Bild), und das Stromversorgungsgerät, das für Empfänger und Fernsehröhre die Betriebsspannungen liefert, zu denen natürlich

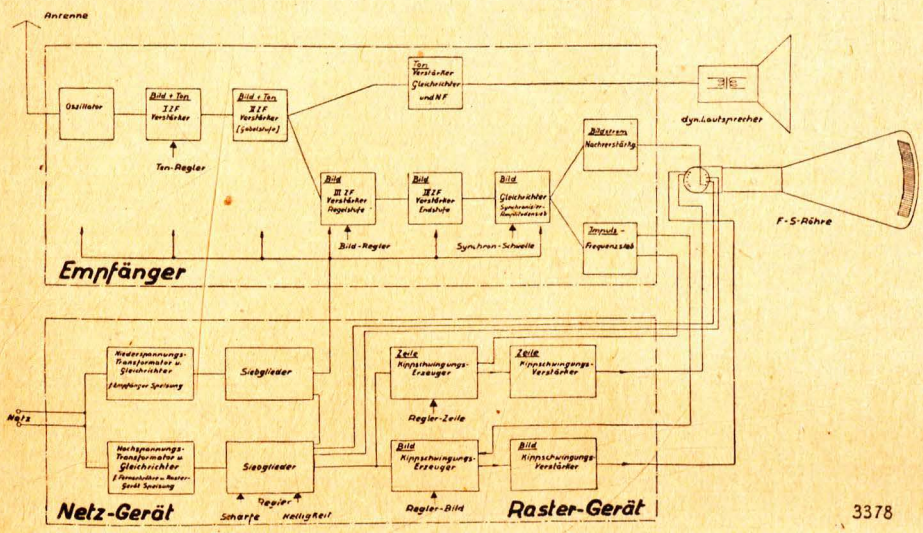


Abb. 2. Grundsätzlicher Aufbau des Fernsehempfängers FEB

auch die Kippspannungen gehören (unteres strichpunktiertes Rechteck). Als erste Stufe des Empfängers ist die Mischstufe, der Oszillator, vorhanden, mit dem der aufgenommenen Frequenz eine Hilfsschwingung überlagert wird; es entsteht die Zwischenfrequenz, in der das Bild- und das Tonband gewissermaßen nebeneinander liegen. Beide Zwischenfrequenzen werden durch eine Röhre gemeinsam verstärkt; hinter diesem ersten Zwischenfrequenzverstärker, in einer sogen. Gabelstufe, findet dann die Trennung der beiden Zwischenfrequenzen statt. Die Gabelstufe enthält keine Röhre, sondern nur einen entsprechend aufgebauten Transformator. Die eine Wicklung führt die Ton-Zwischenfrequenz dem Tonteil zu, der aus einem Empfangsgleichrichter und nachfolgendem Niederfrequenzverstärker besteht; die Endstufe speist den Lautsprecher. Die zweite Wicklung der Gabelstufe ist mit dem Bildteil verbunden, in dem zunächst zwei Röhrenstufen eine weitgehende Verstärkung der Bild-Zwischenfrequenz vornehmen. Darauf folgt der Gleichrichter, der mit einem Synchronisier-Amplitudensieb kombiniert ist, und schließlich eine Röhre zur Bildstrom-Nachverstärkung. Die Gleichrichtung der Bild-Zwischenfrequenz findet in Gegentaktschaltung statt. Hinter dem Amplitudensieb für die Synchronisierspannungen ist schließlich ein Impuls-Frequenzsieb vorhanden, das im wesentlichen aus einer entsprechend abgestimmten Spulenanordnung besteht, mit dem die Impulse für die Zeilenablenkung und den Bildwechsel ausgesiebt werden. Schaltungstechnische Einzelheiten gehen aus Abb. 3 hervor, die die Gesamtschaltung des Fernsehempfängers wiedergibt, natürlich unter Fortlassung der nur unnötig verwirrenden nebensächlichen Einrichtungen.

Der Stromversorgungsteil umfaßt neben den Heizwicklungen für die Röhren, die in üblicher Weise auf den Anodenspannungs-Transformatoren angebracht sind, zwei getrennte Anodenstromgeräte, ein solches, das eine Spannung von einigen hundert Volt für die Speisung sämtlicher Verstärkerröhren liefert, und ein zweites, das eine Spannung von einigen tausend Volt für die Fernsehröhre und für das

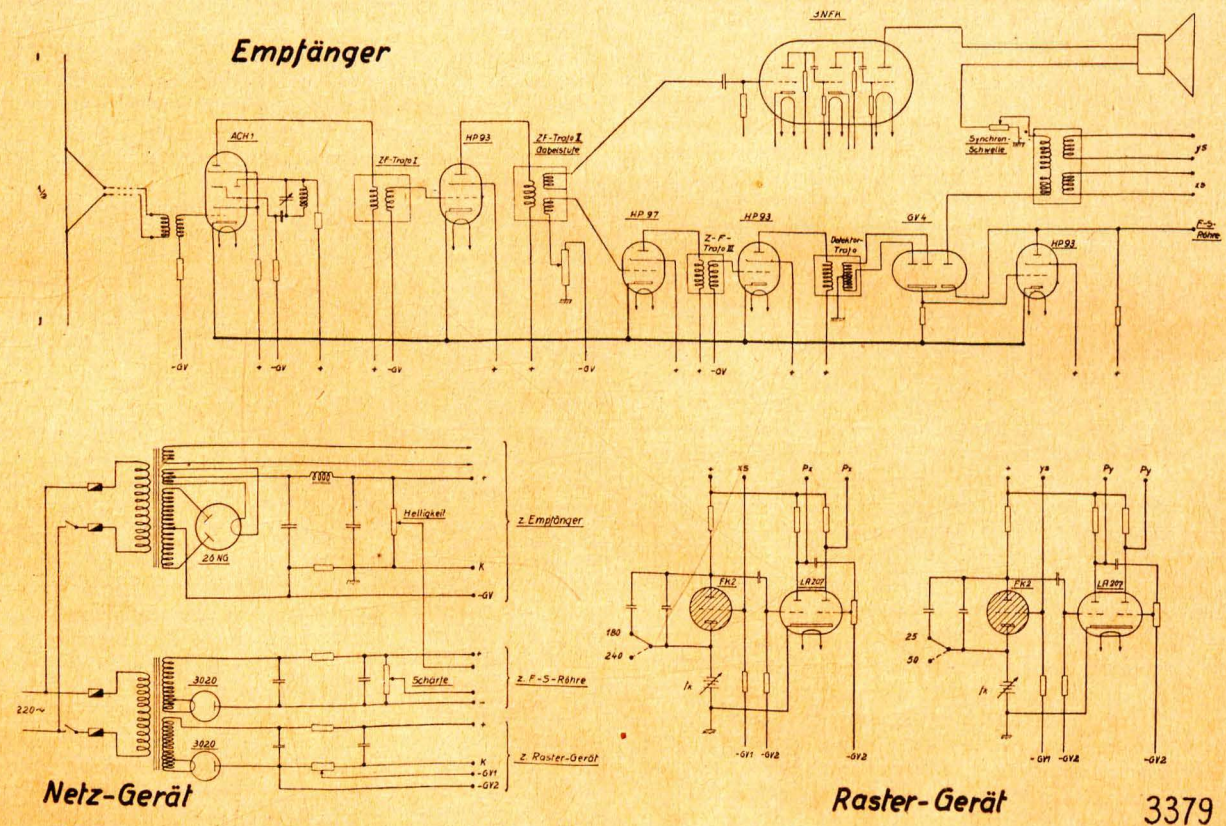


Abb. 3. Die Schaltung des Fernsehempfängers, des zugehörigen Netzgerätes und des Rastergerätes

Rastergerät herstellt. Das Rastergerät selbst zerfällt in zwei Teile: das Gerät für die Zeilenablenkung und das für die Bildablenkung. Jedes dieser beiden Geräte besteht aus einem Kippschwingungs-Erzeuger und einem Kippschwingungs-Verstärker. Auf diese Weise werden die verhältnismäßig hohen Kippspannungen gewonnen, die für die elektrostatische Ablenkung der Fernsehröhre erforderlich sind. Die beiden Kippgeräte arbeiten mit gasgefüllten Thyratronröhren in Sonderbauart; sie sind selbstkippend und werden durch die Synchronisier-Impulse des Senders lediglich im Takt gehalten, der Kippvorgang wird aber durch den Sender nicht erst ausgelöst. Das hat beachtliche betriebliche Vorteile: 1. wird stets ein vollständiges Bildraster ausgebildet, auch wenn der Sender nicht arbeitet, so daß der Fleck also niemals an einer Stelle stehenbleiben und sich einbrennen kann, 2. sind für die Synchronisierung erheblich kleinere Spannungen erforderlich, so daß der Gleichlauf auch unter schlechten Empfangsverhältnissen gewahrt bleibt, und 3. können starke Störungen das Bild nicht außer Tritt bringen und zusammenfallen lassen, sondern die Störungen äußern sich nur als Lichtblitze, die dem Bild überlagert sind.

Einzelheiten des Aufbaues

Es wurde schon eingangs erwähnt, daß der Aufbau unter dem Grundsatz einer möglichst billigen Serienherstellung durchgeführt wurde. Einer der Hauptgründe für den niedrigen Preis ist die verhältnismäßig niedrige Anodenspannung, mit der die Fernsehröhre betrieben wird und die

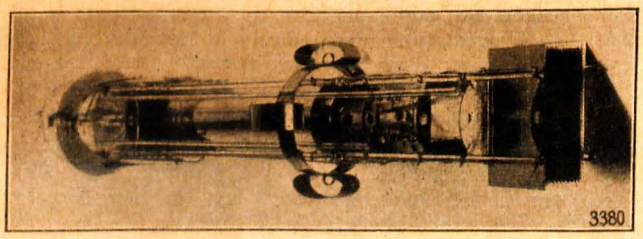


Abb. 4. Systemaufbau der Fernsehröhre

in der Größenordnung von 2000 Volt liegt. Die niedrige Spannung ist eine Folge der Vervollkommnung des elektronenoptischen Systems, die eine bedeutende Steigerung der Helligkeit zur Folge hatte, ohne daß die Betriebsspannung entsprechend heraufgesetzt werden mußte. Aber auch die Anwendung der elektrostatischen Ablenkung hat einen billigen Aufbau zur Folge; zwar wird das System der Fernsehröhre an sich komplizierter, aber der modernen Röhrenherstellung ist es ohne weiteres möglich, die vorhandenen Schwierigkeiten zu meistern. Die größere Genauigkeit wird beim Aufbau der Elektronenlinsen verlangt; hat man diese aber in dem erforderlichen Maße in der Hand, so bringen die vier Ablenkplatten keine wesentliche Erschwerung des Aufbaues. Abb. 4 kann nur einen schwachen Eindruck von dem komplizierten Aufbau des Systems einer modernen Fernsehröhre mit elektrostatischer Ablenkung vermitteln. Die elektrostatische Gegentakt-Ablenkung, die in dem Empfänger Anwendung findet, ermöglicht es, mit Kippgeräten einfachen und billigen Aufbaues zu arbeiten.

Wie sich die beiden besprochenen Grundsätze, niedrige Spannung an der Fernsehröhre und elektrostatische Ablenkung, baulich auswirken, geht aus Abb. 5 und 6 hervor, die den Empfänger in zwei Innenansichten wiedergeben. In Abb. 5 erkennt man rechts vorn den Netzteil; in der Blechumhüllung befinden sich die Netztransformatoren, davor die Niederspannungs-Gleichrichterröhre und die Platte mit den Sicherungen. Abb. 6 zeigt den Netzteil links vorn von der Rückseite; hier sind die beiden Hochspannungs-Gleichrichterröhren gerade noch wahrzunehmen. Rechts davon befinden sich die Rastergeräte, unter ihnen die Ausgleichskondensatoren. Man erkennt bei allen Bauteilen den sehr geringen Umfang; auffällig sind vor allem die kleinen Ausmaße der Kondensatoren. Sie würden bei der Anwendung höherer Anodenspannungen wahrscheinlich den mehrfachen Raum einnehmen.

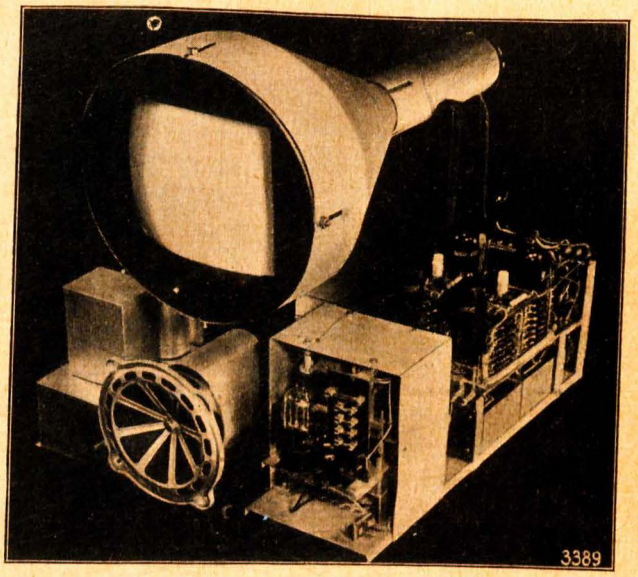


Abb. 5. Innenansicht des Fernsehempfängers, von vorn gesehen

Die Fernsehröhre ist in ein metallisches Gehäuse eingebaut, das die Röhre allseitig umgibt; nur der Schirm wird frei gelassen. Diese sorgfältige Abschirmung ist im Hinblick auf den gedrängten Aufbau ein unbedingtes Erfordernis. Unterhalb der Fernsehröhre erkennt man das dynamische Lautsprechersystem. Auf der anderen Seite der Röhre ist der Empfänger untergebracht; in den Aufnahmen können wir nur das flache Gehäuse mit den Schaltelementen

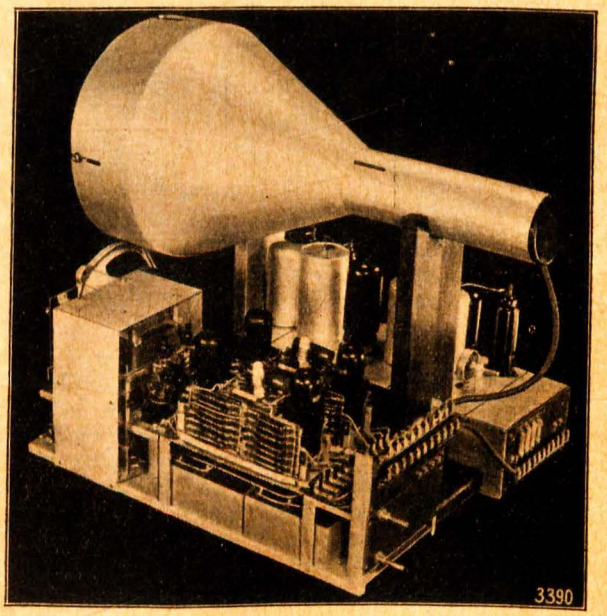


Abb. 6. Innenansicht des Fernsehempfängers, von hinten gesehen

und darauf einen Teil der Röhren und der abgeschirmten Spulensätze erkennen. Beim Bau des Fernsehempfängers wird der Grundsatz verfolgt, alle Einzelgeräte, in die der Empfänger unterteilt ist, für sich zusammenzubauen, zu schalten und zu prüfen, so daß mehrere vollständig fertige Einheiten zur Verfügung stehen, die dann nur zusammen-

geschaltet zu werden brauchen. So gibt Abb. 7 die Ansicht eines Rastergerätes wieder; wie sehen links und rechts die Klemmösen, die in dem Hauptgestell des Fernsehempfängers auf entsprechende Klemmschrauben passen. Ein solches Kipp-

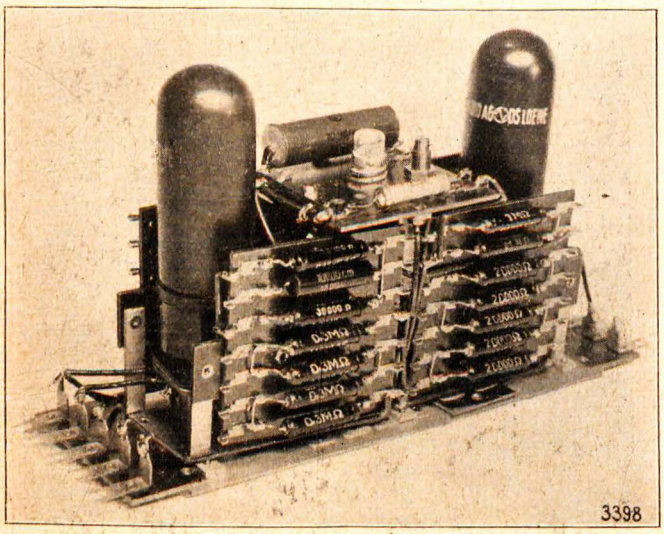


Abb. 7. Ein Kippgerät

gerät läßt sich deshalb in wenigen Minuten auswechseln, falls das erforderlich wird. Ähnlich sind auch die Einheiten des Empfangsteiles aufgebaut; Abb. 8 zeigt zwei solcher Baueinheiten.

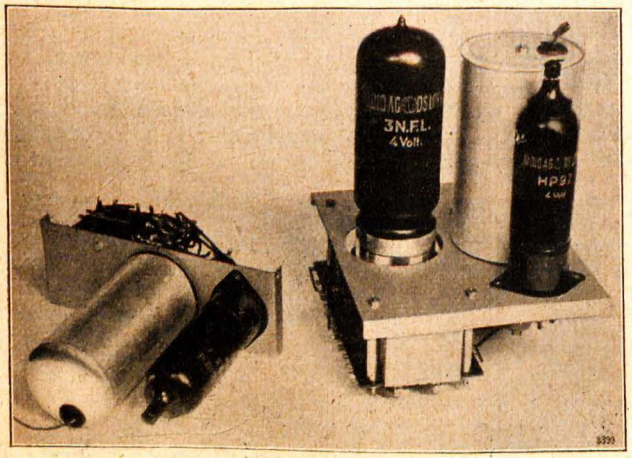


Abb. 8. Baueinheiten des Empfangsteils *Werkbilder (Loewe)*

Die Einheiten des Gerätes lassen sich in Serienfertigung herstellen und prüfen und auf diese Weise besonders billig halten. Die Prüfvorgänge lassen sich ebenfalls weitgehend auflösen und vereinfachen, so daß beim Zusammenbau des Empfängers aus den Einheiten Gewähr gegeben ist, daß er von vornherein richtig arbeitet und infolgedessen kein großer Aufwand an Justierarbeit zu treiben ist.

Bedienung und Leistung

Die praktischen Versuche mit dem Fernsehempfänger FEB bezogen sich vor allem darauf, festzustellen, ob das Gerät gegenüber den weit teueren Modellen irgendwelche technischen Nachteile besitzt. Es kann von vornherein gesagt werden, daß Nachteile nicht festgestellt werden konnten. Daß das Schirmbild um einige Zentimeter kleiner ist, als bei anderen Geräten, wurde bereits gesagt; darin scheint aber auch der einzige Unterschied zu liegen. Die Bilder erscheinen außerordentlich hell und herrlich durchmoduliert, so daß man schon in einem schwach verdunkelten Raum Fernsehempfang treiben kann, wenn auf den Schirm nicht gerade direktes Licht von einem Fenster oder dgl. her fällt. Die mögliche Bildhelligkeit nutzt man auch bei diesem Empfänger bei weitem nicht aus; man wird sich vielmehr stets ein verhältnismäßig dunkles Bild einstellen, um die heute vor allem bei Filmübertragungen bereits möglichen wundervoll zarten Übergänge zwischen Hell und Dunkel zu erhalten, die dem Charakter moderner Panfilme gleichkommen. Eine Änderung des Bildkontrastes ist dem Bedienenden nicht möglich, sie kann nur im Innern des Gerätes durch den Techniker vorgenommen werden. Man vermißt den Kontrastregler aber gar nicht, sondern kommt mit dem Helligkeitsregler vollkommen aus, da dieser ja zum Teil auch eine gewisse Kontrastreglung ermöglicht. Mit ihm kann man das Bild zwischen dunkler weicher und heller harter Wiedergabe ändern. Der Umfang der mit der Helligkeitsregelung verbundenen Kontrastregelung ist allerdings nicht sehr groß; das ist aber auch nicht erforderlich, da es schließlich nur e i n e n richtigen Bildkontrast geben kann, und zwar den, der der Natur bzw. der Wiedergabe guter Filme in einem Kino entspricht. Es ist hier anders, als bei der Klangfarbenregelung der akustischen Rundfunk-Wiedergabe; auch hier kann es nur eine richtige Wiedergabe geben, nämlich die, die dem natürlichen Klangbild am nahesten kommt. Da aber der Raum, in dem der Lautsprecher steht, von großem Einfluß auf die Wiedergabe ist, muß man die Klangfarbe nachträglich ändern können, um den natürlichen Eindruck wieder herzustellen. Dieser Einfluß des Raumes, in dem die Wiedergabe erfolgt, fällt beim Fernsehen fort. Auch der Einfluß von senderseitigen Kabelstrecken, der durch den akustischen Klangfarbenregler ausgeglichen wird, tritt beim Fernsehen kaum in gleichem Maße auf und ist dann zum mindesten nicht durch eine einfache Kontrastregelung zu kompensieren.

Interessant ist es, den Einfluß der hier benutzten Kippschaltung zu studieren. Es wurde schon gesagt, daß Thyratrons benutzt werden, deren Kippfrequenz möglichst genau auf den Sollwert eingestellt ist; sie kann übrigens durch seitliche Schrauben geändert werden. Man regelt sie so ein, daß das Bild „steht". Auf dem Schirm wird ständig im 25periodigen Wechsel das Zeilenraster ausgebildet, auch wenn ein Sender nicht empfangen wird. Es ist deshalb unmöglich, den Brennfleck an irgendeiner Stelle des Schirmes zum Stehen zu bringen; eine Beschädigung des Schirmes durch „Einbrennen" kann nicht erfolgen. Treten Störungen auf — z. B. durch einen im gleichen Haus in Betrieb gesetzten Staubsauger —, so bleibt das Bild erhalten; es wird aber natürlich durch die Störimpulse stark gestört, d. h. die Konturen verwischen, und außerdem huschen ständig helle Lichtblitze über die Zeilen. Das Rastergerät mit Thyratron-Röhren scheint außerordentlich robust und stabil zu sein; es ist durch äußere Einflüsse kaum außer Takt zu bringen. Aber auch sonst zeigten sich während der mehrwöchigen Versuchsdauer keine Nachteile; so war vor allem während dieser Zeit keine Nachregelung der Kippfrequenzen notwendig, obgleich eine solche leicht hätte vorgenommen können.

Der Versuch, den Fernsehempfänger mit Braunscher Röhre erheblich zu verbilligen, ist also in vollem Umfang gelungen. Auf diesem Wege wird man weiter fortschreiten müssen. Eine weitere Verbilligung wäre möglich, wenn die Fabrikationsserien statt 100 Stück z. B. 10 000 Stück umfassen könnten; der Fernseher dürfte dann kaum teurer sein als ein Groß-Superhet. Die eingehende Beschäftigung mit dem Fernsehempfänger FEB hat die Gewißheit zur Folge, daß sich der Fernseher in absehbarer Zeit überall dort, wo Sender arbeiten werden, neben dem Rundfunkempfänger das Heim erobern wird. Ebenso deutlich zeigt sich aber auch gerade aus dem täglichen Fernsehempfang, daß der Fernseher den Rundfunkempfänger niemals verdrängen wird, da beide Geräte völlig verschiedene Wirkungsmöglichkeiten haben.

Erich Schwandt

FUNK-Werkstattpraxis
Monatsbeilage für die Funkwerkstatt
2

Kundendienst bei Kofferempfängern

Die große Zahl der heute im Handel befindlichen Kofferempfänger, die zum Teil überraschend gut verkauft worden sind, veranlassen den Händler und Funkpraktiker, sich mit seiner Tätigkeit besonders auf diese Geräte einzustellen. Kofferempfänger verlangen infolge ihrer großen mechanischen Beanspruchung einen pfleglichen Kundendienst; man muß mit den Empfängern, ihrer Schaltung und ihrem Aufbau genau vertraut sein, damit man Mängel schnell abstellen kann. Der Kundendienst bei Kofferempfängern ist aber nicht schwierig, da es sich um einfache Schaltungen handelt und die Spannungsverhältnisse übersichtlich sind; man kann hier infolge der Verwendung von Batterien mit festen Spannungen rechnen. Schließlich sind die Koffergeräte von vornherein so aufgebaut, daß man schnell an ihre Inneneinrichtung gelangen kann.

Elektrische Schäden an Kofferempfängern sind kaum zu erwarten; Durchschläge von Kondensatoren, Schadhaftwerden von Widerständen verbietet sich bei den niedrigen Anodenspannungen von selbst. Um so häufiger werden mechanische Schäden sein, wie sie sich aus allzu unachtsamer Behandlung der Geräte ergeben. Zwar wurde von seiten der Hersteller alles getan, um die Empfänger möglichst stabil und dauerhaft durchzubilden; trotzdem kann z. B. durch eine periodische Erschütterung während des Transportes im Kraftwagen oder in der Eisenbahn die Lockerung oder Verlagerung eines Teils, sei es eines Widerstandes oder bloß einer Leitung, eintreten. Natürlich werden diese Fälle selten sein, man muß aber mit ihnen rechnen, und man wird deshalb einen nicht arbeitenden Reiseempfänger, den man in die Werkstatt bekommt, am besten zunächst in seiner Leitungsverlegung und in der richtigen Anordnung aller Kleinteile nachprüfen. Legt sich ein frei aufgehängter Widerstand oder ein Draht gegen ein anderes Metallteil, so kann eine nicht beabsichtigte elektrische Verbindung entstehen, die den Empfänger außer Betrieb setzt. Ergibt sich dann die Notwendigkeit, Widerstände neu einzubauen, so wählt man zweckmäßig solche, die nicht dünne Runddrähte, sondern Metallband als Anschlüsse benutzen, da dieses viel weniger nachgiebig ist und den Widerstand zuverlässiger in der richtigen Lage hält. Durch Erschütterungen gefährdete Teile wird man außerdem zweckmäßig mit einem Faden an Teile des Empfängergestells anbinden und sie so in ihren Bewegungen beschränken.

Besondere Aufmerksamkeit verlangen auch alle mechanisch bewegten Teile des Gerätes, also Schalter, Abstimmgriffe, Drehkondensatoren und Regler; sie sollten bei jedem Kofferempfänger, der in die Werkstatt kommt, grundsätzlich kontrolliert, Gleitbahnen sollten leicht eingefettet werden, damit ihre zuverlässige Arbeitsweise sichergestellt ist.

Die Hauptarbeit beim Kundendienst wird sich aber auf den Ersatz von Röhren und Batterien beziehen. Die Röhren des Reiseempfängers sind in solchen Geräten, die Trockenbatterien mit eingebautem angezapftem Widerstand besitzen, natürlich besonders gefährdet, da bei ihnen die Gefahr der Überheizung durch Falschstöpseln besteht. Man muß deshalb die wichtigsten Typen der 2-Volt-Reihe vorrätig haben, damit man taub gewordene Röhren durch neue ersetzen kann. Solange die Praxis nicht mit Erfahrungen aufwartet, daß sich einzelne Röhren besonders leicht erschöpfen oder ein verhältnismäßig geringer Rückgang des Anodenstromes zu einem Aussetzen des Empfangs führt — das kann in Superhet-Kofferempfängern bei der Mischröhre geschehen —, wird man die Röhren in dem Verhältnis am Lager halten, in dem sie in den Koffergeräten gebraucht werden. In den heute am Markt befindlichen Koffergeräten mit 2-Volt-Röhren befinden sich ungefähr 30 % des Typs KC 1, 20 % KL 1, je 10 % KK 2, KF 3 und KF 4 und weniger als 10 % KB 2 und KF 7 (je 1 Röhre) sowie KC 3 und KDD 1 (je 2 Röhren). Dieses Verhältnis, nach dem die KC 1 die erste Stelle einnimmt, muß aber dadurch eine Korrektur erfahren, daß diese Röhre — durchweg in Widerstandsstufen verwendet — von allen mit die größte Lebensdauer erreichen dürfte. In viel größerem Maße sind die beiden Endröhren KL 1 und KDD 1 wie auch die Treiberröhre KC 3 gefährdet, vor allem, da hier durch falsche Gittervorspannungen eine zusätzliche Belastung hinzukommen kann.

Eine viel größere Sorge als die Röhren machen dem Funkhändler naturgemäß die Batterien. Während man mit einer bestimmten Anzahl von Röhren sämtliche Kofferempfänger, außerdem aber einen Teil der Heim-Batterieempfänger bestücken kann, muß man an Batterien für jeden Koffertyp eine Heiz- und eine Anodenbatterie vorrätig halten. Von einer Normung sind wir leider noch sehr weit entfernt; nicht einmal zwei Geräte lassen die Verwendung derselben Batterien zu, von zwei Koffergeräten abgesehen, die als Anodenbatterien Normalbatterien von 100 bzw. 120 Volt benutzen. Die übrigen Anodenbatterien und sämtliche Heizbatterien haben aber nicht nur verschiedene Abmessungen, sondern sie haben auch verschiedene Formen und eine verschiedenartige Lage und Ausbildung der Anschlüsse. Hier gibt es Klemmen, Buchsen und außerdem Kontakt-Plättchen, gegen die im Empfänger entsprechende Stromabnahme-Federn drücken. Für den Kundendienst ergibt sich aus dieser im Zeitalter der Normung unverantwortlichen Vielseitigkeit die betrübliche Notwendigkeit, rund 15 verschiedene Batterien auf Lager zu halten. Da das aber ganz unmöglich ist, wird man sich auf eine Auswahl beschränken und hier diejenigen Batterien bevorzugen, die am häufigsten verlangt werden; damit wird der weniger verbreitete Kofferempfänger natürlich benachteiligt. Die Möglichkeit, in einem bestimmten Koffer eine andere Batterie — die eigentlich für einen anderen Empfänger bestimmt ist — zu verwenden, ist zwar grundsätzlich gegeben, sie ist aber doch gering, da die Batterien in ihren Ausmaßen allzu sehr voneinander abweichen und da ja auch die Verschiedenheit der Anschlüsse hinzukommt.

Der Händler, der sich trotz dieser Schwierigkeiten Batterien für Kofferempfänger in größerer Anzahl auf Lager legt, muß unbedingt darauf bedacht sein, eine hervorragende Qualität einzukaufen. Die weniger gängigen Typen werden u. U. sehr lange brauchen, bis sie einmal verlangt werden; sie müssen deshalb eine ganz hervorragende Lagerfähigkeit besitzen, ihre wirksamen Stoffe dürfen sich also während der Lagerung nicht schon selbst aufzehren. Besonders große Aussichten haben hier die salmiakfreien Batterien, die bekanntlich — das ist physikalisch und chemisch bedingt — eine hervorragende Lagerfähigkeit erreichen. Trotz allem muß der Händler hinsichtlich der Kofferempfänger-Batterien mit einer Firma zusammenarbeiten, die ihm jeden benötigten Typ am Tag der Bestellung ab Lager liefern kann.

Erich Schwandt

Einfacher Prüfsender für den Empfängerabgleich

Nächst dem Röhrenmeßgerät ist der Prüfsender das wichtigste Gerät einer jeden Funkwerkstatt. Sein Bau ist nicht schwierig, vorausgesetzt, daß man Sorgfalt und Genauigkeit aufwendet. Selbstverständlich ist der Nachbau wie bei allen anderen unter Patentschutz stehenden Geräten nur für den privaten Gebrauch des Erbauers, aber nicht für die gewerbliche Ausnutzung statthaft.

Der nachstehend zur Beschreibung kommende Prüfsender ist bestimmt, das Abgleichen der Kreise, bei Superhet-Empfängern außerdem das Einstellen der Zwischenfrequenz und der Trimmer-Kondensatoren des Überlagerers zu erleichtern. Es handelt sich zwar nicht um ein Präzisionsgerät, jedoch kann dieser Sender beim täglichen Gebrauch im Laboratorium viele gute Dienste leisten.

Der Frequenzbereich dieses Prüfsenders reicht von 2000 bis 120 kHz; er ist in fünf Bereiche unterteilt, die sich gegenseitig überlappen. Die abgegebene HF-Spannung, die sowohl mit 400 Hz moduliert, als auch unmoduliert entnommen werden kann, ist bei allen Frequenzen nahezu konstant; sie beträgt etwa 0,4 Volt. Die HF-Spannung kann durch einen entsprechenden Spannungsteiler, der an das Gerät angesteckt werden müßte, abgeschwächt werden; wir werden deshalb demnächst noch die Beschreibung eines geeigneten Spannungsteilers veröffentlichen.

Die HF-Spannung, die an die Antennenbuchse eines Empfängers angelegt wird, entspricht der Signalstärke eines Ortssenders. Für ganz rohe Messungen ist durch eine besondere Anzapfung die Abnahme von etwa 8 Volt HF möglich (Punkt *T und Erde*). Wie aus dem Schaltbild Abb. 1 ersichtlich ist, besteht der Prüfsender aus drei Teilen:

1. dem eigentlichen Sender,
2. dem Modulator,
3. dem Netzgleichrichter.

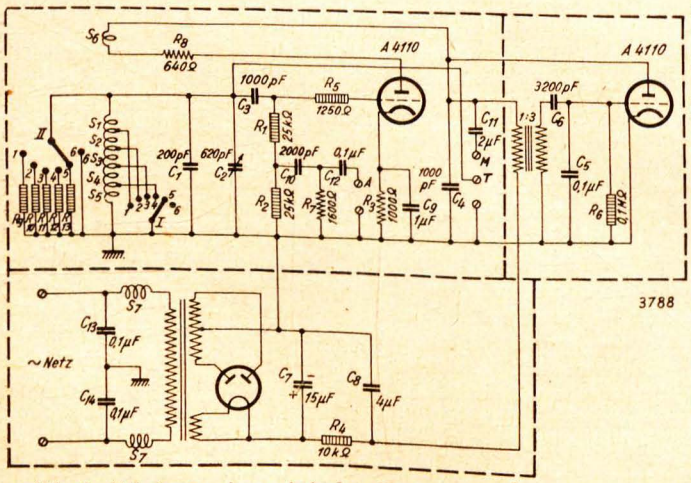


Abb. 1. Schaltung eines einfachen Prüfsenders für den Empfängerabgleich 3788

Der Sender ist in der gewöhnlichen Rückkopplungsschaltung ausgeführt; als Schwingröhre dient die indirekt geheizte A 4110 bzw. REN 904. Die Spule besteht aus fünf hintereinander geschalteten Abschnitten: S_1 bis S_5, die durch den Schalter I nacheinander kurzgeschlossen (mit der Erde verbunden) werden. Bei einer Spulenkapazität von etwa 50 pF, einem Drehkondensator C_2 von 15 bis 620 pF und einem Parallelkondensator C_1 von 200 pF, was einer Anfangskapazität von etwa 265 pF und einer Endkapazität von etwa 870 pF entspricht, lassen sich folgende Frequenzbereiche bestreichen:

Schalterstellung	Eingeschaltete Spulen	Eingeschaltete Windungszahl	Frequenzbereich in kHz
1	S_1	30	1990...1100
2	S_1+S_2	63	1150... 630
3	$S_1+S_2+S_3$	150	650... 360
4	$S_1+S_2+S_3+S_4$	250	370... 205
5	$S_1+S_2+S_3+S_4+S_5$	450	210... 115

Wenn man für C_2 einen Drehkondensator von 15 bis 500 pF verwenden will, so soll $C_1 = 150$ pF gewählt werden; dabei bleiben die Frequenzbereiche fast dieselben, wenn man folgende Windungszahlen benutzt:

$S_1 = 33$, $S_2 = 37$, $S_3 = 97$, $S_4 = 113$, $S_5 = 220$ Wdg.

In diesem Falle muß die Rückkopplungsspule S_6 statt aus den in der zweiten Tafel angegebenen Windungszahlen bestehen aus 18 + 18 + 112 Windungen.

Die Rückkopplungsspule S_6 ist konzentrisch in der Gitterspule angeordnet und so verteilt, daß der Kopplungsfaktor zwischen der Gitter- und der Rückkopplungsspule bei allen Schalterstellungen fast derselbe bleibt. Durch den Einbau eines Dämpfungswiderstandes von 640 Ohm in die Anodenleitung der Schwingröhre und durch die Wahl der günstigsten Anodenspannung (115 V, an C_4 gemessen) bleibt die HF-Spannung an C_2 fast konstant. Mittels des Schalters *II*, der mit dem Schalter *I* gekoppelt ist, wird in jeder Stellung des Schalters *I* einer der Widerstände $R_9 \ldots R_{13}$ parallel zur Spule $S_1 \ldots S_5$ geschaltet. Durch Auswahl dieser Widerstände, die von der Größenordnung von 40 000 Ohm sind, kann erreicht werden, daß bei allen Schalterstellungen die HF-Spannung genau dieselbe ist, und zwar ungefähr 8 Volt, gemessen zwischen dem Punkt *T* und Erde.

Bei Schalterstellung 6 ist die Spule des Gitterkreises kurzgeschlossen; dadurch wird die Schwingröhre außer Betrieb gesetzt. Diese Schalterstellung dient dazu, um bei mehrmaligem Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes nicht immer auf das Anheizen der Röhren warten zu müssen.

Zur Vermeidung von wilden Schwingungen liegt in der Gitterleitung der Schwingröhre ein Dämpfungswiderstand R_5 von 1250 Ohm. Auch die Bildung von Harmonischen wird dadurch stark herabgesetzt. Der Kathodenwiderstand R_3 hat einen Wert von 1000 Ohm; die Kathode hat also gegen Erde eine Spannung von 6 Volt, der Anodenstrom beträgt dann bei 115 V Anodenspannung etwa 6 mA.

Der Gitterableitungswiderstand $R_1 + R_2$ hat einen Wert von 50 000 Ohm. An diesem Widerstand liegt auch die HF-Spannung von etwa 8 Volt. Um die verlangten 0,4 Volt abnehmen zu können, hätte man diesen Widerstand bei 1/20 seines Wertes anzapfen können. Dies würde aber zwei Schwierigkeiten nach sich ziehen:

1. Wenn die HF-Spannung bei der Untersuchung eines Empfängers mit seriengeheizten Röhren an den Heizfäden liegt, so liegt die volle Netzspannung am Widerstandsteil R_2, was ein sofortiges Durchbrennen zur Folge hätte. Um dies zu verhüten, wurde C_{12} eingeschaltet.

2. Durch Gleichrichterwirkung der Schwingröhre entsteht eine Störfrequenz, welche etwa der Modulationsfrequenz entspricht.

Um diese unangenehmen Folgen zu vermeiden, wurde parallel zu R_2 ein 2000 pF-Kondensator, C_{10}, in Reihe mit $R_7 = 1600$ Ohm gelegt. Für Hochfrequenz bildet der Kondensator praktisch einen Kurzschluß, und die Impedanz ist für die Hochfrequenz 1500 Ohm (denn 1600 Ohm zu 25 000 Ohm parallel geschaltet entsprechen 1500 Ohm). Die verlangte Spannung von etwa 0,4 Volt liegt dann an dem 1600-Ohm-Widerstand. Für die Niederfrequenz von 400 Hz bildet dagegen C_{10} eine Impedanz von etwa 200 000 Ohm, so daß $C_{10} + R_7$ einen Spannungsteiler im

Verhältnis 1 : 140 darstellt. Weil die NF-Spannung von vornherein nur einen Bruchteil von 1 Volt beträgt, wird man diese jetzt überhaupt nicht hören. Durch Abnahme der HF-Spannung zwischen Erde und dem Punkt A werden alle obigen Schwierigkeiten umgangen.

Der Modulator ist ebenfalls als ein rückgekoppelter Gittergleichrichter geschaltet, wobei die Sekundärwicklung des NF-Übertragers als Gitterspule und die Primärwicklung als Anodenspule arbeiten. Die hiermit erzeugte NF-Spannung hat etwa 00 Hz und läßt sich in weiten Grenzen durch die Größe von C_5, C_6 und C_4 ändern.

Da die Anodenspeisung der Sende- und der Modulatorröhre über dieselbe Leitung erfolgt, wird der Anodenstrom der Senderöhre moduliert. C_4 bietet für die Hochfrequenz praktisch einen Kurzschluß. Will man eine unmodulierte Schwingung erzeugen, so verbindet man die Buchse M mit der Erde; dadurch wird der Anodenkreis des Modulators für die Niederfrequenz kurzgeschlossen. Die Röhre schwingt nicht mehr, und der Sender wird nicht moduliert. Dieses Verfahren, den Sender auszuschalten, ist günstiger, als einfach den Anodenstrom der Röhre abzuschalten. Im letzteren Falle würde die Gleichrichterbelastung zu stark abnehmen und die Anodenspannung des Senders steigen, was sofort eine Amplituden- und Frequenzänderung zur Folge hätte. Will man nur die NF-Spannung abnehmen, so sind die Abnahmepunkte wiederum M und Erde. Die Größe der NF-Spannung beträgt 24 Volt. Man soll den Sender nicht abschalten, weil sonst wieder die Modulatoranodenspannung steigen würde, d. h. die Modulatorfrequenz sich ändern würde. Die Modulatorröhre A 4110 nimmt bei 115 Volt Anodenspannung und einem Gitterableitwiderstand von 0,1 Megohm einen Strom von 6 mA auf. Die vom Modulator abgegebene NF-Spannung von 24 Volt entspricht einer Modulationstiefe von etwa 30 %. Bekanntlich ist die Modulationstiefe von 30 % als normal allen Messungen zugrunde gelegt worden. Zur Bestimmung der Modulationstiefe dient die folgende Überlegung:

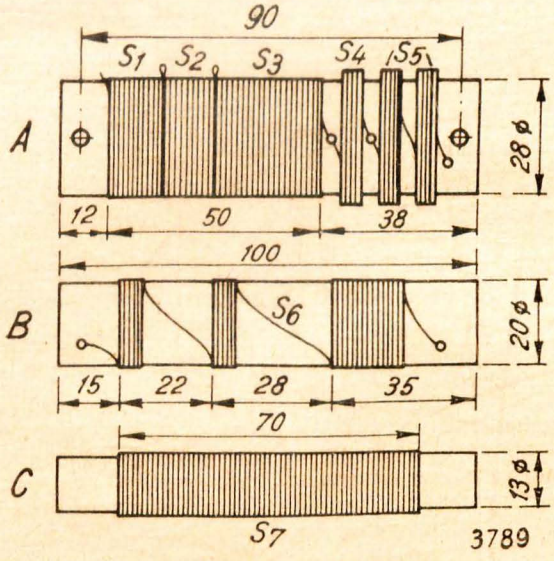


Abb. 2. Abmessungen der Spulen

Trägt man die vom Sender erzeugte HF-Spannung als Funktion von der Anodenspannung auf, so ergibt sich eine nahezu gerade Linie (bei $U_a = 0$ Volt ist U_{HF} auch gleich Null). Bei 8 Volt HF-Spannung entspricht eine Modulationstiefe von 30 % Werten von etwa 10,4 bzw. 5,6 Volt. Projiziert man diese Werte auf die Gerade und fällt dann Lote auf die Abszisse, so sieht man, daß für eine Modulation von 30 % die Anodenspannung von 115 Volt mit 35 Volt moduliert werden muß (Abb. 3). Dieser so erhaltene Ampitudenwert von 35 Volt entspricht einem Effektivwert von 24 Volt, welcher auch vom Modulator geliefert wird.

Der Gleichrichter arbeitet mit einer Röhre 1054 und gibt, bei 12 mA Belastung und einem Abflachkondensator von 15 µF, 280 Volt Gleichspannung ab. Zur Spannungsverkleinerung und weiteren Abflachung wird der Widerstand $R_4 = 10\,000$ Ohm verwendet. Diese Abflachung hat sich bei Doppelweggleichrichtung für einen Prüfsender als vollkommen ausreichend erwiesen. Um ein evtl. Rückstrahlen der Hochfrequenz in das Netz zu verhindern, ist vor die Primärseite des Transformators eine Siebkette geschaltet, welche an sich noch besonders abgeschirmt ist. Die Wände des Abschirmkästchens müssen von der Spulenfläche etwa 15 mm fern bleiben.

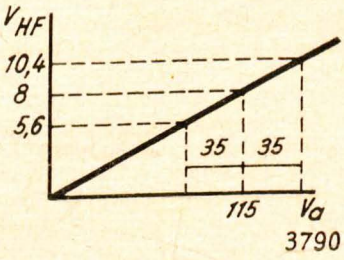


Abb. 3

Die verwendeten Spulen sind in der Abb. 2 angegeben. B ist hier die Rückkopplungsspule; wir erkennen die den Kopplungsfaktor bestimmende Aufteilung. Der Körper mit der Rückkopplungsspule wird in den Spulenkörper der Gitterkreisspule geschoben.

C zeigt die Drosselspulen, welche in die Netzleitungen geschaltet werden, um Rückstrahlung in das Netz zu vermeiden. Die nachfolgende Tafel enthält die Wicklungsangaben.

Spule	Windungszahl	Drahtdurchmesser
S_1	30	0,3 mm
S_2	33	0,3 mm
S_3	87	0,3 mm
S_4	100	0,2 mm
S_5	100+100	0,2 mm
S_6	16+16+100	0,1 mm
S_7	700	0,1 mm

Deutsche Funk-Fachsprache

Eines der häßlichsten Wörter — aus dem Kraftwagenbau in die Empfängerherstellung übernommen —, verbreiteter noch als „Drehko" und „Akku", ist das Wort „Chassis". Beim Kraftwagen hat man es schon vor Jahren durch das schöne deutsche „Fahrgestell" ersetzt; unter den Empfänger-Leuten aber treibt es nach wie vor sein Unwesen. Man wendet es beim Empfänger, beim Lautsprecher, beim Plattenspieler an; es ist so bequem, einfach „Chassis" zu sagen, statt das Ding, das man meint, genauer zu bezeichnen.

Der „Funk"-Leser weiß, daß es im „Funk" seit Jahren kein Chassis mehr gibt. Wir haben damit gezeigt, daß es auch ohne dieses schlechte Fremdwort geht, und wir wollen nun auch die Schaffenden in den Funk-Werkstätten aufrufen, das „Chassis" endlich zum alten Eisen zu tun. Wenn wir das Gebilde bezeichnen wollen, auf dem sich die Einzelteile eines Empfängers befinden, so sagen wir Empfängergestell, Grundgestell oder Metallgestell, in der täglichen Fachsprache auch einfach Gestell. Wollen wir ausdrücken, daß ein Einzelteil oder eine Leitung elektrisch mit dem an Spannung Null liegenden Gestell verbunden ist, kommt es uns also auf das elektrische Bild an, so sagen wir: die Leitung oder das Teil liegen an Masse. Warum sollen wir das vieldeutige „Chassis" verwenden, wenn wir für zwei verschiedene Dinge so klare und saubere Begriffe haben, wie Gestell und Masse?

Beim Plattenspieler und Lautsprecher, wo wir ebenfalls von einem Chassis sprachen, aber sagen wir deutlicher Einbau-Plattenspieler und Einbau-Lautsprecher; wir bezeichnen damit genau, daß wir Plattenspieler und Lautsprecher ohne Gehäuse meinen. —*dt*

Das alte Gerät

Verbesserungen an veralteten Empfängern

T 40 trennschärfer!

Einer der verbreitetsten Telefunken-Empfänger, der infolge seines soliden Aufbaues — nur die Becherkondensatoren schlagen bekanntlich zuweilen durch — auch heute noch vielfach im Betrieb ist, ist der Zweikreis-Vierröhrenempfänger T 40. Seine Besitzer sind schwer zu veranlassen, das Gerät gegen einen neuzeitlichen Empfänger umzutauschen, besonders dann nicht, wenn sie als Endröhre bereits die RE 604 benutzen, mit denen der Empfänger eine ganz hervorragende Wiedergabe liefert. Nur die Trennschärfe ist natürlich viel zu gering, und verhältnismäßig oft wird gerade an den tüchtigen Funkfachmann die Aufgabe herantreten, die Trennschärfe des T 40 zu verbessern. Wir wollen deshalb einige Hinweise geben, welche Maßnahmen hierbei getroffen werden können.

Am wirksamsten wäre natürlich ein Ersatz der vorhandenen Schwingkreise — d. h. der Spulensätze und der Drehkondensatoren, durch neue, besonders dämpfungsarme Ausführungen; die Kosten wird aber kaum jemand aufwenden wollen, zumal die hierdurch erforderliche Änderung der Umschaltung und des Antriebes sehr zeitraubend ist. Wir müssen also Spulen und Kondensatoren beibehalten und trotzdem trennschärfer werden. Es gibt drei Maßnahmen, die zweckmäßig alle drei angewandt werden: 1. neue Eingangsschaltung, 2. neue Hochfrequenzröhre, 3. losere Kopplung zwischen HF-Stufe und Audion. Die loseren Kopplungen am Eingang und zwischen der 1. und 2. Stufe bringen eine Einbuße an Lautstärke; sie wird zum Teil durch die neue HF-Stufe wettgemacht. Reicht die Verstärkung trotzdem nicht aus, so kann man die Dreipolröhre des Empfangsgleichrichters durch eine Fünfpol-Schirmröhre ersetzen; diese Maßnahme dürfte aber in den seltensten Fällen erforderlich sein.

Die Eingangsschaltung wird folgendermaßen geändert: Der Dreiplattendrehkondensator ziemlich großer Kapazität wird entfernt und durch eine neuzeitliche Ausführung von etwa 2 × 10 cm ersetzt; gut geeignet ist hier die Saba-Wellenschleuse. Der Kopplungskondensator zwischen dem drehbaren Teil der Wellenschleuse und dem 1. Kreis wird ebenfalls entfernt; er wird durch einen Calit-Kondensator von 30 cm ersetzt. Durch diese Maßnahmen ist der Eingang des Empfängers bereits erheblich trennschärfer gestaltet worden. Außerdem ist die Anwendung eines zusätzlichen Kreises, der als Trennkreis geschaltet wird, anzuraten, eines Kreises also, der jedesmal auf den empfangenen Sender abzustimmen ist. Natürlich kann ein solcher Kreis nur dann angewandt werden, wenn man dem Besitzer des Gerätes die schwierigere Bedienung zumuten kann.

An Stelle der RENS 1204, die im T 40 verwendet wird, setzt man eine RENS 1284 ein. Um die richtige Schirmgitterspannung zu erhalten, wird der Widerstand zwischen dem Schirmgitter und Masse entfernt, es bleibt also nur der Vorschaltwiderstand von 0,1 MΩ vorhanden. Gitter- und Anodenspannung können die ursprünglichen Werte behalten.

Die Kopplung zwischen der 1. und 2. Stufe wird dadurch wesentlich loser gestaltet, daß man den jetzigen 500-cm-Kondensator durch einen Calit-Kondensator von 30 bis 50 cm ersetzt. Außerdem erweist es sich als zweckmäßig, bei dieser Gelegenheit den Gitterkondensator des Audions von 250 cm durch einen solchen von 100 bis 150 cm zu ersetzen.

Tonabnehmer-Anschaltung ohne Brummstörungen

Will man an das Steuergitter eines netzbetriebenen Audions einen Tonabnehmer anschalten, so stellen sich durch unkontrollierbare Kopplungen leicht Brummstörungen ein. Oft ist das Gitter auch nicht unmittelbar zugänglich, dann nämlich, wenn Röhren mit stiftlosem Sockel zur Anwendung kommen, bei denen sich der Gitteranschluß am Kolben befindet, und wenn Gitterkondensator und -widerstand unmittelbar in die Gitteranschlußkappe eingebaut sind. Um diesen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, kann man den Tonabnehmer auch an das Schirmgitter der AF 7 bzw. CF 7 anschalten; dieses Verfahren ist bei einigen neueren Allstrom-Empfängern im Gebrauch, wo es sich gut bewährt.

Der eine Pol des Tonabnehmers wird an das Schirmgitter, der andere unmittelbar oder — bei Allstromempfängern — über einen Kondensator an Masse gelegt. Die Schaltung ist so vorzunehmen, daß der während des Empfangs zwischen dem Schirmgitter und Masse liegende Hochfrequenz-Kurzschluß-Kondensator von 0,2 bis 1 µF während der Schallplattenwiedergabe an der Schirmgitterseite abgeschaltet wird, denn er würde ja einen teilweisen Kurzschluß der vom Tonabnehmer gelieferten sprachfrequenten Wechselspannungen bewirken. Diese Schaltung ist einer anderen auch möglichen, bei der der Tonabnehmer einfach zwischen dem Schirmgitter und dem die Schirmgitterspannung zuführenden Widerstand eingefügt wird, vorzuziehen, da der Tonabnehmer bei der zuerst beschriebenen Schaltung gleichspannungsfrei bleibt.

Die Rückkopplung bei Klein-Superhets

Ältere Klein-Superhets, z. B. AEG-Super-Geatron 303 WL, Siemens 36 WL, Telefunken-Nauen 330 WL, Graßmann-Tabora II, Blaupunkt-Super 3 W 4, Mende-Super 248, Sachsenwerk-Olympia-Super W, Staßfurt-Imperial 35 W und andere heute erfreulicherweise überholte Empfänger, besitzen am Zwischenfrequenz-Gleichrichter — also an der zweiten Röhre — eine Rückkopplung, die zwar veränderlich, aber nicht bedienbar ist. Sie wurde in der Fabrik auf einen Durchschnittswert eingestellt, verlangte aber fast immer Nachregelung durch den Händler, da ihre Wirksamkeit stark von der Netzspannung abhängig ist. Eine besonders unangenehme Erscheinung ist das Schwingen der zweiten Röhre bei Netz-Überspannung. Es tritt dann auf, wenn die Rückkopplung in der Abendzeit, wo wir fast immer die niedrigste Netzspannung haben, auf den richtigen Wert, d. h. auf größte Empfindlichkeit, eingestellt wurde; ist am Vormittag eine höhere Spannung vorhanden, so schwingt das Gerät oder es arbeitet doch dicht vor der Schwinggrenze, so daß die Verzerrungen bereits unerträglich werden.

Nicht immer kann der Händler seinen Kunden gerade dann besuchen und die Einstellung der Rückkopplung vornehmen, wenn die Netzspannung am höchsten ist. Er kann die Einregelung aber durch einen Trick trotzdem richtig vornehmen; er braucht nämlich nur darauf zu achten, daß die Rückkopplung auch während des Anheizens nicht schwingt. Da die Stromaufnahme der in den Klein-Superhets meist indirekt beheizten Endröhre erst nach etwa ½ bis 1 Minute ihren vollen Wert erreicht, arbeiten die Röhren in der Anheizzeit mit Überspannung; das Audion ist also ähnlichen Betriebsverhältnissen ausgesetzt, wie bei zu hoher Netzspannung. Nimmt man die Einregelung der festen Rückkopplung so vor, daß sie in der Anheizzeit nicht schwingt, so hat man die Sicherheit, daß sie auch während der Netz-Überspannung nicht zum Schwingen kommt. Eventuell muß man mit einem Kopfhörer hinter dem Audion abhören, was das Audion während des Anheizens tut, dann nämlich, falls die Kathode der Endröhre zu träge ist, um diese Beobachtung im Lautsprecher machen zu können.

Schutz von Elektrolytkondensatoren durch Urdoxwiderstände

Widerstände aus Urandioxyd, sog. Urdox-Widerstände, werden heute in fast allen Allstromempfängern angewandt, um die Skalenlampen vor den hohen Einschalt-Stromstößen zu schützen, die die Röhren und die Eisendraht-Wasserstoffwiderstände hindurchlassen. Sie sind in der letzten Zeit in einer weiteren Sonderausführung entwickelt worden, die bestimmt ist, den Schutz der Elektrolytkondensatoren in Wechselstromempfängern zu übernehmen. Sie ermöglichen damit die Heraufsetzung der Betriebsspannungen und eine bessere Ausnutzung des Gleichrichters, ohne daß die Elektrolytkondensatoren — die bekanntlich nur für eine Spannung von höchstens 550 Volt gebaut werden können — weiterhin gefährdet werden. Da diese Urdox-Widerstände auch dazu dienen können, ältere Geräte, die in dieser Hinsicht etwas leichtsinnig konstruiert worden sind, in Ordnung zu bringen, sollen sie an dieser Stelle ausführlicher besprochen werden.

Diese neuen Urdox-Widerstände wurden in der Hauptsache entwickelt, um in Wechselstromempfängern mit indirekt beheizter Endröhre (AL 2, AL 4) und den gegebenen Gleichrichtern (AZ 1 von 60 mA Höchststrom) statt dynamischer Lautsprecher von 5 Watt Erregerleistung solche größerer Leistung (6—10 Watt) verwenden zu können. Da die Stromstärke von 60 mA nicht überschritten werden darf, ist das nur durch Ausnutzung der vollen Gleichrichterspannung von 500 Volt möglich; dem standen bisher die Elektrolytkondensatoren durch ihre zu geringe Spannungsfestigkeit entgegen. Schaltet man nämlich ein Gerät mit indirekt beheizter Endröhre und direkt beheiztem Gleichrichter ein, so liefert der letztere spätestens 2 Sekunden nach dem Einschalten die volle Anodenspannung, während die Empfängerröhren, insbesondere die Endröhre, erst nach 15—20 Sekunden ihren vollen Strom aufnehmen. Infolgedessen wird der Elektrolytkondensator in der Zwischenzeit bis auf die Scheitelspannung des Gleichrichters aufgeladen; das kann auch durch einen Parallelwiderstand von beispielsweise 0,1 MΩ nicht verhindert werden. Soll die Scheitelspannung des Gleichrichters den für die Elektrolytkondensatoren zulässigen Wert von 500 Volt nur unwesentlich überschreiten, so muß die mittlere Gleichspannung, mit der der Empfänger betrieben wird, auf rund 360 Volt festgelegt werden. Bei einer Spannung von 360 Volt bleibt für die Feldspule des Lautsprechers aber nur eine Spannung von etwa 100 Volt übrig, denn rund 250 Volt verlangen die Röhren des Empfängers als Anodenspannung; die Feldspule kann infolgedessen mit höchstens 6 Watt erregt werden.



Abb. 1. Urdox-Widerstand für den Schutz von Elektrolytkondensatoren. Länge des Widerstandes mit Kappen etwa 55 mm

Baut man aber einen der neuen von der Osram-Gesellschaft für den Schutz von Elektrolytkondensatoren entwickelten Urdox-Widerstände in das Gerät ein — wie Abb. 1 zeigt, kann man den Widerstand ohne weiteres in die Verdrahtung einlöten —, so kann man bei einer Transformatorspannung von 2 × 500 Volt mit der mittleren Gleichspannung bis auf etwa 470 Volt heraufgehen, d. h. man kann die Feldspule des dynamischen Lautsprechers mit mehr als der doppelten Leistung erregen.

Der Urdox-Widerstand hat die Eigenschaft, im kalten Zustand einen vielfach so hohen Ohmwert zu besitzen, wie im betriebswarmen Zustand. Er ist außerdem so wärmeträg, daß er, an Spannung gelegt, seinen betriebswarmen Zustand erst nach Sekunden erreicht. Der Urdox-Widerstand ist so bemessen, daß er im Betriebszustand einen Spannungsabfall von 30 Volt, bei Vollast = 60 mA gerechnet, hervorruft. Seine Wirkungsweise in der Schaltung nach Abb. 2 ist die folgende:

Schaltet man den Empfänger ein, so steigt die Spannung am Kondensator langsam an, ohne jedoch die höchstzulässige Spannung erreichen zu können, da der hohe Widerstand des Urdox-Körpers dazwischen liegt. Nach Ablauf der Anheizzeit der Verstärkerröhren, also nach 12—14 Sekunden, entladet sich der Kondensator durch die beginnende Stromaufnahme der Verstärkerröhren; die Spannung an ihm sinkt etwas. Die Röhren nehmen mehr Strom auf, ihr Widerstand wird schließlich klein gegen den Kaltwiderstand des Urdox-Körpers. Dadurch tritt eine Spannungsverschiebung ein: der größere Teil der vom Gleichrichter gelieferten Spannung liegt nicht mehr wie bisher an den Röhren, sondern am Urdox-Widerstand; dieser kommt dadurch auf Betriebstemperatur und sein Widerstand bricht zusammen. Die Spannung am Kondensator steigt nun — bei voller Stromaufnahme der Röhren — auf den Endwert an, der Betriebszustand aller Teile ist erreicht.

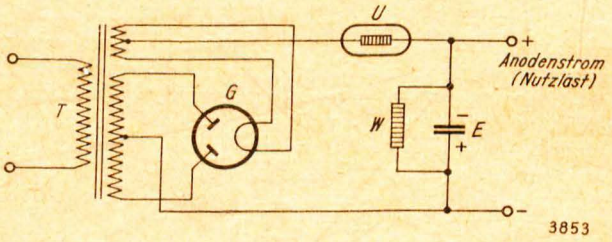


Abb. 2. Einschaltung eines Urdox-Widerstandes in einen Wechselstrom-Netzteil. T = Netztransformator, G = Gleichrichter AZ 1 oder 1054, E = Elektrolytkondensator, W = Parallelwiderstand, U = Urdox-Widerstand

Wichtig ist, daß auch die Abkühlungsverhältnisse des Urdox-Widerstandes so eingerichtet wurden, daß der Urdox-Körper auch nach kurzzeitigem Ausschalten einen genügend großen Teil seines Kaltwiderstandes angenommen hat; infolgedessen können Spannungsüberlastungen des Kondensators nicht auftreten. Bei sehr kurzzeitigen Ausschaltzeiten sind aber die Kathoden der Röhren noch genügend warm, so daß nach erneutem Einschalten die Spannung am Kondensator durch die Stromaufnahme der Verstärkerröhren klein gehalten wird.

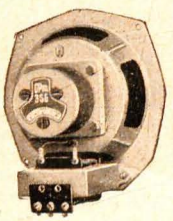
Wie schon eingangs erwähnt, ist dieser neue Urdox-Widerstand nicht nur geeignet, um beim Entwurf neuer Geräte diese unter Beibehaltung der üblichen Gleichrichter- und Verstärkerröhren und der infolge ihrer hohen Kapazität auf kleinem Raum sehr bewährten Elektrolytkondensatoren mit einem Lautsprecher höherer Feldleistung auszustatten, sondern man kann ihn auch in solche älteren Geräte einbauen, die zu einer Spannungsüberlastung der Elektrolytkondensatoren neigen. Das ist selbstverständlich bei allen Empfängern der Fall, in denen man unmittelbar nach dem Einschalten ein verdächtiges Knistern hört, besonders dann, wenn der Empfänger längere Zeit außer Betrieb war. Man kann diese Erscheinung nur bei solchen Geräten feststellen, die indirekt beheizte Endröhren besitzen und in

denen eine ziemlich hohe Transformatorspannung zur Anwendung kommt. Durch den Einbau des Urdox-Widerstandes kann man diese unangenehme Erscheinung beseitigen.

Die Herstellerfirma des neuen Urdox-Widerstandes weist im übrigen darauf hin, daß es wirtschaftlicher und technisch günstiger ist, einen direkt geheizten Gleichrichter (AZ 1) in Verbindung mit einem Urdox-Widerstand zu verwenden, als einen indirekt geheizten Gleichrichter ohne Widerstand. Dem direkt geheizten Gleichrichter in Verbindung mit einem Urdox-Widerstand ist vor allem wegen der sehr großen Betriebssicherheit der Vorzug zu geben.

Dynamischer Einbau-Lautsprecher für Koffergeräte

Die deutschen Lautsprecherfabriken haben sich entschlossen, gemeinschaftlich einen permanentdynamischen Einbau-Lautsprecher herauszubringen, der nach Gewicht und Größe für den Einbau in Koffergeräte und in sämtliche Empfänger geeignet ist, in denen nur wenig Raum zur Verfügung steht. Der Lautsprecher ist mit einem geschlossenen Ringmagneten ausgestattet und besitzt ein sehr kräftiges Feld und einen dementsprechend hohen Wirkungsgrad. An ihn ist ein angezapfter Ausgangs-Übertrager angebaut, um ihn an Dreipol- und Fünfpol-Endröhren anschließen zu können. Der Einbau-Lautsprecher (siehe Bild), der unter der Bezeichnung G. Pm. 366 geliefert wird, hat einen Durchmesser von 130 mm, eine Tiefe von 65 mm und ein Gewicht von etwa 940 g. *(Werkbild K)*



Permanentdynamischer Einbau-Lautsprecher G. Pm. 366 für Kofferempfänger

FW-Ratschläge

Übersichtliche Verdrahtung durch Mehrfach-Isolierschlauch

Es ist immer von Vorteil, wenn der Verdrahtungsraum eines Empfängers möglichst entlastet ist, d. h. wenn möglichst wenig Leitungen darin liegen, diese aber klar und übersichtlich. Fehlersuche, Umbauten und irgendwelche Erprobungen können ungleich viel schneller und leichter vorgenommen werden, als wenn im Verdrahtungsraum ein unübersichtliches Gedränge herrscht.

Natürlich wird in erster Linie die Konstruktion dafür zu sorgen haben, daß klare Verhältnisse herrschen. Daneben läßt sich jedoch durch reine Verdrahtungstechnik auch nachträglich überraschend viel erreichen. Aus dem umfangreichen Kapitel „Verdrahtungstechnik" wollen wir heute nur eines herausgreifen, das manchem Praktiker immer noch sehr wenig geläufig, dabei aber äußerst wertvoll ist: Die Verwendung von starken Isolierschläuchen zur äußerlichen Zusammenfassung mehrerer zusammengehöriger Leitungen.

Diese Zusammenfassung liegt natürlich stark im Interesse der Klarheit, denn es kann z. B. an die Stelle von vier einzelnen Leitungen ein einziger, stärkerer Strang treten. Dieser Strang braucht weniger Raum als die vier Einzelleitungen, er zeigt aber auch sofort, daß die vier Adern, die er führt, sinngemäß zusammengehören. So wird man z. B. zweckmäßig die beiden Drähte der Heizleitung durch Überschieben von 4 mm-Isolierschlauch äußerlich zusammenfassen, ebenso die beiden Adern der Leitung zwischen Netzeinführung und Netztransformator, die Adern der Leitungen zu den Skalenlampen, die drei zur Abstimm-Glimmröhre führenden Drähte, die vier vom Netztransformator zur Gleichrichterröhre führenden Wechselstromleitungen, die Hin- und Rückführung der Leitung von der Tonabnehmerbuchse zum zuständigen Kontakt des Sammelumschalters usw. Verwenden wir abgeschirmten Mehrfach-Isolierschlauch, so können wir sogar einen ganzen Strang Leitungen mit einem Mal abschirmen, was z. B. bei den erwähnten Zuleitungen der Gleichrichterröhre im Wechselstromempfänger oft im Interesse eines brummfreien Betriebes liegen dürfte.

Bei dieser an sich sehr vorteilhaften Zusammenfassung von Leitungsadern ist jedoch Zweierlei zu beachten: Erstens dürfen Leitungen, die elektrisch nicht zusammengehören oder die sich sogar nicht vertragen, auf keinen Fall zusammengebracht werden. Sonst wird der Empfänger nicht übersichtlicher, sondern im Gegenteil gänzlich unklar, wenn er nicht wegen unsachgemäßer Anordnung überhaupt versagt, denn es dürfte z. B. schwierig sein, eine Tonabnehmerleitung und eine Wechselstrom-Heizleitung zusammenzufassen, ohne daß das Gerät brummt, ebenso wie natürlich hochfrequenzführende Leitungen, deren Dämpfung gering sein muß, stets selbständig geführt werden müssen; die beiden Zuleitungen zum Rückkopplungs-Drehkondensator dagegen wird man wiederum zusammenfassen können.

Zweitens muß bei der Verwendung von Mehrfach-Isolierschlauch dafür gesorgt werden, daß die zusammengefaßten Adern stets ganz einwandfrei gegeneinander isoliert sind, damit die Betriebssicherheit nicht leidet. Würde nämlich in einem solchen Leitungsstrang ein Durchschlag erfolgen, so ist er schwerer zu finden und zu beseitigen als sonst, da wir ja in den Schlauch nicht hineinsehen können. Besonders gewissenhafte Arbeit ist bei der Netzzuleitung mit ihren 220 Volt notwendig, noch vorsichtiger aber müssen wir bei den vier Leitungen zur Gleichrichterröhre sein, bei denen die zwei Anodenzuleitungen im allgemeinen 600 bis 800 Volt gegeneinander führen, dazu eine beträchtliche Spannung gegen die im gleichen Schlauch geführte Heizleitung. Wer aber wirklich ausreichend isoliert, der wird keinerlei Schwierigkeiten haben und mit Genugtuung feststellen, daß ein Gerät durch diese Verdrahtungstechnik, die sich auch bei der Industrie zum Teil großer Beliebtheit erfreut, erheblich gewinnt. Deshalb sollte man von ihr bei Um- und Neubauten weitgehend Gebrauch machen.

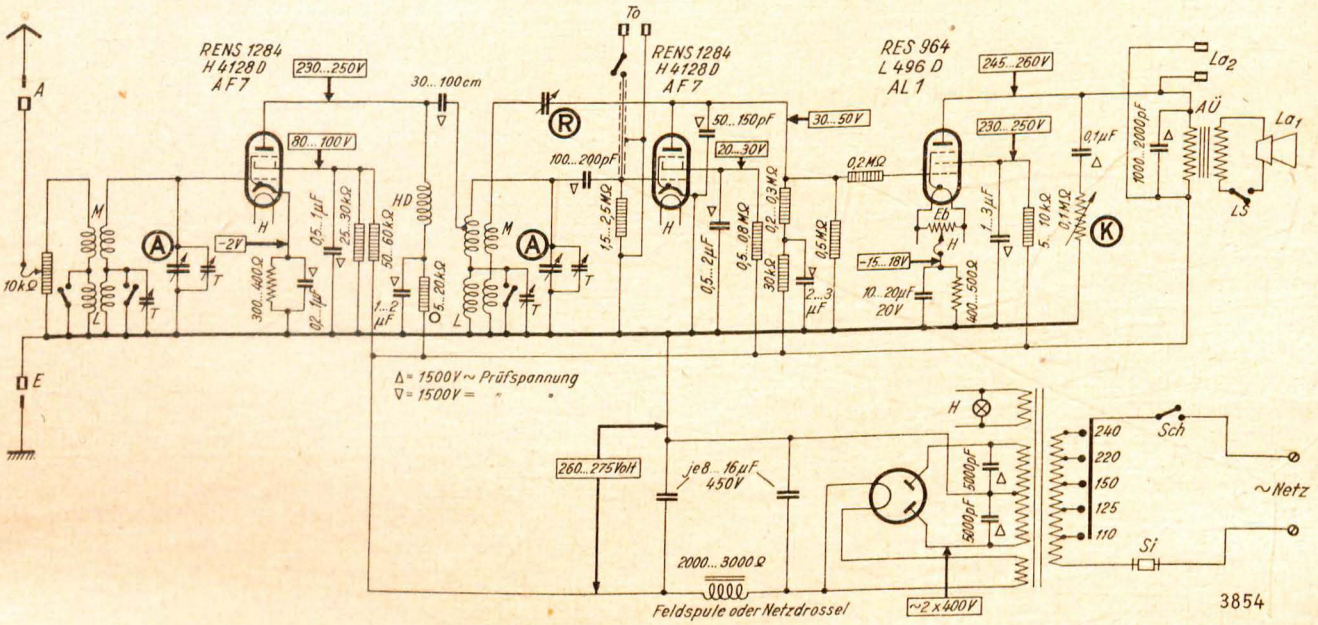
Wilhelmy

Unterputzverlegung von Abschirmkabel

In Neubauten und in solchen Zimmern, deren Wände neu hergerichtet — z. B. neu tapeziert — werden, verlegt man abgeschirmte Antennenleitungen von der Einführungsdose bis zur Empfänger-Anschlußdose zweckmäßig unter Putz. Man verwendet hierzu möglichst biegsames Abschirmkabel, das grundsätzlich in entsprechend weites Gummirohr, sog. Gi-Rohr, wie in der Starkstrom-Installation gebräuchlich, eingezogen wird. Das Gi-Rohr ist genau so mit Krümmungen großen Durchmessers und darum gewickelten Drahtspiralen einzugipsen, wie es von Starkstromleitungen her bekannt ist, damit ein schadhaftes Kabel nachträglich ohne Beschädigung der Wand ausgewechselt werden kann. Die Abschirmung ist einwandfrei durchzuverbinden und mit Hilfe entsprechender Muffen oder besser zwischengesetzter Verbindungsdosen lückenlos zu halten. Unterputzdosen verschiedener Art für die Unterputzverlegung abgeschirmter Kabel befinden sich seit längerer Zeit in einwandfreien Ausführungen im Handel.

Die Schaltung des Funkpraktikers

Zweikreis-Dreiröhren-Empfänger für Wechselstrom



Die Schaltung des Zweikreis-Dreiröhren-Empfängers, der viele Jahre der beliebteste Fernempfänger war und der erst in der letzten Zeit durch die preiswerten Superhets etwas zurückgedrängt wurde, ist zwar schon sehr weitgehend vereinheitlicht, man findet aber doch so viele Unterschiede in den einzelnen Geräten, daß es angebracht war, hier eine „Normalschaltung" zu bringen. Sie nimmt aus allen Schaltungen das Beste, vermeidet aber „Mätzchen" und Schaltungskniffe, die bei der praktischen Verwirklichung oder im Betrieb Schwierigkeiten machen. Diese Zweikreis-Dreiröhren-Schaltung eignet sich vor allem ganz ausgezeichnet zur Umschaltung von Zweiröhren-Reflexempfängern, die nicht einwandfrei arbeiten.

Eingangsschaltung: Es wurde die einfachste mit Drehspannungsschalter gewählt, der als Lautstärkeregler wirkt. An seiner Stelle läßt sich auch ein Dreiplattenkondensator (2×10 . . . 2×20 cm) benutzen; je einen der festen Plattensätze schaltet man an Antenne und Erde, den drehbaren an eine Anzapfung der Mittelwellen-Gitterspule.

Hochfrequenzstufe: Es gibt zwei Möglichkeiten: Fünfpol-Schirmröhre und Fünfpol-Regelröhre. Die Regelröhre erlaubt die Lautstärkeregelung durch einen Kathodenregler. Das ist zwar sehr einfach, hat aber den Nachteil, daß der Röhre stets die volle Antennenspannung zugeführt wird, was sich trennschärfemäßig ungünstig auswirkt. Wir bevorzugen die Regelung am Eingang und lassen die Hochfrequenzröhre dafür mit gleichbleibenden Betriebsspannungen, also ständig mit größter Verstärkung arbeiten.

Empfangsgleichrichter: Er verwendet eine in Gittergleichrichtung (als Audion) arbeitende Fünfpol-Schirmröhre. Viele Empfänger wenden hier einen Anodengleichrichter an; beim Umbau alter Geräte kommt es aber oft in der Hauptsache darauf an, eine große Empfindlichkeit zu erzielen. In dieser Hinsicht ist die Gittergleichrichtung vorteilhafter. Außerdem erhält man leichter einen weichen Rückkopplungseinsatz.

Endstufe: Der Empfänger verwendet die billigere direkt beheizte Endröhre, die über Widerstände angekoppelt wird; an Stelle des Anodenwiderstandes der zweiten Röhre von 0,2 . . . 0,3 MΩ läßt sich auch eine sogenannte Schirmgitterdrossel großer Selbstinduktion verwenden. Die Gittervorspannung der Endröhre wird durch einen Kathodenwiderstand erzeugt, der nur vom Anodenplus Schirmgitterstrom der Endstufe durchflossen wird, von den Anodenströmen der übrigen Röhren also nicht beeinflußt werden kann. Um Selbsterregung der Endstufe zu vermeiden, ist darauf zu achten, daß der Widerstand 0,2 MΩ am Gitter und der Kondensator 1 . . . 3 µF am Schirmgitter unmittelbar an den Kontakten der Röhrenfassung angeordnet werden, längere Leitungen also unbedingt vermieden werden.

Netzteil: Er ist so aufgebaut, daß mit ihm auch die Feldleistung für einen dynamischen Lautsprecher erzeugt wird. Für die Feldspule stehen etwa 100—120 Volt und rund 40mA, also 4—5 Watt, zur Verfügung. Wird die Erregerleistung nicht gewünscht, so kann man die Spannung des Netztransformators auf 2×280 Volt herabsetzen und als Netzdrossel eine solche von rund 200 Ω verwenden (dann wird der Betrieb etwas billiger), oder man läßt Schaltung und Spannungen bestehen und wendet an Stelle der Feldspule einen Ohmschen Widerstand von 3000 Ω, 5 Watt, an (dann läßt sich am Aufbau etwas sparen und außerdem hat man die Möglichkeit, den Widerstand jederzeit durch eine Feldspule zu ersetzen).

Blick in die Händlerpresse

Zentralisierte oder dezentralisierte Verstärkeranlagen?

Eine moderne Übertragungsanlage für Institute, Betriebe u. dgl. soll nicht nur eine hervorragend gute Wiedergabe liefern, sondern sie soll auch wirtschaftlich sein; das aber kann sie nur, wenn sie außer für die Wiedergabe der großen Reichssendungen auch für Betriebsfeiern, Luftschutzübungen, zur Unterhaltung der Gefolgschaft in den Betriebspausen usw. gebraucht wird. Diesen grundsätzlichen Forderungen hat sich der Aufbau der Verstärkeranlage anzupassen. Bei kleinen Leistungen verwendet man zweckmäßig eine Verstärkereinheit, die zusammen mit den Zusatzgeräten (Plattenspieler, Rundfunkempfänger usw.) zentral angeordnet wird; die Lautsprecher, die man auf die einzelnen Räume verteilt, werden mit dem zentralen Verstärker verbunden. Auch bei größeren Leistungen (über 20 Watt) ist diese Anordnung am günstigsten, wenn die einzelnen Räume zusammen liegen.

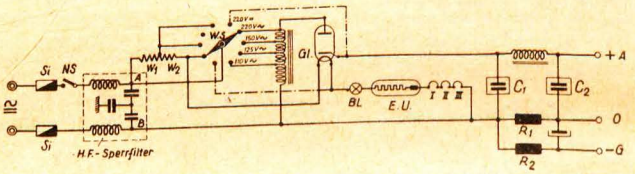
Anders aber wird es, wenn die Räume, in denen die Lautsprecher anzuordnen sind, weit auseinander liegen; die Leistungsverluste in den Lautsprecherleitungen werden auch dann sehr bedeutend, wenn man auf einen höheren Leitungswiderstand herauftransformiert. Man muß zusätzliche Verstärkerleistungen oder größere Leitungsquerschnitte verwenden, Maßnahmen, die die Anlage unwirtschaftlich machen. Die dezentralisierte Aufstellung der Verstärker ist hier das Richtige. An der zentralen Stelle wird ein Steuerverstärker aufgestellt, und über ihn werden nun Schallplatten- und Mikrophondarbietungen sowie Rundfunksendungen fast ohne Verluste über Leitungen an die in den einzelnen Betriebsstätten angeordneten Leistungsverstärker gegeben. Die Leistungsverstärker erfordern, da sie mehrstufig sind, nur eine Eingangsspannung von 1 Volt; infolgedessen kann man zur Verbindung des Steuerverstärkers mit den Endverstärkern ohne weiteres freie Fernsprechadern oder andere Leitungen geringen Querschnitts benutzen. Auch posteigene Fernsprechleitungen lassen sich verwenden (Genehmigung durch die zuständige Reichspostdirektion). Zentrale Bedienung und Überwachung der dezentralisierten Anlage läßt sich durch Relais und andere Überwachungseinrichtungen erzielen.

Es gilt also: Zentralisierte Aufstellung bei kleinem Leistungsbedarf oder engere Gruppierung der Lautsprecher; dezentralisierte Aufstellung bei größerer Entfernung zwischen den einzelnen Unterbetrieben.

Siemens-Rundfunk-Nachrichten

Hohe Leistung beim Wechselstromanschluß von Allstromempfängern

In diesem Jahr geht man mehr und mehr dazu über, Allstromempfänger mit einem Autotransformator auszustatten, um sie auch an Wechselstromnetzen niedriger Spannung mit hohen Spannungen zu betreiben und so volle Leistung zu erzielen. Wie das bei den neuen Körting-Empfängern geschieht, zeigt das beistehende Schaltbild: ein Wahlschalter



3856

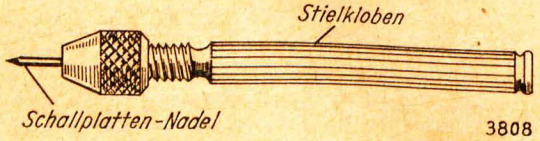
läßt sich auf Gleichstrom (strichpunktierte Verbindungen) und auf vier Wechselstrom-Spannungen schalten. Bei Schaltung auf Gleichstrom wird die Gleichrichterröhre überbrückt; sie kann infolgedessen auch herausbleiben. Bei Schaltung auf eine der vier Wechselspannungen wird die betreffende Spannung auf 220 Volt heraustransformiert, so daß die Gleichrichterröhre also immer mit gleich hoher Spannung arbeitet.

Körting-Mitteilungen

Werkzeuge und Hilfsmittel

Eine praktische Reißnadel

Zum Anzeichnen auf Metallteilen von Empfängern bedient man sich bekanntlich einer stählernen Reißnadel. Es ist nicht nur notwendig, daß eine solche Reißnadel stets eine scharfe Spitze hat, sondern die Nadel muß auch ziemlich steif sein, also nicht federn. Es gibt natürlich im Handel Reißnadeln, die, aus einem Stück Rundstahl gefertigt, diesen Bedingungen genügen. Ist aber nach längerem Gebrauch die Nadel stumpf geworden, so muß die Spitze neu angeschliffen werden. Führt man dies selbst aus, so kann es vorkommen, daß auch die Ränder scharfkantig werden, wodurch dann beim Anreißen leicht auch die teueren Präzisionslineale oder -winkel beschädigt werden könnten.



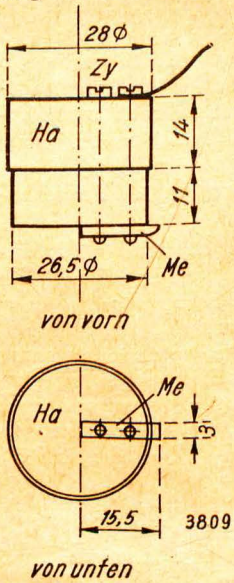
3808

Der Schreiber dieser Zeilen hat nun seit längerer Zeit die besten Erfolge mit nachstehender Reißnadel erzielt: In einen kleinen sogen. Patent-Stielkloben wird einfach eine noch ungebrauchte Schallplatten-Abspielnadel (laute Sorte) eingespannt (siehe Abbildung). Die Nadel wird dann, wenn die Spitze abgenutzt ist, durch eine neue Nadel ersetzt, so daß man stets eine einwandfreie Reißnadel, ohne weitere Kosten und Mühe aufwenden zu müssen, zur Hand hat.

. . . r

Einfacher Prüfstecker für stiftlose Röhren

Während man bei Fassungen für Röhren mit Stiftsockel zu Prüfzwecken leicht mit einem Anoden-Bananenstecker den in Betracht kommenden Fassungskontakt mit der Meßeinrichtung verbinden kann, ist dies bei Fassungen für stiftlose Röhren nicht mehr möglich.



3809

Da es bei Stromkreisprüfungen und manchen Messungen aber nur erforderlich ist, an einen von den acht Polen einer solchen Fassung eine Meßleitung zu legen, hat sich folgender, einfach herstellbarer Prüfstecker für solche Zwecke sehr bewährt. Er wird aus einem Stück Hartgummi gedreht; die Maße gibt die Abbildung an (für die Verwendung bei einer fünfpoligen ähnlichen Röhrenfassung wären diese entsprechend abzuändern). An das Hartgummistück *Ha* wird eine kleinere, aus Messingblech von 2 mm Stärke gefertigte Kontaktzunge *Me*, die ein wenig über den Rand vorstehen muß, mittels zweier Zylinderkopfschrauben *Zy* befestigt. Unter den Kopf der einen dieser Schrauben kann dann die Verbindungslitze zum Meßgerät geklemmt werden.

. . . . r.

Die deutschen Rundfunkempfänger des Baujahres 1936/37

Zusammengestellt von Erich Schwandt

Die Zusammenstellung enthält sämtliche Rundfunkempfänger, die zur Rundfunkausstellung 1936 entwickelt wurden, die also nach dem 15. Juli 1936 — dem von der W. D. R. I. festgesetzten Stichtag — auf dem Markt erschienen sind. Empfänger, die sich schon vor dem 15. Juli auf dem Markt befanden, wurden nicht aufgenommen. Eine Ausnahme macht hier die Abteilung der Kofferempfänger, die eine Übersicht über alle in diesem Jahr hergestellten Kofferempfänger gibt. Die Zusammenstellung wurde mit größter Sorgfalt bearbeitet, ihre Angaben — vor allem die der Preise — erfolgen aber ohne Verbindlichkeit.

Erläuterungen. * vor dem Namen des Empfängers bedeutet, daß das Gerät Schallplatteneinrichtung (d. h. Laufwerk und Tonabnehmer) enthält. Des weiteren bedeuten:

in Spalte „Schaltung": G = Geradeausempfänger, S = Superhetempfänger, R = Empfänger in Reflexschaltung;

in Spalte „Folge der Stufen": An = Anodengleichrichter, Au = Audion, D = drosselgekoppelte NF-Stufe, E = Endstufe, G = Gegentaktstufe, H = Hochfrequenzstufe, M = Mischstufe, O = getrennter Überlagerer, Re = Reflexstufe, T = transformatorgekoppelte NF-Stufe, W = widerstandsgekoppelte NF-Stufe, Z = Zwischenfrequenzstufe, Zw = Zweipolgleichrichter;

in Spalte „Wellenbereich": K = Kurzwellenbereich, M = Mittelwellenbereich, L = Langwellenbereich;

in Spalte „Lautsprecher": E = elektrodynamischer, M = magnetischer, P = permanentdynamischer Lautsprecher;

in Spalte „Gehäuse": H = Holzgehäuse, P = Preßgehäuse;

in Spalte „Antenne" des Abschnitts „Kofferempfänger": R = eingebauter Rahmen, A = Notwendigkeit des Anschlusses einer offenen Antenne.

1. Wechselstromempfänger

Zwei-Röhren-Empfänger

Firma	Typ	Schaltung	Kreiszahl	Abstimmb. Bandfilter	ZF-Bandfilter	Folge der Stufen	Röhren	Wellenbereiche	Zwischenfrequenz kHz	Sperrkreis	Schwundausgleich	sichtb. Abstimmung	selbsttät. Störsperre	Klangfarbenregler	Bandbreitenregler	Lautsprecher	Gehäuse	Preise: der Röhren allein RM	Preise: des Gerätes mit Röhren RM
AEG	2 M 16	G	1	—	—	AuR, WE	AF 7, 164, 354	M, L	—	Sp						M	H	25,25	145,—
AEG	216 W	G	1	—	—	AuR, WE	AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	H	33,25	167,—
Detewe	Rügen 126 W	G	1	—	—	AuR, WE	AF 7, 164, 354	M, L	—	Sp				K		P	H	25,25	149,—
Detewe	Norderney 1026 W	G	1	—	—	AuR, WE	AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—					K		E	H	33,25	165,—
Graetz	Graetzor 40 W	G	1	—	—	AuR, WE	AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—					K		E	H	33,25	159,50
Körting	Unix 37 (R 2103 W)	G	1	—	—	AuR, WE	AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	H	33,25	164,—
Körting	Novum (RB 2206 W)	GR	2	—	—	Re, Zw, E	AF 3, AB 1, AL 4, AZ 1 (1064)	M, L	—		S	A		K	B	E	H	37,75	208,—
Loewe	Opta 137 W	G	1	—	—	AuR, E	4 H 1 (AF 7), 4 E 1 (AL 4), 140 NG	M, L	—	Sp				K		E	H	33,25	163,—
Lorenz	Tonmeister II W	GR	1	—	—	Re, Zw, E	AF 7, AB 2, AL 1, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	H	34,75	168,—
Lumophon	WD 216	G	1	—	—	AuR, E	AC 2, AL 4, AZ 1	M, L	—					K		E	H	28,50	148,50
Mästling	W 22	G	2	—	—	H, Zw, WE	AF 7, AB 2, AL 4, 1064	M, L	—					K		E	H	37,25	192,25
Mende	139 WL	G	1	—	—	AuR, WE	AF 7, 164, 354	M, L	—	Sp				K		M	H	25,25	139,—
Mende	151 WL	G	1	—	—	AuR, WE	AF 7, AL 4, 1064	M, L	—	Sp				K		E	H	33,25	151,—
Mende	198 WL	GR	2	—	—	Re, Zw, WE	1294, AB 2, AL 4, 1064	M, L	—	Sp				K		E	H	38,50	198,—
Neufeldt & Kuhnke	Nordmark 127W	G	1	—	—	AuR, E	AF 7, AL 1, AZ 1	M, L	—					K		E	H	30,75	163,—
Nora	Tosca W 16	G	1	—	—	AnR, WE	AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	H	33,25	159,—
Nora	Largo W 06	G	1	—	—	AuR, WE	AF 7, 164, 564	M, L	—	Sp				K		M	H	26,25	139,—
Owin	L 210 W	G	1	—	—	AuR, E	AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		P	H	33,25	161,—
Philips	Atlas D 12	G	1	—	—	AuR, E	AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		P	H	33,25	155,25
Radio-Union	Radio-Union Typ 1	G	1	—	—	AuR, WE	AF 7, AL 1, AZ 1	M, L	—					K		E	P	30,75	137,50
Saba	240 WL	G	1	—	—	AuR, WE	AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	H	33,25	157,75
Sachsenwerk	Olympia 12	G	1	—	—	AuR, WE	AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	H	33,25	163,—
Schaub	Schaub junior	G	1	—	—	AuR, E	AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	H	33,25	169,—
Seibt	151 W	G	1	—	—	AuR, E	AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—	—				K		E	H	33,25	151,—
Seibt	161 W	G	1	—	—	AuR, E	AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	H	33,25	161,—
Siemens	Standard-2 Röhren	G	1	—	—	AuR, WE	AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	P	33,25	165,—
Staßfurt	LW 27	G	1	—	—	AuR, E	AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	H	33,25	159,—
Tefag	Tefadyn 162 W	GR	1	—	—	Re, Zw, E	AF 7, AB 2, AL 1, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	H	34,75	162,—
Tekade	Orion	G	1	—	—	AuR, E	AF 7, AL 1, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	H	30,75	162,—

Firma	Typ	Schaltung	Kreiszahl	Abstimmb. Bandfilter	ZF-Bandfilter	Folge der Stufen	Röhren	Wellenbereiche	Zwischenfrequenz kHz	Sperrkreis	Schwundausgleich	sichtb. Abstimmung	selbstät. Störsperre	Klangfarbenregler	Bandbreitenregler	Lautsprecher	Gehäuse	Preise der Röhren allein RM	Preise des Gerätes mit Röhren RM
Telefunken	T 612 W	G	1	—	—	AuR, WE	AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	H	33,25	165,—
Telefunken	T 612 W junior	G	1	—	—	AuR, WE	AF 7, 164, 354	M, L	—	Sp				K		M	H	25,25	143,—
Wega	Burg Lichtenstein 37 W	G	1	—	—	AuR, E	AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	H	33,25	158,25
Wega	Schiller W	GR	2	—	—	Re, Zw, E	1284, AB 1, 964, 1064	M, L	—	Sp				K		E	H	36,50	201,50

Drei-Röhren-Empfänger

AEG	326 W	G	2	—	—	H, AuR, WE	AF 3, AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—					K		E	H	45,—	225,—
Brandt	217 W	G	2	—	—	H, AuR, WE	AF 7, AF 7, AL 1, AZ 1	M, L	—					K		E	H	42,50	217,50
Detewe	Stolzenfels II 236 W	G	2	—	—	H, AuR, E	AF 3, AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—					K		E	H	45,—	225,—
Graetz	41 W	G	2	—	—	H, HR, Zw, WE	AH 1, AF 3, AB 2, AL 4, AZ 1	M, L	—		S			K	B	E	H	49,75	229,—
Idealwerke	3 W 56	S	5	—	1	M, Z, Zw, WE	AK 2, AF 7, AB 2, AL 4, AZ 1	M, L	468		S			K	B	E	H	54,75	255,—
Loewe	Opta 237 W	G	2	—	—	H, AuR, E	4 H 3 (AH 1), 4 H 1 (AF 7), 4 E 1 (AL 4), 140 NG	M, L	—					K		E	H	45,75	225,—
Lumophon	WD 327	G	2	—	—	H, AuR, WE	AF 7, AC 2, AL 4, AZ 1	M, L	—					K		E	H	40,25	215,25
Mästling	W 23	G	2	—	—	H, AnR, WE	AF 3, AF 7, AL 4, 1064	M, L	—					K		E	H	45,—	220,—
Mästling	W 33	G	3	—	—	H, H, Zw, WE	AF 3, AF 3, AB 2, AL 4, 1064	M, L	—		S			K		E	H	49,—	245,—
Mende	Sparsuper 259 WL	S	5	—	1	M, Z, Zw, E	AK 1, 1294, AB 1, AL 4, 1064	M, L	482	Sp	S			K	B	E	H	56,50	259,—
Neufeldt & Kuhnke	Nordmark 237 W	G	2	—	—	H, Zw, W, E	AH 1, AB 2, AF 7, AL 1, AZ 1	M, L	—		S			K		E	H	47,25	235,—
Neufeldt & Kuhnke	Nordmark 327 W	G	2	—	—	H, AuR, WE	AF 7, AF 7, AL 1, AZ 1	M, L	—					K		E	H	42,50	225,—
Nora	Rheingold W 26	G	2	—	—	H, An, WE	AF 7, AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—		S	A		K		E	H	45,—	225,—
Owin	L 230 W	G	2	—	—	H, AuR, E	AF 3, AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		2× P	H	45,—	245,—
Philips	Aladin D 23	G	2	—	—	H, HR, Zw, WE	AH 1, AF 3, AB 2, AL 4, AZ 1	M, L	—		S			K		P	H	49,75	229,—
Philips	Aachen-Super D 48	S	7	1	2	M, Z, Zw, WE	AK 2, AF 3, AB 2, AL 4, AZ 1	M, L	128		S			K	B	P	H	54,75	275,—
Saba	340 WL	G	2	—	—	H, AuR, WE	AF 7, AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—					K	B	E	H	45,—	220,—
Saba	341 WL	S	6	1	1	M, Z, Zw, E	AK 2, AF 7, AB 2, AL 4, AZ 1	M, L	485		S			K	B	E	H	54,75	264,75
Saba	342 WLK	S	6	1	1	M, Z, Zw, E	AK 2, AF 7, AB 2, AL 4, AZ 1	M, L, K	485		S			K	B	E	H	54,75	279,75
Sachsenwerk	Olympia 23 W	G	2	—	—	H, AuR, WE	AF 7, AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	H	45,—	225,—
Schaleco	Traumland D 3/W	G	2	—	—	H, Zw, AuR, E	AF 7, AB 2, AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—					K		E	H	49,—	224,—
Schaub	Baden 37	G	2	—	—	H, Gl, E	AH 1, AH 1, AL 1, AZ 1	M, L	—	Sp	S			K		E	H	44,—	233,—
Seibt	220 W	G	2	—	—	H, AuR, E	AF 3, AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—					K		E	H, P	45,—	220,—
Siemens	Standard-3 Röhren	G	2	—	—	H, AuR, WE	AF 3, AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—					K		E	P	45,—	222.—
Staßfurt	LW 37	G	2	—	—	H, AuR, E	AF 3, AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	H	45,—	225,—
Tekade	Herzog II	G	2	—	—	H, AuR, E	AF 3, AF 7, AL 1, AZ 1	M, L	—	Sp				K		P	H	42,50	240,—
Telefunken	T 623 W	G	2	—	—	H, AuR, E	AF 3, AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—					K		E	H	45,—	225,—
Telefunken	T 633 W	G	3	1	—	H, AuR, E	AH 1, AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—		S			K		E	H	45,75	239,—
Wega	Stuttgart 37 W	G	2	—	—	H, AuR, E	AF 3, AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	H	45,—	225,—

Firma	Typ	Schaltung	Kreiszahl	Abstimmb. Bandfilter	ZF-Bandfilter	Folge der Stufen	Röhren	Wellenbereiche	Zwischenfrequenz kHz	Sperrkreis	Schwundausgleich	sichtb. Abstimmung	selbsttät. Störsperre	Klangfarbenregler	Bandbreitenregler	Lautsprecher	Gehäuse	Preise der Röhren allein RM	Preise des Gerätes mit Röhren RM
Vier-Röhren-Empfänger																			
AEG	Super 456 W	S	5	—	1	M, Z, Zw, W, WE	ACH 1, AF 7, ABC 1, AL 1, AZ 1	M, L	468		S		St	K		E	H	60,—	275,—
AEG	Großsuper 476 WK	S	7	1	2	M, Z, Zw, W, WE	ACH 1, AF 3, ABC 1, AL 4, AZ 1	K, M, L	468		S		St	K	B	E	H	62,50	338,—
Braun	Super 537 W	S	5	—	1	M, Z, Zw, N, E	AK 2, AF 3, ABC 1, AL 1, AZ 1	M, L	488		S	A		K	B	E	H	60,—	265,—
Braun	*Phono-Super 537 W	S	5	—	1	M, Z, Zw, N, E	AK 2, AF 3, ABC 1, AL 1, AZ 1	M, L	488		S	A		K	B	E	H	60,—	310,—
Braun	Super 637 W	S	6	—	2	M, Z, Zw, N, E	AK 2, AF 3, ABC 1, AL 4, AZ 1	K, M, L	488		S	A		K	B	E	H	62,50	290,—
Braun	*Phono-Super 637 W	S	6	—	2	M, Z, Zw, N, E	AK 2, AF 3, ABC 1, AL 4, AZ 1	K, M, L	488		S	A		K	B	E	H	62,50	335,—
Braun	Super 737 W	S	7	1	2	M, Z, Zw, N, E	AK 2, AF 3, ABC 1, AL 4, AZ 1	K, M, L	488		S	A		K	B	E	H	62,50	325,—
Braun	*Phono-Super 737 W	S	7	1	2	M, Z, Zw, N, E	AK 2, AF 3, ABC 1, AL 4, AZ 1	K, M, L	488		S	A		K	B	E	H	62,50	370,—
Ideal	4 W 66	S	6	—	2	M, Z, Zw, W, TE	AK 2, AH 1, AB 2, AC 2, AL 1, AZ 1	M, L	468		S			K		E	H	60,—	270,—
Ideal	4 W 66 K	S	6	—	2	M, Z, Zw, W, TE	ACH 1, AH 1, AB 2, AC 2, AL 1, AZ 1	K, M, L	468		S			K		E	H	60,—	280,—
Ideal	4 W 76	S	7	1	2	M, Z, Zw, W, WE	ACH 1, AH 1, AB 2, AF 7, AL 4, AZ 1	K, M, L	468		S	A		K	B	E	H	67,25	332,—
Körting	Etos (S 4230 W)	S	5	—	1	M, Z, Zw, NE	AK 2, AF 3, ABC 1, AL 4, AZ 1	M, L	468		S			K	B	E	H	62,50	270,—
Körting	Supra-Selector 37 (SB 4346 W)	S	7	1	2	M, Z, Zw, N, E	AK 2, AF 3, AB 2, AF 3, AL 4, 1064	K, M, L	468		S	A		K	B	E	H	66,50	375,—
Loewe	Opta 537 W	S	6	—	2	M, Z, Zw, W, E	4 M 1 (AK 2), 4 H 2 (AF 3), 4 V 1 (ABC 1), 4 E 1 (AL 4), 140 NG	K, M, L	440		S	A		K	B	E	H	62,50	308,—
Lorenz	Super 268 W	S	5	—	1	M, Z, Zw, W, E	AK 2, AF 3, ABC 1, AL 4, AZ 1	M, L	468		S			K		E	H	62,50	268,—
Mende	Universal-Super 275 WL	S	6	—	2	M, Z, Zw, W, WE	AK 2, AF 3, AB 2, AC 2, AL 4, 1064	M, L	482	Sp	S			K		E	H	61,75	275,—
Mende	Groß-Super 340 GW	S	6	—	2	M, O, Z, Zw, W, E	AH 1, AC 2, AF 3, AB 1, AF 7, AL 2, 1064	K, M, L	482	Sp	S	A		K		E	H	70,—	340,—
Nora	Mazurka W 66	S	6	—	2	M, Z, Zw, W, WE	AK 2, AF 3, AB 2, AC 2, AL 1, AZ 1	M, L	488,5		S	A		K		E	H	59,25	295,—
Philips	Aachen-Super D 49	S	7	1	2	M, Z, Zw, W, E	AK 2, AF 3, ABC 1, AL 4, AZ 1	K, M, L	128		S	A		K	B	P	H	62,50	315,—
Saba	441 WL	S	7	—	2	H, M, Z, Zw, E	AF 3, AK 2, AF 7, AB 2, AL 4, AZ 1	M, L	485		S			K	B	E	H	66,50	291,50
Saba	442 WLK	S	7	—	2	H, M, Z, Zw, E	AF 3, AK 2, AF 7, AB 2, AL 4, AZ 1	K, M, L	485		S			K	B	E	H	66,50	306,50
Sachsenwerk	Olympia 54	S	5	—	1	M, Z, Zw, W, WE	AK 2, AF 7, AB 2, AC 2, AL 4, AZ 1	M, L	468		S			K		E	H	61,75	275,—
Schaleco	Traumland-Super 265 W	S	5	—	1	M, Z, Zw, W, E	ACH 1, AH 1, AB 2, AC 2, AL 1, AZ 1	M, L	468		S			K		E	H	60,—	265,—

Firma	Typ	Schaltung	Kreiszahl	Abstimmb. Bandfilter	ZF-Bandfilter	Folge der Stufen	Röhren	Wellenbereiche	Zwischenfrequenz kHz	Sperrkreis	Schwundausgleich	sichtb. Abstimmung	selbsttät. Störsperre	Klangfarbenregler	Bandbreitenregler	Lautsprecher	Gehäuse	Preise der Röhren allein RM	Preise des Gerätes mit Röhren RM
Schaub	Der große Schaub	S	6	—	2	M, Z, Zw, W, E	AK 2, AF 3, AB 2, AC 2, AL 4, AZ 1	M, L	359		S			K	B	E	H	61,75	285,—
Seibt	267 W	S	5	—	1	M, Z, Zw, W, E	AK 2, AF 7, AB 2, AC 2, AL 4, AZ 1	M, L	468		S		St	K	B	E	H	61,75	267,—
Seibt	288 W	S	6	—	2	M, Z, Zw, W, E	AK 2, AF 3, AB 2, AC 2, AL 4, AZ 1	K, M, L	468		S	A	St	K	B	E	H	61,75	288,—
Siemens	Schatulle 5/4 Superhet	S	5	—	1	M, Z, Zw, W, E	ACH 1, AF 7, ABC 1, AL 1, AZ 1	M, L	129		S			K		E	P	60,—	269.—
Siemens	Schatulle 7/4 Superhet	S	7	1	2	M, Z, Zw, W, E	ACH 1, AF 3, ABC 1, AL 4, AZ 1	M, L	129		S			K	B	E	P	62,50	325.—
Siemens	Großsuper-Schatulle	S	7	1	2	M, Z, Zw, W, E	ACH 1, 1294, AB 1, 1284, 964, 1064	M, L	129		S	A		K		E	P	67,—	368,—
Staßfurt	*Imperial 46 Musikschrank	S	6	—	2	M, Z, Zw, W, E	AK 2, AF 3, AB 2, AC 2, AL 1, AZ 1	K, M, L	477		S	A	St	K		E	H	59,25	598,—
Staßfurt	Imperial 47 W	S	6	—	2	M, Z, Zw, W, E	AK 2, AF 3, AB 2, AC 2, AL 1, AZ 1	K, M, L	477		S		St	K		E	H	59,25	285,—
Tefag	Tefadyn 268 W	S	5	—	1	H, Z, Zw, W, E	AK 2, AF 3, ABC 1, AL 4, AZ 1	M, L	468		S			K	B	E	H	62,50	268,—
Tefag	Tefadyn 308	S	7	1	2	M, Z, Zw, W, E	AK 2, AF 3, ABC 1, AL 4, AZ 1	K, M, L	468		S	A		K	B	E	H	62,50	308,—
Tekade	Sirius	S	6	—	2	M, Z, Zw, W, E	AK 2, AH 1, AB 2, AF 7, AL 1, AZ 1	K, M, L	470	Sp	S			K		E	H	64,75	299,—
Telefunken	T 644 W	S	5	—	1	M, Z, Zw, W, WE	ACH 1, AF 7, ABC 1, AL 1, AZ 1	M, L	468		S		St	K		E	H	62,50	275,—
Telefunken	T 664 WK	S	7	1	2	M, Z, Zw, W, WE	ACH 1, AF 3, ABC 1, AL 4, AZ 1	K, M, L	468		S	A	St	K	B	E	H	62,50	335,—
Fünf-Röhren-Empfänger																			
Idealwerke	5 W 86	S	8	—	2	H, M, O, Z, Zw, W, WE	AH 1, AH 1, AC 2, AH 1, AB 2, AF 7, AL 4, AZ 1	K, M, L	468		S	A		K	B	E	H	81,75	395,—
Sachsenwerk	Olympia 65	S	6	—	2	M, Z, Zw, W W, WE	AK 2, AF 3, AB 2, AC 2, AC 2, AD 1, AZ 1	K, M, L	468		S			K	B	E	H	67,75	375,—
Sechs-Röhren-Empfänger																			
AEG	Luxus-Super 696 WK	S	9	1	2	M, Z, Z, Zw, W, GE	ACH 1, AF 3, AF 3, AB 1, AC 2, AD 1, AD 1, 2004	K, M, L	490		S	A	St	K	B	E	H	93,—	498,—
Lorenz	Lorenz-Super 395	S	7	—	2	H, M, Z, Zw, N, N, E	AF 3, AK 2, AF 3, ABC 1, AC 2, AD 1, AZ 1	K, M, L	468		S	A		K	B	P	H	80,25	395,—
Staßfurt	*Imperial 65 M	S	8	1	2	H, M, Z, Zw, W, W, E	1294, AK 1, 1294, 924, 904, 4200, 1064, 1064	M, L	124		S	A	St	K	B	2E	H	110,25	595,—
Telefunken	T 686 WK[1])	S	9	1	2	M, Z, Z, Zw, W, GE	ACH 1, AF 3, AF 3, AB 1, AC 2, AD 1, AD 1, 2004	K, M, L	490		S	A	St	K	B	E	H	93,—	490,—

[1]) auch mit Schallplatteneinrichtung und getrenntem Lautsprecher in Teewagen-Form lieferbar

Firma	Typ	Schaltung	Kreiszahl	Abstimmb. Bandfilter	ZF-Bandfilter	Folge der Stufen	Röhren	Wellenbereiche	Zwischenfrequenz kHz	Sperrkreis	Schwundausgleich	sichtb. Abstimmung	selbsttät. Störsperre	Klangfarbenregler	Bandbreitenregler	Lautsprecher	Gehäuse	Preise der Röhren allein RM	Preise des Gerätes mit Röhren RM
Neun-Röhren-Empfänger																			
Körting	Ultramar 37 (SB 8360 W)	S	9	1	3	H, M, Z, Z, Zw, W, W, GE	AF 3, AK 2, AF 3, AF 3, ABC 1, AC 2, AC 2, AD 1, AD 1, 1064, 1064	K, M, L	468		S	A	St	K	B	2E	H	119,50	640,— in Schatulle 750,—
2. Allstromempfänger																			
Die Preise der Allstromempfänger gelten **mit** Gleichrichterröhre, also anschlußfertig für Wechselstrom																			
Zwei-Röhren-Empfänger																			
AEG	216 GW	G	1	—	—	Au R, WE	CF 7, CL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	H	37,75	185,—
Brandt	169 GW	G	1	—	—	Au R, WE	CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—					K		P	H	39,75	168,75
Detewe	Helgoland 126GW	G	1	—	—	Au R, E	CF 7, CL 2, CY 1	M, L	—					K		P	H	40,75	172,—
Graetz	Graetzor 40 GW	G	1	—	—	Au R, DE	CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—					K		P	H	39,75	172,—
Körting	Unix 37 (R 2103 GW)	G	1	—	—	Au R, E	CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—	Sp				K		P	H	39,75	184,—
Körting	Novum (RB 2206 GW)	GR	2	—	—	Re, Zw, E	CF 3, CB 1, CL 4, CY 1	M, L	—		S	A		K	B	P	H	45,25	230,—
Loewe	Opta 137 GW	G	1	—	—	Au R, E	13 H 1 (CF 7), 33 E 1 (CL 4), 30 NG	M, L	—	Sp				K		P	H	43,75	186,—
Lorenz	Tonmeister II GW	G	1	—	—	Re, Zw, E	CH 1, CB 2, CL 2, CY 1	M, L	—	Sp				K			H	45,—	178,—
Lumophon	GW 216	G	1	—	—	Au R, E	CC 2, CL 4, CY 1	M, L	—					K		P	H	32,50	158,—
Mästling	GW 22	G	2	—	—	H, Zw, WE	CF 7, CB 2, CL 4, 1064	M, L	—					K		P	H	42,75	202,75
Mende	151 GW	G	1	—	—	Au R, E	CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—	Sp				K		P	H	39,75	170,—
Neufeldt & Kuhnke	Nordmark 127 GW	G	1	—	—	Au R, DE	CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—					K		E	H	39,75	183,—
Nora	Tosca GW 16	G	1	—	—	Au R, TE	CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—	Sp				K		P	H	39,75	179,—
Owin	210 GW	G	1	—	—	Au R, E	CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—	Sp				K		P	H	39,75	178,—
Saba	241 GWL	G	1	—	—	Au R, E	CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—	Sp				K		E	H	39,75	171,45
Seibt	161 GW	G	1	—	—	Au R, E	CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—	Sp				K		P	H	39,75	177,—
Siemens	Standard 2 Röhren	G	1	—	—	Au R, WE	CF 7, CL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	P	37,75	186,—
Staßfurt	GWL 27	G	1	—	—	Au R, E	CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—	Sp				K		P	H	39,75	177,—
Telefunken	T 612 GW	G	1	—	—	Au R, WE	CF 7, CL 4, AZ 1	M, L	—	Sp				K		E	H	37,75	185,—
Wega	Burg Lichtenstein 37 GW	G	1	—	—	Au R, E	CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—	Sp				K		P	H	39,75	166,75
Drei-Röhren-Empfänger																			
AEG	326 GW	G	2	—	—	H, Au R, WE	CF 3, CF 7, CL 4, AZ 1	M, L	—					K		E	H	52,50	254,—
Detewe	Stolzenfels II 236 GW	G	2	—	—	H, Au R, E	CF 3, CF 7, CL 2, CY 1	M, L	—	Sp				K		E	H	55,50	245,—
Graetz	Graetzor 41 GW	G	2	—	—	H, HR, Zw, TE	CH 1, CF 3, CB 2, CL 4, CY 1	M, L	—		S			K	B	P	H	58,75	245,—
Loewe	Opta 237 GW	G	2	—	—	H, Au R, E	13 H 3 (CH 1), 13 H 1 (CF 7), 33 E 1 (CL 4), 30 NG (CY 2)	M, L	—					K		P	H	57,75	247,—
Lumophon	GW 327	G	2	—	—	H, Au R, WE	CF 3, CC 2, CL 4, CY 1	M, L	—					K		P	H	47,25	227,25
Mende	198 GW	G	2	—	—	H, Au, E	CF 3, CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—	Sp				K		P	H	54,50	245,—
Mende	Sparsuper 259 GW	S	5	—	1	M, Z, Zw, E	CK 1, CF 7, CB 1, CL 2, CY 2	M, L	482	Sp	S			K	B	P	H	68,25	275,—
Neufeldt & Kuhnke	Nordmark 327 GW	G	2	—	—	H, Au R, E	CF 7, CF 7, CL 2, CY 1	M, L	—					K		E	H	53,50	245,—
Nora	Rheingold GW 26	G	2	—	—	H, Au, WE	CF 3, CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—					K		P	H	54,50	239,—
Owin	230 GW	G	2	—	—	H, Au R, E	CF 3, CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—	Sp				K		2P	H	54,50	264,—
Philips	Hamburg D 43 GWS	G	2	—	—	H, Au R, WE	CF 3, CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—	Sp				K		P	H	57,60[2])	243,—

[2]) Einschl. Widerstandsröhre

Firma	Typ	Schaltung	Kreiszahl	Abstimmb. Bandfilter	ZF-Bandfilter	Folge der Stufen	Röhren	Wellenbereiche	Zwischenfrequenz kHz	Sperrkreis	Schwundausgleich	sichtb. Abstimmung	selbsttät. Störsperre	Klangfarbenregler	Bandbreitenregler	Lautsprecher	Gehäuse	Preise der Röhren allein RM	Preise des Gerätes mit Röhren RM
Philips	Aachen-Super D 48[3]) mit Wechselrichter	S	7	1	2	M,Z,Zw,WE	AK 2, AF 3, AB2, AL 4, AZ 1	M, L	128	S				K	B	P	H	54,75	300,—
Saba	343 GWL	S	6	1	1	M,Z,Zw,E	CK 1, CF 7, CB2, CL 4, CY 1	M, L	485		S			K	B	P	H	65,95	280,95
Saba	344 GWLK	S	6	1	1	M, Z, Zw, E	CK 1, CF 7, CB 2, CL 4, CY 1	K, M, L	485		S			K	B	P	H	65,95	295,95
Sachsenwerk	Olympia 23 GW	G	2	—	—	H, Au R, WE	CF 7, CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—	Sp				K		P	H	54,50	250,—
Schaleco	Traumland D 215 GW	G	2	—	—	H, Au R, E	CH 1, CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—					K		P	H	53,75	233,75
Siemens	Standard 3 Röhren	G	2	—	—	H, Au R, WE	CF 3, CF 7, CL 4, AZ 1	M, L	—					K		E	P	52,50	251,—
Staßfurt	GWL 37	G	2	—	—	H, Au R, E	CF 3, CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—	Sp				K		P	H	54,50	250,—
Telefunken	T 623 GW	G	2	—	—	H, Au R, E	CF 3, CF 7, CL 4, AZ 1	M, L	—					K		E	H	52,50	248,—
Wega	Stuttgart 37 GW	G	2	—	—	H, Au R, E	CF 3, CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—	Sp				K		P	H	54,50	239,50

[3]) Wechselstromempfänger mit eingebautem Wechselrichter

Vier-Röhren-Empfänger

AEG	Super 456 GW	S	5	—	1	M, Z, Zw, W, WE	CK 1, CF 7, CBC 1, CL 4, AZ 1	M, L	468		S		St	K		E	H	71,75	304,—
AEG	Groß-Super 476 GWK	S	7	1	2	M, Z, Zw, W, WE	CK 1, CF 3, CBC 1, CL4, AZ 1	K, M, L	468		S	A	St	K	B	E	H	71,75	372,—
Braun	Super 537 GW	S	5	—	1	M, Z, Zw, N, E	CK 1, CF 3, CBC 1, CL 4, CY 1	M, L	488		S	A		K	B	P	H	73,75	283,75
Braun	*Phono-Super 537 GW	S	5	—	1	M, Z, Zw, N, E	CK 1, CF 3, CBC 1, CL 4, CY 1	M, L	488		S	A		K	B	P	H	73,75	333,75
Braun	Super 637 GW	S	6	—	2	M, Z. Zw, N, E	CK 1, CF 3, CBC 1, CL 4, CY 1	K, M, L	488		S	A		K	B	P	H	73,75	320,—
Braun	*Phono-Super 637 GW	S	5	—	2	M, Z, Zw, N, E	CK 1, CF 3, CBC 1, CL 4, CY 1	K, M, L	488		S	A		K	B	P	H	73,75	370,—
Braun	Super 737 GW	S	7	1	2	M, Z, Zw, N, E	CK 1, CF 3, CBC 1, CL 4, CY 1	K, M, L	488		S	A		K	B	P	H	73,75	345,—
Braun	*Phono-Super 737 GW	S	7	1	2	M, Z, Zw, N, E	CK 1, CF 3, CBC 1, CL 4, CY 1	K, M, L	488		S	A		K	B	P	H	73,75	395,—
Ideal	4 GW 76	S	7	1	2	M, Z, Zw, W, WE	CK1, CH1, CB2, CF 7, CL 4, CY 1	K, M, L	468		S	A		K	B	P	H	77,75	352,—
Ideal	4 GW 56	S	5	—	1	M, Z, Zw, W, DE	CK1, CH1, CB2, CC 2, CL 4, CY 1	M, L	491		S			K	B	P	H	70,50	295,—
Körting	Etos (S 4230 GW)	S	5	—	1	M, Z, Zw, W, E	CK 1, CF 3, CBC 1, CL 4, CY 1	M, L	468		S			K	B	P	H	77,75	292,—
Körting	Supra-Selector 37 (SB 4346 GW)	S	7	1	2	M, Z, Zw, W, E	CK 1, CF 3, CB 2, CF 3, CL 4	K, M, L	468		S	A		K	B	P	H	78,50	423,—
Loewe	Opta 537 GW	S	6	—	2	M, O, Z, Zw, W, E	WG 36, WG 35, 26 NG	K, M, L	440		S	A		K	B	P	H	57,25	334,—
Lorenz	Super 268 GW	S	5	—	1	M, Z, Zw, W, E	CK 1, CF 3, CBC 1, CL 4, CY 1	M, L	468		S			K	B	P	H	77,75	284,—
Mende	Universal-Super 275 GW	S	6	—	2	M, Z, Zw, W, E	CK 1, CF 3, CB 2, CC 2, CL 4, 1064	M, L	482	Sp	S			K	P	P	H	69,25	304,—
Mende	Groß-Super 340 GW	S	6	—	2	M, O, Z, Zw, W, E	CH 1, CC 2, CF 3, CB 1, CF 7, CL 4, 1064	K, M, L	482	Sp	S	A		K		P	H	73,50	371,—

Firma	Typ	Schaltung	Kreiszahl	Abstimmb.Bandfilter	ZF-Bandfilter	Folge der Stufen	Röhren	Wellenbereiche	Zwischenfrequenz kHz	Sperrkreis	Schwundausgleich	sichtb.Abstimmung	selbsttät.Störsperre	Klangfarbenregler	Bandbreitenregler	Lautsprecher	Gehäuse	Preise der Röhren allein RM	Preise des Gerätes mit Röhren RM
Nora	Mazurka GW 66	S	6	—	2	M, Z, Zw, W, WE	CK 1, CF 3, CBC 1, CL 2, CY 1	M, L	488,5		S	A		K		P	H	73,75	335,—
Saba	443 GWL	S	7	—	2	H, M, Z, Zw, E	CF 3, CK 1, CF 7, CB 2, CL 4, CY 1	M, L	485		S			K	B	P	H	80,70	310,70
Saba	444 GWLK	S	7	—	2	H, M, Z, Zw, E	CF 3, CK 1, CF 7, CB 2, CL 4, CY 1	K, M, L	485		S			K	B	P	H	80,70	325,70
Schaleco	Traumland-Super 265 G	S	5	—	1	M, Z, Zw, W, E	CK 1, CH 1, CBC 1, CL 2, CY 1	M, L	468		S			K		P	H	74,—	299,—
Seibt	267 GW	S	5	—	1	M, Z, Zw, W, E	CK 1, CF 7, CB 2, CC 2, CL 4, CY 1	M, L	468		S		St	K	B	P	H	71,25	285,—
Siemens	Schatulle 7/4 Superhet	S	7	1	2	M, Z, Zw, W, WE	CK 1, CF 3, CBC 1, CL 4, AZ 1	M, L	129		S			K	B	E	P	71,75	361,—
Siemens	Großsuper-schatulle	S	7	1	2	M, Z, Zw, W, WE	CK 1, CF 3, CB 1, CF 7, CL 2, CY 1	M, L	129		S	A	St	K		P	P	80,—	418,—
Staßfurt	*Imperial 46 Musikschrank	S	6	—	2	M, Z, Zw, W, E	CK 1, CF 3, CB 2, CF 7, CL 2, CY 1	K, M, L	477		S	A	St	K		2 P	H	83,50	650,—
Tefag	Tefadyn 268 GW	S	5	—	1	M, Z, Zw, W, E	CK 1, CF 3, CBC 1, CL 4, CY 1	M, L	468		S			K	B	P	H	77,75	284,—
Telefunken	T 644 GW	S	5	—	1	M, Z, Zw, W, E	CK 1, CF 7, CBC 1, CL 4, AZ 1	M, L	468		S		St	K	B	E	H	71,75	304,—
Telefunken	T 664 GWK	S	7	1	2	M, Z, Zw, W, E	CK 1, CF 3, CBC 1, CL 4, AZ 1	K, M, L	468		S	A	St	K	B	E	H	71,75	371,—

3. Batterieempfänger

Drei-Röhren-Empfänger

Brandt	119 B 2	G	1	—	—	Au R, T, GE	KC 1, KC 1, KDD 1	K, M, L	—					K		M	H	21,50	119,50
Brandt	Columbus 109 B	G	1	—	—	Au R, T, WE	034, 034, 164	K, M, L	—					K		M	P	17,50	109,50
Mende	151 BL	G	1	—	—	Au R, W, E	KF 4, KC 1, KL 2	M, L	—	Sp				K		P	H	28,75	138,—
Nora	B 06	G	1	—	—	Au R, W, WE	KC 1, KC 1, KL 2	M, L	—	Sp				K		M	H	21,50	127,—
Owin	155 B	G	1	—	—	Au R, T, GE	KF 4, KC 3, KDD 1	M, L	—	Sp						P	H	30,25	132,—
Seibt	150 B	G	1	—	—	Au R, T, GE	KF 4, KC 3, KDD 1	M, L	—	Sp				K		P	H	30,25	150,—
Wega	B 77 Spezial	G	1	—	—	Au R, W, E	034, 034, 174 d	M, L	—	Sp						M	H	19,50	99,50

Vier-Röhren-Empfänger

Brandt	188 B 2	G	2	—	—	H, Au R, T, GE	KF 4, KC 1, KC 3, KDD 1	M, L	—					K		P	H	34,75	190,75
Nora	B 26	G	2	—	—	H, Au R, W, WE	KF 4, KC 1, KF 4, KL 2	M, L	—	Sp				K		P	H	40,50	192,—
Owin	166 B	G	2	—	—	H, Au R, T, GE	KF 4, KF 4, KC 3, KDD 1	M, L	—	Sp						P	H	42,—	192,—

Fünf-Röhren-Empfänger

Brandt	205 B	G	2	—	—	H, Au R, W, GE	094, 034, 084, 164, 164	M, L						K		P	H	39,50	204,50

4. Kofferempfänger

An Kofferempfängern werden nicht nur solche Geräte, die nach dem 15. Juli erschienen sind, sondern sämtliche neueren, am Markt befindlichen Geräte aufgeführt. — Die Preise gelten einschließlich Batterien

Firma	Typ	Röhrenzahl	Schaltung	Kreiszahl	Abstimmb. Bandfilter	ZF-Bandfilter	Folge der Stufen	Röhren	Wellenbereiche	Zwischenfrequenz kHz	Schwundausgleich	Klangfarbenregler	Lautsprecher	Antenne	Maße des Empfängers mm	Gewicht des Empfängers mm	Preise der Röhren allein RM	Preise des Gerätes mit Röhren u. Batterien RM
Brandt	Columbus K	3	G	1	—	—	Au R, W, E	KC 1, KC 1, KL 1	M, L	—			M	A	285×380×180	7,5	19,—	132,50
Braun	BKS 36	5	S	5	—	1	M, Z, Zw, W, T, GE	KK 2, KF 3, KB 2, KC 1, KC 3, KDD 1	K, M, L	488	S		P	R	325×165×300	9,5	56,25	239,—
Kaco	*Radio-Phono-Koffer	3	G	1	—	—	Au R, W, WE	KC 1c, KC 1c, KL 1c	M, L	—			P	A	400×350×170	9,0	19,—	237,20
Körting	KS 6240 B	5	S	6	—	2	M, Z, Au, T, GE	KK 2, KF 3, KF 7, KC 3, KDD 1	M, L	470		K	P	R	210×350×465	18	59,50	315,—
Lumophon	Piggi BT 36	3	G	1	—	—	Au R, W, WE	KC 1, KC 1, KL 1	M, L	—			P	A	212×212×125	4,85	19,—	122,50
Nora	K 26	4	G	2	—	—	H, Au R, W, WE	KF 4, KC 1, KF 4, KL 2	M, L	—			M	R	320×320×210	11,6	40,50	248,—
Owin	K 36	5	G	3	—	—	H, H, Au R, T, GE	KF 3, KF 4, KF 4, KL 1, KL 1	M, L	—			P	R	565×380×170	14,5	55,25	248,50
Schaleco	Deutscher Olympia-Koffer	4	G	2	—	—	H, Au R, W, WE	KF 4, KC 1, KC 1, KL 1	M, L	—			P	A	340×360×110	9,35	30,75	156,—
Wega	Knirps B	3	G	2	—	—	H, Au R, N, E	KK 2, KC 1c, KL 1 c	K, M, L	—			P	R	330×260×115	6,1	32,—	170,95
Wega	Knirps GW[4])	3	G	2	—	—	H, Au R, E	CF 3, CF 7, CL 4, CY 1	K, M, L	—			P	R	330×260×115	4,5	54,50	189,—

[4]) Koffer für Allstrom-Betrieb

5. Kraftwagenempfänger

Firma	Typ	Röhrenzahl	Schaltung	Kreiszahl	Abstimmb. Bandfilter	ZF-Bandfilter	Folge der Stufen	Röhren	Wellenbereiche	Zwischenfrequenz kHz	Schwundausgleich	Klangfarbenregler	Lautsprecher	Antenne	Maße des Empfängers mm	Gewicht des Empfängers mm	Preise der Röhren allein RM	Preise des Gerätes mit Röhren u. Batterien RM
Körting	ASE 6340	6	S	7	—	2	H, M, Z, Zw, N, GE	AH 1, AK 2, AF 3, ABC 1, EL 1, EL 1	M, L	468	S	K	P	A	205×280×155	11,8	84,—	420,—
Körting	ASC 6340	6	S	7	—	2	H, M, Z, Zw, N, GE	CH 1, CK 1, CF 3, CBC 1, CL 1, CL 1	M, L	468	S	K	P	A	205×280×155	11,8	93,25	420,—

Eine gleich ausführliche technische Übersicht über die neuen Rundfunkempfänger, jedoch nicht nach technischen Merkmalen, sondern nach Herstellerfirmen geordnet, erscheint laufend in der „Funktechnischen Kartei" des FUNK. Die ersten drei Karten sind dem vorliegendem Heft beigefügt (siehe 3. Umschlagseite)

Alle Abbildungen in diesem Heft, die keinen Urhebervermerk tragen, wurden nach Angaben der Schriftleitung hergestellt

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. — DA II. Vj. 1936 = 8466. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G. Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheck-konto: Berlin 88378, Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung. — Nachdruck sämtlicher Artikel verboten.

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

1. September 1936 — Heft 17

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 — Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungskosten von 1 Pfg. enthalten. Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Sonderbauarten an Rundfunkempfängern

Unter den Empfängern, die auf der 13. Großen Deutschen Rundfunkausstellung erstmalig gezeigt werden, beanspruchen zwei Geräte ein Sonderinteresse: der neue Gemeinschaftsempfänger der Radio-Union und das weiterentwickelte Kammermusikgerät von Siemens. Der Gemeinschaftsempfänger verdankt sein Entstehen in erster Linie wirtschaftlichen Überlegungen; er bedient sich hierbei bekannter und bewährter technischer Hilfsmittel. Beim Kammermusikgerät dagegen sind wirtschaftliche Fragen ganz ausgeschaltet; ohne Rücksicht auf den technischen und geldlichen Aufwand wurde ein Gerät geschaffen, das bestmögliche Wiedergabe nicht nur des Ortssenders, sondern auch einer Auswahl ferner Sender bietet. Über beide Geräte — Sonderentwicklungen in der langen Reihe der diesjährigen Empfänger — soll nachstehend ausführlicher berichtet werden.

Die von der politischen Rundfunkführung und vom Handel in gleicher Weise geforderte Beschränkung in der Typenzahl der Rundfunkempfänger ist praktisch nur durch

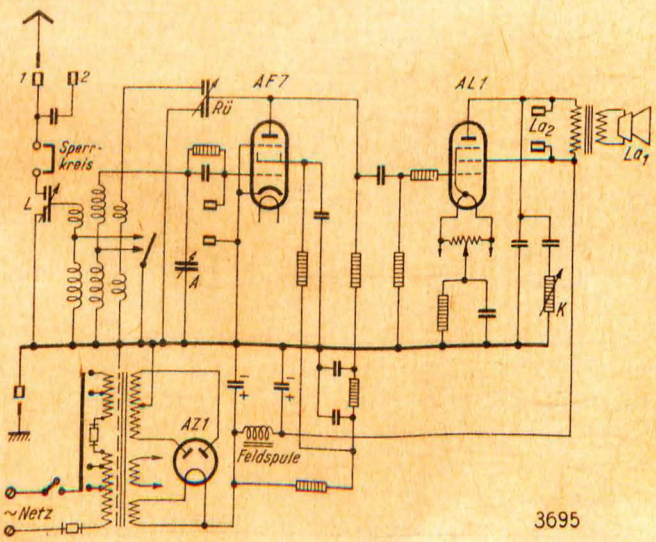


Abb. 1. Schaltung des Gemeinschaftsempfängers der Radio-Union

Gemeinschaftsempfänger zu lösen; ein und dasselbe Gerät wird von einer größeren Zahl von Empfängerfabriken in genau übereinstimmender Ausführung geliefert. Welchen Segen Gemeinschaftsempfänger für Industrie, Handel und Käuferschaft, nicht zuletzt aber für die umfassende Ausbreitung des Rundfunks bringen, hat der deutsche Volksempfänger VE 301 gezeigt; nur durch die Schaffung dieses Gerätes war es möglich, dem deutschen Rundfunk in wenigen Jahren Millionen neuer Hörer zuzuführen, nur dadurch konnte aber auch unter den Geräten niedrigster Preislage ein heilloser Wirrwarr verhindert werden, der sich wahrscheinlich eingestellt hätte, wenn jeder einzelnen Fabrik der Bau eines eigenen Einkreis-Zweiers mit magnetischem Lautsprecher überlassen worden wäre.

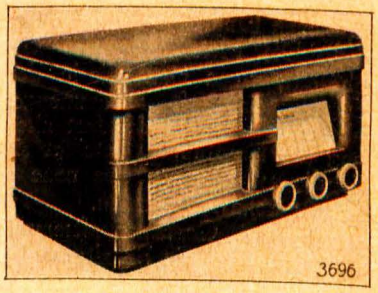


Abb. 2. Ein neuer Gemeinschaftsempfänger: Typ 1 der Radio-Union

Die Zeit ist längst für weitere Gemeinschaftsempfänger reif; so sind die Gruppen des hochwertigen Einkreis-Zweiröhrenempfängers mit dynamischem Lautsprecher und des Zweikreis-Dreiröhrenempfängers seit langem so weit ausgereift, daß die heute vorhandene Vielzahl der Typen in diesen Gruppen nicht zu rechtfertigen ist. Sie belasten in unnötiger Weise Herstellung, Vertrieb und Käuferschaft, sie wirken sich besonders unangenehm natürlich für den Handel aus, der gezwungen ist, auch in dieser technisch weitgehend abgeschlossenen Empfängergruppe viele verschiedene Ausführungen am Lager zu halten, ohne daß das technisch oder wirtschaftlich zu begründen ist. Es ist deshalb besonders zu begrüßen, daß die Frage des Gemeinschaftsempfängers zur Funkausstellung von einer Gruppe von Empfänger-

fabriken, nämlich der Radio-Union[1]), aufgegriffen und daß nun auch in der Gruppe der Einkreis-Zweiröhren-Hochleistungsempfänger ein Gemeinschaftsgerät geschaffen wurde. Die sieben Firmen der Radio-Union haben darauf verzichtet, je einen eigenen Einkreiser herauszubringen; sie haben ihre Erfahrungen und Konstruktionen zusammengetan und den Gemeinschaftsempfänger Typ 1 geschaffen, der von allen sieben Firmen vollkommen übereinstimmend in Schaltung, Aufbau, Einzelteilen und Ausstattung hergestellt wird. An Stelle von sieben verschiedenen Geräten steht dem Markt also ein einziges Gerät zur Verfügung, auf das er sich natürlich viel nachdrücklicher einstellen kann als auf sieben Typen. Da auch die Werbung gemeinschaftlich betrieben

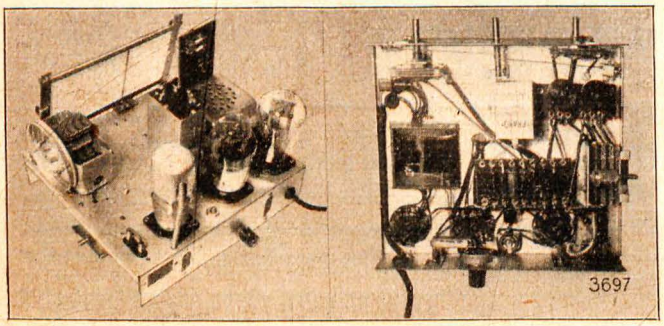


Abb. 3. Ansicht des Empfänger-Gestells von oben und unten

wird und sie sich ganz auf das eine Gerät konzentrieren kann, darf man der Verbreitung dieses Empfängers die günstigsten Voraussagen machen, zumal es infolge der Gemeinschaftserzeugung (günstigerer Einkauf, bessere Ausnutzung der Werkzeuge, niedrigere Einrichtungskosten usw.) billiger geliefert werden kann, als andere Einkreis-Zweier ähnlicher Eigenschaften und Ausstattung. Mit Zustimmung der zuständigen behördlichen Stellen wurde für diesen Empfänger ein Sonderpreis von 137,50 RM festgelegt, der geeignet sein dürfte, neue Käuferschichten zu erfassen, diejenigen nämlich, denen die bisher am Markt befindlichen Einkreiser mit dynamischem Lautsprecher zu teuer sind. Die Herstellung des Gemeinschaftsempfängers beschäftigt, wenn man die in der Rundfunktechnischen Erzeugergemeinschaft zusammengeschlossenen Lautsprecherfabriken einrechnet, die fast alle irgendwie an der Herstellung des Empfängers beteiligt sind, ungefähr 25 Fabriken, für die auf diese Weise neue zusätzliche Arbeitsmöglichkeiten geschaffen werden.

Der neue Gemeinschaftsempfänger Typ 1 der Radio-Union ist, wie die Schaltung Abb. 1 zeigt, ganz auf einfache Bedienung und hervorragende Wiedergabe gezüchtet. Um eine möglichst geringe Einwirkung der als Lautstärkeregler dienenden veränderlichen Antennenkopplung und der Rückkopplung auf die Abstimmung zu erhalten, wurden

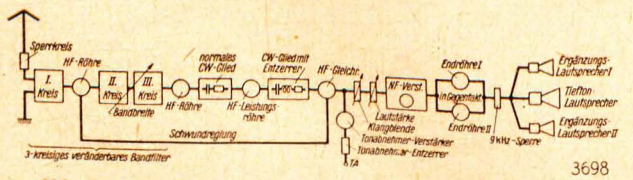


Abb. 4. Grundschaltung des neuen Kammermusikgerätes

beide nicht induktiv, sondern kapazitiv ausgeführt und durch Dreiplatten-Drehkondensatoren geregelt. Zwei Antennenanschlüsse ermöglichen eine Anpassung des Gerätes an Antennen verschiedener elektrischer Eigenschaften. Dem Schwingkreis wird durch einen hochwertigen Luft-Drehkondensator und durch Eisenkernspulen, die durch Eisenscheiben abgeglichen werden, eine möglichst geringe Dämpfung verliehen. Als erste Röhre wird eine Fünfpol-Schirmröhre AF 7 verwendet, die als Gittergleichrichter (Audion) geschaltet ist; ein möglichst kleiner Gitterblock sorgt dafür, daß die hohen Tonfrequenzschwingungen nur wenig geschwächt werden. Andererseits wird für die Ankopplung der Fünfpol-Endröhre ein möglichst großer Kondensator verwendet, um die Tiefen gut durchzubringen; beide Maßnahmen tragen dazu bei, daß die Frequenzkurve des Gerätes recht gleichmäßig verläuft und der Abfall nach tiefen und hohen Frequenzen zu minimal bleibt.

Selbstverständlich ist der Empfänger mit Anschlußmöglichkeiten für einen Tonabnehmer und für einen zweiten Lautsprecher ausgestattet, auch besitzt er eine waagerecht angeordnete Großsicht-Skala, die von hinten durchleuchtet wird. Der Lautsprecher wurde sorgfältig ausgewählt; es wurde eine eigens für dieses Gerät geschaffene Bauart hohen Wirkungsgrades benutzt, um trotz der Verwendung der preiswerten Endröhre AL 1 eine große End-Lautstärke bei gegebener Eingangsspannung zu erzielen.

Aus Gründen praktischer Bewährung und unbedingter Einheitlichkeit hat man sich bei dem Gerät für ein Preßgehäuse (Abb. 2) entschieden, um auch dem Gehäuse eine große Lebensdauer zu verleihen und ein einwandfreies Aussehen auch nach Jahren zu verbürgen. Es ist ein solches von flacher Form, in das der Lautsprecher neben dem Empfängergestell eingebaut ist. Seine schlichte, aber ausdrucksvolle Form paßt sich jeder Wohnungseinrichtung an. Die elektrischen Bauteile des Gerätes wurden durchweg so hochwertig wie möglich gehalten, um ein zuverlässiges Arbeiten sicherzustellen.

*

Wie grundsätzlich anders sind Aufgabe und technische Lösung bei dem neuen Kammermusikgerät! Bekanntlich hatte Siemens schon im vergangenen Jahr einen sogen. Qualitätsempfänger entwickelt, dem man bei der Beschränkung auf den Orts- und Nahempfang — also beim Verzicht auf Empfindlichkeit und Trennschärfe — eine möglichst gute Wiedergabe verliehen hatte; seine Kennzeichen waren vor allem die Verwendung eines unselektiven Hochfrequenzteils, eines Gegentaktverstärkers und einer aus zwei Lautsprechern bestehenden Wiedergabeeinrichtung. Dieses erste „Kammermusikgerät" hat einen so großen Beifall gefunden und es ist trotz seines hohen Preises so hervorragend verkauft worden, daß ein zweites Gerät entwickelt

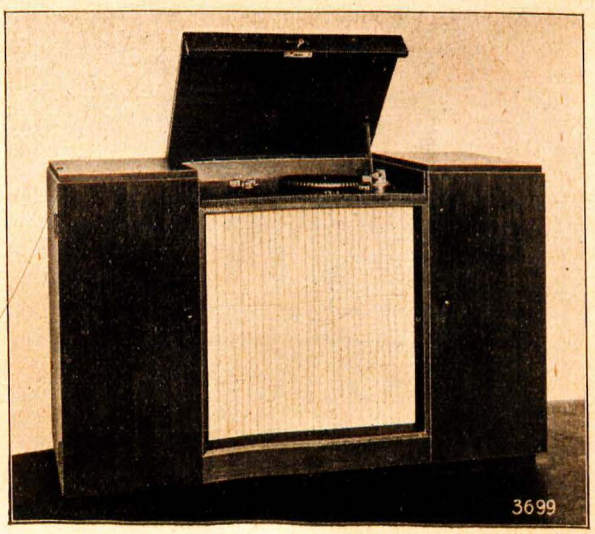


Abb. 5. Das in einen großen, architektonisch besonders gelungenen Schrank eingebaute Kammermusikgerät

[1]) Die Radio-Union ist ein Zusammenschluß der sieben kleinen Empfängerfabriken Brandt, Braun, Mästling, Radio-Funkwerkstätten, Rundfunktechn. Erzeugungsgemeinschaft, Schaleco und Wega.

wurde, das das Prinzip der guten Wiedergabe nun auch auf den Fernempfang ausdehnt. Das Gerät, dessen grundsätzliche Schaltung aus Abb. 4 ersichtlich ist, besitzt einen Geradeaus-Hochfrequenzverstärker mit einem dreikreisigen abstimmbaren Bandfilter, dessen Bandbreite über den Abstimmbereich durch mitlaufende induktive Kopplung konstant gehalten wird, die außerdem aber willkürlich geändert werden kann; die Bandbreitenregelung erlaubt es, jeden Sender mit dem breitestmöglichen Band zu empfangen, das mit Rücksicht auf seine Wellennachbarn angewendet werden kann. Der hochfrequente Bandbreitenregler ist übrigens mit einem niederfrequenten Tonbandregler gekuppelt. Bemerkenswert ist, daß der Hochfrequenzteil eine mit der AL 4 bestückte Leistungsstufe aufweist, um an den linearen Empfangsgleichrichter eine genügend große Hochfrequenzspannung zu legen, wie sie zur Erzielung einer vollkommen geradlinigen Gleichrichtung und zur Gewinnung einer großen Schwundregelspannung nötig ist.

Der Niederfrequenzteil ist zweistufig; die Endstufe verwendet zwei im Gegentakt geschaltete Dreipolröhren AD 1. Für die Schallplattenverstärkung wird eine zusätzliche Verstärkerstufe davorgeschaltet. Um eine lineare Wiedergabe-Kennlinie zu erhalten, kommen drei Lautsprecher zur Anwendung, je einer für das tiefe, das mittlere und das hohe Tonfrequenzband. Die Einrichtung wurde in einen sehr geräumigen Schrank eingebaut, der so geformt wurde, daß sich die Schallwand unmittelbar in den Fußboden fortsetzt, was sich für die lautstarke Wiedergabe der tiefen Frequenzen als vorteilhaft erwiesen hat.

Beachtung verdient vor allem auch der Tonabnehmer; es ist eine neu geschaffene, nur 25 g schwere Ausführung, die nur sehr kleine Auslenkkräfte erfordert und sich deshalb durch eine bisher nicht für möglich gehaltene große Plattenschonung auszeichnet. In den Anker ist ein Saphirstift fest eingesetzt; durch Fortfall der Nadel-Klemmeinrichtung konnte auch die Ankermasse so klein gehalten werden, daß die Eigenfrequenz oberhalb von 10 000 Hertz liegt und nicht, wie bei anderen Tonabnehmern, noch mitten im Wiedergabebereich.

So ist ein hochwertiges Wiedergabegerät für Rundfunk und Schallplatte geschaffen worden, das in der Güte der Wiedergabe die Führung besitzt. Welcher Aufwand hierfür notwendig ist, sagt am besten sein Preis, der fast dem eines Kleinwagens erreicht: 1500 RM. Ein beträchtlicher Anteil dürfte auf das große schrankartige Gehäuse entfallen; aber auch das ist zur technischen Einrichtung zu rechnen, denn seine Größe und seine schwere Ausführung sind für die einwandfreie Wiedergabe der tiefen Töne notwendig.

Schwandt

Werkbilder und Aufnahmen des Verfassers

Neuer Fortschritt in der Entwicklung des 1600 kHz-Superhets

Von

H. J. Wilhelmy

Ziel und Weg der 1600 kHz-Entwicklung

Zweck und Ziel der Entwicklung des deutschen 1600 kHz-Superhet standen bereits 1934[1]) fest:

1. Schaffung eines Mittelklassen-Empfängers, der sich für etwa 100,— RM einschließlich Lautsprecher und Gehäuse bauen läßt und der die Nachteile der üblichen Geradeausempfänger vermeidet;

2. Schaffung eines Empfängers, der unter Verminderung des Aufwands und der Bauschwierigkeiten an die Stelle des bisherigen Zweikreis-Empfängers oder des gewöhnlichen Kleinsupers treten kann.

Keines der beiden Ziele ist auf Anhieb unmittelbar erreicht worden: Am Anfang der Entwicklung stand vielmehr ein Gerät, das sich der Bastler o h n e Lautsprecher und o h n e Gehäuse für etwa 100,— RM bauen konnte[2]), das also die 1. Bedingung nicht ganz erfüllte; aber auch die 2. Bedingung war bei diesem Gerät mit seiner Empfindlichkeit von rund 1000 Mikrovolt und seiner Trennschärfe von etwa 1:50 noch nicht befriedigend erfüllt; dazu kamen einige Schwierigkeiten grundsätzlicher, fabrikatorischer und aufbautechnischer Natur. Wenn trotzdem diese Anfangs-Bauart auf großes Interesse stieß und ungewöhnliche Auflagen erlebte, so ist dies den offensichtlichen, grundsätzlichen Vorzügen des 1600 kHz-Superhets und der Tatsache zu danken, daß die Empfangsleistung eben doch über derjenigen der gewohnten Einkreis-Empfänger lag.

Die weiteren Arbeiten des Verfassers und seines Mitarbeiters L. W. Herterich führten zuerst zu einer Beseitigung der erwähnten Schwierigkeiten[3]), dann zu einer radikalen Leistungssteigerung. Die Normalausführung des „Weiterentwickelten Dreiröhren - Einbereich - Superhet für Wechselstrom"[4]) erreicht z. B. eine Empfindlichkeit von rund 32 Mikrovolt und eine Trennschärfe von 1 : 100. Damit war das zweite Ziel zum großen Teil schon e r r e i c h t: Der landläufige Zweikreiser oder Kleinsuperhet konnte mit technischen und preislichen Vorteilen durch einen solchen Super ersetzt werden. Der so geschaffene Empfänger-Typ dürfte auch in Zukunft eine hohe Lebensberechtigung behalten, kann jedoch nur schwer mit einwandfreiem Schwundausgleich und einem den verwöhntesten Ansprüchen genügenden Empfangsgleichrichter gebaut werden.

Ein bemerkenswerter Schritt war bei den folgenden Entwicklungen die Schaffung eines zuverlässigen Bastel-Superhets, der sich bei einer Empfindlichkeit von rund 50 Mikrovolt und einer Trennschärfe von ebenfalls 1:100 für 102,— RM einschließlich Preßgehäuse, Lautsprecher, Ferrocart-Sperrkreis und Röhren nachbauen läßt, womit das 1. Ziel einwandfrei erreicht wurde.

Den letzten Schritt jedoch, den wir nachfolgend verfolgen wollen, stellt ein neuer 1600 kHz-Superhet dar, der das 2. Ziel auch dann voll erreicht, wenn Schwundausgleich, hochgetriebene Wiedergabegüte und andere Eigenschaften der Spitzengeräte der Mittelklasse gefordert werden.

Die Schaltungstechnik des neuen Superhets

Schon für die allerersten Erfolge auf 1600 kHz Zwischenfrequenz war die Einsicht wesentlich, daß die Schaltungstechnik auf derart hohen Frequenzen anders aussehen muß, als bei Superhets mit den gewohnten, niederen Zwischenfrequenzen: Als maßgeblich für die Trennschärfe sind in der Hauptsache nur die künstlich entdämpften Kreise zu betrachten. Es erscheint daher ziemlich aussichtslos, einen 1600 kHz-Verstärker einfach in der herkömmlichen Weise mit mehreren Stufen und mehreren, unentdämpften Abstimmkreisen auszurüsten. Die Trennschärfe

[1]) vgl. Heft 45, 1934 der „Funkschau".

[2]) vgl. Heft 6, 1935 des „Funk": „Der Einbereich-Volkssuperhet".

[3]) vgl. Heft 2, 1936 des „Funk": „Der Dreiröhren-Einbereich-Superhet, Erfahrungen und Verbesserungen".

[4]) vgl. Heft 3, 1936 des „Funk".

wäre dann im Verhältnis zur Empfindlichkeit viel zu gering, abgesehen davon, daß auch die Verstärkungsziffern in ZF-Stufen mit nicht entdämpften 1600 kHz-Kreisen so sind, daß die Röhren meist nicht als voll ausgenutzt zu betrachten sind. Die Richtigkeit dieser Anschauung hat die Praxis doppelt bewiesen: Einmal dadurch, daß die englischen Konstruktionen, die ja auch den Lesern dieser Zeitschrift zugänglich gemacht wurden [5]), sich auf die Dauer nicht halten konnten, zweitens aber durch den Erfolg des deutschen 1600kHz-Kleinsuperhet.

Da aber die Möglichkeit zum Bau eines großen ZF-Verstärkers, bei dem sämtliche Kreise künstlich entdämpft sind, für die Praxis des modernen Empfängerbaues vollkommen ausscheidet, ging auch die vorliegende Neukonstruktion davon aus, daß für die Trennschärfe bestimmend in der Hauptsache nur ein einziges, zweikreisiges, entdämpftes Bandfilter sein muß. Mehr ist auch zum Erreichen unseres Zieles nicht notwendig, besonders wenn wir noch durch zusätzliche Maßnahmen dafür sorgen, daß die Gesamt-Trennschärfe des Empfängers nach diesem Bandfilter noch als gesteigert wird. Eine hervorragend günstige Lösung ist durch die Anwendung des genannten Bandfilters, eines unentdämpften, einfachen Abstimmkreises und niederfrequenter Tonbandregelung gegeben. Damit wäre die Kreis- oder Trennschärfefrage also geklärt.

Um auf einwandfreie Weise die für den Schwundausgleich benötigte Regelspannung gewinnen und den Empfangsgleichrichter besonders verzerrungsarm betreiben zu können, kommt ferner nichts anderes in Frage, als eine unmittelbare Steuerung der Endstufe durch einen Zweipol-Empfangsgleichrichter [6]). Damit ist bereits entschieden, daß die mittlere Röhre unseres Super nicht mehr wie bisher bei den einfacheren Ausführungen als Audion geschaltet sein kann, sondern als ZF-Verstärker.

Unklar ist nun nur noch, wie das ZF-Bandfilter entdämpft werden soll. Bekanntlich ist an sich schon eine Verstärkerstufe, die gitter- und anodenseitig mit Abstimmkreisen gleicher Frequenz abgeschlossen ist, zur Anwendung künstlicher Entdämpfungsschaltungen wegen Unstabilität völlig ungeeignet. In unserem Falle kommt aber diese Selbstentdämpfung der ZF-Stufe schon deswegen überhaupt nicht in Frage, weil wir diese Stufe zur Einführung von Schwundausgleich und Abstimmanzeiger mitregeln müssen, so daß jedenfalls der Entdämpfungsgrad in unerwünschter Weise von der Stärke des jeweils empfangenen Senders abhängig sein würde. Würden wir die Achtel-Mischröhre allein regeln, so wäre der Regelspannungsbedarf der Schaltung zu hoch, und die Möglichkeit zur Verwendung eines handelsüblichen Abstimmanzeigers würde wegen des kleinen, veränderlichen Stromes der Achtpolröhre wegfallen. Es wurde daher derselbe Weg eingeschlagen, der schon bei den erwähnten englischen Konstruktionen als richtig erkannt wurde: Zwischen dem Bandfilter und der ZF-Röhre liegt in Widerstandskopplung eine kleine Dreipolröhre, die lediglich die Aufgabe hat, das Filter einwandfrei und unabhängig von der Schwundregelung zu entdämpfen. Die Verstärkung dieser Stufe dagegen ist nur gering und spielt für das Gerät keine ausschlaggebende Rolle.

In rohen Zügen können wir uns nun schon ein Bild der Gesamtschaltung des neuen Superhet machen (Abb. 1): Vorn haben wir die übliche Standard-Eingangs- und Mischschaltung des deutschen Einbereich-Superhet; auch das ZF-Bandfilter ist dasselbe wie bei den bisherigen Konstruktionen, nur führt es nicht ans Audion, sondern an die zur Entdämpfung dienende Dreipolröhre. In Widerstandskopplung hängt hieran die gleichzeitig mit der Achtpolröhre geregelte Fünfpol-ZF-Röhre, die in ihrem Anodenkreis einen

[5]) vgl. Heft 1, 1935 des „Funk".

[6]) vgl. Heft 12, 1936 des „Funk": „Das Ende der NF-Vorstufe?"

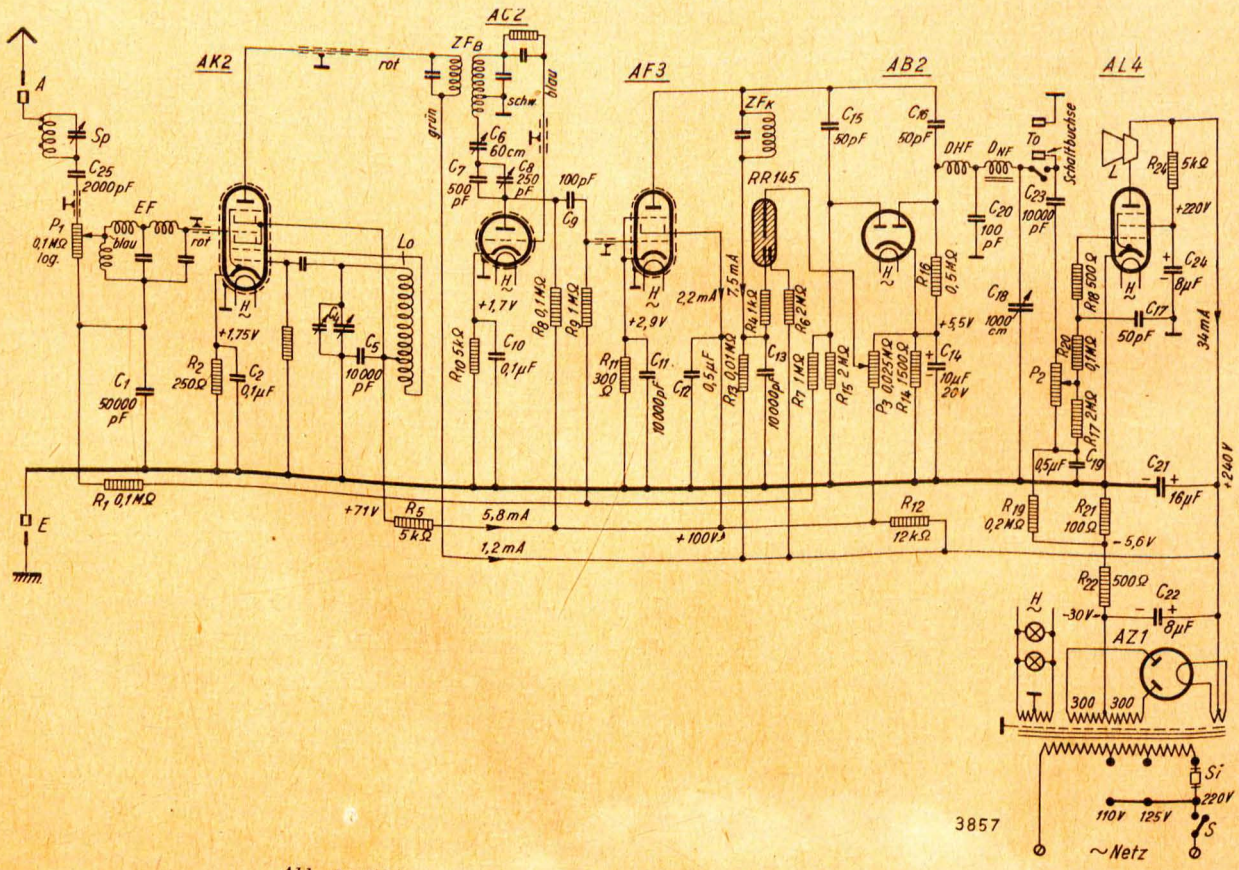


Abb. 1. Die Schaltung des neuen 1600 kHz-Superhets mit vier Röhren

einfachen ZF-Kreis und den Abstimmanzeiger betreibt. In einer Doppel-Zweipolröhre werden in gewohnter Weise die Schwundregelspannung und die NF-Steuerspannung gewonnen, letztere wird über einen Tonband- und einen Lautstärkenregler einer Hochleistungs-Endröhre zugeführt.

Der Regler P_1 dient als Empfindlichkeitsregler und wird daher nur einmalig am Abend eingestellt; es handelt sich um die bekannte Ausführung mit 0 Ohm Restwiderstand bei Drehung bis zum Rechtsanschlag. Es wäre naheliegend, P_1 wegzulassen, weil wir ja jetzt der Achtpolröhre eingangsseitig eine Regelspannung zuführen. Dies ist jedoch unzulässig, da dann die für die Achtpolröhre höchstzulässige Eingangs-Hochfrequenz-Spannung leicht überschritten wird. Bekanntlich sind ja zwei Grundbedingungen unbedingt zu erfüllen, damit der Einbereich-Superhet wirklich sauber und ohne jedes pfeifende oder singende Nebengeräusch arbeitet:

1. Durch exakte Einstellung des dämpfungsarmen Sperrkreises (Sp) ist dafür zu sorgen, daß auf der Zwischenfrequenz k e i n e r l e i Empfang durchschlägt.

2. Die Eingangsspannung darf einen kritischen Höchstwert nicht überschreiten.

So einfach diese beiden Bedingungen durch den Bastler zu erfüllen sind, so liegt doch in ihnen der Grund dafür, daß sich der 1600 kHz-Super als Industriegerät für den Gebrauch durch den absoluten Laien noch nicht eingeführt hat.

Wir finden daher auch den Sperrkreis in unserer Eingangsschaltung wieder. Es sei jedoch betont, daß die Einstellung dieses Sperrkreises und des Empfindlichkeitsreglers nur einmalig an jeder Antenne vorgenommen werden muß. Nur wenn wir auf guten Tages-Fernempfang Wert legen, werden wir den Empfindlichkeitsregler bei Tag voll aufdrehen, bei Nacht zurückdrehen. Dieser Hilfsknopf kann unmöglich als eine Bedienungserschwerung angesehen werden, und im übrigen ist er ja ohnehin zur Anpassung an den jeweiligen Störspiegel notwendig und in ähnlicher Form bei jedem guten Superhet vorhanden.

Um die handelsübliche Normalausführung der ZF-Filter verwenden zu können, ist die Entdämpfungsröhre über die im Filter eingebaute Gitterkombination 2 MΩ + 100 cm angeschlossen. Eine Gittergleichrichtung darf jedoch in dieser Röhre nicht erfolgen, damit die nachfolgende ZF-Stufe nicht mit starken ZF-Oberwellen und mit einer NF-Komponente gespeist wird, die leicht zu Verzerrungen und Übersteuerungen ähnlich denen einer falsch bemessenen Reflexstufe führen würde. Die Dreipolröhre AC 2 erhält daher durch einen Kathodenwiderstand eine Gittervorspannung, die sie im geradlinigen Teil ihrer dynamischen Kennlinie arbeiten läßt. Wichtig für eine einwandfreie Entdämpfung ist aber, daß diese dort vorgenommen wird, wo die kleinsten ZF-Spannungen des ganzen Empfängers vorhanden sind.

Bemerkenswert ist die Art und Weise, wie die kapazitive Rückkopplungsregelung bewirkt wird: In Reihe mit einem 60-pF-Trimmer C_6, der fest eingestellt wird, liegt die Kombination C_7/C_8. Da C_7 ein Festblock von 500 pF ist, C_8 ein Drehkondensator mit dem Bereich von etwa 33—275 pF, so ändert sich die Kapazität der Parallelschaltung von C_7 und C_8 nur zwischen 533 und 775 pF oder im Verhältnis 1 : 1,45. Da C_6 normal auf etwa 45 pF eingestellt wird, ändert sich die resultierende, zwischen der Rückkopplungswicklung und der Anode der AC 2 liegende Rückkopplungskapazität nur zwischen 41,5 und 42,5 pF oder im Verhältnis 1 : 1,03. Durch diese Schaltung und Bemessung wird also erreicht, daß sich die Rückkopplung beim Durchdrehen von C_8 nur in „mikroskopisch" feinen Grenzen ändert; dadurch wird die Bedienung von C_8 enorm erleichtert, sie erfordert nicht mehr das geringste „Fingerspitzengefühl". Der Zweck der Einrichtung ist aber hauptsächlich der, daß durch die Betätigung des Rückkopplungsreglers die Bandbreite des Empfängers nur in den Grenzen geändert wird, die zum Übergang vom Breitbandempfang (etwa 20 kHz Bandbreite) zu größter Trennschärfe notwendig sind; dazu genügt schon die kleine Kapazitätsänderung von 1 pF, mit der die vorliegende Schaltung arbeitet, während ein normaler Rückkopplungsdrehkondensator der gewohnten Bemessung die Empfindlichkeit und die Trennschärfe des Empfängers in viel zu weiten Grenzen verändern würde und daher sehr schwierig zu bedienen wäre.

Der Rückkopplungsregler ist von vorn bedienbar, damit die Bandbreite des Empfängers auf der Hochfrequenzseite leicht verändert werden kann; es gibt kaum einen Empfängertyp, bei dem sich die Bandbreite auf einfache Weise in so weiten Grenzen regeln läßt wie beim 1600-kHz-Superhet. Die Tatsache, daß sich C_8 von 0 bis 180 Grad ohne Fingerspitzengefühl durchdrehen läßt, eröffnet jedoch die sehr beachtliche Möglichkeit, den Drehkondensator eines niederfrequenten Tonbandreglers auf die gleiche Achse zu setzen. Auf diese Weise können wir mit einem Griff die Bandbreite zugleich hoch- und niederfrequenzseitig verändern: Bei Drehung des Bandbreitenreglers bis zum Rechtsanschlag ist die Entdämpfung des ZF-Filters so weit wie irgend möglich getrieben, gleichzeitig werden vor der Endröhre alle Tonfrequenzen oberhalb etwa 3000 Hz abgeschnitten. Durch diese Maßnahme tritt dem normalen Einbereich-Superhet gegenüber eine wesentliche, scheinbare Steigerung der Trennschärfe ein, denn bei schwierigeren Trennaufgaben unterdrückt der Tonbandregler das bekannte leise 9000-Hz-Singen, das durch Interferenz des Trägers des empfangenen Senders mit dem Träger des Nachbarsenders entsteht, ferner das Zwitschern oder Kreischen, das durch Interferenz des einen Seitenbandes des Nachbarsenders mit dem Träger des gewünschten Senders entstehen kann. Diese beiden Erscheinungen können wir bekanntlich bei den meisten heute gebräuchlichen Empfängern beobachten; der beim vorliegenden Gerät angegebene Weg zur Beseitigung dieser Schönheitsfehler möge daher allgemein als Anregung zur Verbesserung bestehender Empfänger gelten.

Wenn wir die Entdämpfung des ZF-Filters bis an die Grenze des Möglichen treiben, wird sich normalerweise beim Einbereich-Superhet das Rauschen der Mischröhre (ähnlich wie Nadelgeräusch) bemerkbar machen, vor allem beim Empfang sehr schwacher Sender, während die Erscheinung beim Empfang nicht allzu schwacher Sender keine besondere Rolle spielt. Auch hier aber bedeutet die Einführung des neuen Doppelreglers einen wichtigen Fortschritt, denn in dem Augenblick, wo wir extrem entdämpfen, wird ja bei der neuen Anordnung durch die mitlaufende Tonbandregelung auf der NF-Seite das Rauschen weitgehend unterdrückt. Wie verblüffend der neue Doppelregler den Empfangsgenuß steigert und die Bedienung des Empfängers vereinfacht, wird der Leser allerdings nur durch die praktische Erprobung solcher Geräte ohne und mit dem Spezialregler voll erfassen können!

Um die Rauschfrage bei dieser Gelegenheit weiter zu verfolgen, sei erwähnt, daß die Mitregelung der ZF-Stufe ein übriges tut, um das Mischröhren-Rauschen praktisch vollkommen unschädlich zu machen: Bei der überwiegenden Mehrheit der gut empfangbaren Sender arbeitet der Empfänger mit herabgeregelter ZF-Röhre, so daß dann zwischen Misch- und Endröhre nur noch eine Verstärkung erfolgt, die von dem hinsichtlich der Rauschgefahr zulässigen Höchstwert weit entfernt ist. Aus den genannten Gründen wird selbst der anspruchsvolle Hörer ohne einen besonderen Hinweis das geringe Rauschen des neuen Supers überhören, was bei dem „Weiterentwickelten Dreiröhren-Einbereich-Superhet" noch nicht in diesem Maße erreicht war.

Der Anodenkreis der AF 3 ist durch die beiden Zweipolstrecken belastet; auffallend ist, daß dieser Kreis trotzdem die Gesamttrennschärfe merklich verbessert. — Schwundausgleich und Neon-Abstimmanzeiger dürften in

bekannter Weise geschaltet sein, ebenso die ZF-Sperrkette nach dem Empfangsgleichrichter und der Tonbandregler, dessen Drehkondensator C_{18} mit C_8 gekuppelt ist.

Die Schallplattenverstärkung erfolgt ohne Vorstufe. Bemerkenswert ist, daß diese vor einiger Zeit vom Verfasser als notwendig und erstrebenswert bezeichnete Lösung[7]) bei Verwendung moderner Tonabnehmer auch schon ohne Übertrager zu brauchbaren Ergebnissen geführt hat. Da der ganze Super in kennzeichnender Weise ohne einen einzigen Umschalter auskommt, wurde auch zum Übergang von Empfang auf Schallplattenverstärker ein besonderer Umschalter durch die Benutzung einer Schaltbuchse vermieden, die beim Einführen des Tonabnehmer-Steckers die Endröhre vom Empfangsgleichrichterkreis lostrennt.

Trotz einfacher Widerstandssiebung im Netzteil wird ein gut entbrummter Betrieb erreicht. Entscheidend hierfür war die besondere Siebung der Schutzgitterspannung der Endröhre. Ohne diese Maßnahme würde nur eine sehr sorgfältige Anodenstromsiebung mittels einer Netzdrossel zu einwandfreien Ergebnissen führen. Es ist also nur verkehrte und teuer bezahlte „Einfachheit", wenn man die Schutzgitterspannung der Endröhre in der gewohnten Weise mit ihrer Anodenspannung zusammenlegt!

Durch Verwendung von Elektrolytkondensatoren, die bei kleinem Raumbedarf und Preis mit hohen Kapazitäten geliefert werden können, konnte der Siebkondensator C_{21} mit 16 μF bemessen werden, statt wie üblich mit 8 μF. Es liegt dies sowohl im Interesse der Brummfreiheit, als auch der Baßwiedergabe; wer noch mehr in dieser Richtung tun will, dem sei die Verwendung eines 32 μF-Typs anheimgestellt. Im Interesse einer ungeschwächten Baßwiedergabe liegt ferner die Zuführung der Endröhren-Gittervorspannung über die Siebkette R_{19}/C_{19}. Im übrigen weist die Schaltung die Eigentümlichkeit auf, daß der Siebwiderstand im negativen Ast des Netzteiles liegt, wodurch ein Teil des bei der Siebung unvermeidlichen Spannungsabfalls als Gittervorspannung verwendet werden kann. Dies ist zwar bei einem Wechselstromgerät mit der AL 4 ($Ug = -6$ Volt) bedeutungslos, wurde jedoch in Übereinstimmung zu den Allstrom-Schaltungen des Verfassers beibehalten, bei denen diese Maßnahme mindestens so wertvoll ist, wie die erwähnte Siebung der Schutzgitterspannung.

Der Aufbau des Empfängers

Es wurde angestrebt, der Fortschrittlichkeit der neuen Schaltung auch im Aufbau des Empfängers gerecht zu werden. Daher weicht das Gerät auch rein mechanisch an manchen Stellen vom Gewohnten ab. So besitzt das Grundgestell von den Abmessungen 300 × 200 mm nur eine Tiefe von 50 mm, und es wurde vermieden, irgendwelche größeren Bauteile auf die Unterseite des Gestells in den Verdrahtungsraum zu legen. Dadurch sind die Lötfahnen der Röhrenfassungen, um die herum sich die Verdrahtung abspielt, denkbar leicht zugänglich, jedenfalls wesentlich besser, als bei Grundgestellen von größerer Tiefe. Die Anordnung der Röhren und Teile entspricht unbedingt der logischen Folge der Schaltung, wie sich bei einem Vergleich von Schaltbild und Verdrahtungsplan feststellen läßt. Der Netzteil sitzt links, also möglichst weit vom NF-Teil entfernt.

Auch Einzelheiten, die gewöhnlich beim Bastelgerät vernachlässigt werden, wurden bei dem neuen Super sorgfältig durchgebildet. So ist die Front symmetrisch und nicht mit Knöpfen von untergeordneter Bedeutung belastet. Der nur ganz selten zu betätigende Empfindlichkeitsregler z. B. sitzt an der linken Seitenwand. Da bei modernen Flachform-Gehäusen der Lautsprecher links liegt, wird also im Gehäuse reichlich Platz sein, um eine Achskupplung aufzusetzen und

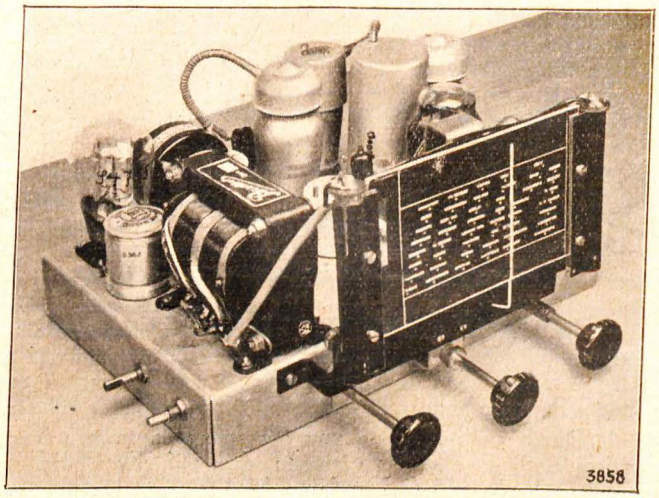


Abb. 2. Der neue 1600 kHz-Superhet in der Vorderansicht

mittels einer Verlängerungsachse den Regler von links zu betätigen. Der in den Lichtbildern ebenfalls links sichtbare Netzschalter allerdings wird bei der im Bauplan vorgeschlagenen Ausführung mit dem Lautstärkenregler vereinigt, so daß ein Bedienungsgriff gespart wird. Der Rückkopplungstrimmer C_6 und der Regler zur Einstellung des Neon-Abstimmanzeigers P_3 müssen derart selten eingestellt werden, daß sie beide mit Schraubenzieher-Einstellung versehen werden konnten; P_3 sitzt rechts, C_6 hinten.

Die Skala ist eine moderne, lichtdurchflutete Ausführung mit einer dem Einbereich-Superhet angepaßten Sonder-Punkteichung. Sie besitzt jedoch auch eine Frequenzteilung, eine Wellenmeter-Teilung und eine normale Grad-Teilung. Der Abstimmanzeiger, der beim Bastelgerät meist „irgendwo" hingesetzt wird, bildet eine organische Einheit mit der Skala, wenn wir wie im Mustergerät links im schwarzen Deckblech der Skala einen Ausschnitt zur Sichtbarmachung seiner Neon-Leuchtsäule anbringen; vor diesem Ausschnitt ist auf der Glasplatte der Skala die Inschrift „200—2000 m" wegzuschaben. So können wir später mit einem Blick durch das Skalenfenster sowohl den Namen des eingestellten Senders, wie den Stand des Abstimmanzeigers erfassen, ähnlich wie bei einem kultivierten Industrie-Gerät.

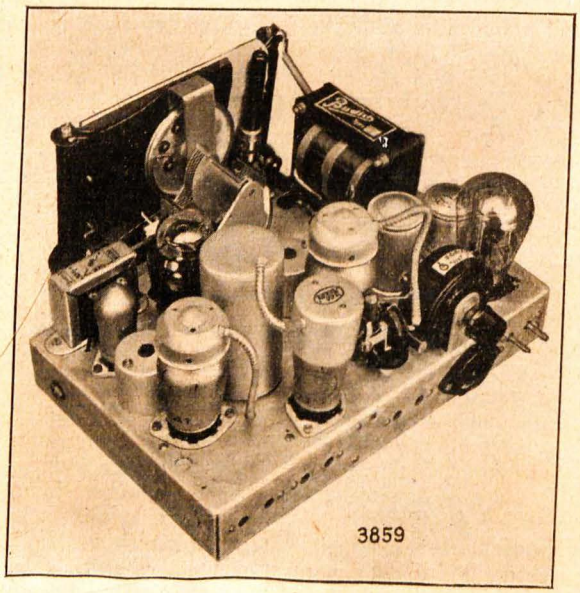


Abb. 3 Rückansicht des Gerätes

[7]) vgl. Lit. [6]).

Damit die Eichung der Skala gültig gemacht werden kann, wurde ein neuer, abgleichbarer Überlagerer für Einbereich-Superhets geschaffen. Er ist abgeschirmt und enthält gleichzeitig den Gitterblock und den Ableitwiderstand für das Gitter 1 der Achtpolröhre. Es führen also nur noch zwei Leitungen zum Schwingteil der Achtpolröhre. Der zugehörige Drehkondensator stellt die von den Einbereich-Superhets des Verfassers gewohnte Ausführung dar. Bei Einstellung des Empfängers auf Schmalband-Empfang neigt dieser Typ allerdings etwas dazu, den Empfänger durch Kondensator-Mikrophonie ins Heulen zu bringen, so daß ein Zusammenbau mit dem Lautsprecher nicht ohne Vorversuche vorgenommen werden sollte. Die Entwicklung einer akustisch unempfindlichen Drehkondensator-Ausführung für hochempfindliche 1600 kHz-Superhets wurde bereits in Angriff genommen. Erwähnt sei noch, daß der zweite Drehkondensator des Superhets, nämlich der Bandbreitenregler, als außerordentlich handliches Bauteil in den Handel gekommen ist.

Bei der Verdrahtung wurden zunächst einmal zusammengehörige Leitungen in stärkeren Rüschschläuchen gemeinsam geführt, z. B. sämtliche Zuleitungen der AZ 1, sämtliche Primärzuleitungen des Netztransformators, die beiden Adern der Heizleitungen, die beiden Leitungen zum Rückkopplungsdrehkondensator usw. Dadurch wurde die Verdrahtung besonders klar. Natürlich sind aber erstklassige

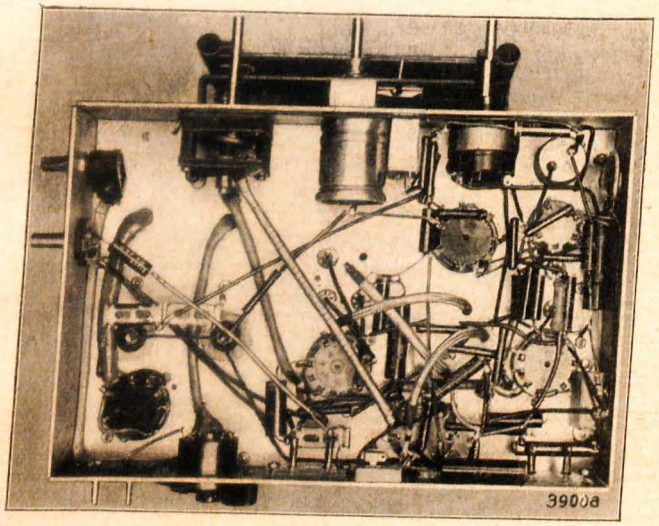


Abb. 4. Ansicht von unten

Isolationen zwischen den Einzeladern solcher Leitungsstränge notwendig, damit sie keine Gefahr für die Betriebssicherheit bedeuten. Ferner dürfen diese Leitungs-Zusammenfassungen nur dort vorgenommen werden, wo sie technisch auch wirklich angebracht und zulässig sind. Dementsprechend wurden der Hochfrequenzteil und alle kritischen Teile der Schaltung gänzlich anders verdrahtet, genau nach den Erfordernissen der Schaltung. Rechtwinklig oder krampfhaft parallel geführte Leitungen wird der Bastler an keiner Stelle unseres Supers finden; solche Spielereien vertragen sich nicht mit der Sachlichkeit des modernen Empfängerbaues und mit den hohen elektrischen Ansprüchen, die wir heute an jeden Teil des Empfängers stellen müssen. Es sei daher auch dem geübten Bastler empfohlen, sich den beigegebenen Verdrahtungsplan genau anzusehen. Der Plan weist dem Originalgerät gegenüber einige grundsätzlich belanglose Abweichungen auf, die das Bild des Verdrahtungsraums noch klarer und die Verdrahtungsarbeit noch einfacher machen. Im Gegensatz zu den entweder stark schematisierten oder aber unübersichtlichen Plänen, mit denen der Bastler manchmal arbeiten soll, wurde bei der vorliegenden Zeichnung angestrebt, die Verdrahtung völlig naturgetreu und hochfrequenztechnisch richtig wiederzugeben und trotzdem die Klarheit zu wahren, die der nicht berufsmäßige Gerätebauer braucht. Trotz der Klarheit von Plan und Lichtbild wird es sich aber nicht erübrigen, vor dem ersten Einschalten den nachgebauten Empfänger unmittelbar mit dem Schaltbild zu vergleichen, in das auch die wichtigsten Spannungs- und Stromwerte eingetragen sind.

Selbstbau-Spulen?

Einzelne Spulen des Empfängers, z. B. die Überlagererspule oder der ZF-Kreis, würden sich offenbar recht einfach selbst bauen lassen. Dabei ist jedoch folgendes zu beachten: Die Spulen des Empfängers müssen bedeutend höheren Anforderungen genügen als etwa in einem Geradeaus-Empfänger oder in einem Superhet mit 450 oder gar 130 kHz Zwischenfrequenz. Die Kapazitätswerte und die Verlustwinkel der Kondensatoren, die Permeabilität und die Verluste des Hochfrequenz-Eisens, die Eigenschaften der verwendeten Hochfrequenzlitze müssen innerhalb ganz bestimmter Streuwerte liegen, um einwandfreie Ergebnisse zu erzielen; dazu kommt die Notwendigkeit, den Primärkreis des ZF-Bandfilters im Interesse des pfeiffreien Empfanges und der Übereinstimmung der Senderverteilung mit der Skaleneichung genau auf 1600 kHz einzustellen und dieses Filter sowohl wie den ZF-Kreis vor Einbau auf Verluste nachzumessen. Bei den Entwicklungsarbeiten am vorliegenden Superhet ist es z. B. vorgekommen, daß eine Versuchsschaltung aus scheinbar unerklärlichen Gründen stark verzerrte und nur eine Empfindlichkeit von etwa 800 Mikrovolt ergab. Als schuldig stellte sich schließlich eine nicht ganz einwandfreie Lötstelle an einer Versuchsausführung des 1600-kHz-ZF-Kreises heraus.

Bei derart hohen Anforderungen an die Spulen erscheint es geradezu undenkbar, daß der Handel in ganz Deutschland für einzelne Bastler, die ihre Spulen selber bauen wollen, die verschiedenen, für den Bau hochwertiger Spulen nötigen Sonder-Baustoffe auf Lager hält; ferner dürften die wenigsten Bastler feinmechanisch und elektrisch so geschult sein, daß sie mit einwandfreien Baustoffen auch ohne weiteres einwandfreie Spulen zu bauen verstehen. Um daher dem neuen, hochentwickelten Einbereich-Superhet seinen Weg nicht durch gefährliche Fehlerquellen zu erschweren, hält es daher Verfasser für richtig, den Bastler nicht erst durch die Angabe von Spulendaten in die Versuchung zu schwierigen Experimenten zu bringen. Der neue Empfänger dürfte immerhin so interessant sein, daß der denkende Bastler bei seinem Bau und bei seinem Betrieb reichlich Gelegenheit zu anregender Eigenarbeit finden wird.

Die Inbetriebnahme

Vor dem Einschalten legen wir einen Strommesser in den Anodenkreis der AL 4 und einen Spannungsmesser an das Schirmgitter der AF 3. Diese beiden Meßgeräte lassen dann beim ersten Einschalten sofort erkennen, ob die Stromversorgung in den allerwichtigsten Punkten stimmt, so daß wir nicht in die Gefahr kommen, unsere Röhren längere Zeit überzubeanspruchen.

Die übrigen Spannungsmessungen, mit Ausnahme der Kathodenspannungsmessungen, erfolgen dann mit einem Spannungsmesser von 2 mA Eigenverbrauch und präziser Ausführung mit dem 500 Volt-Bereich. Dabei ist zu beachten, daß der Empfänger geerdet ist, daß die Rückkopplung nicht bis zum Schwingen angezogen ist und daß die Messungen ohne jeden Empfang vorgenommen werden, da sonst die Spannungsverhältnisse durch die Schwundregelung verschoben sein könnten; ferner muß die Netzspannung mit mindestens ± 2 % auf dem Nennwert gehalten werden. Die abgelesenen Werte dürfen dann von den im Schaltbild eingetragenen um nicht mehr als ± 10 % abweichen.

Der Bandbreitenregler wird bis zum Rechtsanschlag gedreht und nun das ZF-Bandfilter nach genau demselben

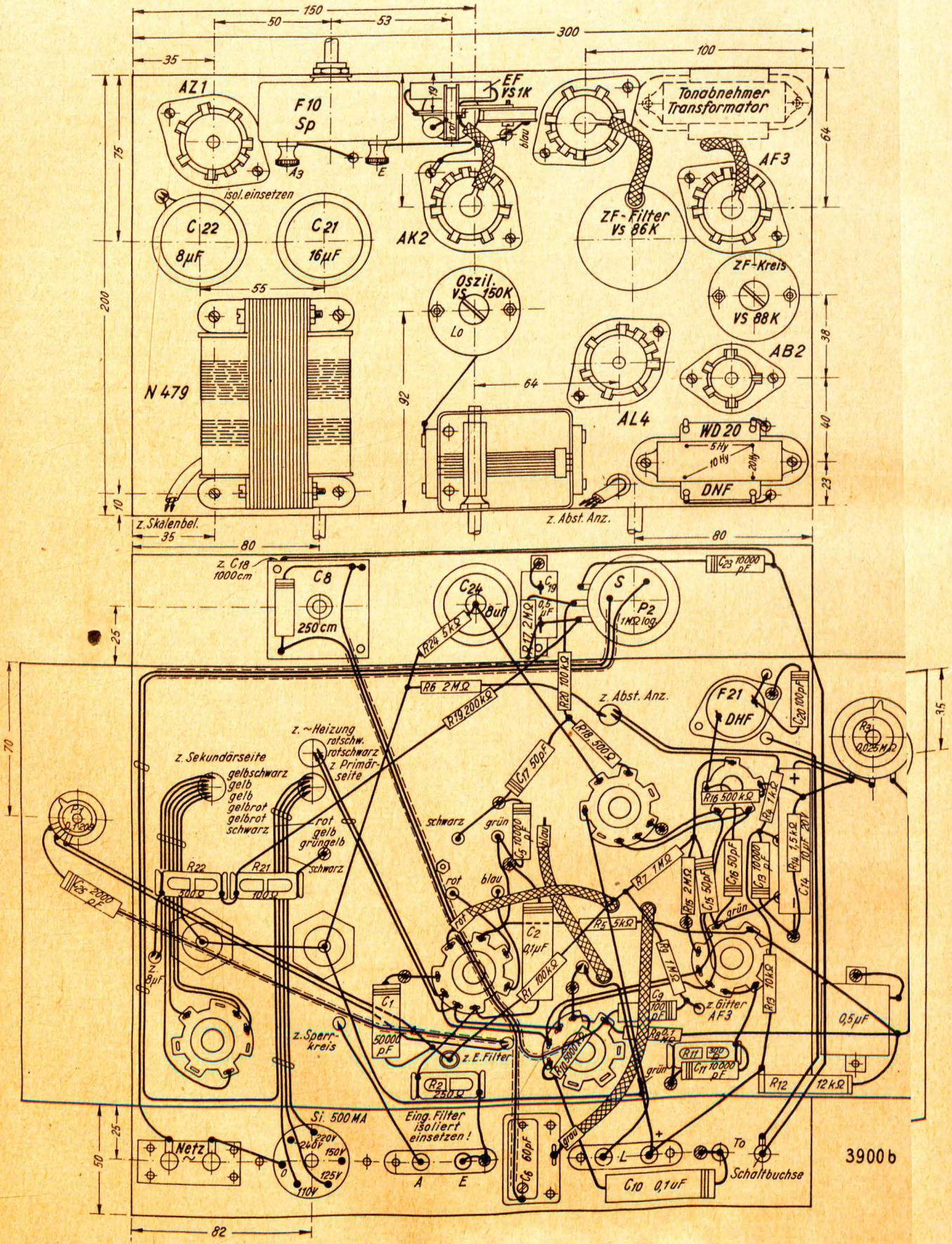


Abb. 5. Verkleinerter Verdrahtungsplan

Verfahren nachgestimmt wie beim „Weiterentwickelten Dreiröhren-Einbereich-Superhet“ [8]), wobei zum Anziehen der Rückkopplung nur C_6 benutzt wird. Die endgültige Einstellung von C_6 bei fertig abgeglichenem Filter ist so, daß die Entdämpfungsschaltung bei Drehung des Bandbreitenreglers bis zum Rechtsanschlag ganz hart vor dem Schwingungseinsatz steht.

Um den ZF-Kreis *ZFk* richtig einstellen zu können, ziehen wir C_6 vorübergehend so weit an, daß gerade eben Schwingungen einsetzen. Die Neon-Abstimmröhre, die natürlich auch einer Voreinstellung bedarf (beim ersten Einschalten steht der Schleifer von P_3 auf der Seite, die + 100 Volt führt; er wird dann so weit zurückgedreht, daß die Abstimmröhre im Ruhezustand etwa 12 mm Leuchtsäule zeigt), wird dann aufzucken, und wir bringen durch Einstellung der Abgleichschraube am ZF-Kreis diesen Ausschlag der Neonsäule auf den höchstmöglichen Wert. Später könnten wir den ZF-Kreis unter Empfang eines stärkeren, schwundarmen Senders bei schmaler Bandbreite nochmals auf höchsten Neonröhren-Ausschlag nachstellen. Wir werden dann die richtige Einstellung der Abgleichschraube auf ± ¼ Umdrehung genau finden. Zu beachten ist bei dieser Spule sowohl wie beim ZF-Filter und beim Überlagerer, daß die Spulenhülse nicht durch gewaltsame Linksdrehung der Abgleichschraube gesprengt wird.

Wir wenden nun unsere Aufmerksamkeit dem eingebauten Ferrocart-Sperrkreis zu. Bei angelegter Antenne (Abendempfang!) verbinden wir vorübergehend den Stator von C_4 über einen 50 000 pF-Block mit dem Grundgestell, so daß der Überlagererteil der Achtpolröhre nicht mehr schwingen kann. Der Bandbreitenregler steht in Mittelstellung. Obwohl der Überlagerer nicht in Betrieb ist, wird nun in manchen Fällen noch etwas Empfang, Kreischen oder Pfeifen im Lautsprecher leise zu hören sein. Diesen Geräusch-Hintergrund beseitigen wir durch sorgfältige Einstellung des Sperrkreises restlos. Nach Entfernen des an C_4 hängenden 50 000 pF-Blocks wird nun ein absolut sauberer Empfang gelingen, außer wir haben ungewöhnlich hohe Empfangsfeldstärken. In diesem Fall ist der Empfindlichkeitsregler etwas zurückzudrehen.

Der Empfang ist nun schon einwandfrei, obwohl wir noch nichts für den „Gleichlauf“ getan haben — beim gewohnten Superhet bekanntlich der Punkt, an dem der Bastler zu scheitern pflegt! Tatsächlich hat ja beim Einbereich-Super die Einstellung des Trimmers von C_4 und der Selbstinduktion von L_0 nichts mit der Güte des Empfangs zu tun, sondern lediglich mit der Lage der einzelnen Sender auf der Skala. Die Einstellung dieser beiden Abgleichelemente ist also nur noch „Formsache“ und für die Empfangsleistung ohne Einfluß. Da der Skala eine Gebrauchsanweisung beigegeben wird, die alles Nötige sagt, können wir uns an dieser Stelle ein Eingehen auf das Einstellen des Überlagererkreises sparen.

Bei der Inbetriebnahme des Empfängers sind also insgesamt sechs Schrauben einzustellen. Davon sind nur drei, nämlich die des Sperrkreises, die des ZF-Bandfilters und des ZF-Kreises, von entscheidendem Einfluß auf die Empfangsgüte, können jedoch an Hand der angegebenen, einfachen Rezepte auch vom Ungeübten exakt eingestellt werden. Dies ist für den Bastler wohl einer der größten Vorteile des 1600 kHz-Superhet.

*

Die vorliegende Neukonstruktion erfüllt Wünsche, die bisher mit dem 1600 kHz-Superhet für unerfüllbar gegolten haben. Bei nahezu ideal einfacher Bedienung bietet das Gerät am Tage sowohl wie abends den Empfang einer überraschend großen Anzahl von Sendern in einer Tonfülle, Sauberkeit und Gleichmäßigkeit, die bisher wohl nur von den allerbesten Mittelklassen-Superhets der Industrie erreicht wurden. Der Aufwand dieser Vergleichsgeräte ist jedoch größer, und vor allem bereiten sie bei der Abgleichung Schwierigkeiten, die der Bastler meist nicht voll bewältigt. Die Bandbreitenregelung erschien bei der Erprobung des neuen Superhet den Anforderungen der Praxis besonders glücklich angepaßt, denn sie ermöglicht einmal ausgesprochenen Breitbandempfang, im anderen Extrem aber ist das empfangene Band so schmal, daß auch an schwierigen Stellen des Rundfunk- und Langwellenbereichs ein Empfang ohne durch zu geringe Trennschärfe verursachte Nebengeräusche und ohne Durchsprechen von Nachbarsendern gelingt. Die hohe Endleistung und Verzerrungsarmut der AL 4 tut das ihre dazu, um den neuen Super zum Gebrauchsgerät des anspruchsvollen Bastlers und Hörers zu machen. Der Abstimmzeiger ermöglicht eine sehr präzise Stummabstimmung und sollte im Interesse der Empfangsgüte nicht weggelassen werden. Die Baukosten des Empfängers belaufen sich bei Verwendung der erstklassigen Originalteile — vor minderwertigem Material sei gewarnt — nur auf RM 180,— einschließlich Röhren. Auch von dieser Seite dürften daher den Anforderungen der Praxis genügt worden sein.

Zeichnung und Aufnahmen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt.

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 1	Größe
1	1	Eingangsfilter	*EF*	150—1500 kHz
2	1	Überlagerspule	L_0	150—1500 kHz
3	1	ZF-Bandfilter	ZF_B	1600 kHz
4	1	ZF-Abstimmkreis	ZF_K	1600 kHz
5	1	Hochfrequenzdrossel	*DHF*	35 mH
6	1	Sperrkreis	S_p	500—1500 kHz
7	1	Tonbanddrossel	D_{NF}	5—10—20 Hy
8	1	Netztransformator		2×300 V/75 mA
9	1	Luftdrehkondensator mit Trimmer	C_4	150 cm
10	1	Trimmer	C_6	60 cm
11	1	Doppeldrehkondensator	C_8/C_{18}	250+1000 cm
12	1	Mikroblock, ind. frei	C_1	50000 pF
13	2	desgl.	C_2, C_{10}	0,1 µF/750 V
14	2	desgl.	C_9, C_{20}	100 pF
15	4	desgl.	$C_5, C_{11}, C_{13}, C_{23}$	10000 pF
16	1	desgl.	C_7	500 pF
17	3	desgl.	C_{17}, C_{15}, C_{16}	50 pF
18	1	desgl.	C_{25}	2000 pF
19	2	Papier-Becherblock	C_{12}, C_{19}	0,5 µF/750 V
20	1	Elektrolytblock	C_{14}	10 µF/20 V
21	1	desgl.	C_{21}	16 µF/450 V
22	1	desgl.	C_{22}	8 µF/450 V
23	1	desgl.	C_{24}	8 µF/450 V
24	1	Dreh-Spannungsteiler	P_1	0,1 MOhm log
25	1	desgl.	P_2/S	1 MOhm log.
26	1	desgl.	P_3	25000 Ohm/3 W.
27	3	Einbau-Widerstand 0,5 Watt	R_1, R_8, R_{20}	0,1 MOhm
28	1	desgl.	R_4	1000 Ohm
29	3	desgl.	R_{24}, R_5, R_{10}	5000 Ohm
30	3	desgl.	R_{17}, R_6, R_{15}	2 MOhm
31	2	desgl.	R_7, R_9	1 MOhm
32	1	desgl.	R_{14}	1500 Ohm
33	1	desgl.	R_{16}	0,5 MOhm
34	1	desgl.	R_{18}	500 Ohm
35	1	desgl.	R_{19}	0,2 MOhm
36	1	desgl. 1 Watt	R_{13}	0,01 MOhm

[8]) vgl. Heft 2 und 3, 1936, des „Funk“.

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 1	Größe
37	1	Stäbchen-Widerstand	R_{12}	12000 Ohm
38	1	Kleiner Drahtwiderstand	R_2	250 Ohm
39	1	desgl.	R_{11}	300 Ohm
40	1	desgl.	R_{21}	100 Ohm
41	1	desgl.	R_{22}	500 Ohm
42	1	Spannungswähler	Si	500 mA
43	1	Al-Grundgestell		300×200×50 mm
44	1	Linearskala, geeicht		150—1500 kHz
45	4	Drehknöpfe, braun		6 mm
46	1	Achskupplungsmuffe		6 mm
47	1	Verlängerungsachse		6×50 mm
48	1	Winkel für Sperrkreis		
49	1	Netzanschlußleiste		
50	2	Buchsenleisten		2 ploig
51	1	Buchse, abisoliert		4 mm
52	1	Schaltbuchse f. Tonabn.		4 mm
53	5	Außenkontaktfassungen		8 polig
54	1	desgl.		5-polig
55	1	Swanfassung f. Neonröhre		3-polig
56	2	Gitterkappen m. verlustarmem Kabel 130 mm		
57	1	Gitterkappe m. Clip, keram.		
58	20	Linsenkopfschrauben		3×10 mm
59	20	Zylinderkopfschrauben		3×10 mm
60	3	desgl.		3×40 mm
61	43	Sechskantmuttern		3 mm
62	1	Pertinax-Ring für C 22		
63	3	Abstandsröhren f. C 4		30 mm
64	8	m Schaltdraht, versilbert		1,5 mm
65	5	m Rüschschlauch		1,5 mm
66	1,5	m Rüschschlauch		4 mm
67	0,3	m Rüschschlauch		10 mm
68	0,3	m Panzerrüsch		2 mm
69	0,3	m Panzerrüsch		6 mm
70	10	Lötösen		
71	6	Keramische Durchführungen		
72	1	Röhre AK 2	*AK 2*	
73	1	Röhre AC 2	*AC 2*	
74	1	Röhre AF 3	*AF 3*	
75	1	Röhre AB 2	*AB 2*	
76	1	Röhre AL 4	*AL 4*	
77	1	Gleichrichter AZ 1	*AZ 1*	
78	1	Neonröhre m. Swansockel	*RR 145*	
79	2	Skalenlämpchen		4 V/0.3 Amp.

Ein Verfahren zur genauen Messung kleinster Kapazitätsänderungen

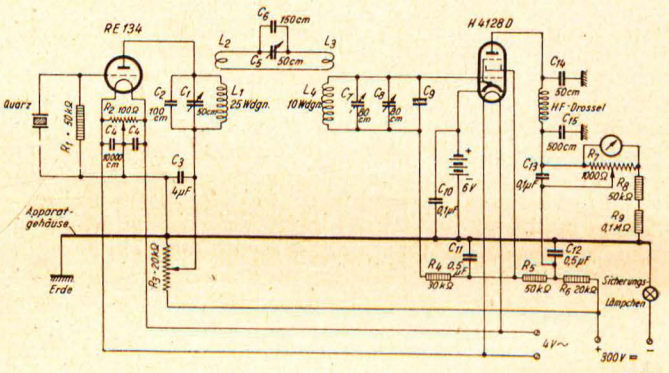
Im letzten Jahrgang dieser Zeitschrift [1]) ist eine verhältnismäßig einfache Schaltanordnung zum Nachweis kleiner Kapazitätsänderungen angegeben worden, die sich vorzüglich zur Bestimmung von Dielektrizitätskonstanten oder von kleinen, etwa thermisch hervorgerufenen, Dimensionsänderungen von Stoffen eignet, die in das Feld eines Plattenkondensators gebracht werden.

Es möge hier eine gleichen Zwecken dienende Meßweise angegeben werden, die in der Anordnung zwar etwas weniger einfach ist, in der Handhabung und in ihren Ergebnissen aber infolge einer exakten Stabilisierung der Schwingungsfrequenz zu besonders großer Genauigkeit vorzudringen gestattet.

Von einem Quarzoszillator wird eine zuverlässige konstante Hilfsfrequenz (z. B. $f = 3000$ kHz) geliefert. Diese wird auf einen Anodengleichrichter mit abstimmbarem Gitterkreis gegeben, in dessen Anodenstromkreis ein empfindlicher Strommesser eingeschaltet ist. Beim Durchdrehen des veränderlichen Gitterkreis-Kondensators erhält man die bekannte Resonanzkurve, die gleichzeitig von der Kapazität des der Untersuchung unterworfenen, zum Drehkondensator parallel geschalteten Meßkondensators abhängt. Diese Abhängigkeit wird durch die Beobachtung festgestellt.

Die Schaltung des ganzen Apparates wird durch die beistehende Abbildung veranschaulicht. Es soll bemerkt werden, daß Gedanken zu solchen Schaltungen schon frühzeitig zum Zweck der Empfindlichkeitsvergrößerung von Kondensatormikrophonen beschrieben worden sind (vgl. H. Riegger, Wiss. Veröff. aus dem Siemens-Konzern 1924, Heft 2, S. 69).

Das ganze Gerät ist in einem Aluminiumkasten eingebaut, um äußere Störungen abzuhalten; außerdem ist der Oszillator durch Aluminiumwände gegen die übrige Apparatur abgeschirmt. Der Oszillator besitzt zwei Schwingkreise, den aus einem Piezoquarz gebildeten Gitterkreis und den aus den Kapazitäten C_1 und C_2 und aus der Selbstinduktion L_1 bestehenden Anodenkreis. Die Ankopplung des Oszillators an den Gleichrichterkreis geschieht durch das aus C_5 und C_6



Anordnung zur genauen Messung kleiner Kapazitätsänderungen

und die beiden Kopplungsspulen L_2 und L_3 gebildete Kopplungsglied. Um, wie erforderlich, nur sehr schwache Kopplung zu erzielen, besitzen beide Spulen nur je eine einzige Windung. Um Einflüsse von Erschütterungen auszuschalten, ist eine sehr feste Anbringung der Spulen notwendig. Der Festkondensator C_6 dient zur angenäherten Einstellung des günstigsten Kopplungspunktes, bei dem der Hochfrequenzstrom im Gleichrichtergitterkreis ein Maximum und die Resonanzkurve eine einzige scharfe Spitze hat. Der Drehkondensator C_5 dient dann zur feineren Regulierung.

Der Gleichrichter arbeitet in Anodengleichrichtung. Sein Gitterkreis enthält den eigentlichen Meßkondensator C_9 zusammen mit einem geeichten Präzisions-Drehkondensator C_8. Um diesen Kreis bei verschiedenen Meßkondensatoren stets auf Resonanz bringen zu können, ist ein weiterer veränderlicher Kondensator geringer Ausmaße C_7, ein sogenannter Trimmer, parallel geschaltet. Der normale Anodenstrom der Gleichrichterröhre beträgt etwa 2 mA. Um geringste Kapazitätsänderungen von C_9 noch feststellen zu können, empfiehlt sich die Verwendung eines empfindlicheren Meßinstruments in Verbindung mit einer Kompensationsschaltung, die es verhindert, daß der volle Anodenstrom durch das Instrument fließt.

Die Messung geschieht nun in folgender Weise: Man verdreht den Abstimmkondensator C_8 des Gleichrichter-Gitterkreises solange, bis man für die Anfangskapazität von C_9 an der Resonanzkurve die Stelle größter Steilheit erreicht hat. Dann wird durch Verändern des Widerstandes R_7 der entsprechende Anodenstrom vollständig kompensiert, so daß der Stromzeiger auf Null steht. Tritt nun an der Meßkapazität eine der Untersuchung unterworfene Veränderung ein, so tritt wieder eine Stromanzeige am Meßinstrument auf. Man verdreht nun den Abstimmkondensator solange, bis die Anzeige wieder verschwindet. Aus der erforderlichen Verdrehung ergibt sich mit Hilfe der Eichdaten des Kondensators die gesuchte Kapazitätsänderung von C_9. *H. Rüffler*

Zeichnung vom Verfasser

[1]) Siehe „Funk" 1935, Heft 19, Seite 623.

Selbsttätige Bandbreiteregelung

Von **Dipl.-Ing. Oswald Köhler**

Schon die 12. Große Deutsche Rundfunkausstellung im Herbst 1935 stand hinsichtlich der Rundfunkempfangsgeräte deutlich im Zeichen einer Verbesserung der Wiedergabegüte; auf der diesjährigen Rundfunkausstellung aber treten diese Bestrebungen noch viel deutlicher in Erscheinung. Durch eine Verbesserung der eigentlichen Empfänger sowohl als auch der Lautsprecher wurde ein weiterer Schritt vorwärts getan in Richtung auf das ideale Empfangsgerät. Es muß aber beachtet werden, daß die einfache Vergrößerung des Wiedergabe-Frequenzbandes durchaus kein Idealgerät ergibt. Die Wiedergabe des Ortssenders zwar gewinnt dadurch außerordentlich; wenn aber ein mit kleiner Feldstärke einfallender Sender empfangen werden soll, so ergeben sich unangenehme Geräusche in hohen Tonfrequenzen und Interferenzstörungen. Das war die Ursache, daß gleichzeitig mit der Verbesserung der Wiedergabe auch notwendigerweise Einrichtungen angewendet werden mußten, die eine Änderung der Bandbreite gestatten.

An sich wird man bestrebt sein, die hochfrequente Bandbreite immer möglichst groß zu halten, damit keine Unterdrückung der zur Erzeugung der richtigen Klangfarbe so wichtigen hohen Tonfrequenzen erfolgt. Zeigen sich aber die oben erwähnten Störungen, so muß die Bandbreite verringert werden, bis sich das günstigste Verhältnis zwischen klanggetreuer Wiedergabe und Störungsfreiheit ergibt.

Diese Lösung ist an sich ganz annehmbar, und sie wird ja auch bei einer großen Zahl von Empfängern angewandt. Sie bringt aber den Nachteil eines weiteren Regelknopfes mit sich, der für die Mehrzahl der Rundfunkhörer mindestens eine störende Beigabe darstellt, wenn nicht gar die Wirkung der Bandbreite-Regelvorrichtung dadurch hinfällig wird, daß die Einstellung der Bandbreite übersehen wird.

Es lag deshalb nahe, nachdem mit den selbsttätig wirkenden Vorrichtungen zum Lautstärkeausgleich so gute Erfahrungen gemacht worden sind, auch die Einregelung der Bandbreite dem Hörer abzunehmen und einer selbsttätig wirkenden Einrichtung zu übertragen, und das um so mehr, als die Einregelung der Bandbreite nicht nur eine Sache des Geschmacks ist, wie etwa die Klangfarbe- oder die Lautstärkeregelung, sondern im wesentlichen durch die Empfangsverhältnisse, also die Lage des zu empfangenden Senders zur Stärke und Frequenz des Nachbarsenders, bestimmt wird. Je größer die Feldstärke ist, mit der der zu empfangende Sender einfällt, um so weniger können benachbarte Sender stören und um so größer kann die Bandbreite sein und umgekehrt. Die selbsttätige Bandbreiteregelung wird also im wesentlichen befriedigend arbeiten, wenn die Bandbreite proportional der einfallenden Trägerwellen-Amplitude gemacht wird.

Es ist das Ziel dieses Aufsatzes, die wichtigsten bisher bekanntgewordenen Lösungen zur selbsttätigen Bandbreiteregelung zusammenzustellen und ihre Wirkungsweise zu erläutern.

Zunächst einige allgemeine Vorbemerkungen: Eine Vorrichtung zur selbsttätigen Bandbreiteregelung besteht grundsätzlich aus zwei Teilen:

1. der Einrichtung zur Bereitstellung der Regelspannung und
2. der Vorrichtung, auf die die Regelspannung einwirkt, um die Bandbreite zu ändern.

Die Einrichtung zur Bereitstellung der Regelspannung wird in derselben Weise aufzubauen sein, wie die entsprechende Einrichtung bei Anordnungen zur selbsttätigen Lautstärkeregelung; denn beide haben ja gemeinsam, daß eine Spannung geschaffen werden muß, deren Größe von der Amplitude der Trägerwelle des zu empfangenden Senders oder eines Nachbarsenders abhängt. Es können deshalb alle aus der Technik der selbsttätigen Lautstärkeregelung bekannten Schaltungen sinngemäß auch für die Erzeugung der Regelspannung der selbsttätigen Bandbreiteregelung verwendet werden.

Klangregelung und Trennschärfe

Die eigentliche Bandbreiteänderung kann sowohl im Hochfrequenzteil als auch im Niederfrequenzteil des Empfängers vorgenommen werden. Das soll an Hand der Abb. 1 näher erläutert werden. Hier sind links Resonanzkurven eines veränderlichen Bandfilters für drei verschiedene Bandbreiten dargestellt. Das breiteste Band ergibt sich bei einer Einstellung *B*, ein mittleres bei *M*, das schmalste bei *S*.

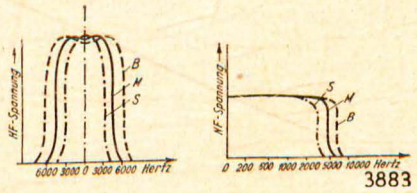


Abb. 1. Drei Bandfilterkurven mit den zugehörigen Niederfrequenz-Kennlinien

Man sieht, daß zum Beispiel bei der Bandbreiteeinstellung *M* die Frequenzen oberhalb 4500 Hertz im wesentlichen weggeschnitten werden. In Abb. 1 sind rechts die den Resonanzkurven *B*, *M*, *S* entsprechenden Niederfrequenz-Übertragungskurven dargestellt unter der Voraussetzung, daß keine weiteren Verzerrungen in den Zwischengliedern entstehen. Auch aus diesen Kurven sieht man, daß für eine Bandbreiteeinstellung *M* die Frequenzen oberhalb 4500 Hertz im wesentlichen unterdrückt sind. Hochfrequente Regelung und niederfrequente Regelung sind also grundsätzlich gleichwertig, weil beide Regelarten die Unterdrückung der hohen Tonfrequenzen bis zu einer gewünschten Grenze herab gestatten. Es muß aber dabei beachtet werden, daß die Regelung im Niederfrequenzteil, die sogenannte Klangfarbenregelung (Tonkontrolle), lediglich Störungen beseitigt, die sich als Geräusche mit hohen Tonfrequenzen bemerkbar machen, während durch die Regelung im Hochfrequenzteil, der eigentlichen Trennschärferegelung, auch die durch Quermodulation bedingten Störtöne geringer Frequenz beseitigt werden, die vom Klangfarbenregler nicht erfaßt werden und daher rühren, daß dem Empfangsgleichrichter ein zu breites Band von hochfrequenten Schwingungen zugeführt werden kann. Allerdings ist andererseits die tonfrequente Klangfarbenregelung für die Schallplattenwiedergabe nicht entbehrlich.

Die Vorrichtungen zur Regelung der Bandbreite selbst werden im Prinzip den zahlreichen bekannten Vorrichtungen zur Regelung der Bandbreite bzw. Klangfarbe von Hand entsprechen, die auch mehr oder weniger elegante Lösungen für die selbsttätige Bandbreiteregelung ergeben.

Dämpfung durch besondere Parallelröhre

Eine der ältesten Schaltungen, mit der das gesteckte Ziel der selbsttätigen Bandbreiteregelung erreicht werden kann, ist in Abb. 2 dargestellt. Die Schaltung wurde ursprünglich zur Erzielung einer selbsttätigen Regelung der Lautstärke entwickelt und beruht darauf, daß die Dämpfung eines Abstimmkreises mittels einer parallel liegenden Röhre in Abhängigkeit von der Trägerwellenamplitude geändert

wird. Im Stromkreis der vorhergehenden Stufe, die natürlich auch eine Antennenstufe sein kann, liegt die Koppelspule 1, durch die Hochfrequenz- oder Zwischenfrequenzenergie dem abgestimmten Kreis 2, 3, 4 zugeführt wird. Von dort geht es einerseits an Erde, andererseits über einen Koppelkondensator 5 an das Steuergitter der Verstärkerröhre 6. Parallel zum Schwingungskreis liegt die Anoden-

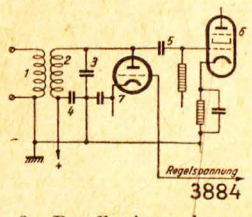


Abb. 2. Bandbreiteregelung mit Parallelröhre

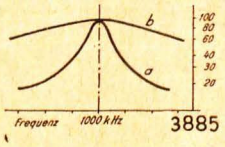


Abb. 3. Resonanzkurven, die sich mit der Schaltung nach Abb. 2 einstellen lassen

Kathodenstrecke der Röhre 7, deren Innenwiderstand über eine Leitung 8 durch Veränderung der Spannung am Steuergitter gesteuert wird. Die Anodenspannung wird über die Spule 2 zugeführt. Wird die Spannung am Steuergitter stärker negativ, so nimmt der Innenwiderstand zu und damit die Dämpfung des Kreises 2, 3, 4 ab. Bei abnehmender Dämpfung werden aber sowohl die Verstärkung als auch die Trennschärfe erhöht. Die Schaltung zur selbsttätigen Lautstärkeregelung, bei der ja die Regelspannung so ausgebildet sein muß, daß mit abnehmender Signalamplitude die Verstärkung erhöht wird, ist also auch zur selbsttätigen Bandbreiteregelung geeignet, bei der mit abnehmender Signalamplitude die Bandbreite erniedrigt werden muß.

Damit man sich ein Bild über die Wirkungsweise der beschriebenen Bandbreiteregelung machen kann, sind in Abb. 3 zwei Resonanzkurven der Schaltung der Abb. 2 nach Messungen von Beers *) gezeichnet, und zwar die erreichbaren Grenzkurven, also für größte (*b*) und kleinste (*a*) Bandbreite. Die Höchstamplituden der Kurven sind beide gleich 100 gesetzt, damit ein Vergleich leichter möglich ist, obgleich natürlich bei der bei Einstellung gemäß Kurve *b* entstandenen Dämpfung nicht nur die Trennschärfe, sondern auch die Verstärkung kleiner ist als bei der bei Kurve *a*. Der Innenwiderstand der Röhre 7 ändert sich zwischen 10 000 Ohm und 1 Megohm, das Übertragungsmaß geht von 4,4 auf 0,75, also auf ⅙, zurück.

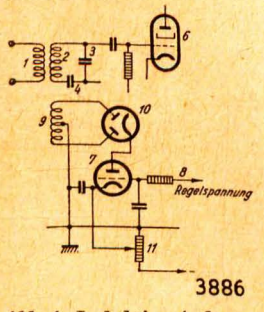


Abb. 4. Induktive Ankopplung der Parallelröhre

Die Schaltung bleibt natürlich auch in vielen Abänderungen wirksam. So kann, wie Abb. 4 zeigt, die Dämpfungsröhre 7 nicht direkt an den Kreis 2, 3 4 angeschlossen werden, sondern durch induktive Kopplung mittels Spule 9.

Bei dieser Schaltung ist auf eine besondere Spannungsquelle als Anodenspannung verzichtet worden; es muß aber eine Ausgleich-Gleichrichterröhre 10 vorgesehen werden. Es würden nämlich sonst wegen der einseitigen Leitfähigkeit der Röhre 7 Verzerrungen auftreten, die durch Anwendung der Röhre 10 vermieden werden. Die Anodenspannung der Röhre 7 wird in dieser Schaltung gewissermaßen durch Gleichrichtung eines Teiles der Signalenergie erzeugt. Der Spannungsteiler 11 dient zur Einstellung des Innenwiderstandes der Röhre 7 von Hand. Des ziemlich großen Aufwandes wegen ist diese Schaltung nicht zu empfehlen.

*) Proc. Inst. Rad. Eng., Dez. 1935, Seite 1427.

Dämpfungsregelung beim Bandfilter

In den bisher beschriebenen Schaltungen arbeitet die Dämpfungsröhre mit einem Schwingungskreis zusammen. In vielen Empfängern aber, besonders in solchen Spitzenempfängern, in denen die selbsttätige Lautstärkeregelung zunächst angewendet wird, werden bekanntlich Bandfilter zur Kopplung vorgesehen. Aber auch für solche Schaltungen ist die selbsttätige Bandbreiteregelung mittels Dämpfungsröhren möglich, wie es Abb. 5 und 6 zeigen.

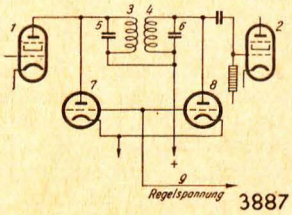


Abb. 5. Bandbreiteregelung bei einem Bandfilter mit Dämpfungsröhre für jeden einzelnen Kreis

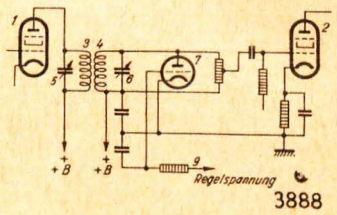


Abb. 6. Vereinfachte Schaltung zur Bandbreiteregelung mit Dämpfungsröhre

In Abb. 5 sind 1 und 2 Zwischenfrequenzröhren, die durch ein Bandfilter mit den Spulen 3 und 4 und den Abstimmkondensatoren 5 und 6 gekoppelt sind. Parallel zu den Schwingungskreisen liegt wieder die Anoden-Kathodenstrecke der beiden Dämpfungsröhren 7 und 8, deren Innenwiderstand über die Leitung 9 durch Ändern der Steuergitterspannung geregelt wird. Diese Schaltung ergibt im Prinzip dieselbe Wirkung wie die Schaltung nach Abb. 2, sie ist aber praktisch kaum durchführbar, da ja für jedes Bandfilter zwei zusätzliche Röhren notwendig wären.

Demgegenüber tritt in der Schaltung nach Abb. 6 eine wesentliche Ersparnis ein. 1 und 2 sind wieder Zwischenfrequenzröhren und 3, 4, 5 und 6 das Bandfilter. Diesmal ist aber nur eine Dämpfungsröhre 7 vorgesehen, die wieder in der bekannten Weise gesteuert wird. Den Einfluß dieser Schaltung auf die Bandbreite erkennt man aus Abb. 7, in

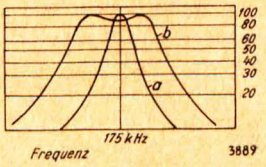


Abb. 7. Bandfilterkurven, die sich mit der Schaltung Abb. 6 erzielen lassen

der, wieder nach Messungen von Beers, die Resonanzkurven für größte und kleinste Bandbreite der Schaltung dargestellt sind, und zwar entsprechen — und darauf wird besonders hingewiesen — die Kurve *b* größter Bandbreite dem Zustand größten Innenwiderstandes der Röhre 7 und umgekehrt die Kurve *a* kleinster Bandbreite dem Zustand kleinsten Widerstandes der Röhre 7. Es ist also gerade umgekehrt, wie bei den bisher beschriebenen Schaltungen.

Das ist folgendermaßen zu erklären: Die Kopplung K zwischen den Spulen 3 und 4 ist so gewählt, daß trotz der Dämpfung durch die Röhre 7, wenn deren Innenwiderstand den kleinsten Wert besitzt, gerade die „kritische Kopplung" erreicht ist, bei der sich noch keine Einsattlung der Resonanzkurve ergibt. Diese kritische Kopplung K_0 hängt direkt von der Dämpfung ab, und zwar ist

$$K_0 = \sqrt{d_3 \cdot d_4}, \qquad 1)$$

wenn durch d_3 und d_4 die Dämpfung der Spulen 3 und 4 mit angeschlossenem Kreise bezeichnet wird. Es gilt also im Zustand größter Dämpfung die Gleichung:

$$K = K_0. \qquad 2)$$

Dieser Zustand entspricht der Kurve *a*, die gerade noch nicht die bekanntlich durch zu starkes Koppeln entstehende Zweiwelligkeit zeigt.

Wird nun die Dämpfung verkleinert, indem der Innenwiderstand der Röhre 7 durch Veränderung der Steuergitter-Spannung vergrößert wird, wird also d_4 kleiner, so wird auch, gemäß Gleichung 1), die kritische Kopplung K_0 kleiner. Damit nun wieder eine Resonanzkurve mit nur einer Spitze entsteht, müßte die Kopplung K entsprechend Gleichung 2) auch kleiner gemacht werden. Das wird aber nicht getan, sondern die Kopplung K, also etwa der räumliche Abstand der beiden Spulen 3 und 4 voneinander, bleibt unverändert. Das bedeutet aber, daß nach Verkleinerung der Dämpfung die eingestellte Kopplung K größer ist, als die durch die Dämpfung des Kreises bestimmte kritische Kopplung K_0; Gleichung 2) ist also nicht mehr gültig. Bei einer Kopplung K, die größer ist als die kritische Kopplung K_0, ergibt sich aber, wie schon oben definiert, eine Resonanzkurve mit zwei Höckern, wie es die Kurve *b* auch zeigt.

Der Innenwiderstand der Röhre 7 hat sich wieder zwischen 10 000 Ohm und 1 Megohm geändert. Das Verstärkungsmaß ist bei der Verkleinerung der Dämpfung, wie das auch nicht anders zu erwarten war, von 1 auf 5 gestiegen.

Bei einer Verkleinerung der Dämpfung ergibt sich in der Schaltung der Abb. 7 und bei den angenommenen Werten der Kopplung K eine Vergrößerung der Verstärkung sowohl als auch der Bandbreite. Bandbreite und Verstärkung ändern sich also in demselben Sinne. Das ist gerade umgekehrt wie bei der Schaltung etwa nach Abb. 6, bei der sich Bandbreite und Verstärkung im entgegengesetzten Sinne ändern.

Diese Erscheinung ist zum Verständnis einer Schaltung notwendig, die nun beschrieben werden soll. Während die bisher behandelten Schaltungen nur die eigentliche Vorrichtung zur Regelung der Bandbreite zeigen und die Vorrichtung zur Erzeugung der Regelspannung ganz außer acht lassen, gibt Abb. 8 eine in dieser Hinsicht vervollständigte Regelschaltung wieder. 1, 2, 3, 4 sind Verstärkerröhren, 5 ist der Empfangsgleichrichter. Die Kopplung der Röhren geschieht über Bandfilter; nur zwischen den Röhren 2 und 3 liegt ein Sperrkreis. 7 und 8 sind zwei Dämpfungsröhren, die mit ihrer Anoden-Kathodenstrecke parallel zu den Koppelmitteln hinter den Röhren 2 und 3 liegen. Zur Erzeugung der Regelspannung wird Wechselspannungsenergie dem Eingangskreis des Gleichrichters 5 entnommen und über einen Kondensator 10 dem Gitter einer als Richtverstärker arbeitenden Gleichrichterröhre 6 aufgedrückt, die als Regel-Gleichrichterröhre wirkt. Der in ihrem Anodenwiderstand erzeugte Spannungsabfall wird zur Änderung der Gittervorspannung der Verstärkerröhren benutzt. Mit zunehmender Antennenspannung nimmt der Anodenstrom der geregelten Röhren ab. Der Anodenstrom der Röhre 1 fließt nun durch den Widerstand 12 und erzeugt in ihm einen mit wachsender Eingangsenergie abnehmenden Spannungsabfall. Dieser

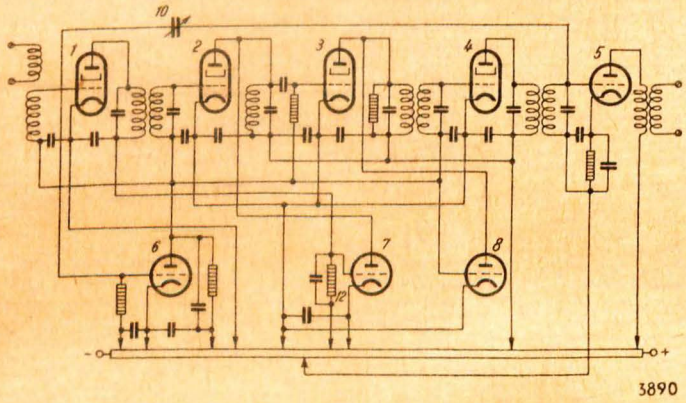


Abb. 8. Vollständige Schaltung einer Anordnung für die selbsttätige Bandbreiteregelung

Spannungsabfall steuert die Röhre 7 und bewirkt, daß mit wachsender Eingangsamplitude der innere Widerstand dieser Röhre abnimmt und dadurch die Dämpfung des Sperrkreises zwischen den Verstärkerröhren 2 und 3 zunimmt. Die Röhre 8 wirkt in derselben Weise, wie es oben an Hand der Abb. 6 geschildert wurde; sie muß also bezüglich ihrer Gitterspannung im entgegengesetzten Sinne gesteuert werden, wie die Röhre 7. Das geschieht dadurch, daß ihre Gitterspannung gleichphasig mit dem der Verstärkerröhren durch die Röhre 6 gesteuert wird.

Eine ganz ähnliche Schaltung dieser Art sei noch angeführt, gleichzeitig zum Beweise dafür, wie mannigfaltig die Schaltungsmöglichkeiten, besonders bei Verwendung von Dämpfungsröhren sind (Abb. 9). In dieser Schaltung

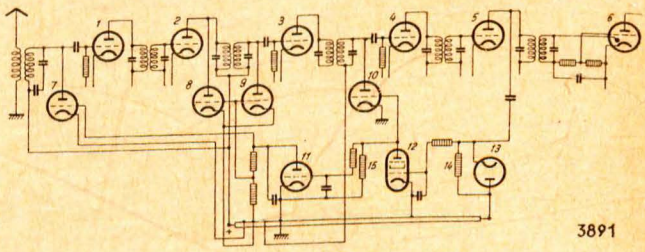


Abb. 9. Eine weitere Schaltung für die selbsttätige Bandbreiteregelung

sind 1, 2, 3, 4, 5, 6 Hochfrequenz- bzw. Zwischenfrequenzverstärkerröhren, die alle durch Bandfilter miteinander gekoppelt sind. Am Eingang der Röhre 1 liegt zur Kopplung mit der Antenne ein Sperrkreis. 7, 8, 9, 10 sind Dämpfungsröhren, die in der Art der Schaltungen nach Abb. 2, 5 und 6 angeordnet sind. 11, 12 und 13 sind Hilfsröhren zur Steuerung der Dämpfungsröhren. Es ist also hinsichtlich der Röhrenzahl eine typisch amerikanische Schaltung.

Der Regelgleichrichter 13, eine Zweipolröhre, wird mit Hochfrequenz beaufschlagt und entwickelt in seinem Belastungswiderstand 14 einen Spannungsabfall. Dieser dient zur Steuerung der Hauptregelröhre 12, die durch den in ihrem Außenwiderstand 15 entstandenen Spannungsabfall die Dämpfungsröhre 10 direkt und die Umkehrröhre 11 regelt. Von der Umkehrröhre werden dann die übrigen Dämpfungsröhren 7, 8 und 9 gesteuert. Mit zunehmender Signalamplitude entsteht ein zunehmender Spannungsabfall im Widerstand 14, ein zunehmender Spannungsabfall im Widerstand 15 (wegen der hohen negativen Ruhevorspannung der Röhre 12) und ein abnehmender Spannungsabfall an dem Belastungswiderstand der Umkehrröhre. Es wird also eine Dämpfungsverminderung durch die Röhre 10 und eine Dämpfungserhöhung durch die Röhren 7, 8 und 9 erzielt. Diese entgegengesetzte Steuerung ist verständlich, wenn die Ausführungen zu Abb. 6 beachtet werden. Im Gegensatz zu der Schaltung nach Abb. 8 wird bei der Schaltung nach Abb. 9 die Verstärkung von Verstärkerröhren nicht verändert, wenn sich auch natürlich die Gesamtverstärkung wegen der Dämpfungsänderung der Kreise ändert.

Die gleichzeitige Verwendung der regelbaren Kopplungsmittel, bei denen Trennschärfe und die Verstärkung entweder gleichphasig oder entgegengesetzt geändert werden, ist keine Spielerei, sondern hat einen tieferen Sinn. Die Koppelmittel werden, wie die Schaltung nach Abb. 9 erkennen läßt, so gesteuert, daß die Bandbreiteänderung aller in derselben Richtung liegt und sich addiert, während die Verstärkungsänderung eines Teils der des anderen Teils entgegenwirkt. Wenn auch die Verstärkung durch andere Koppelmittel in demselben Sinne geändert würde, wäre das Maß der Feldstärkeänderung, die zur Erreichung einer erwünschten Bandbreiteänderung notwendig ist, viel zu hoch. Man hat es also in der Hand, auch bei kleinen Feldstärkeänderungen eine genügende Regelsteilheit der selbsttätigen Bandbreiteregelung zu erreichen.

Eine ähnlich der der Abb. 9 ausgeführte Schaltung ergab im Zustand großer Empfindlichkeit, also für kleine einfallende Signalamplituden, einen ungewöhnlich hohen Geräuschpegel. Untersuchungen haben gezeigt, daß daran die erste Dämpfungsröhre 7 schuld war, die ja dann einen hohen Anodenstrom durch die Selbstinduktionsspule des Eingangskreises schickt. Diese Schwierigkeit wurde dadurch behoben, daß man diese Dämpfungsröhre in ihrer Wirkung verzögert einsetzen läßt. Durch Unterteilung und geeignete Wahl der Größe des Belastungswiderstandes der Umkehrröhre 11 wird erreicht, daß die Röhren 8, 9 und 10 zuerst mit ihrer Wirkung einsetzen und erst bei weiterem Anwachsen der Eingangsamplitude auch die Röhre 7 zu wirken beginnt.

Dämpfung durch vorhergehende Verstärkerröhre

Zu allen diesen Schaltungsmöglichkeiten ist man durch die schon lange bekannte Schaltung zur selbsttätigen Lautstärkeregelung mittels gesteuerter Dämpfungsröhren gekommen. Es lag deshalb nahe, daß man auf der Suche nach weniger umfangreichen Schaltungen zur selbsttätigen Bandbreiteregelung auch die anderen bekannten Schaltungen zur selbsttätigen Lautstärkeregelung auf ihre Eignung für diesen neuen Zweck hin betrachtete. Leider war die am meisten gebräuchliche Schaltung zur selbsttätigen Lautstärkeregelung, bei der die Regelspannung zur Verstärkungsregelung dem Steuergitter einer Verstärkerröhre zugeführt wird, für diese Zwecke ohne weiteres nicht geeignet. Es wird wohl mit Änderung der Steuergitterspannung eine Bandbreiteänderung erreicht, denn es tritt dabei bekanntlich eine Änderung des inneren Widerstandes der geregelten Röhre ein, der dem im Anodenkreis liegenden Schwingungskreis parallel liegt und deshalb dessen Dämpfung ändert. Aber leider ist die Abhängigkeit gerade verkehrt: Für schwache Signale muß die Empfindlichkeit groß und deshalb die Gittervorspannung klein sein, dabei ergibt sich aber bekanntlich ein kleiner Innenwiderstand, der auf den folgenden Schwingungskreis dämpfend wirkt und somit die Bandbreite vergrößert.

Um hier die richtige Abhängigkeit der Bandbreiteänderung auf die einfallende Signalamplitude zu erhalten, müßte also eine Regelung des Steuergitters in einem Sinne erfolgen, der noch eine Vergrößerung der Lautstärkeänderung zur Folge hat. Man müßte also etwa in derselben Schaltung an Stelle eines Richtverstärkers oder einer Zweipolröhre als Regelgleichrichter ein Audion oder eine Zweipolröhre mit Umkehrröhre verwenden.

Es sind aber Schaltungen entwickelt worden, die bei Änderung der Spannung eines Gitters die erwünschte Änderung sowohl der Bandbreite als auch der Verstärkung ergeben. Es zeigt sich nämlich, daß sich bei Änderung der Spannung des sog. Fanggitters oder besser Bremsgitters bei einer Mehrgitterröhre, z. B. einer Fünfpolröhre, Innenwiderstand und Verstärkung in der gewünschten Weise ändern. Das ist den Kurven in Abb. 10 zu entnehmen, in

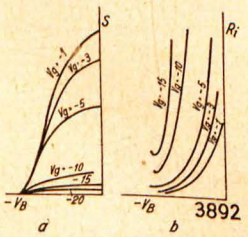


Abb. 10

der rechts die Abhängigkeit des Innenwiderstandes R_i von der Bremsgitterspannung U_B für verschiedene Steuergitter-Vorspannungen U_g und links die Abhängigkeit der Steilheit S von der Bremsgitterspannung U_B für verschiedene Steuergitter-Vorspannungen dargestellt sind. Man sieht aus der rechten Kurvenschar, daß mit zunehmender, negativer Bremsgitterspannung der Innenwiderstand abnimmt, und aus der linken Kurvenschar, daß mit zunehmender, negativer Bremsgitterspannung die Steilheit abnimmt. Da die Verstärkung der Steilheit direkt proportional ist, nimmt, wie auch nicht anders zu erwarten war, mit zunehmender negativer Bremsgittervorspannung die Verstärkung ab.

Diese Erscheinung ist folgendermaßen zu erklären: Erhält das Bremsgitter eine negative Vorspannung, so tritt in dem Raum zwischen Schirmgitter und Bremsgitter, wie ja auch der Name besagt, eine Bremswirkung an den Elektronen auf, die zum Aufbau einer Raumladung vor dem Bremsgitter führt. Diese Raumladung wirkt wie eine Kathode (virtuelle Kathode) einer Dreipolröhre mit dem Bremsgitter als Steuergitter. Wegen des großen Durchgriffes der Anode durch das Bremsgitter rufen kleine Spannungsschwankungen an der Anode bereits erhebliche Anodenstromänderungen hervor, so daß der Wechselstromwiderstand R_i kleinere Werte annimmt als bei einer Bremgitterspannung 0, wie das bei normalem Betrieb der Fünfpolröhre der Fall ist. Außerdem wird durch die Bremsgitterspannung die Verteilung des Emissionsstromes zu Anode und Schirmgitter geändert. Mit zunehmender negativer Bremsgittervorspannung fließt ein immer größerer Teil des Emissionsstromes zum Schirmgitter. Der gesamte Emissionsstrom wird aber durch das Steuergitter geregelt. Somit wird also mit zunehmender negativer Bremsgittervorspannung die Steilheit

$$\frac{\text{Anodenstromänderung}}{\text{Steuergitterspannungsänderung}}$$

kleiner und dadurch auch die Verstärkung. Regelt man also statt des Steuergitters das Bremsgitter, so ändern sich Verstärkung und Bandbreite, bedingt durch den Einfluß des veränderlichen Innenwiderstandes auf den folgenden Kreis, in der richtigen Weise, daß also bei großen Feldstärken geringer Empfindlichkeit eine große Bandbreite zugeordnet ist.

Eine Schaltung, in der diese Erscheinung verwendet wird, ist in Abb. 11 dargestellt. 1 ist eine Fünfpol-Schirmröhre mit Eingangskreis 2 und Ausgangskreis 3, der eine Zweipolstrecke 4 zwecks Demodulation speist. Mit Hilfe einer weiteren Spule 5 wird der Regel-Zweipolstrecke 6 Hochfrequenz zugeführt, und es entsteht am Belastungswiderstand eine sich in Abhängigkeit von der einfallenden Trägerwellenamplitude ändernde Gleichspannung, die über die Leitung 7 dem Bremsgitter der Röhre 1 zugeführt wird.

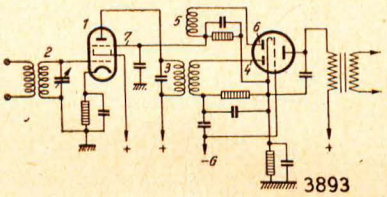


Abb. 11. Schaltung zur selbsttätigen Bandbreiteregelung durch Bremsgittersteuerung

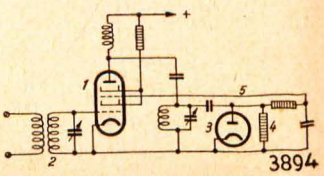


Abb. 12. Schaltung zur selbsttätigen Bandbreiteregelung mit Sechspolröhre

Es ist natürlich nicht notwendig, daß gerade eine Fünfpolröhre verwendet wird, sondern es ist jede Röhre geeignet, die ein Bremsgitter besitzt. Beispielsweise könnte auch eine Sechspolröhre Anwendung finden. Eine solche Schaltung zeigt Abb. 12. Hier ist 1 die Sechspolröhre, deren Steuergitter über den Schwingungskreis 2 gespeist wird. Die Hochfrequenzströme werden in dem Zweipolgleichrichter 3 gleichgerichtet. Der an dem Belastungswiderstand 4 entstehende Spannungsabfall wird dem Bremsgitter über eine Leitung 5 zugeführt. Durch die Anwendung eines weiteren Schirmgitters zwischen Anode und Bremsgitter ist vermieden, daß der Innenwiderstand zu klein wird.

Die beschriebenen Schaltungen mit Bremgittersteuerung haben allerdings für die selbsttätige Bandbreiteregelung keine große Bedeutung, da die Innenwiderstandsänderung nur klein ist.

Zeichnungen vom Verfasser

Ein zweiter Aufsatz folgt!

Aluminium in der Hochfrequenztechnik

Von

Dr. L. Rohde und Dr. H. Schwarz

Das Aluminium spielt in der heutigen Metallbewirtschaftung eine besonders wichtige Rolle. Es erscheint daher zeitgemäß, zu prüfen, welche Bedeutung ihm in der Hochfrequenztechnik zukommt. Dabei ist es durchaus nicht notwendig, das Aluminium unter dem Gesichtspunkt eines Ersatzstoffes zu betrachten; es kann vielmehr gezeigt werden, daß Aluminium sogar ein für viele Zwecke der Hochfrequenztechnik besonders geeigneter Baustoff ist. Eine Gegenüberstellung mit dem Kupfer muß natürlich erfolgen, soweit es sich um die Anwendungen als Leiter-Werkstoff handelt. Einleitend sei noch bemerkt, daß 93 % des Rohmetallwertes von Aluminium durch die in Deutschland vorgenommene Aufbereitung und Veredelung getragen werden. Nur 7 % des Metallwertes werden aus dem Ausland als Rohstoff eingeführt und erfordert deshalb Devisen. Aluminium ist daher durchaus als vorwiegend deutscher Rohstoff zu werten.

Die Anwendung des Aluminiums in der Hochfrequenz ist altbekannt. Man kann sagen, daß es von dem Augenblick an benutzt wurde, von dem an man Bleche und Drähte herstellen konnte. In der Hauptsache ist es allerdings als Werkstoff für Gehäuse und mechanische Bauteile verwendet worden, weniger als Leiter für hochfrequente Ströme. Die Gründe hierzu sind mannigfaltig; der Hauptgrund dürfte der sein, daß man gegenüber dem Kupfer entsprechend der geringeren Leitfähigkeit Nachteile zu erhalten glaubte. Durch besondere Verfahren kann man aber Aluminium in der Hochfrequenztechnik dem Kupfer gleichwertig machen.

Die Eigenschaften des Aluminiums

Tafel 1

Werkstoffeigenschaften von Reinaluminium und Kupfer

	Reinaluminium	Kupfer
Spez. Gewicht bei 20° C	2,7	8,9
Elektr. Leitfähigkeit bei 20° C (hart) $\frac{m}{Ohm \cdot mm^2}$	rund 35	56
Elektr. Leitfähigkeit bei 20° C (weich) $\frac{m}{Ohm \cdot mm^2}$	„ 36	58
Spez. Widerstand bei 20° C (hart) $\frac{Ohm \cdot mm^2}{m}$	„ 0,0286	0,0178
Spez. Widerstand bei 20° C (weich) $\frac{Ohm \cdot mm^2}{m}$	„ 0,0278	0,0172
Spez. Wärme bei 1° .... 100° C $\frac{cal}{g \cdot °C}$	0,22	0,09
Temp. Koeffizient d. elektrischen Widerstandes bei 20° C	+0,004	0,0038
Wärmeleitfähigkeit $\frac{cal}{cm \cdot s \cdot k. °C}$	0,5	0,9
Schmelzpunkt °C	658	1083
Schmelzwärme cal/g	100	43,3
Zugfestigkeit (hart, gewalzt oder gezogen) kg/mm²	14—25	35—45
Zugfestigkeit (halbhart und hart für sehr starke Profile) kg/mm²	9—14	25—35
Zugfestigkeit (weich, gewalzt oder gezogen und geglüht) kg/mm²	7—9	21—24
Elastizitätsmodul kg/mm²	6000—7000	12000—13000
Linearer Ausdehnungskoeffizient von 20—100° C	$24 \cdot 10^{-2}$	$17 \cdot 10^{-6}$

Zum Vergleich wollen wir Aluminium dem Kupfer gegenüberstellen. Unter Aluminium soll Reinaluminium verstanden werden, das einen Mindestgehalt von 95 % Aluminium aufweist. Die Eigenschaften des Aluminiums hängen nämlich stark von seinem Reinheitsgrad ab. In Tafel 1 sind die hier interessierenden Daten für Aluminium und Kupfer aufgeführt; aus ihnen ergeben sich folgende wesentliche Gesichtspunkte:

1. Aluminium wiegt bei gleichem elektrischem Widerstand und gleicher Länge des Leiters nur die Hälfte des Kupfers.

2. Das Gewicht beträgt bei gleichem Querschnitt und Länge nur ½ von dem des Kupfers.

3. Da sich der spezifische Widerstand von Aluminium zu Kupfer wie etwa 1,6:1 verhält, muß man den Querschnitt von Aluminium 1,6 mal so groß machen, damit gleicher Leitwert erhalten wird.

4. Wie wir später sehen werden, kann mit Aluminium in der Hochfrequenztechnik gleicher Widerstand gegenüber Kupfer bei nur ½ des Gewichtes erreicht werden.

Unter den Eigenschaften des Aluminiums ist hervorzuheben, daß es sich stets mit einer nicht leitenden Oxydschicht überzieht, die auch gegen chemische Angriffe schützt. Diese Schicht erneuert sich bei einer Verletzung sofort; das ist ein Grund dafür, daß sich Aluminium ohne besondere Behandlung der Oberfläche sehr lange Zeit schön aussehend hält. Die Schicht ist aber bei Herstellung leitender Verbindungen störend, weshalb hierbei Vorsicht zu walten hat. Insbesondere muß der Kontaktdruck mindestens 0,5 kg pro qmm betragen, damit ein wirklich guter Stromübergang gesichert ist.

Aluminium darf nicht mit jedem Metall zusammengeschaltet werden, wenn es Feuchtigkeit oder starken Verunreinigungen ausgesetzt ist. Wie man aus der elektrolytischen Spannungsreihe der Tafel 2 ersieht, ist Aluminium

Tafel 2

Elektrolytische Spannungsreihe

Lithium	—3,02 Volt	Kobalt	—0,26 Volt
Kalium	—2,95 „	Nickel	—0,25 „
Barium	—2,8 „	Zinn	—0,15 „
Natrium	—2,72 „	Blei	—0,13 „
Strontium	—2,7 „	Antimon	+0,2 „
Kalzium	—2,5 „	Wismut	+0,2 „
Magnesium	—1,87 „	Arsen	+0,3 „
Aluminium	—1,3*) „	Kupfer	+0,35 „
Mangan	—1,1 „	Silber	+0,80 „
Zink	—0,76 „	Quecksilber	+0,86 „
Chrom	—0,56 „	Platin	+0,87 „
Eisen	—0,43 „	Gold	+1,5 „
Kadmium	—0,42 „		
Thallium	—0,34 „	Wasserstoff	±0,0 „

stark elektronegativ und besitzt z. B. gegen Kupfer ein Kontaktpotential von 1,65 Volt. In Gegenwart leitender Flüssigkeiten tritt daher starke Korrosion ein. Die Verbindung mit verzinktem Metall ist günstig, weil Zink gegen Aluminium nur eine geringe Spannung besitzt.

Von dieser Eigenschaft des Aluminiums macht man übrigens bei den Eloxalverfahren (Elektrolytisch-oxydiertes Aluminium) Gebrauch. Man kann nämlich elektrolytisch durch verschiedene Verfahren eine Ober-

*) Je nach Stärke der Oxydhaut kann **Aluminium** bis an die Stelle von Zink vorrücken.

flächenschicht erzeugen, die bis zur Härte des Korunds gebracht werden kann und die gleichzeitig eine hohe Durchschlagsfestigkeit hat. Die Durchschlagsfestigkeit der Eloxalschichten läßt sich für Sonderzwecke sehr weit treiben; es sind Durchschlagsspannungen bis zu 1000 Volt gemessen worden, während sich Spannungsfestigkeiten von einigen 100 Volt mit Sicherheit herstellen lassen. Das ist selbst dann möglich, wenn das Metall noch nachträglich gebogen werden muß. Eloxierte Oberflächen können gleichzeitig auch mit Kunstharzen imprägniert werden, wodurch sich ganz besonders hochwertige Isolationen erreichen lassen. Für die Hochfrequenz von höchster Wichtigkeit ist die Tatsache, daß sich Aluminium mit Kupfer plattieren läßt. Kupfer und Aluminium werden hierzu zusammengeschweißt und dann z. B. gewalzt; dieser Werkstoff wird als Cupal bezeichnet. Die Verbindung von Kupfer und Aluminium ist ganz innig und löst sich nicht. Auf diese Weise können Bleche, Drähte und Rohre mit Kupferüberzug hergestellt werden; das sind Werkstoffe, die dem Hochfrequenztechniker geradezu eine Fülle neuer Möglichkeiten geben. Elektrolytisch aufgebrachte Kupferoberflächen haben sich dagegen bisher nicht sonderlich bewährt.

Aluminiumlegierungen kommen in der Hochfrequenztechnik nur insofern in Frage, als mechanische Bauelemente daraus hergestellt werden. Vorwiegend wird hierzu Spritzguß und Silumin verarbeitet.

Die Hochfrequenzeigenschaften

Besondere Beachtung erfordern die mit dem Skinneffekt zusammenhängenden Erscheinungen. Bekanntlich hat dieser auch als Stromverdrängung bezeichnete Effekt zur Folge, daß bei Hochfrequenz mehr die äußeren Leiterteile der Stromführung dienen, während das Innere nur wenig oder gar nicht beteiligt ist. Somit entsteht effektiv eine Verringerung des dem Strom zur Verfügung stehenden Querschnitts. Diese Erscheinung tritt um so stärker auf, je höher die Frequenz, je besser die Leitfähigkeit und je größer der Durchmesser des jeweiligen Drahtes sind. Zur Berechnung des effektiven Widerstandes bei einem zylindrischen geraden Leiter dient folgende Formel:

$$R_H = Rgl \cdot \sqrt{\pi \cdot f \cdot a} + {}^1/_4$$

f = Frequenz in Hz, L = Leitfähigkeit pro cm in CGS-Einheiten

Der Umstand, daß die höhere Leitfähigkeit eines Metalls eine stärkere Stromverdrängung zur Folge hat, verkleinert bei Hochfrequenz den Widerstandsunterschied von Kupfer und Aluminium. Während beispielsweise bei Gleichstrom Aluminiumdrähte einen 1,7mal so hohen Widerstand als Kupferdrähte gleichen Querschnitts besitzen, ist bei Hochfrequenz nur der 1,35fache Widerstand vorhanden. Bei der Verwendung in der Hochfrequenztechnik darf diese wichtige und dem Aluminium günstige Tatsache nicht übersehen werden. In Tafel 3 sind für verschiedene Drahtstärken und Frequenzen die für ein Meterstück geltenden Widerstände in Ohm angegeben.

Tafel 3

Wechselstromwiderstand in Ω von 1 m langen Aluminiumdrähten in Abhängigkeit von der Frequenz

⌀ mm	1000 kHz	500 kHz	200 kHz	100 kHz	50 kHz	10 kHz	2 kHz	1 kHz
0,5	—	0,195	0,287	0,394	0,542	1,17	2,58	3,62
1,0	0,066	0,089	0,102	0,189	0,264	0,579	1,29	1,81
2,0	0,022	0,042	0,066	0,092	0,129	0,286	0,639	0,900
4,0	0,011	0,022	0,035	0,049	0,068	0,152	0,342	0,48

Stellt man die Frage, um wieviel größer der Durchmesser eines Aluminiumleiters sein muß, damit gleiche Leitfähigkeit wie bei Kupfer erzielt wird, so ergibt sich sowohl bei Gleichstrom als bei Hochfrequenz der gleiche Faktor, nämlich 1,7. Daß sich bei Hochfrequenz kein günstigerer Wert ergibt, hat seinen Grund in der dem zunehmenden Querschnitt proportionalen Vergrößerung der Stromverdrängung. Falls die Belastbarkeit des Leiters von Wichtigkeit ist, wird infolge der 2,5mal so großen Oberfläche die Abkühlung bei Aluminium besser sein, da die geringere Wärme-Leitfähigkeit schon teilweise durch die Querschnittvergrößerung aufgehoben ist.

Reziprok der Stromverdrängung zur Oberfläche ist der Begriff der Eindringtiefe elektrischer Ströme in das Metall. Je größer die Eindringtiefe, desto größer sind bei Abschirmungen die Verluste. In Abb.1 sind für Aluminium und

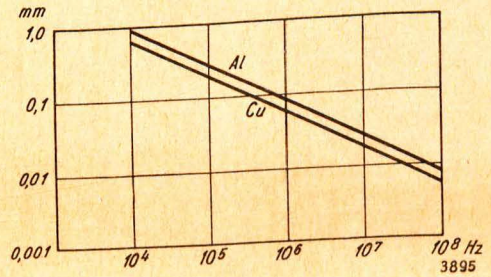


Abb. 1. Eindringtiefe von Hochfrequenz in Aluminium und Kupferbleche

Kupfer die Eindringtiefen angegeben. Verwendet man beispielsweise zur Abschirmung von Spulen Aluminium, so sind dadurch die Verluste um etwa 5 % größer als bei Kupfer.

Da — wie aus obigem ersichtlich — in der Hochfrequenztechnik hauptsächlich die Oberfläche des Metalls als Leiter

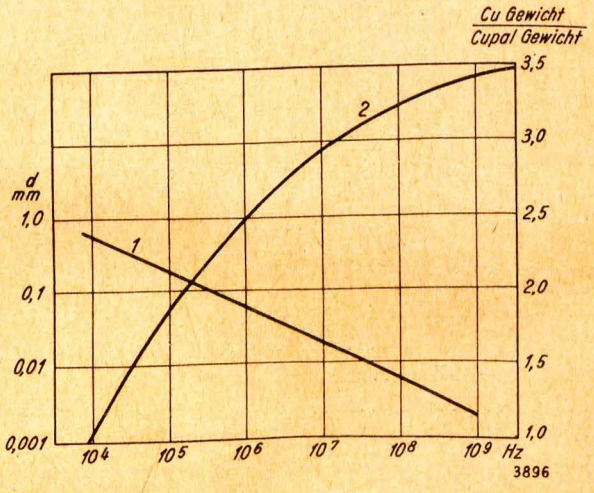


Abb. 2. Kupferschichtstärke für Hochfrequenz und Gewichtsverhältnis bei gleichem Leitwert

Bedeutung hat, besteht die Möglichkeit, durch Aufbringen einer gut leitenden Oberflächenschicht eine Vergütung herbeizuführen. Wie bereits oben dargelegt, kommt dafür das Walzverfahren in Frage. Bei den bekannten Cupalblechen sind oft nur zehntel Millimeter starke Kupferschichten auf Aluminium gewalzt. Das Gewicht solcher Platten ist um ein geringes größer als das solcher aus reinem Aluminium. Für Abschirmungen im Rundfunkbereich sind etwa Eindringtiefen von $^1/_{100}$ bis $^1/_{10}$ mm anzunehmen. Durch eine Kupfer-

schicht dieser Stärke wird ein etwa 2 mm starkes Aluminiumblech höchstens um 15 % im Gewicht schwerer, als wenn es aus reinem Aluminium bestünde. Da zu diesen elektrischen Eigenschaften auch noch die günstigen chemischen Kupferoberflächen hinzukommen, die auch Lötungen, galvanische Überzüge mit Silber usw. ermöglichen, haben wir in dem Cupal einen Werkstoff für die Hochfrequenz, der mit dem geringen Gewicht des Aluminiums die Vorzüge der Kupferoberfläche vereint.

In neuerer Zeit sind auch erfolgreiche Versuche unternommen worden, Aluminiumdrähte und Röhren mit Kupferüberzügen zu versehen. Die Stärke der Kupferschicht, die notwendig ist, um einen Aluminiumdraht so zu vergüten, daß er die gleiche Leitfähigkeit wie ein Kupferdraht besitzt, hängt durch den Stromverdrängungseffekt in erster Linie von der Frequenz ab. In Kurve 1 der Abb. 2 ist für einen 2 mm starken Draht die Schichtdicke der Oberfläche angegeben, die zur Erzeugung gleicher Leitfähigkeit notwendig ist. In Kurve 2 ist dann gleichzeitig das Gewichtsverhältnis gegen reinen Kupferdraht dargestellt.

Wenn die Stromleitung nur von der äußeren Kupferschicht übernommen wird, dann dient die Aluminiumseele eigentlich nur als Träger, also zur Erzielung einer genügend großen mechanischen Festigkeit. Für Durchmesser über 2 mm ist es aus Gewichtsgründen vorteilhafter, als Träger hartgezogenes Aluminiumrohr zu verwenden. Bei einem Gesamtdurchmesser von 20 mm reicht für die meisten Anwendungen eine Wandstärke von 1 mm voll aus. Nach Verkupferung der Oberfläche hat dann ein 1 m langes und 237 g schweres Leiterstück bei 10^7 Hz nur einen Hochfrequenzwiderstand von 0,013 Ohm.

Anwendung von Blechen und Guß

Die Gehäuse fast aller in den Laboratorien hergestellten Geräte bestehen aus Aluminium; geringes Gewicht und angenehme Verarbeitung sind die Gründe hierzu. Auch für das Innere, für das Gestell sowie für die Bauteile fast aller Rundfunkgeräte wird Aluminium verwendet. Es läßt sich für Massenherstellung sehr leicht verarbeiten, bleibt ohne besondere Behandlung sauber und sieht daher gut aus. Preß- und Stanzteile lassen sich gut formen, da die Härte des Metalls dem Zweck angepaßt werden kann. Trennwände, Abschirmung, Hüllen für Transformatoren, Skaleneinfassungen, Gehäuse von Dreh-Spannungsteilern usw. findet man aus Aluminium, vor allem auch, weil es billiger als Kupfer ist. Als Beispiel möge Abb. 3 dienen, die eine weitgehende Verwendung des Aluminiums zeigt. Es ist interessant festzustellen, daß in sehr vielen Geräten das Aluminium über die Hälfte der vorhandenen Metallmenge einnimmt.

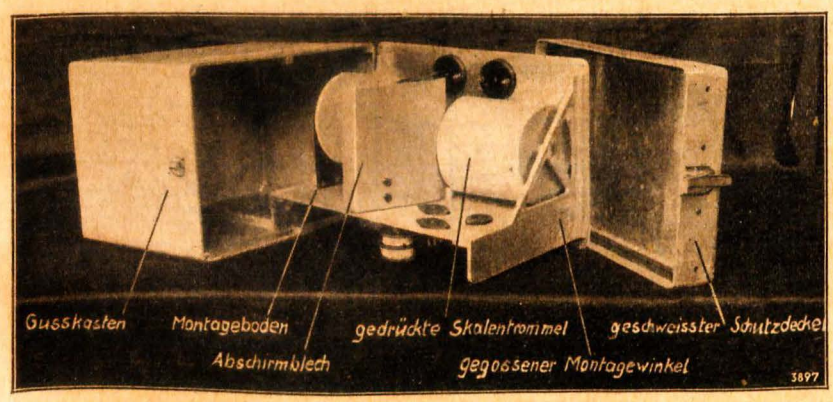


Abb. 3. Beispiel der weitgehenden Anwendung von Aluminium im Gerätebau

Hauptsächlich werden zu obigen Zwecken wie auch zur Herstellung von Drehkondensatoren Bleche verwendet. Wie aus dem Abschnitt über die Hochfrequenzeigenschaften hervorgeht, ist Cupal praktisch dem Vollkupfer gleich. Daher kann man z. B. Drehkondensatoren gemäß Abb. 4 an Stelle von Aluminium mit Cupal ausrüsten; man erhält dann eine Verbesserung von etwa 10 % bei 10^7 Hz.

Beliebt sind in der Hochfrequenz Gußteile aus Aluminium und Silumin. Ganze Gerätegehäuse werden daraus gegossen (Abb. 3). Auf besondere Eigenschaften des Gußmetalls für die Hochfrequenz kommt es dabei nicht an.

Die in den Empfängern verwendeten Wickelkondensatoren haben ausschließlich Aluminium-Folien als Belege. Soweit die Gehäuse bisher aus verzinkten Eisen hergestellt werden, geht man auch jetzt langsam dazu über, Aluminium zu verwenden. Ist es unbedingt notwendig, daß Anlöten von Drähten möglich sein muß, so kann hier einseitiges Cupal benutzt werden.

Anwendung von Drähten und Röhren

Der Ersatz von Kupferleitern durch Aluminium ist gemäß den ergangenen Verordnungen am weitestgehendsten im Antennenbau durchgeführt. Besonders bei Empfangsantennen, wo der rein Ohmsche Widerstand von vollkommen untergeordneter Bedeutung für Aufnahme und Zuführung der elektrischen Energie zum Empfänger ist, wird in elektrischer Hinsicht kein Unterschied zwischen einer Bronze-, Kupfer- der Aluminiumantenne bestehen [1]). Bei gleichem Querschnitt ist der Hochfrequenzwiderstand nur um etwa 35 % verschieden. Auch bei Sendeantennen läßt sich, ohne das Gewicht einer Kupferantenne zu erreichen, durch 70%ige Querschnittsvergrößerung ebenfalls gleicher Verlustwiderstand erzielen.

Durch die Vergrößerung des Durchmessers ist aber eine stärkere mechanische Beanspruchung durch Winddruck bedingt. Damit wird die empfindlichste Stelle im Aluminiumantennenbau berührt. Die mechanischen Werkstoffeigenschaften, besonders bei Reinaluminium, genügen kaum den Anforderungen frei schwingender Antennen. Die gegenüber Bronze etwa 3—4mal kleinere Bruchfestigkeit, die halb so große Streck- und Elastizitätsgrenze führen oft zu Zerstörung bei Vereisung, Schneelast oder federnden Antennenmasten usw. Durch Verwendung von Aluminiumlegierungen oder durch die Kombination von Stahl mit Aluminium, z. B. durch die Umspinnung von Stahlseelen mit Aluminium, ist es gelungen, auch diese letzte Schwierigkeit zu beseitigen.

Als Aluminiumlegierung dürfte hauptsächlich der bekannte Aldreydraht in Frage kommen. Diese aus Aluminium, Mangan und Silizium bestehende Legierung hat nur 10—20 % geringere Bruchfestigkeit als Kupfer, während die Elastizitätsgrenzen übereinstimmen.

Stahlseelen mit Aluminiumumspinnung sind nur dann sinnvoll, wenn die tragende Seele tatsächlich aus elastischem, nichtrostendem Stahl besteht. Eingeflochtene weiche Eisendrähte führen durch Rost zu Korrosion und Bruch und damit zu baldiger Zerstörung der Antenne. Die Festigkeit guter Kombinationsantennen übersteigt noch die der Kupfer- und Bronzeantennen.

Für die Anbringung von Aluminiumantennen sind allerdings noch besondere Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Eine direkte Verbindung mit Kupfer, Bronze oder Eisen an wasserzugänglichen Stellen ist unbedingt zu vermeiden, da an und in der Nähe der Verbindungsstelle das Aluminium

[1]) Ja, sogar eine Stahlantenne besitzt für Empfangszwecke gleich gute Eigenschaften, weshalb man hierfür in steigendem Maße Drähte aus nichtrostendem Stahl verwendet.

durch Korrosion stark angegriffen wird. Die Berührungsstelle von Aluminium und Kupfer stellt nämlich ein galvanisches Element mit einer Spannung von etwa 1,6 Volt dar, dessen negativer Pol das Aluminium bildet. Ist eine direkte Verbindung notwendig, so muß sie sehr rein und sauber ausgeführt und in ganz trockenem Zustand mit einer isolierenden Schicht umgeben werden. Vorteilhaft ist das Bestreichen mit Asphaltlack und darauffolgendes Umwickeln mit Isolierband [2]).

Für die Verbindung zweier Aluminiumlitzen, z. B. der Rückschlingen bei der Befestigung an der Isolierkette, werden am besten aus Weichaluminium bestehende Rohre in Form von Würg- oder Ziehverbindern benutzt. Bei diesen Verbindungen ist ebenfalls eine Abdichtung gegen Feuchtigkeit wegen der sonst im Inneren möglichen Korrosion zu empfehlen. Auf Druck beruhende Verbindungen machen

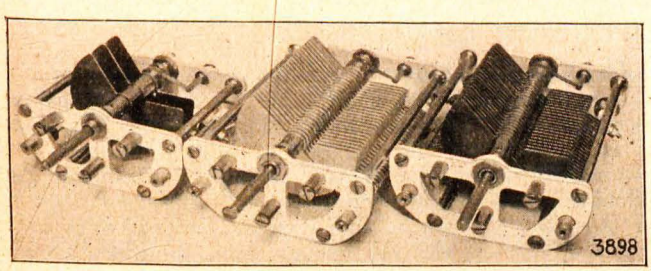


Abb. 4. Drehkondensatoren mit Aluminium und Cupalblechen. Bei 10^7 Hz ist Cupal um 10% besser

eine sehr sorgfältige Reinigung der Verbindungsstellen notwendig, da bekanntlich jedes Aluminiumstück eine nichtleitende Oberflächen-Oxydschicht besitzt.

Den besten Stromübergang bietet zweifellos die Schweißung, doch darf diese nur an Stellen vorgenommen werden, die keiner mechanischen Beanspruchung unterworfen sind. Die Technik der Aluminiumlötung ist noch nicht so weit fortgeschritten, daß Lötverbindungen volle mechanische Sicherheit aufweisen.

Für eine eindrähtige Zuleitung zu den Antennen gilt das bereits für die Antennen selbst Gesagte. Neue Gesichtspunkte treten erst auf, wenn konzentrische Rohrleitungen als Zuführung verwendet werden. Die durch den Wellenwiderstand gegebenen günstigen geometrischen Abmessungen lassen hierbei einen Ausgleich der verminderten Leitfähigkeit des Aluminiums durch größeren Werkstoff nicht zu; nur mit Hilfe des Cupal kann die Angleichung an Kupfer erfolgen. Aus gleichen Gründen ist Cupalrohr ein wichtiger Baustoff für Energieleitungen, Dipolantennen und Breitbandkabel. Bei Frequenzen oberhalb $3 \cdot 10^6$ Hz genügt eine Kupferauflage von 0,07 mm. Cupalröhren können aneinandergelötet werden.

Die Anwendung von Aluminiumgeflechten für abgeschirmte Kabel ist ziemlich naheliegend. Auf der metallischen Abschirmung befindet sich ja fast immer noch ein Lack- und Gewebeüberzug, so daß das Aluminiumgeflecht vor Feuchtigkeit geschützt liegt. Es empfiehlt sich, für die Enden einen einseitigen Cupalring zu verwenden; dadurch wird es möglich, durch Lötung weitere Verbindung anzubringen.

Selbstinduktionsspulen aus Aluminium haben bisher in der Hochfrequenztechnik noch fast gar keine Anwendung gefunden. Die Herstellung dünndrähtiger zäher Litzen, aus denen die meisten Spulen größerer Selbstinduktion hergestellt werden, ist bisher noch nicht einwandfrei gelungen. Lediglich dort, wo Volldrähte oder Rohre aus Kupfer zum Bau von Spulen verwendet werden, ist ein Ersatz durch Aluminium heute bereits möglich. Die durch geringeren Leitwert und größere Wirbelstromverluste verursachte Dämpfung sowie die schlechte Kontakt- und Lötfähigkeit geben aber auch hier zu Schwierigkeiten Anlaß. Da gerade im Senderbau auf kleinste Dämpfung der Schwingungskreise geachtet werden muß, wird auch in nächster Zukunft Reinaluminium kaum herangezogen werden. Damit soll aber nicht gesagt sein, daß in diesem Fall Reinkupfer nicht ersetzt werden könnte. Ganz im Gegenteil bietet die Verarbeitung von Cupalrohren und Drähten durch geringes Gewicht eine wirkliche technische Verbesserung. Da die Kupferoberfläche

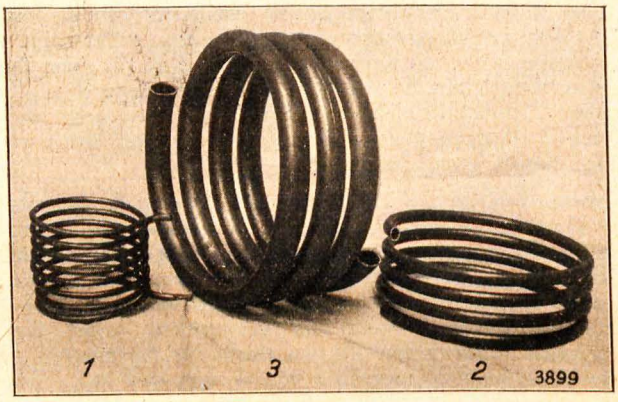


Abb. 5. Spulen aus Kupfer-Aluminium = Cupal von 5, 10 und 20 mm

stets so dick gemacht werden kann, daß für die jeweilige Arbeitsfrequenz nur sie als Stromleitung dient, besteht auch kein elektrischer Güteunterschied. Auch Löt- und Klemmverbindungen lassen sich nun ohne weitere Gefahr ausführen. In Abb. 5 sind einige Cupalspulen wiedergegeben, deren Daten in Tafel 4 zusammengefaßt wurden. Die gemessenen Gütezahlen ($G = \frac{\omega L}{R}$) zeigen, daß gerade im Gebiet der Kurzwellen, in das die Spulen ihrem Selbstinduktionswert entsprechend gehören, die Verluste genau gleich dem der viel schwereren Kupferspule sind. Vergleichsweise sind die für reine Aluminiumspulen geltenden Werte aufgeführt. Im Grenzfalle wiegt eine Cupalspule nur ¼ der gleichguten Kupferspule.

Tafel 4

Spulen-Werkstoff	L	Gewicht in g	Gütefaktor WL/R 30 m	100 m	300 m	Abb. 5
Cupalrohr ∅ 5×4 mm ...	3600	58	470	350	250	I (1)
Cu-Auflage 0,1 mm Aluminiumrohr ...		38	360	250	170	
Kupferrohr ∅ 5×4	3600	127	470	350	260	
Cupalrohr 10×8,5 .	2600	154	580	400	270	
Aluminiumrohr ...	„	120	410	270	200	(2)
Kupferrohr 10×8,5	„	390	580	400	280	
Cupalrohr 20×18 .	2000	480	900	600	400	
Aluminiumrohr ...	„	380	600	400	280	(3)
Kupferrohr	„	1290	900	600	400	
Kupferdraht ∅ 1 mm	11600	22	320	220	170	
Aluminiumdraht ∅ 1 mm	„	6,5	215	158	115	
Cupaldraht ∅ 1 mm	„	9,3	320	220	165	

[2]) Vgl. dazu „Funk" 1936, Heft 9, Seite 265: Anschluß von Aluminium-Antennenlitzen an Blitzschutzgeräte.

Der Elektronenstrahl-Oszillograph als Meßgerät

Von

Dipl.-Ing. Paul E. Klein

Nachfolgend veröffentlichen wir den zweiten und Schlußteil der in Heft 16 des „Funk" begonnenen Arbeit über die praktische Anwendung des Elektronenstrahl-Oszillographen in der Meßtechnik. Wer sich über dieses heute besonders wichtige Gebiet weiter unterrichten will, sei auf das zur Funkausstellung herausgebrachte Buch „Die praktische Verwendung des Elektronenstrahl-Oszillographen" von Dipl.-Ing. Paul-E. Klein, Verlag Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, hingewiesen.

In den bisherigen Versuchen wurde lediglich eine Elektronenstrahlröhre mit Netzanschlußgerät ohne weitere Hilfseinrichtungen als Meßgerät verwendet; dabei wurde an beide Plattenpaare je eine Meßspannung gelegt, um die Abhängigkeit der beiden Meßspannungen voneinander zu zeigen. Oft kommt es aber darauf an, den Charakter einer Spannung zu studieren; man muß dazu ihren zeitlichen Verlauf unmittelbar darstellen können. Für diesen Zweck benötigt man aber ein weiteres Hilfsmittel, nämlich ein Kippschwingungsgerät. Wir haben über die Entstehung einer Kippschwingung in dieser Zeitschrift bereits mehrmals ausführlich berichtet; diesmal soll nur eine einfache Schaltung zum Selbstbau eines Kippschwingungsgerätes gebracht werden.

Der wesentliche Vorteil von Messungen mit Hilfe von Kippschwingungen ist nicht nur die unmittelbare Darstellung von Wechselspannungen auf dem Leuchtschirm, sondern auch die Synchronisierbarkeit. Die Kippschwingungsgeräte sind schaltungstechnisch so ausgerüstet, daß man durch eine kleine von der Meßspannung abgezeigte Teilspannung eine Synchronisierung der Kippschwingung

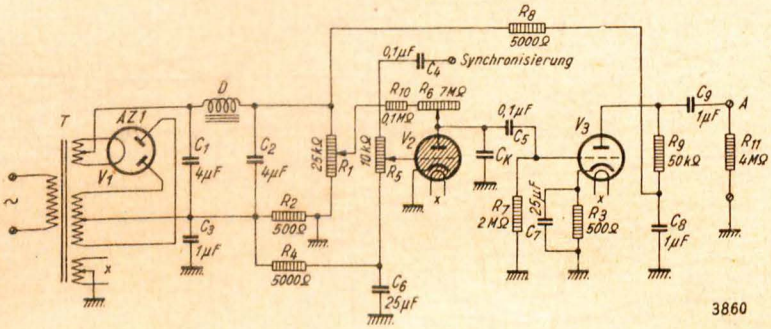


Abb. 20. Schaltung eines Kippschwingungsgerätes für Meßzwecke

vornehmen kann. Die Frequenz der Kippschwingung ist dann immer die gleiche wie die Meßfrequenz, oder ein ganzzahliger Bruchteil derselben. Sind die Frequenzen gleich, dann erscheint ein Periodenzug der Meßspannung; beträgt die Kippfrequenz z. B. die Hälfte, dann erscheinen zwei Perioden. Man erhält so stehende Bilder auf dem Leuchtschirm, die man auch photographieren kann.

Die Schaltung des Kippschwingungsgerätes zeigt Abb. 20. Einem kräftigen Netzteil werden alle zum Betrieb erforderlichen Spannungen entnommen. Über einen Ladewiderstand $R_6 + R_{10}$ wird der Kondensator C_K aufgeladen. Die Spannung wächst so lange, bis die parallel liegende Glimm-Kippröhre V_2 zündet. Dadurch wird der Kondensator entladen, bis die Löschspannung von V_2 erreicht ist. Nunmehr wird der Kondensator erneut geladen, wieder entladen usw. zum periodischen Wechsel. Die an dem Kondensator C_K ständig wechselnde Spannung ist die Kippspannung, die über einen Kondensator C_5 einer Röhre zugeleitet wird, um sie zu verstärken und so höhere Kippspannungen zu erzielen.

Eine strenge Zeitproportionalität erreicht man mit dieser Schaltung nicht, da die Aufladung eines Kondensators über einen Widerstand nach einem Exponential-Gesetz erfolgt. Man wählt eine möglichst große Kapazität und bemißt die Schaltelemente so, daß man nur einen kleinen Teil der Ladekurve ausnutzt, weil die Glimmröhre schon vorher zündet, um eine für die meisten Versuche völlig ausreichende Zeitproportionalität zu erzielen.

Die Glimm-Kippröhre ist wie die Verstärkerröhren mit einem Steuergitter ausgerüstet, dem die bereits erwähnte von der Meßspannung abgezeigte Teilspannung zu-

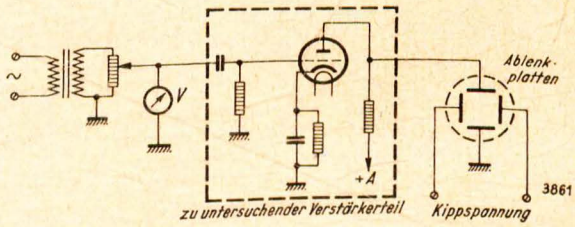


Abb. 21. Schaltung zur Untersuchung einer Verstärkerstufe

geführt wird, die bei angenähert eingestellter Kippfrequenz oder einer Teilfrequenz ihr diese genau aufdrückt. Die Gittergleichvorspannung der Glimmröhre bestimmt die Spannung der Kippschwingung, der Ladewiderstand und der Ladekondensator bestimmen die Kippfrequenz. Letztere wird also durch C_K grob und durch R_6 fein geregelt. Die Kippspannung wird durch die Größe von R_2 bestimmt..

Der Aufstellung auf S. 551 können alle Teile zum Bau eines solchen Kippschwingungsgerätes entnommen werden. Die Herstellerfirmen werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt.

Durch das Vorhandensein dieses Zeitablenkgerätes ist eine Reihe weiterer Anwendungsmöglichkeiten gegeben. Hier soll zunächst als Beispiel die Untersuchung von Verstärkern angeführt werden. Man legt an den Eingang des zu untersuchenden Verstärkers eine Wechselspannung, die man entweder dem Netz (50 Hertz) oder einem Tongenerator entnimmt. Den Ausgang des Verstärkers oder der gerade untersuchten Stufe legt man an das senk-

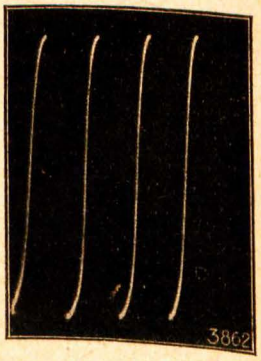


Abb. 22. Ebenbeginnende Übersteuerung eines Verstärkers

rechte Plattenpaar, während die dem Kippschwingungsgerät entnommene Spannung den waagerechten Platten zugeführt wird (Abb. 21). Erhöht man nach und nach die Ein-

gangsspannung, dann wird die Verstärkerstufe übersteuert; dies ist aus dem Oszillogramm leicht zu erkennen. Wir haben als Meßspannung für den Verstärker eine Kippschwingung verwendet, weil diese wegen ihrer sägezahnartigen Kurvenform am leichtesten Verzerrungen anzeigt.

Die Kippschwingung, die also über einen Spannungsteiler auf die Verstärkerstufe gegeben wurde, wird nach und nach erhöht. Abb. 22 zeigt bereits eine leichte Übersteuerung: Die Kippschwingung steigt nicht mehr gerade an, sondern sie schmiegt sich dem unteren und oberen Knick der Röhrenkennlinie an. Gleichzeitig zeigt diese Kurve aber auch, daß man bei dem Verstärker auf dem richtigen Arbeitspunkt ge-

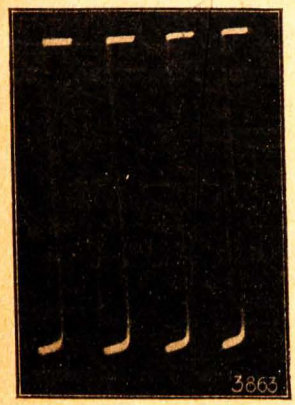


Abb. 23. Starke Übersteuerung eines Verstärkers

arbeitet hat, weil unterer und oberer Knick nahezu gleichzeitig erreicht werden. Steigert man die Eingangsamplitude immer mehr und mehr, dann arbeitet man schließlich im Sättigungsgebiet; dazu wird dieselbe sägezahnförmige Kippschwingung mit noch größerer Amplitude auf die Verstärkerstufe gegeben (Abb. 23).

Mit dieser Anordnung kann man auch ein etwaiges Brummen des Verstärkers feststellen; so zeigt Abb. 24 eine einem Verstärker entnommene Tonfrequenzkurve, der die Brummspannung aufgedrückt ist. Als weitere ähnliche Anwendungen seien die Untersuchung der Aussteuerung und die Messungen der Amplitudenspannung erwähnt.

Während wir in den bisherigen Messungen nur mit elektrischen Hilfsmitteln gearbeitet hatten, soll das nachfolgende Anwendungsgebiet auch mechanische Hilfsmittel, nämlich die rotierende Achse, verwenden. Es soll ein Drehspannungsteiler hinsichtlich seiner Regelkurve untersucht werden. Die zu untersuchende Wicklungsart wird auf einen ringförmigen Körper aufgebracht, so daß ein auf einer sich drehenden Achse sitzender

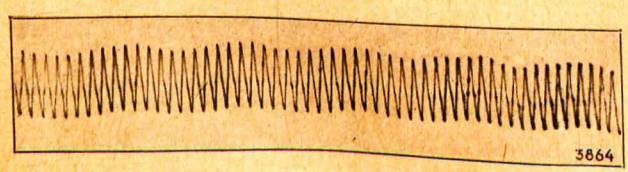


Abb. 24. Tonfrequente Spannung am Ausgang eines Verstärkers mit überlagerter 50 Hertz-Störspannung

Schleifer beliebige Spannungen abnehmen kann. Wählt man als Antriebsmotor einen Synchronmotor, so kann man die Umdrehungszahl des Motors und damit die sekundlich von dem Spannungsteiler durchlaufene Umdrehungszahl mit der Zahl der gleichzeitig abgegebenen Kippschwingungen synchronisieren und somit durch Anlegen der Spannung des Spannungsteilers an die senkrechten und der Kippschwingung an die waagerechten Ablenkplatten stehende Bilder erhalten. Bei Spannungen von etwa 100 Volt am Spannungsteiler kann man direkt an den Ablenkplatten arbeiten, andernfalls ist ein Verstärker in der oben beschriebenen Weise zwischenzuschalten (Abb. 25).

Will man vorhandene, mit Anschlägen versehene Dreh-Spannungsteiler untersuchen, wobei ein ständiges Umlaufen unmöglich ist, so muß man die abgenommene Spannung nur einmal durchlaufen und entsprechend auch nur einmal kippen lassen. Allerdings kann man dann das Kurvenbild mit dem

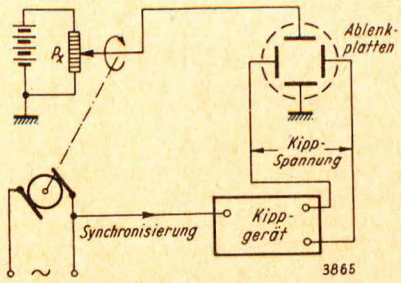


Abb. 25. Schaltung zur Untersuchung eines Dreh-Spannungsteilers

Auge nicht erfassen; man muß eine photographische Aufnahme machen.

Der Elektronenstrahl-Oszillograph ist auch für hochfrequente Messungen zu verwenden. Während man mit Kippschwingungsgeräten mit Glimm-Kippröhren nur bis etwa 20 000 Hertz Kippfrequenz kommt, ist es in letzter Zeit gelungen, mit sogenannten Röhren-Kippschwingungsgeräten bis zu 500 000 Hertz zu erzeugen. Man kann auf diese Weise stehende Kurvenbilder bis zur fünffachen Frequenz erhalten. Der Bau solcher Geräte stellt sich wegen des erforderlichen Aufwands und der nötigen Erfahrungen recht schwierig und teuer, so daß von einer Beschreibung abgesehen werden soll.

Man kann hochfrequente Messungen aber auch auf einfachere Art durchführen; so sei an dieser Stelle die Aufnahme von Resonanzkurven ausführlich beschrieben. Man kann mit der dazu erforderlichen Meßeinrichtung Abstimmkreise bzw. Bandfilter beliebiger Art untersuchen und Trennschärfemessungen vornehmen. Benötigt wird für diese Untersuchungen ein einfacher Meß-Sender, wie an dieser Stelle schon mehrfach beschrieben. An dem Meß-Sender wird zunächst die für den vorliegenden Fall interessierende Wellenlänge eingestellt. Es soll z. B. das Verhalten der Abstimmung bei Veränderung der fest eingestellten Frequenz um $\pm \Delta f$ untersucht werden. Gemäß Abb. 26 muß also die

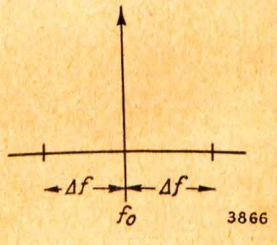


Abb. 26. Darstellung der zur Untersuchung eines fest abgestimmten Kreises erforderlichen Meß-Sender-Frequenzschwankung

abgestimmte Frequenz um diese Differenzfrequenz veränderlich sein. Man erreicht dies dadurch, daß parallel zum Abstimmkondensator des Senders eine kleine veränderliche Kapazität geschaltet wird; sie wird auf einer umlaufenden Achse befestigt, die wiederum durch einen Synchronmotor angetrieben wird. Hierbei erzielt man ein periodisches Schwanken der festen Meß-Sender-Frequenz um den Betrag + oder $-\Delta f$. Nach Abb. 27 liegt der Ausgang des Meß-Senders zur Sicherung der Frequenz-Unabhängigkeit an einer Verstärkerröhre, in deren Ausgang das z. B. zu untersuchende Bandfilter geschaltet wird. Hinter diesem befindet sich ein Audion für die Gleichrichtung. Sie kann u. U. aber auch unterlassen werden: Während man nämlich

bei Gleichrichtung die Bandfilterkurve direkt erhält, ergibt sich ohne Gleichrichtung eine Leuchtfläche, deren Begrenzungslinie die Bandfilterkurve ergibt.

Am Ausgang des Gleichrichters befinden sich die senkrechten Ablenkplatten. Synchron mit der Umdrehung der Zusatzkapazität wird eine Kippschwingung erzeugt, deren Amplitude dem zweiten Plattenpaar zugeleitet wird. Beim

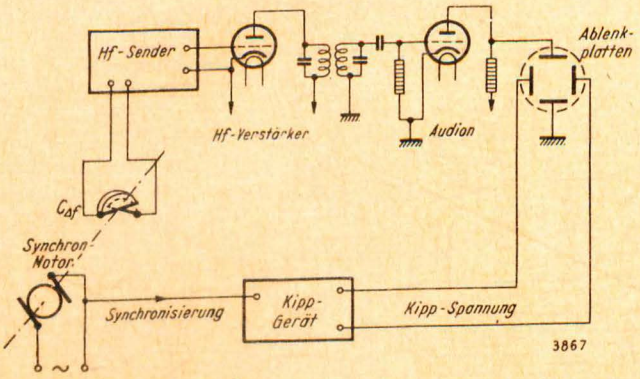


Abb. 27. Schaltung zur Aufnahme einer Frequenzkurve

Umlaufen des Kondensators wird sich dessen Kapazität nach Abb. 28 ändern. Entsprechend verändert sich nach Abb. 29 die Frequenz des Meß-Senders. Angenommen die Grundfrequenz sei f_0, dann schwankt die Meßfrequenz von f_{min} über f_0 nach f_{max} und wieder zurück nach f_{min}. Zur Messung der Abstimmkurve beispielsweise eines Bandfilters nach Abb. 30 muß man die durchgelassene Amplitude in Beziehung zur Frequenz auftragen. Die Amplitude ergibt sich für die jeweils gerade eingestellte Frequenz am Ausgang des in der Schaltung oben bereits beschriebenen Gleichrichters und kann ohne weiteres durch die Ablenkung des Elektronenstrahls in senkrechter Richtung gezeigt werden. Zur Darstellung der gerade eingestellten Frequenz verwendet man wieder eine Kippschwingung, deren Kurvenform noch einmal in Abb. 31 dargestellt ist.

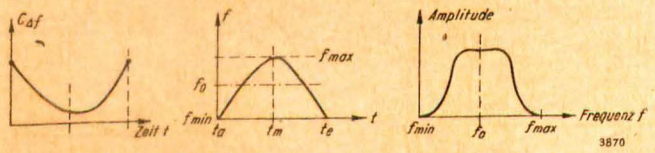


Abb. 28. Die Abhängigkeit der veränderlichen Kapazität von der Zeit

Abb. 29. Die Abhängigkeit der veränderlichen Frequenz f von der Zeit t

Abb. 30. Die Hochfrequenzamplitude in Abhängigkeit von der Frequenz f

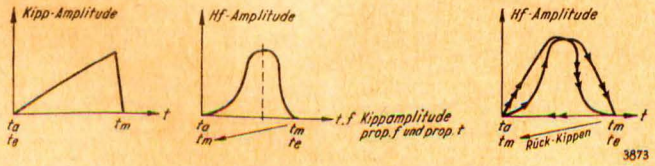


Abb. 31. Die Abhängigkeit der Kippamplitude von der Zeit bei zeitproportionaler Ablenkung

Abb. 32. Die Abhängigkeit der Hochfrequenzamplitude von der Zeit t, der Kippamplitude und der Frequenz f selbst

Abb. 33. Die Darstellung einer Abstimmkurve mit unsymmetrischen Ästen

Für die Wahl der Kippfrequenz gibt es mehrere Möglichkeiten. Angenommen, das Anwachsen der Kippspannung geschieht in der Zeit t_a bis t_m, die der Frequenzänderung von f_{min} bis f_{max} entspricht, dann wird in dieser Zeit die ganze Abstimmkurve entsprechend Abb. 32 geschrieben. Dies entspricht jedoch nur einer halben Umdrehung der Kndensatorachse. Während der zweiten Hälfte der Umdrehung wird wiederum eine Kippschwingung erzeugt; hierbei wird wiederum die erzeugte Abstimmkurve auf die erste geschrieben. Ein Übereinanderliegen der beiden Kurven kommt aber nur dann zustande, wenn beide Äste der Kurve genau symmetrisch zur Mittellinie sind, andernfalls man beispielsweise ein Bild nach Abb. 33 erhält. Hierdurch hat man auch ein gutes Mittel zur Prüfung der Gleichheit von Ästen einer Abstimmkurve. Man kann beispielsweise kontrollieren, ob eine Rückkopplungswicklung eines Bandfilters einen Einfluß auf die Symmetrie hinsichtlich der Seitenbänder hat, wenn es z. B. nach Abb. 34 aufgebaut ist. Will

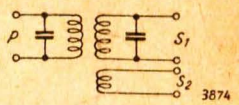


Abb. 34. Schaltung eines unsymmetrischen Bandfilters

man aber eine solche Überschneidung nicht haben, dann muß man nach Abb. 35 die Periode einer Kippschwingung von t_a bis t_e verlaufen lassen; dementsprechend würde die Abstimmkurve nach Abb. 36 doppelt aufgezeichnet werden.

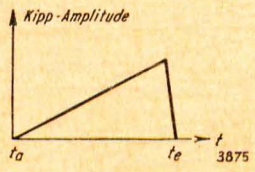


Abb. 35. Verlauf einer Kippamplitude über die Dauer einer ganzen Umdrehung des Abstimmkondensators

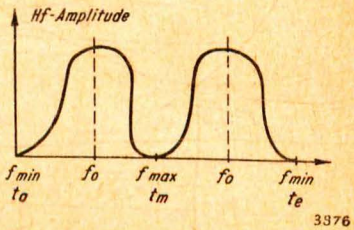


Abb. 36. Aufzeichnung der Bandfilterkurve bei einer Kippschwingung mit einer Periode nach Abb. 35

Es besteht die Möglichkeit, diese Untersuchungen auch ohne Kippschwingungsgerät mit einer sinusförmigen Ablenkspannung vorzunehmen. Man wird dann zweckmäßig die Amplitude der Sinusschwingung so groß wählen, daß nur der geradlinige Teil ausgenutzt wird, während die Spitzen nicht mehr auf den Leuchtschirm fallen. Es ist dann aber erforderlich, auch die Seitenbänder weiter zu bestreichen, also die Heulfrequenz größer zu wählen. Diese Vorgänge werden in Abb. 37 gezeigt. Die Figur *A* gibt den Verlauf einer sinusförmigen Ablenkspannung in den Zeiten t_a bis t_e. Während dieses Verlaufes der Ablenkspannung steigt die Frequenz des Meß-Senders gemäß Kurve *B* von f_{min} auf f_{max}. f_1 und f_2 sind die obere und untere Grenzfrequenz, die das Bandfilter gerade noch durchläßt. Demnach ist $f_2 - f_1$ die Bandbreite. Die Kurve *C* gibt die entstehende Figur auf dem

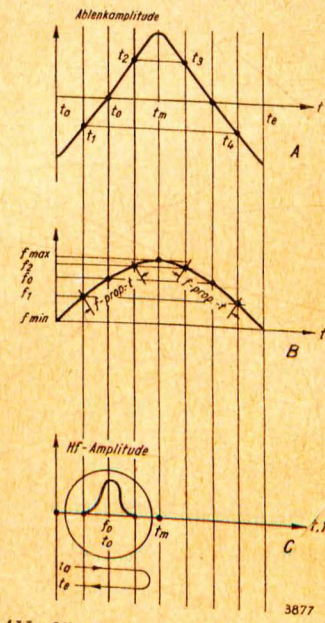


Abb. 37. Darstellung der Erzeugung einer Abstimmkurve bei Anwendung einer sinusartigen Ablenkspannung

Leuchtschirm der Elektronenstrahlröhre. Zur Zeit t_a erfolgt kein Ausschlag oder ein nur sehr kleiner, da das Bandfilter diese Frequenz noch nicht durchläßt. Der Elektronenstrahl würde wegen der zur Zeit vorhandenen großen Ablenkamplitude auch noch nicht auf den Leuchtschirm gelangen. Erst zur Zeit t_1 entsprechend der Frequenz f_1 ergibt sich eine kleine Amplitude. An dieser Stelle herrscht aber nahezu Zeitproportionalität der Ablenkspannung. Die Amplitude wächst nunmehr mit der Frequenz bis zur Zeit t_0 entsprechend der Frequenz f_0. Alsdann wird die Amplitude im Verfolg des zweiten Astes der Bandfilterkurve wieder kleiner, bis sie zur Zeit t_2 entsprechend der Frequenz f_2 wieder fast den Wert Null erreicht. Die Ablenkung geht jedoch noch weiter nach rechts bis zur Zeit t_m; dementsprechend wächst die Frequenz bis f_{max}. Jetzt erfolgt die Umkehr der Ablenkspannung und entsprechend zur Zeit t_e das Fallen der Frequenz. Nun wird entsprechend die ganze Kurve noch einmal überschrieben.

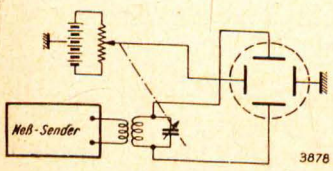


Abb. 38. Einfache Schaltung zur Untersuchung einer Abstimmkurve

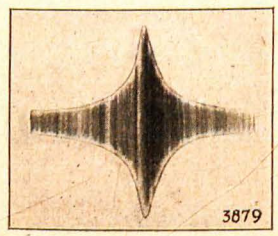


Abb. 39. Aufgenommene Abstimmkurve

In Abb. 38 bringen wir noch eine einfachere Schaltung zur Aufnahme einer Abstimmkurve; hier geschieht die Ablenkung mit einer Gleichspannung, die an einem Spannungsteiler abgegriffen wird. Man kann so den Leuchtpunkt, wenn die gewählte Spannung groß genug ist, über den ganzen Schirm lenken. Auf der Achse des Dreh-Spannungsteilers sitzt der Abstimmkondensator des zu untersuchenden Schwingungskreises oder, bei festen Kreisen, der Zusatzkondensator zum Meß-Sender. Die Spannung des Abstimmkreises wird unmittelbar den senkrechten Ablenkplatten zugeführt. Man lenkt nun den Punkt einmal von links nach rechts und schreibt so die Resonanzkurve, da die durchgelassene Spannung des Meß-Senders sich entsprechend ändert. Zur Aufnahme der einmal durchlaufenen Kurve dient eine gewöhnliche Kamera. Eine aufgenommene Kurve zeigt Abb. 39.

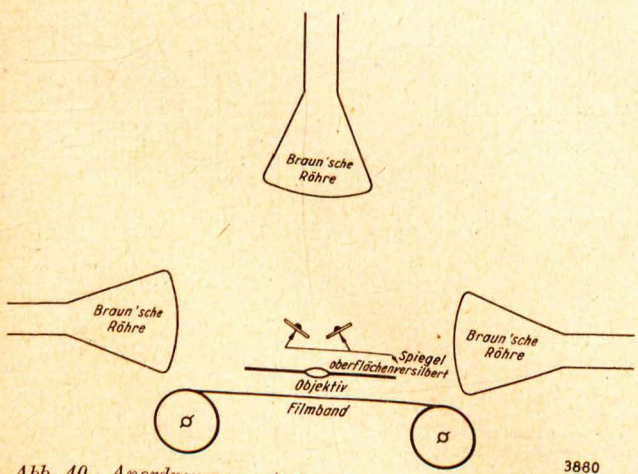


Abb. 40. Anordnung zur Aufnahme dreier Schwingungskurven auf einem Film

Die Untersuchung der Schwingungskreise ermöglicht indirekt auch die Untersuchung von Spulen und Kondensatoren. Man kann die Abstimmkurven entweder durch Ersatz der Teile vergleichen, aber auch bei serienmäßiger Prüfung stehende Bilder erzeugen und dabei nach jedem Bild beispielsweise auf den zweiten zu untersuchenden Kondensator umschalten. Entsteht nur ein Bild, dann decken sich die Kurven und der Kondensator ist in Ordnung. Entstehen doppelte Linien, dann kann man auf Abweichungen schließen. Durch ein auf dem Schirm angebrachtes Gradnetz können beispielsweise Toleranzen festgelegt werden.

Wir haben bisher nur Fälle behandelt, bei denen es darauf ankam, eine Beziehung zwischen zwei elektrischen Größen oder eine Kurve zu untersuchen. Oft will man jedoch auch mehrere Kurven gleichzeitig beobachten. Es bestehen drei Möglichkeiten zur Verwirklichung dieser Forderung. Man kann im ersten Fall durch eine mechanische Umschaltung die beiden oder mehrere Kurven abwechselnd auf den Leuchtschirm bringen. Entsprechend kann man durch elektrische Schaltungen Umschaltungen vornehmen, wobei es aber bereits sehr große Schwierigkeiten bereitet, mehr als zwei Kurven darzustellen. Es besteht aber als drittes die Möglichkeit, mehrere Elektronenstrahlröhren zu verwenden. Durch ein Spiegelsystem werden dann die Kurven auf eine gemeinsame Mattscheibe geworfen oder in eine gemeinsame Aufnahmkamera. Abb. 40 zeigt die grundsätzliche Anordnung mit drei Röhren. So sind z. B. die drei Phasen des Drehstromnetzes untersucht worden, wobei aus Demonstrationsgründen je eine Phase durch Kondensator oder Drosselketten künstlich verzerrt wurde. Abb. 41 zeigt eine Aufnahme der drei aufeinandergespiegelten Kurven.

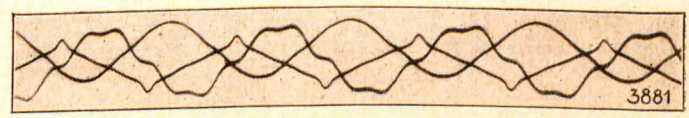


Abb. 41. Mit drei Elektronenstrahlröhren aufgenommene Wechselstromkurven eines Drehstromnetzes

Zum Schluß sei noch ein wichtiges Hilfsmittel erwähnt, welches vor allem für nicht periodische Vorgänge zu verwenden ist: Es handelt sich um die sogenannten Registriereinrichtungen, die nach den verschiedensten Grundsätzen, als abrollender Filmstreifen, rotierende Filmtrommel oder vor dem Leuchtschirm vorbeigeschossene

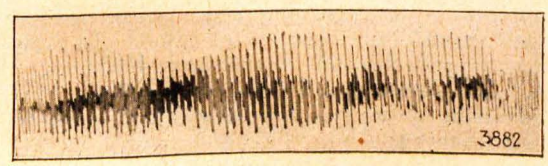


Abb. 42. Aufnahme einer akustischen Schwingung mit einer am Schirm der Elektronenstrahlröhre vorbeigeschossenen Kamera

Kamera, gebaut werden. Je nach der Frequenz und nach der gewünschten Zeitdehnung der zu untersuchenden Vorgänge ist die Ablaufzeit der Registriereinrichtungen einstellbar. Kippschwingungen sind bei Verwendung von Registriereinrichtungen nicht erforderlich. Zur Feststellung der Zeit werden durch Lichtblitze gleichzeitig Marken auf dem Film angebracht, so daß eine Auswertung der Kurven möglich ist. Die Aufnahme einer musikalischen Darbietung mit verhältnismäßig kleiner Zeitdehnung zeigt Abb. 42; es handelt sich um die Stimme Kiepuras mit Orchesterbegleitung an einer Stelle von „Turandot".

Selbstverständlich konnte das große Anwendungsgebiet der Elektronenstrahl-Oszillographen an dieser Stelle nicht

vollständig erfaßt werden, da man zur Zeit erst am Anfang der sich ergebenden Möglichkeiten steht. Wir wollen aber zum Schluß nicht vergessen, auf die große Bedeutung der Oszillographie für Physiologie und Medizin hinzuweisen.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser
Aufnahmen der Abb. 24, 39, 41 und 42 von Krämer

Liste der Einzelteile

für das Kippschwingungsgerät mit Glimmkipp-Röhre

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Bezeichnung	Symbol in Abb. 20	Größe
Netztransformator	T	2×500 Volt, 40 mA 2× 2 Volt, 1 A 2× 2 Volt, 3 A
Gleichrichterröhre	V_1	AZ 1
Kippschwingröhre	V_2	
Verstärkerröhre	V_3	AC 2
Netzdrossel	D	D 5
Spannungsteiler	R_1	25 Kilo-Ohm
Widerstand	R_2	500 Ohm, 2 Watt
Widerstand	R_3	500 Ohm, 2 Watt
Widerstand	R_4	5000 Ohm, 2 Watt
Dreh-Spannungsteiler	R_5	10 Kilo-Ohm
Dreh-Spannungsteiler	R_6	7 Megohm
Widerstand	R_7	2 Megohm, 1 Watt
Widerstand	R_8	5 Kilo-Ohm
Widerstand	R_9	2×25 000 Ohm
Widerstand	R_{10}	100 Kilo-Ohm, 1 Watt
Widerstand	R_{11}	4 Megohm, 1 Watt
Kondensatoren	C_1 u. C_2	4 μF, 850 Volt Betriebsspannung
Kondensator	C_3	1 μF, 850 Volt Betriebsspannung
Kondensatoren	C_4 u. C_5	0,1 μF, 850 Volt Betriebsspannung
Kondensatorenserie	C_K	0,001, 0,01, 0,5, 1 μF
Kondensatoren	C_6 u. C_7	25 μF, 25 Volt (Elektrolyt)
Kondensatoren	C_8 u. C_9	1 μF, 850 Volt Betriebsspannung

Umschalter für C_K, Röhrensockel, Netzschalter, Sicherung usw.

BUCHBESPRECHUNGEN

Funktechnisches Praktikum. Handbuch für Funktechniker, Funkhändler, Funkwarte und Amateure von Erich Schwandt. Zwei Bände. Hauptband (3. Aufl.) geb. 18,— RM, Ergänzungsband geb 9,— RM. Weidmannsche Buchhandlung, Berlin.

Das Erscheinen des Ergänzungsbandes zu dem bekannten „Funktechnischen Praktikum" von Erich Schwandt bereits nach etwa 1½ Jahren gibt willkommenen Anlaß, unsere Leser auf das Gesamtwerk empfehlend hinzuweisen. Schon der Umstand, daß der Hauptband inzwischen in dritter Auflage erschienen ist, mag als Beweis dafür gelten, daß ein lebhaftes Bedürfnis nach einem solchen Buche bestand, und daß es dem Verfasser gelungen ist, diesem Bedürfnis gerecht zu werden. Das Schwandtsche Buch ist weder ein Lehr- noch ein Bastelbuch, und trotzdem kann aus diesem Buche sogar der erfahrene Fachmann noch vieles lernen, und dem ernsthaften Bastler wird es ein zuverlässiger, kaum jemals versagender Ratgeber sein. Das Buch will dem Funktechniker dienen, sei er Bastler, Funkhändler, Installateur oder Funkingenieur. Die Darstellung ist klar und einfach, vermeidet jeden gelehrten Schein bei gleichwohl zuverlässiger Exaktheit.

Funkwerkstätten, mögen sie sich mit der Einrichtung von Empfangsanlagen oder mit der Prüfung und Instandsetzung von Empfangsgeräten befassen, finden hier ein Hilfsmittel, das nicht minder unentbehrlich ist, als Meßinstrumente und Werkzeug. Diese technischen Hilfsmittel gewinnen durch dieses Buch erst Leben und Vielseitigkeit.

Der Hauptband behandelt zunächst die Aufgaben der Funkwerkstatt, also Errichtung von Empfangs- und Übertragungsanlagen, Antennenbau usw. Ein weiterer Abschnitt gibt dann zunächst einen Überblick über die bei der Prüfung von Empfängern entstehenden Aufgaben, und alsdann folgt eine ausführliche systematische Darstellung der Empfänger- und Verstärkerschaltungen, aus der sich ein klarer Einblick in die Grundschaltungen, ihre Wirkungsweise und das Zusammenwirken aller Elemente im fertigen Empfänger ergibt. Es folgt ein Abschnitt über die Dimensionierung und Berechnung von Empfangsgeräten, dann eine ausführliche Beschreibung von Meß- und Prüfgeräten und ihre Anwendung zur Messung von Empfängern, dann Abschnitte über Fehlersuche und -beseitigung, Verbesserungen an älteren Empfangs- und Verstärkergeräten, Störungssuche usw. Ein kleines Funkrechtpraktikum, bearbeitet von Pridat-Guzatis, bildet den Schluß.

Aus dem Ergänzungsband seien nur kurz die wichtigsten Abschnitte angegeben. Zunächst findet das neue Röhrenprogramm eine ausführliche Besprechung. Die folgenden Abschnitte behandeln Allstromtechnik und neuzeitliche Reflextechnik sowie selbsttätige Regelungen im Empfänger. Das Gebiet der Messungen wird weitgehend ergänzt durch Abschnitte über Prüfgeneratoren und Schwebungssummer und ausführliche Beschreibung ihrer Anwendungen. Besondere Abschnitte sind ferner dem Ultrakurzwellenempfang und Kraftwagenempfänger gewidmet. Die Ausführungen des ersten Bandes über Übertrager- und Verstärkertechnik finden eine Ergänzung, und schließlich wird der neueste Stand der Störbefreiung erörtert. Zahlreiche Tafeln und Tabellen sind beiden Bänden beigegeben. Beide Bücher bilden in ihrer vorzüglichen Ausstattung eine der erfreulichsten Erscheinungen auf dem funktechnischen Büchermarkt der letzten Jahre.

Dr. Gehne

Die Rundfunk- und Tonfilmtechnik. Ein Hand- und Lehrbuch für das Funkwesen, die Tonfilmtechnik und verwandte Gebiete. Unter Mitarbeit von Dr. Heinrich Benecke, Dr.-Ing. A. Jaumann, Dipl.-Ing. Wilh. Langewiesche, Ing. Erich Schwandt herausgegeben von Prof. Dipl.-Ing. W. Lehmann. 3. erweiterte Auflage Heinrich Killinger, Verlagsgesellschaft m. b. H., Nordhausen a. H.

Seitdem das klassische Lehrbuch der Drahtlosen Telegraphie von Zenneck nicht mehr neu aufgelegt wurde, und darüber ist mehr als ein Jahrzehnt vergangen, gibt es kein aus einem Guß geschriebenes, den Gesamtstoff der Funktechnik behandelndes deutsches Standard-Werk mehr; ein befremdlicher und bei dem inzwischen von Grund auf geänderten Stande des Wissens und der Technik höchst beklagenswerter Zustand. Um so dankbarer wird man jeden ernsthaften von Sorgfalt und Können getragenen Versuch, diese Lücke auszufüllen, begrüßen müssen. Dieses Zeugnis wird man dem von W. Lehmann herausgegebenen Lehrbuch ausstellen können, wenngleich es nicht den Anspruch erheben kann und offenbar auch gar nicht will, einen modernen Ersatz für die „alte Bibel der Funktechnik", das Buch von Zenneck, zu bilden. Es fehlt ihm hierzu nicht nur die geschlossene Einheitlichkeit der Darstellung, sondern auch die für die damalige Zeit erreichte erschöpfende Vollständigkeit.

Das Buch wurde beim Erscheinen der zweiten Auflage an dieser Stelle bereits besprochen, hinsichtlich der vom

Herausgeber selbst sowie des von Langewiesche bearbeiteten Teiles kann im wesentlichen auf diese Besprechung verwiesen werden, da die dritte Auflage geringe, man kann wohl sagen, auffällig geringe Veränderungen gegenüber der vorigen enthält. Abgesehen davon, daß den Mehrgitterröhren ein, gemessen an ihrer heutigen Bedeutung recht knapper Raum von 3 Seiten gegenüber 1/3 Seite in der vorigen Auflage eingeräumt ist, konnten einige Angaben über die Messungen der Heaviside-Schichten und etwa 3 Seiten über Flugfunk als einzige nennenswerte Änderungen festgestellt werden. Auch daß das Magnetron mit zwei Zeilen abgetan wird, zeigt, daß eine Erweiterung und Modernisierung des ersten Teils erwünscht ist.

Als eine sehr erfreuliche Bereicherung des allgemeinen Teils ist der von H. Benecke bearbeitete reichlich 60 Seiten umfassende, neu aufgenommene Abschnitt über die akustischen Grundlagen zu begrüßen.

Eine vollkommen veränderte Gestalt hat der von E. Schwandt bearbeitete Abschnitt über die Empfänger erhalten, der mit seinen 250 Seiten Umfang gewissermaßen das Kernstück des Buches bildet. Lehnte sich dieser Abschnitt in seiner früheren Gestalt an die industriell erzeugten Empfängertypen und Einzelteile an, wodurch nicht nur die Übersichtlichkeit leiden mußte, sondern auch die Gefahr eines schnellen Veraltens bedingt war, so hat nunmehr eine übersichtliche systematische Darstellung Platz gegriffen. In großen Zügen aufgezählt, umfaßt sie die Gebiete: Schaltungen, Bauteile einschließlich Röhren, Empfängerkonstruktionen, Zusatzgeräte, Messungen, Lautsprecher und Entstörung. Von dem gleichen Verfasser sind die Abschnitte über Schallplatten und Musikübertragung, der ebenfalls ganz modernisierte Abschnitt über Bildfunk und Fernsehen, und schließlich der Abschnitt Tonfilm bearbeitet. Neu ist ferner ein 15 Seiten umfassender Abschnitt über elektrische Musik. Ganz neu bearbeitet und beträchtlich erweitert ist schließlich der von Dr.-Ing. A. Jaumann verfaßte 50 Seiten umfassende Abschnitt über Rundfunkmeßtechnik.

Im ganzen genommen kann das durchweg leicht faßlich geschriebene Buch ganz besonders auch dem Bastler wegen seines reichen Inhaltes empfohlen werden.

Dr. Gehne

„Der Große Brockhaus". Handbuch des Wissens in 20 Bänden. 15., völlig neu bearbeitete Auflage. Verlag F. A. Brockhaus, Leipzig.

Ein Konversationslexikon will Spiegel seiner Zeit sein, als Handbuch des Wissens einen Überblick geben über den Stand der Forschung und über die Fortschritte auf allen Gebieten geistiger Arbeit. So nimmt heute in einem solchen umfangreichen Sammelwerk auch die Funktechnik einen breiten Raum ein.

Unter dem Stichwort „Radiotechnik" gibt der 15. Band des „Großen Brockhaus" auf rund 13 Text- und 10 Bildseiten eine gut gegliederte Einführung in die technischen Probleme. „Begriffsbestimmung", „Physikalische Grundlagen", „Die Technik des Sendens", „Die Technik des Empfanges", „Funkverkehr" und „Kurzwellentechnik" sind die Hauptabschnitte der bei aller Kürze des populär gehaltenen Ausdrucks doch klaren, anschaulichen und zuverlässigen Darstellung. Das Sondergebiet „Rundfunk" wird im 16. Bande ebenfalls eingehend nach der organisatorischen und künstlerischen Seite hin behandelt. Des weiteren haben natürlich an entsprechender Stelle technische Spezialfragen ihre gesonderte Behandlung gefunden, so daß der gesamte funktechnische Inhalt dieses „Handbuch des Wissens" den Anspruch auf eine gut orientierende Vollständigkeit erheben kann, wie sie der Zweck und die Bestimmung eines solchen Nachschlage-Werkes ist.

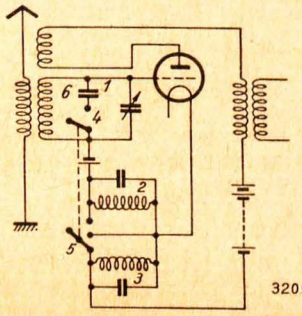
— *a* —

PATENTSCHAU

Abstimmung von Kurzwellenempfängern

Nach der britischen Patentschrift 416 047 — Marconi's Wireless Telegraph Comp. u. A. A. Linsell).

Infolge der hohen Selektivität, die bekanntlich von Kurzwellenempfängern zu fordern ist, bereitet ihre Abstimmung auf einen bestimmten Sender gewisse Schwierigkeiten. Um nun die Abstimmung zu erleichtern, wird vorgeschlagen, den Empfänger für die Zeit der Abstimmung weniger selektiv zu machen. Dies kann z. B. dadurch geschehen, daß man den normalen Geradeausempfänger auf Überrückkopplungsempfang umschaltet. Eine solche Anordnung ist in der Abbildung dargestellt. Sie zeigt den Empfänger in

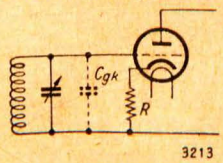


dem für die Abstimmung bestimmten Zustand, also als Überrückkopplungsempfänger. 1 ist der Empfangskreis, 2 und 3 sind die zur Erzeugung der Unterbrechungsfrequenz dienenden Kreise. Ist nun der Empfänger auf eine gewünschte Station abgestimmt worden, so werden die Schalter 4 und 5 geschlossen. Dadurch werden die beiden Kreise 2 und 3 durch Kurzschluß außer Wirkung gesetzt. In den Eingangskreis des Empfängers wird der Kondensator 6 parallel zum Abstimmkondensator eingeschaltet. Dieser Kondensator 6 ist so bemessen, daß er die durch den Kurzschluß der Kreise 2 und 3 bedingte Verstimmung des Eingangskreises wieder ausgleicht. Während der Abstimmung zeigt der Empfänger also geringe Selektivität und hohe Empfindlichkeit, während des Empfanges hohe Selektivität und geringere Empfindlichkeit. *Schr.*

Anordnung zur Lautstärkeregelung

Nach der britischen Patentschrift 415 009 (N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken).

Wie festgestellt werden konnte, ist die Gitterkathoden-Kapazität einer Röhre abhängig von der dem Steuergitter aufgedrückten negativen Vorspannung. Bei Regelung der Lautstärke durch Änderung der Gittervorspannung wird also gleichzeitig mit der Lautstärke die Gitter-Kathodenkapazität verändert. Dies wird dann zu Störungen Anlaß geben, wenn die geregelte Röhre eine Hochfrequenzverstärkerröhre mit abgestimmtem Gitterkreis ist, da dann eine Verstimmung des Kreises hervorgerufen wird. Es konnte nun weiter nachgewiesen werden, daß bei Anordnung eines



Widerstandes *R* in dem dem Gitterkreis und Anodenkreis gemeinsamen Teil des Kathodenkreises eine Verstimmung des Eingangskreises hervorgerufen wird, die der zusätzlichen Einführung einer Selbstinduktion in den Eingangskreis gleichkommt. Diese Selbstinduktion ist ebenfalls vom Anodenstrom abhängig. Der Widerstand kann nun so bemessen werden, daß die Verstimmung des Eingangskreises durch die Gitter-Kathodenkapazität und die durch den Widerstand *R* bedingte sich gegenseitig kompensieren.

Schr.

CQ MITTEILUNGEN DES DEUTSCHEN AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGS-DIENSTES e. V.

JAHR 1936 (DASD e.V.) JAHR 1936

HERAUSGEBER: DEUTSCHER AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGSDIENST e.V.

ANSCHRIFT: BERLIN-DAHLEM, SCHWEINFURTHSTRASSE 78, FERNRUF: G 6 (BREITENBACH) 49 41/42

DIE BEILAGE „CQ" ERSCHEINT MONATLICH / GESONDERT DURCH DEN DASD e.V. BEZOGEN VIERTELJÄHRLICH 3,— RM

Neue Wege im Empfängerbau

Das Audion ist überholt — Bau besserer Telegraphieempfänger

Modernisierung der Gedankengänge

Von **Rolf Wigand** D 4 cxf

Die Empfängertechnik hat von seiten der Kurzwellenamateure schon mancherlei wertvolle Unterstützung erfahren, da gerade wir Kurzwellenamateure oft unter den allerschwierigsten Verkehrsbedingungen zu arbeiten gezwungen sind und daher die hierfür erforderlichen Geräte von Amateuren entwickelt werden mußten. Es sei hier in erster Linie an die von dem Laboratorium der ARRL entwickelte Methode des „Einzeichenempfangs" und der Quarzfilter erinnert. Daß die Fortschritte meist auf dem Gebiet des Viel-Röhren-Empfängers lagen, hat seinen Grund wohl darin, daß in USA, wo sie zuerst angegeben wurden, die Röhren- und Einzelteilpreise weit unter den in Deutschland üblichen liegen. Die Amateure in Deutschland sind nach wie vor in erster Linie auf den Wenigröhrenempfänger angewiesen. Hier hat sich immer noch der Zweiröhrenempfänger (0-V-1) zu behaupten gewußt, der in seiner ursprünglichen Form, als Audion mit Rückkopplung und einstufiger Niederfrequenzverstärkung, von den ersten Anfängen der Kurzwellentechnik bis heute im Prinzip unverändert beibehalten worden ist. Lediglich durch Verwendung modernerer Röhren hat man seine Leistung etwas verbessern können. Es ist an der Zeit, sich nach Möglichkeiten umzusehen, die den Wenigröhrenempfänger vorwärts bringen können, und im folgenden soll ein kurzer Überblick über die hier zu beschreitenden neuen Wege gegeben werden.

Wichtig ist vor allen Dingen die klare Erkenntnis der für eine gute Kopfhörerlautstärke erforderlichen „Sprechleistung" (Niederfrequenzleistung der Endröhre), denn diese muß ja aufgebracht werden, gleichgültig, was für eine Empfängerschaltung man anwendet. Messungen des Verfassers ergaben folgendes Bild. Einem Kopfhörer von ca. 4000 Ohm Gleichstromwiderstand, der nach Angaben der Herstellerfirma bei 1 kHz etwa 10 000 Ohm Wechselstromwiderstand hat, wurde eine regelbare Wechselspannung von 1 kHz zugeführt und die bei normaler, guter Lautstärke (R 6) erforderliche Spannung gemessen. Sie liegt in der Größenordnung von etwa 0,1 Volt, so daß sich die Leistung ($N = U^2/R$) zu etwa 1 Mikrowatt (1 μW) ergibt! Das heißt also, daß man bei den Niederfrequenzverstärkern für Kopfhöreremfpang in der Lage ist, die „Anpassung" des äußeren Widerstandes an die Röhre praktisch nach gleichen Gesichtspunkten durchzuführen, wie das für die reine Spannungsverstärkung der Fall ist. Man wird den Außenwiderstand sehr groß machen und bekommt dann viel größere Spannungsverstärkungen als bei den normalen Endröhrenanpassungen, wie sie für den Rundfunkempfang (Anpassung auf Leistung und Lautsprecherempfang) erforderlich ist. Die Spannungsverstärkung einer Röhre, die eine — hier außerordentlich kleine — Leistung abgeben soll, nennt man neuerdings auch die „Empfindlichkeit" der Röhre, die den Gitterwechselspannungsbedarf für eine bestimmte Anodenleistung angibt. Bei den heute fast durchweg verwendeten Fünfpolröhren ist die Verstärkung der Steilheit proportional, daher auch die „Empfindlichkeit". Betrachtet man von diesem Gesichtspunkt aus die Endstufe des Empfängers, so muß man feststellen, daß die Verwendung einer normalen Fünfpol-Schirmröhre (HF-Penthode) zwar aus Gründen der Sparsamkeit recht angenehm ist, daß aber die beispielsweise mit einer Röhre der Type AL 4 die erreichbare Empfindlichkeit — allerdings bei höherem Verbrauch, der aber bei Netzanschluß eine untergeordnete Rolle spielt — wie etwa 4,5 zu 1 besser liegt als bei der AF 7. Es ist also durchaus wünschenswert, diese Vorteile auch auszunutzen. Die AL 4 benötigt für eine Leistung von rund 3 Mikrowatt (also bei entsprechender Reserve) eine Steuerwechselspannung von rund 3 Millivolt am Gitter, was gegenüber der Rauschspannung der Röhre, die in der Größenordnung von 12 μV liegt, 250 zu 1 besser ist. Die Verstärkung ist dabei rund 200fach bei noch nicht optimaler Größe des Außenwiderstandes ($R \approx 60$ Kiloohm). Diese Zahlen dürften dem praktisch heute erreichbaren Optimum nahekommen, wenn man auch durch Wahl einer weitergehenden Überanpassung im Anodenkreis auf noch größere Verstärkungen und Empfindlichkeiten kommen dürfte (300 läßt sich erreichen). Es handelt sich also im Empfängerteil vor der Endröhre darum, die Steuerwechselspannung für die Endröhre in der Größenordnung 1 bis 3 mV in einer möglichst günstigen und für den Verkehr erwünschten Weise zu erreichen.

Zum Auffinden neuer Wege ist vor allen Dingen erforderlich, daß man die Nachteile der bisherigen Methoden genau kennt. Das Rückkopplungsaudion hat rein bedienungsmäßig den großen Nachteil der erheblichen Antennenabhängigkeit, die eine Mitregelung der Antennenkopplung für optimale Empfangsleistungen bedingt, wenn man nicht zu der bekannten „T"-Schaltung übergehen will, die einen Verstärkungsverlust mit sich bringt. Die Eichbarkeit des Empfängers ist durch die Antenneneinwirkung in Frage gestellt. Zudem ist die Strahlung eines schwingenden Audions über die Antenne nicht unbeträchtlich und vermag in Gebieten mit dichter Empfängerbesetzung Störungen zu verursachen. Dazu kommt, daß beim Tele-

graphieempfang im schwingenden Zustand — dieser kommt ja für den Amateurverkehr in erster Linie in Betracht — unter der Voraussetzung loser Rückkopplung (geringer Gitterstromdämpfung des vorhergehenden Kreises) stets eine Verstimmung um etwa 1 kHz zur Erzeugung des Überlagerungstones notwendig ist, daß man also stets einen Verlust an verfügbarer Eingangswechselspannung mit in Kauf nehmen muß, der bei der infolge der Rückkopplung extrem niedrigen Dämpfung des Vorkreises recht erheblich ist. Rein röhrentechnisch gesehen ist zudem die Ausnutzung der Audionröhre recht gering. Für ein modernes Audion ohne Rückkopplung mit AF 7 kann man bei moduliertem Empfang und richtiger Einstellung eine rund 20fache „Detektorverstärkung" erzielen, die im stark rückgekoppelten Zustand auf etwa den zehnfachen Betrag gesteigert werden kann. Ähnliche Werte — also eine rund 200fache Detektorverstärkung — dürften sich für den Telegraphieempfang mit schwingendem Audion verwirklichen lassen. Die Verstärkung einer Fünfpol-Schirmröhre mit entsprechend hohem Außenwiderstand läßt sich aber schon ohne Rückkopplung auf größere Beträge steigern, wenn man sie als reinen Verstärker einsetzt und nicht die für die Audionschaltung übliche, sehr niedrige Schirmgitterspannung anwendet.

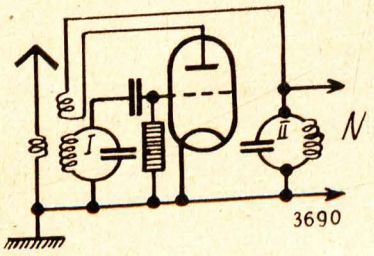


Abb. 1

Neben dem apparativ sehr einfachen Audion mit Rückkopplung mit nachfolgender Niederfrequenzverstärkung fand schon früh das bis kurz vor den Schwingeinsatz rückgekoppelte Audion mit angekoppeltem Fremdüberlagerer Anwendung. Bei diesem Schaltungsprinzip ist eine Abstimmung des Eingangskreises auf die Sollfrequenz möglich, während lediglich der Überlagererkreis um den Betrag des gewünschten Schwebungstones (etwa 1 kHz) verstimmt wird. Durch geeignete Ankopplung des Oszillatorkreises (z. B. Elektronenkopplung) läßt sich hier ohne weiteres eine gute Eichbarkeit erzielen, da der Antenneneinfluß nur auf den Audionkreis wirkt, dafür wird die Bedienung eines derartigen Empfängers durch den Umstand erschwert, daß für optimale Wirkung eine ganz bestimmte Oszillatorwechselspannung an das Gitter des Audions gelangen muß. Dieser Tatsache schenkt man heute immer noch viel zu wenig Beachtung, da man beim Audion immer an den Telephonieempfang denkt und daher das Audion in erster Annäherung nur als Zweipolgleichrichter mit nachgeschaltetem Verstärkersystem auffaßt. Für den Telegraphieempfang mit schwingendem Audion bzw. mit getrenntem Überlagerer kommt man aber in ein ganz anderes Arbeitsgebiet hinein, das von der Seite der Superhettechnik her angepackt werden muß, wenn man sich darin zurechtfinden will. Das ist eine Erkenntnis, die wohl noch nirgends klar formuliert wurde. Beim Superhet handelt es sich darum, durch den Vorgang der Überlagerung eine hohe Frequenz in eine niedrigere umzuwandeln. Was anderes aber geschieht beim Telegraphieempfänger? Auch hier findet eine Frequenzwandlung statt, lediglich mit dem Unterschied, daß die niedrige Frequenz hier schon im Tonfrequenzgebiet liegt! Für die Beurteilung der Verstärkung ist also lediglich die „Mischsteilheit" der verwendeten Röhre (das Verhältnis des Zwischenfrequenzanodenwechselstromes zur Empfangswechselspannung am Steuergitter) maßgebend. (Als Zwischenfrequenz ist beim Telegraphieempfänger eben die Schwebungstonfrequenz von etwa 1 kHz anzusehen.) Man kann — wie das ja vielfach schon gemacht wurde — in den Anodenkreis des Audions einen auf 1 kHz abgestimmten Kreis legen und hat dann ein ziemlich getreues Abbild der üblichen Superhetschaltung, die sich (Abb. 1) für das einfache, selbstschwingende Audion als „Autodyne" mit abgestimmtem Eingangskreis (I) und abgestimmtem Zwischenfrequenzkreis (II) darstellt. Es ist unschwer festzustellen (s. a. Rolf Wigand, Der Superhet, Weidmannsche Buchhandlung 1936), daß bei selbstschwingender Röhre in typischer Audionschaltung die Mischsteilheit (Konversionssteilheit Sc) gering ist und daher auch die resultierende Mischverstärkung niedrig bleibt ($U_c = \frac{Sc \cdot R_a}{1 + R_a/R_i}$). Zudem ist bei der Audionschaltung die Erreichung des günstigen hohen Wertes von R_i u. U. schwierig. Betrachtet man für eine Vier- oder Fünfpol-Schirmröhre die Abhängigkeit der Konversionssteilheit Sc von der Amplitude der Oszillatorwechselspannung, so erkennt man, daß nur innerhalb eines außerordentlich schmalen Bereiches eine hohe Mischverstärkung möglich ist, während bei höheren und niedrigeren Oszillatorwechselspannungen Sc steil abfällt. Ist es schon schwer, bei Verwendung eines getrennten Oszillators die Oszillatoramplitude immer auf dem günstigsten Wert zu halten, so ergeben sich beim selbstschwingenden Audion natürlich erst recht Schwierigkeiten.

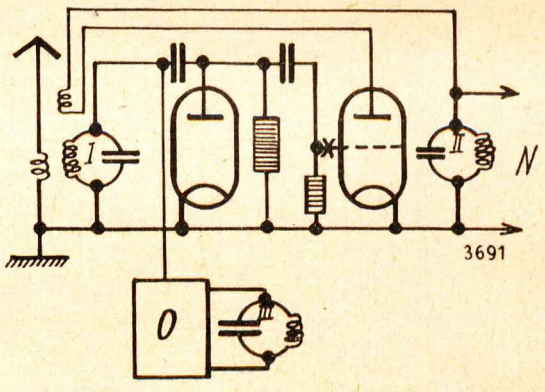


Abb. 2

Eine von Dr. W. Nestel für den Rundfunkempfang angegebene Prinzipschaltung, bei der zur Gleichrichtung eine Zweipolröhre verwendet wird, auf die dann eine mit Hochfrequenzrückkopplung versehene Niederfrequenz-Verstärkerstufe folgt, läßt sich durch geringe Änderungen auch für den Telegraphieempfang anwenden (Abb. 2). Der Empfangskreis (I) liefert seine Wechselspannung an die Zweipolröhre, der gleichzeitig vom Überlagerer O (Abstimmkreis III) die Überlagererwechselspannung zugeführt wird. Die gleichgerichtete Spannung, die hier also bereits im tonfrequenten Rhythmus schwankt, wird direkt ohne Hochfrequenzsperre einer Niederfrequenzverstärkerröhre zugeführt. Da auch noch Hochfrequenz in diese gelangt, kann man aus ihrem Anodenkreis her eine Hochfrequenzrückkopplung auf den Kreis I anwenden. Die Niederfrequenz fließt über den Kreis II dem Niederfrequenzverstärker N zu. Neben Eichbarkeit und — gegenüber der letztgenannten Schaltung mit getrenntem Überlagerer — wesentlich weniger kritischer Überlagererwechselspannung hat eine solche Schaltung, die wie die beiden vorhergehenden mit sogenannter „additiver Mischung" arbeitet, gegenüber der einfachen Audionschaltung den Vorteil einer etwa 3 zu 1 größeren Verstärkung. Durch Anwendung einer Hochfrequenzsperre vor dem Gitter der Verstärkerröhre (Abb. 2 bei X) läßt sich die zur Rückkopplung benötigte Hochfrequenz dosieren, und man kann eine derartige Sperre zur Regelung der Rückkopplung in sehr eleganter Weise mit

heranziehen. Dieses Schaltungsprinzip, das von Dr. Nestel für den Rundfunkempfang mit geringen Verzerrungen angegeben wurde, aber — wie gezeigt — für den Telegraphieempfang mit ganz anderer Bedeutung nutzbar gemacht werden kann, enthält bereits den gesunden Kern einer großen möglichen Mischverstärkung und einer relativ geringen Amplitudenabhängigkeit von Sc, ferner ist die Eichung möglich und damit einer Verbesserung des „Betriebswertes" des Empfängers (vereinfachte Bedienung usw.) der Weg geebnet.

Vergleicht man die bisher besprochenen Schaltungen unter dem Gesichtspunkt, daß es sich um Mischröhrenschaltungen wie beim Superhet handelt, mit den Mischröhrenschaltungen, wie sie bei Superhets heute üblich sind, so kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, daß sie einen ziemlich steinzeitlichen Eindruck machen. Beim Superhet ist man schon längst zu anderen Mischröhrenschaltungen übergegangen, die durchweg mit „multiplikativer Mischung" arbeiten. Wenn auch die Gründe für die Entwicklung derartiger Mischröhren und ihrer Schaltungen teilweise auf anderen Gebieten liegen, die für den Telegraphieempfang auf Kurzwellen relativ uninteressant sind, so ist es doch angebracht, sich mit den Möglichkeiten, die die neuen Mischröhren für den Telegraphieempfänger bieten, auseinanderzusetzen. Dabei ergibt sich die überraschende Tatsache, daß sich mittels moderner Mischröhren Telegraphieempfänger höherer Empfindlichkeit als bisher und mit erheblichen betrieblichen Vorteilen bauen lassen. In der Abb. 3 ist die Prinzipschaltung für die moderne

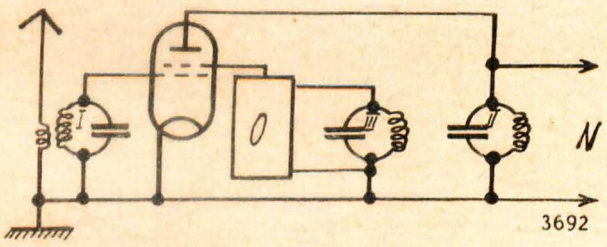


Abb. 3

„Mischung" mit doppelt gesteuerten Röhren (z. B. Triode-Hexoden, Hexoden mit getrenntem Überlagerer oder Oktoden) skizziert. Vom Empfangskreis (I) wird das eine Gitter gesteuert, vom Oszillator (O mit Kreis III) ein weiteres Gitter, während im Anodenkreis der Abstimmkreis für die Tonfrequenz (II) liegt, auf den der Niederfrequenzverstärker N folgt. Die weiteren Gitter der Mischröhre interessieren hier zunächst nicht. Abgesehen davon, daß die Mischsteilheit dieser Röhren durchweg höher liegt als bei älteren Vier- und Fünfpolröhren, ist auch — und das ist wesentlich — die Abhängigkeit der Mischverstärkung von der Überlagererwechselspannung nicht mehr so kritisch, sofern diese nur oberhalb eines bestimmten Mindestwertes liegt.

Es ist nun die Frage zu prüfen, in welcher Größenordnung die erzielbare Verstärkung liegt, wenngleich schon die Möglichkeit, infolge der Antennenunabhängigkeit und damit Eichbarkeit, der geringeren Strahlung und des Wegfallens einer dauernd zu bedienenden Rückkopplung einen wesentlich höheren Betriebswert des Wenigröhren-Telegraphieempfängers ohne Anwendung von Kunstschaltungen erreichen zu können bestechend ist. Mit in der Praxis zu verwirklichenden Außenwiderständen (Wechselstromwiderständen des Kreises II bei Tonfrequenz — etwa 1 kHz) lassen sich mit den Mischröhren neuerer Bauart Mischverstärkungen in der Größenordnung 400fach erzielen, so daß also die Verstärkung der normalen Audionschaltungen erheblich übertroffen wird. Bei einem Innenwiderstand von etwa 800 kΩ im schwingenden Zustand bei der ACH 1, einer Oszillatorwechselspannung von etwa 15 V und einem Anodenkreis (II) aus einer Spule von etwa 5 Henry mit einem Abstimmkondensator von ca. 4500 pF (für 1 kHz) läßt sich bei einem Verlustwiderstand des Kreises in der Größenordnung von 1500 Ohm eine etwa 280fache Mischverstärkung erzielen, setzt man die Verluste des Kreises — insbesondere durch Wahl einer verlustärmeren Spule (hier wird sich u. U. das für Pupinspulen verwendete Eisenmaterial für den Kern gut bewähren) — auf den Betrag von etwa 500 Ohm herab und nimmt eine Induktivität von 10 Henry, so kann man die Verstärkung sogar bis auf $Vc = 550$ steigern. Zu diesem Zwecke müßten also lediglich geeignete Selbstinduktionsspulen bereitgestellt werden.

Der Gewinn an Verstärkung, den man mit der für den Telegraphieempfang vorgeschlagenen neuen Schaltungsanordnung erzielen kann, ist so erheblich, daß man dem Audion die Daseinsberechtigung heute eigentlich schon aberkennen muß, wenn man dazu den höheren Betriebswert der modernen Schaltung nimmt. Es ist leicht zu erkennen, daß man mit einer derartigen Schaltung eine so große Empfindlichkeit des Zweiröhrenempfängers erzielen kann, daß der Störspiegel meist bei weitem erreicht wird, man darüber hinaus aber auch in Empfindlichkeitsgebiete kommt, die — bei Lautsprecherempfang mit 50 mW Niederfrequenzleistung — großen Superhets zugeschrieben werden. Nimmt man die erforderlichen Steuerwechselspannungen (an der Endröhre) zwischen 1 und 3 mV für Kopfhörerempfang als Berechnungsgrundlage, so ergeben sich für den Eingang des Zweiröhrenempfängers Wechselspannungen in dem Bereich zwischen etwa 2 und 10 μV, die die „Empfindlichkeit" kennzeichnen.

Der geringere apparative Aufwand gegenüber der abgewandelten „Nestelschaltung" und der Audionschaltung mit getrenntem Oszillator ist ein weiterer Vorteil, ebenso die geringe Strahlung über die Antenne. Die Schwierigkeit, zwei Abstimmkreise bedienen zu müssen, kann man sehr einfach durch mechanische Kopplung beheben. Erwähnt sei noch, daß die Mischsteilheiten anderer Mischröhren als der ACH 1 etwas niedriger liegen, wohingegen deren Innenwiderstände meist höher sind, so daß also dadurch (s. a. die Formel für Vc!) wieder ein Ausgleich stattfindet. So ist bei einer CH 1 mit einer Mischsteilheit von nur $Sc = 0{,}55$ aber einem Innenwiderstand von 2 MΩ mit den Daten, die bei der ACH 1 eine etwa 550fache Verstärkung ergaben, eine fast 900fache Verstärkung zu erzielen und mit einer Achtpolröhre AK 2 mit $Sc = 0{,}6$, $Ri = 1{,}6$ MΩ eine rund 800fache. Nach Möglichkeit wird man allerdings zur Vereinfachung und Verbilligung des Aufbaus von einer getrennten Oszillatorröhre Abstand nehmen.

Nach dem bisher Gesagten stellt sich die Lage für den Wenigröhren-Telegraphieempfänger so dar: Das Audion mit Rückkopplung muß als überholt angesehen werden und sollte durch bessere, neuzeitlichere Schaltungen ersetzt werden. Als am aussichtsreichsten hinsichtlich der ohne regelbare Rückkopplung erzielbaren Verstärkung sind die modernen Mehrgitter-Mischröhren für multiplikative Mischung zu bezeichnen, wobei es lediglich eine Frage des zulässigen Aufwandes ist, ob man Verbundröhren oder — insbesondere im Interesse einer noch größeren Eichbarkeit und damit Brauchbarkeit des Oszillators als Frequenzmesser — Mischröhren mit getrennten Überlagerern verwendet. Im letzteren Falle könnte man eine noch weitere Erhöhung der Verstärkung durch eine zusätzliche, fest eingestellte Rückkopplung erzielen, wenngleich das kaum noch nötig sein dürfte. Hochfrequenzstufen vor der Mischröhre wird man, wenn sie überhaupt zur evtl. Selektionsverbesserung verwendet werden, bei nicht von der Mischröhre her entdämpftem Kreis (Anodenkreis der Hochfrequenzröhre) zweckmäßigerweise mit Sechspolröhren bestücken, um die Möglichkeit einer induktiven Rückkopplung vom Gitter 3 auf den Anodenkreis zu haben und damit eine bessere Verstärkung und Selektion erzielen zu können.

Zeichnungen vom Verfasser

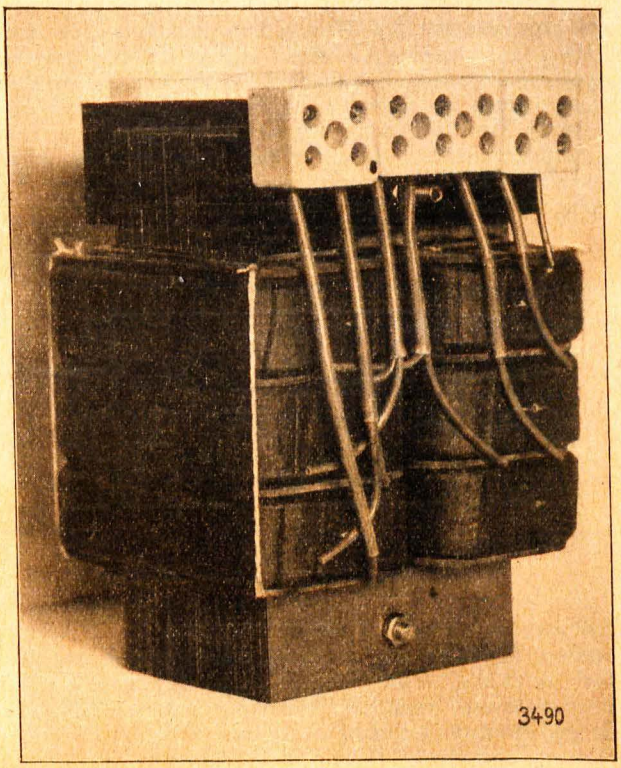
Konstruktionswinke für Hochspannungstransformatoren

Von
Rudolf Owczarek

Spannungen von 1000 und mehr Volt sind immer unangenehm. Daher mag es wohl auch kommen, daß sich nur wenige Amateure an den Selbstbau von Hochspannungstransformatoren heranwagen, obwohl Transformatoren mit so hohen Spannungen schon in verhältnismäßig kleinen Netzanschlußgeräten vorkommen und einen wesentlichen Faktor in der Kostenaufrechnung bilden. Und doch bietet der Selbstbau keine Schwierigkeiten, wenn man den Aufbau zweckmäßig einrichtet.

Die Berechnung von Transformatoren wird als bekannt vorausgesetzt (DASD-Handbuch), so daß sich dieser Aufsatz nur mit dem konstruktiven Teil zu befassen braucht.

Dem Kern am nächsten legt man die Primärwicklung. Da diese bei größeren Transformatoren aus verhältnismäßig wenigen Windungen besteht, verwendet man als Wicklungsträger einen einfachen Zylinder, den man durch lagenweises Aufkleben von dünnem Papier mit Kaltleim auf einen dem Kern entsprechenden Holzkörper herstellt. Nach einer Trockenzeit von 36 bis 48 Std. ist der Körper verwendungsfähig. Andere Klebstoffe, wie Knochenleim, Schellack usw., sind nicht angebracht, da diese bei Erwärmung aufweichen. Zur Herstellung der Wicklung, die lagenweise unter Zwischenlage von Papier ausgeführt wird, verwendet man eine einfache Wickelmaschine oder eine in den Schraubstock eingespannte Handbohrmaschine, die entsprechend hergerichtet ist. Es ist darauf zu achten, daß die einzelnen Windungen fest aneinander liegen. Die äußersten Windungen werden gleich beim Wickeln durch Cohaesan oder Celluloid festgelegt. Bei Transformatoren mit Mantelkernen wickelt man über die ganze Länge des Kernes, während man bei Kerntypen die Primärwicklung auf beide Schenkel gleichmäßig verteilt. Die Teilspulen können dann bei Betrieb von 110 V parallel geschaltet werden. Es ist dabei aber besonders auf Symmetrie der Wicklung zu achten, d. h. die Teilwicklungen müssen gleiche Windungszahl und gleichen Widerstand haben, da sonst Ausgleichströme auftreten, die die Leistungsfähigkeit des Transformators herabsetzen. Läßt sich aus irgendwelchen Gründen diese symmetrische Teilung nicht ausführen, so muß man mit einer Anzapfung arbeiten. Allerdings ist dann der Kupferverbrauch größer. Nach Fertigstellung wird die Wicklung mit einigen Lagen Ölpapier bewickelt und ist dann als geschlossene Einheit verwendungsfähig. Diese Isolation ist nötig, damit Überschläge gegenüber der Hochspannungswicklung vermieden werden. Die Sekundärwicklung stellt man für hohe Spannungen zweckmäßig als Scheibenwicklung her, da bei durchgehender Wicklung die Lagenspannung bis auf einige 100 V anwachsen und Durchschläge bzw. Windungsschluß eintreten können. Die Scheibenwicklung ist günstiger, da eine Teilspule als Einheit nur etwa 100 bis 200 V hat. Die einzelnen Lagen sind hier kürzer, die Spannungen kleiner und damit auch die Gefahr von Defekten geringer. Die Scheibenspulen stellt man in Schablonen her. Man beginnt die Wicklung, indem man in die Schablone einen Streifen aus dünnen Pertinax (Membranpertinax) einlegt, und die Seitenwände mit dünnem Papier auslegt. Das Pertinax dient zur Isolation gegen die Primärwicklung. Es wird auch hier lagenweise gewickelt, und jede Lage durch dünnes Papier isoliert. (Als Isolierpapier kann man z. B. die Papierstreifen aus alten Rollblocks verwenden.) Die äußersten Windungen werden, wie schon oben erwähnt, durch Klebstoff festgehalten. Die Papierauskleidung hat den Zweck, ein Festkleben an der Schablone zu verhindern. Es ist streng darauf zu achten, daß nicht eine der äußeren Windungen abrutscht und mit darunterliegenden Windungen in Berührung kommt. Nach dem Trocknen kann die Spule als feste Einheit aus der Schablone herausgenommen werden. Nachdem man die Spule noch mit Seiden- oder Leinenband bewickelt hat, ist sie zum Einbau fertig. Beim Einbau werden die Teilspulen unter Zwischenlage von Pappringen über der Primärspule aufgeschichtet. Sie sollen auf der Primärwicklung fest aufliegen, gegebenenfalls kann man zwischen Primär- und Sekundärwicklung noch dünne Streifen aus Pappe oder Pertinax einschieben. Die ganze Wicklung muß eine feste Einheit bilden. Über die Anzahl und Größe der Teilspule



muß man sich vor dem Baubeginn klar werden. Eine Teilspule soll eine Spannung von 100 bis 200 V haben. Die ganze Hochspannungswicklung muß also entsprechend unterteilt werden. Die einzelnen Spulen werden nach dem Zusammenbau hintereinandergeschaltet und als Anschlüsse Lüsterklemmen verwendet (s. Abb.). Sollte sich später einmal ein Umbau als nötig erweisen, dann können die Sekundärspulen ausgewechselt werden, während die Primärwicklung immer wieder verwendet wird.

Heizwicklungen usw. sollen auf einen Hochspannungstransformator nicht aufgebracht werden, da zwischen diesen und der Hochspannungswicklung meist hohe Spannungen liegen. Übrigens ist hierauf auch bei der Auswahl der Heiztransformatoren zu achten. Wenn die Kerne geerdet sind, hat die Heizwicklung der Gleichrichterröhre gegenüber dem Kern die volle Spannung. Es ist also auch hier auf gute Isolation zu achten. Da anzunehmen ist, daß nur erfahrene OMs sich an den Bau von Hochspannungstransformatoren heranwagen werden, können praktische Einzelheiten den Fertigkeiten jedes einzelnen überlassen bleiben.

Aufnahme vom Verfasser ℑ

Der Einfluß der Sonnenfinsternis am 19. Juni 1936 auf den Kurzwellenempfang

Bericht der Technischen Abteilung des DASD

Zur allgemeinen Auswertung ist vorweg folgendes zu sagen. Die 3 Tage (18., 19. und 20. Juni 1936), die für die Beobachtung bestimmt waren, bringen untereinander verschiedene Empfangsergebnisse, d. h. der 1. Tag zeichnet sich z. B. durch bessere Dx-Bedingungen gegenüber dem 19. und 20. Juni aus. Jeder der drei Tage trägt einen anderen Charakter. Die Ursache ist nicht etwa bei der Sonnenfinsternis zu suchen, es muß vielmehr eine größere Störung auf der Sonne selbst eingetreten sein. Beim Betrachten der erdmagnetischen Tabelle (Abb. 1) konnte die

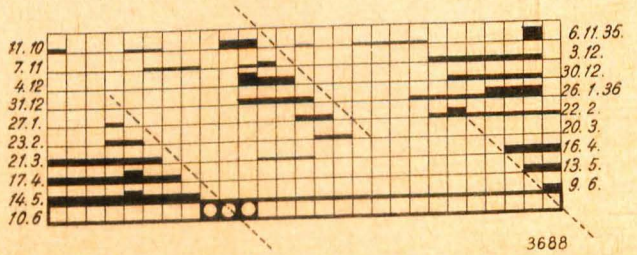


Abb. 1

Störung bereits vorausgesehen werden, da die Periodizität solcher Einwirkungen nach der 27tägigen Sonnenumlaufszeit durch den Erdmagnetismus und den Kurzwellenempfang bekannt ist. Die weißen Kreise in der Abb. 1 unten stellen die Beobachtungstage (18.—20. 6.) dar. Zur weiteren Unterrichtung ist auf eine größere Anzahl Veröffentlichungen von Dr. Karl Stoye hingewiesen (Funk 1928, 38, 593—595; „CQ" 1931/10; 1933/8; 1934/10; 1935/2). Nach K. Stoye (Elektrische Nachrichtentechnik, 1936, Bd. 13 Seite 19) wurde im 10-m-Band 1935 eine Aufspaltung der Periode in eine 28tägige beobachtet. Der von Lengersdorff („CQ" 1936/7 Seite 97) in den Vordergrund gestellte Sonnenfleckendurchgang erhält demgegenüber übrigens keine Bedeutung, denn es muß ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß die Heranziehung der erdmagnetischen Störungswerte ein weit besseres Bild ergibt, obwohl auch dieses nicht allein ein vollständiges Bild geben kann, da ja nach K. Stoye (ENT 1936, Bd. 13, Seite 17 bis 20) es ganz bestimmte „Emissionsgebiete" auf der Sonne gibt, die nicht im erdmagnetischen Bild oder nur sehr wenig erscheinen.

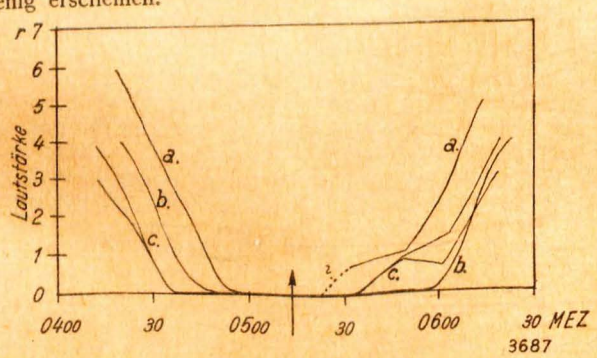


Abb. 2

Zur Ergänzung der ersten beiden Berichte über das 40-m- und 80-m-Band sind noch einige Mitteilungen zur 20-m-Welle gemacht. Durch R. Rapcke, Hamburg, wurde eine besondere Einteilung der Beobachtungen getroffen, wodurch sich wertvolle Diagramme für japanische Sender ergaben ((Abb. 2).

a = JNJ (13 947 kHz), Beobachter: Rapcke, Hamburg,
b = JNC (13 879 kHz), Beobachter: Daues, Altona,
c = JNJ und JNC, Beobachter: Netzband, Hamburg.

Demnach wurden diese Sender also zur Zeit der Verfinsterung der ganzen Strecke unhörbar. Im 20-m-Amateurband haben wieder russische Stationen, die in großer Zahl vertreten waren, interessante Lautstärkenänderungen aufzuweisen, wie aus den Logs hervorgeht. Wegen der guten Übersichtlichkeit einer österreichischen Meldung von E. Heitler ist diese nachstehend wiedergegeben:

20 m, 19. 6. 36:
bis 05.12 MEZ sind viele U-Stationen mit großer Lautstärke hörbar.
05.19 verschwinden alle Stationen.
05.24 alle Stationen sind ganz leise wieder da, jedoch nicht lesbar!
05.27 keine Station hörbar!
ab 05.30 wieder normale Hörbarkeit.

Die maximale Trägerkonzentration in den ionisierten Schichten der hohen Erdatmosphäre — der Ionosphäre — (Heaviside- und Appletonschicht) in 100 bis 250 km Höhe geht also von ihrem normalen Gang — plötzliches starkes Zunehmen am Morgen, ein Maximum am Mittag und Abnehmen nach Sonnenuntergang — erheblich ab und stellt für die Zeit der Verfinsterung auch für die Reflektion der Kurzwellen die „Nachtverhältnisse" wieder her.

Zur Beobachtung selbst ist noch folgendes zu sagen. Es blieb den Erfahrungen jeder einzelnen Station überlassen, die Beobachtung jeweils zweckmäßig anzulegen. Im übrigen zeigte sich auch, daß nicht jeder für derartige speziellen Aufgaben besonders geeignet ist, denn es gehört dazu ein reichliches Maß an Überlegung und sehr viel praktische Hörtätigkeit. Die Beobachtung selbst wird bei uns in Deutschland noch dadurch erschwert, daß die wirksame Finsternis kurz nach Sonnenaufgang stattfand.

Außer den genannten fanden Berichte von folgenden Beobachtern Verwertung: Auerbach, Jacobi, Papius, Bartels, Wilke, Schäff, Sauerland, Georgi, O. Becker, Kleinknecht, Binz, Jungermann.

E. Fendler

Zeichnungen vom Verfasser

40-m-Empfang während der Sonnenfinsternis

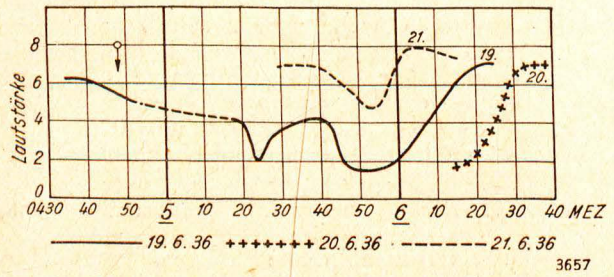
Die für den 19. und 20. Juni vereinbarten Sendungen auf dem 40-m-Bereiche waren innerhalb Deutschlands leider nicht zu hören, da an diesen Tagen gerade eine Zustandsänderung der Ionosphäre die Hörbarkeitsverhältnisse geändert hatte. Trotzdem sind eine Reihe von interessanten Lautstärkeschwankungen und Reichweiten festgestellt worden.

Die Sonnenfinsternis begann 03.45 MEZ in Arabien und endete 08.55 im Stillen Ozean. Die Zone der totalen Verfinsterung ging über Brussa, Sinope, Omsk, Tomsk, Khabarovsk, Kioto. In Mitteldeutschland begann die Bedeckung gegen 04.20 und erreichte um 05.10 ihr Maximum. Herrn Professor Archenhold (Sternwarte Berlin-Treptow) sei an dieser Stelle für seine freundlichen Mitteilungen gedankt.

Der Amerikaempfang war am 18. morgens nach 5 Uhr noch gut; ebenso waren die Europaverhältnisse um 04.30 ganz normal. Eine Anzahl deutscher Stationen (D 4 tdb, 4 csa, 4 xhg, 3 ahf) waren in der Zeit von 05.10 bis 06.10 mit Lautstärken von r6 und r7 zu hören.

Die beigegebene Abbildung gibt die Lautstärken der Station OE 6 dk (Karl Doppelhofer in Graz) an den Tagen vom 19. bis 21. in Quedlinburg a. H. wieder. Am 22. waren die Lautstärken von OE 6 dk durchgehend r7 bis r8

(10 Watt). Das Kurvenende vom 19. in der Zeit von 03.30 bis 04.50 bezieht sich auf eine andere OE 6-Station. Um 04.48 wurde OE 6 dk in Köthen (Anhalt) noch mit r8 gehört (siehe Kurvenpunkt), wobei allerdings ein Lautstärkeschwund bis zu r1 auftrat. Ebenso war die Lautstärke von OE 6 dk in München-Gladbach (D 4 vgh, P, Twick) vor 05.10 r7 bis r5 und sank dann auf r3 um 05.10 unter sehr starken Schwunderscheinungen.



Auch andere Stellen meldeten einen ganz außergewöhnlichen Schwindeffekt (r8 bis r3/r2) von 04.45 an. Die Lautstärkekurve von OE 6 dk zeigt am 19. ein größeres Minimum mit zwei kleineren Minima, von denen das eine (05.23 bis 05.25) durch die Sonnenfinsternis bedingt ist, das andere um 05.50 herum aber seine Ursache in der Zustandsänderung der Ionosphäre an diesen Tagen hat. Dieses letzte Minimum tritt denn auch am 21. noch sehr gut hervor.

Um 05.00 trat am 19. bei den russischen Stationen, die gerade an diesem Tage außergewöhnlich zahlreich und mit guten Lautstärken zu hören waren, ein eigenartiges Verschwimmen (Zeichenverformung) und sehr starker Schwindeffekt auf. Um 05.25 erlitten alle Stationen für einige Minuten eine sehr große Lautstärkeeinbuße (bis zu r1 und r0), und es machte sich wiederum ein anderer Verformungseffekt („dx-Ton") an den Zeichen bemerkbar. Dazu traten mit auffallender Plötzlichkeit Luftstörungen ähnlich denen bei Sonnenuntergang auf. In der Nacht vom 19. zum 20. war die tote Zone größer als an den Tagen mit normalen Verhältnissen; ca- und ct-Stationen wurden in Qu. mit Lautstärken bis zu r8 gehört. Nach 23.00 sanken auch bei diesen Stationen die Lautstärken (Vergrößerung der toten Zone).

Am 22. morgens waren wieder normale Empfangsverhältnisse, nachdem bereits am 21. (siehe Kurve) eine Besserung eingetreten war. Es traf also dieses Mal mit den Lautstärkeänderungen durch die Sonnenfinsternis noch eine zweite Störung, die über einen längeren Zeitraum anhielt und durch ein Emissionsgebiet der Sonne bedingt war, zusammen.

OE 6 dk (K. Doppelhofer-Graz) sowie allen sich zur Verfügung gestellten deutschen OMs sei nochmals gedankt.

Dr Karl Stoye D 4 fid
Zeichnung vom Verfasser

Über Stabilisatoren

Daß Spannungen mit Glimmlampen stabilisiert werden können, ist bekannt. Ebenso bekannt ist aber auch, daß solche Stabilisatoren teuer sind. Es fragt sich also, wo der Amateur in seinen Geräten stabilisierte Spannungen braucht. Man findet dabei, daß eigentlich nur

1. die Audionstufe in seinem Empfänger und evtl.
2. die Spannung von netzgespeisten Frequenzmessern

der Stabilisierung bedürfen. Beide Geräte benötigen bei einer verhältnismäßig geringen Spannung sehr kleine Leistungen. Es wäre deshalb unrentabel, hier große und teure Stabilisatoren einzubauen. Was steht da dem OM zur Verfügung? Bevor diese Frage beantwortet wird, soll kurz auf das Wesen der Stabilisation eingegangen werden. Die Glimmstrecke hat einen sehr kleinen inneren Widerstand (ca. 50 Ohm). Aus diesem Grunde muß man immer einen Vorwiderstand verwenden, der dann ein Vielfaches des Innenwiderstandes ist. Ist ein Gerät nach Abb. 1 unbelastet, so fließt der ganze Strom von z. B.

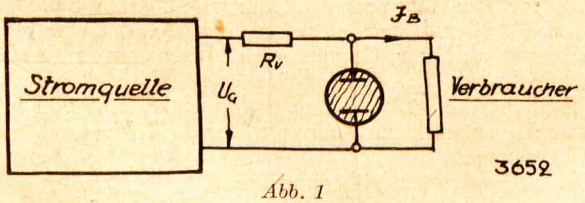


Abb. 1

10 mA durch den Stabilisator. Belastet man das Gerät mit 4 mA, so fließen über die Glimmstrecke nur noch 6 mA usw. Praktisch heißt das, daß in jedem Fall dem Gleichrichter bzw. der Stromquelle der gleiche Strom entnommen wird. Daraus kann man wieder folgern, daß die Spannung der Stromquelle praktisch unabhängig von der Belastung ist. (Lit. Stabilisierte Stromquellen Stabilovolt GmbH/Berlin).

Wenn wir uns nach geeigneten Röhren umsehen, so gibt es für unsere Zwecke eigentlich nur zwei. Das eine ist eine im Handel befindliche Glimmstrecke, die bei einer Spannung von 150 Volt mit 40 mA belastet werden kann und verhältnismäßig billig ist. Das zweite ist die bekannte Bienenkorbglimmlampe, bei der der Vorwiderstand aus dem Sockel entfernt wurde. Man kann dann einen normalen Röhrensockel aufkitten, und die beiden Elektroden an zwei Stecker führen. So hergerichtet gibt die Lampe bei etwa 75 Volt einen Strom von 10 mA her. Es ist das also die geeignete Röhre zur Stabilisierung der Audionspannung.

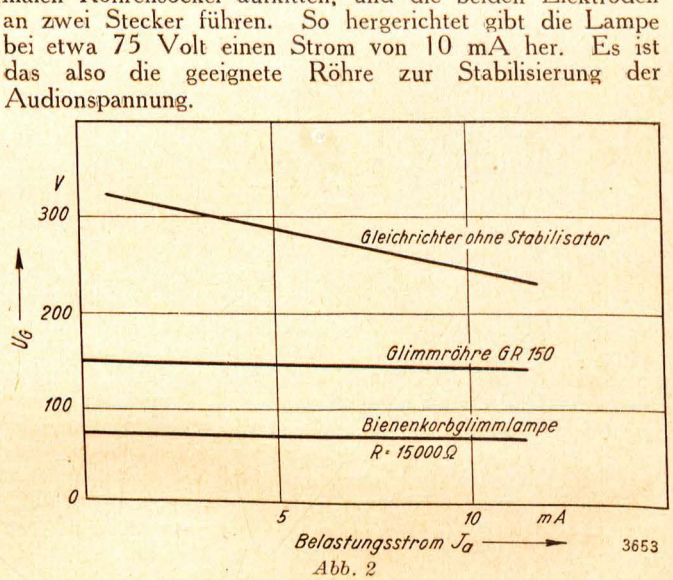


Abb. 2

Die Größe des Vorwiderstandes ist abhängig von der Betriebsspannung, die in jedem Fall größer sein muß als die Glimmstreckenspannung. Je größer der Unterschied zwischen diesen beiden Spannungen ist, desto besser wird die Stabilisierung. Man wählt *Rv* so, daß bei belastetem Gerät der Glimmstreckenstrom noch einige mA beträgt, während er im belastetem Zustand den Maximalstrom nicht überschreiten darf. Die Kurven in Abb. 2 geben ein klares Bild von der Wirkungsweise der Röhren. Es braucht dazu nichts mehr gesagt zu werden. Übrigens erhält man ähnliche Kurven, wenn man die Glimmstreckenspannung als Funktion der Netzspannung in ein System einträgt. Wer das Aussetzen der Rückkopplung bei schwankendem Netz kennt, der wird den Wert eines solchen kleinen Stabilisators zu schätzen wissen. Bei der Bienenkorbglimmlampe bewegt sich Rv in den Größen von 10 000 — 50 000 Ohm. Dabei kann der Widerstand der Drossel mit eingerechnet werden.

Rudolf Owczarek
Zeichnungen vom Verfasser

Für den Jungamateur: Der Audionempfänger

A. P. W. Kinzinger

Ein gewöhnlicher Rückkopplungsempfänger ist als solcher nichts neues. Er hat die einfachste Schaltung, mit der man gewöhnlich als Anfänger beginnt und liefert bei noch so nachlässigem Aufbau stets gute Ergebnisse.

Der Audionempfänger, das heißt der Empfänger, bei dem der schwingende Gitterkreis ohne Vorstufe an der Antenne hängt, hat den Vorteil außerordentlich geringer Reizschwelle. Verblüffende Erfolge erfahrener OMs mit dieser einfachen Schaltung sollen Anlaß geben, auf den Audionempfänger näher einzugehen.

Geringe Reizschwelle und gute Trennschärfe sind die Hauptziele beim Empfängerbau. Beides ist im Audionempfänger günstig vereint. Freilich soll damit nicht gesagt werden, daß der Audionempfänger die einzig mögliche Lösung sei; er ist aber zweifellos die billigste und einfachste.

Geringe Reizschwelle kann man auch durch eine rückgekoppelte Eingangsstufe erreichen und Trennschärfe durch den Superhet. Beides aber sind Schaltungen, die nur der erfahrene Om zu dem vielversprechenden Resultat verwenden kann.

Wir müssen natürlich beim Bau eines einfachen Geräts sämtliche verborgenen Möglichkeiten erschöpfen, um seine Vorteile zu behaupten und es möglichst verlustfrei ausführen.

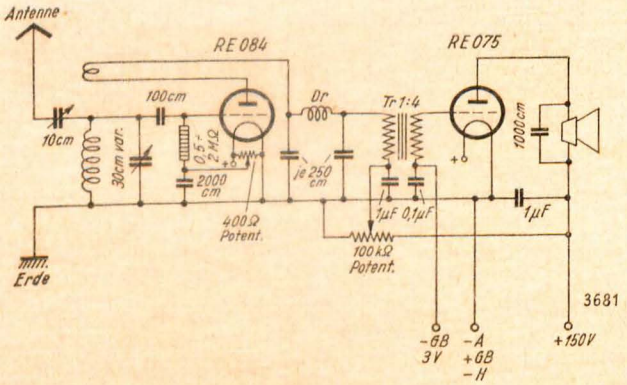


Abb. 1

Die Abb. 1 zeigt die Schaltung eines Empfängers, die Abb. 2 und 3 einen Musterempfänger. Zur Abstimmung wurde ein 30 cm-Drehkondensator mit Feineinstellung benutzt. An diesen Kondensator wurde zu beiden Seiten das ganze Audion aufgebaut, so daß das eigentliche Chassis nur noch die Niederfrequenzstufe trägt. Die Gitterleitung vom Schwingkreis zur Röhre konnte nicht mehr kürzer sein, sie hat die Länge des Gitterkondensators. Der Gitterableitewiderstand hängt direkt am Röhrensockel und führt durch das Chassis an das Potentiometer. Die Verbindung von Gitterkondensator zur Spule fällt weg, die Statorplatten ersetzen sie. Auf der Spulenseite befindet sich — in Trolitul gefaßt — der Antennenkopplungskondensator. Nach der Rückkopplungsspule folgt eine gute, kleine Stufendrossel. Auf das Audion folgt eine Niederfrequenzstufe, die für jede verwöhnten Lautstärkeansprüche genügt.

Als Röhren wurden mit Absicht Batterieröhren verwendet. Besonders die RE 084/A 408 eignet sich wegen ihrer guten Schwingeigenschaften für das Audion. Es ist empfehlenswert, die Audionspannung nicht zu hoch zu wählen. Die Rückkopplung soll so bemessen sein, daß der Schwingungseinsatz bei 50—60 Volt liegt. Wenn es möglich ist, sucht man sich unter mehreren Röhren diejenige mit dem niedrigsten Schwingungseinsatz aus.

Beim Spulenwickeln wird man bemerken, daß man mit sehr wenig Rückkopplung auskommt, ein Zeichen, daß das Audion infolge des verlustfreien Aufbaus leicht schwingt. Je weiter man die Rückkopplung lockern kann, ohne daß die Schwingungen abreißen, desto lauter wird das Audion beim Empfang schwacher Stationen sein.

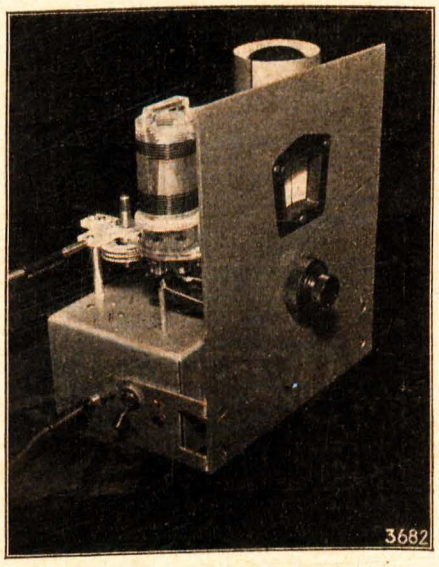


Abb. 2

Ist der Empfänger fertig gebaut, so läßt sich oft der Schwingeinsatz durch systematische Versuche mit anderen Röhren, anderen Gitterwiderständen und anderen Anodenspannungen verbessern. Es kann vorkommen, daß die Rückkopplung an bestimmten Stellen des Bandes ausgelöscht wird. Es sind dies die bekannten „Schwinglöcher". An diesen Stellen ist die Antenne mit dem Schwingkreis in Resonanz und entzieht dem Empfänger zuviel Schwingungsenergie, um sie abzustrahlen. Das ist natürlich nicht erwünscht und wir vermindern zur Abhilfe die Antennenkopplungskapazität.

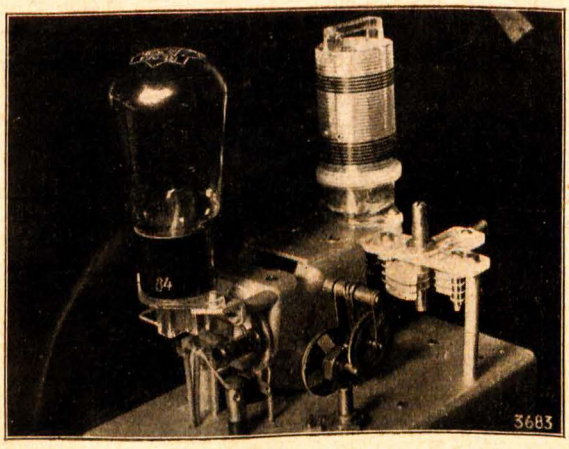


Abb. 3

Eine andere Störung tritt meist bei verseuchten Gleichstromnetzen oder bei schlechter Erde auf: der Empfänger brummt, und zwar um so stärker, je höher die Frequenz ist. Diese Störung kann, wenn nicht schlechte Siebung des Anodenspannungsgerätes die Ursache ist, u. a. durch Abschirmung der Röhren beseitigt werden.

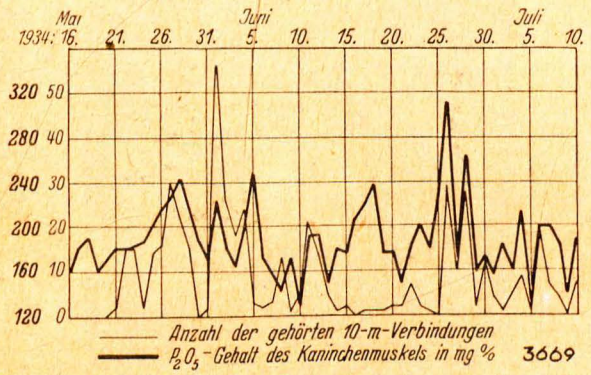
Abbildungen vom Verfasser

Wirken Kurzwellen auf biologische Vorgänge?

16. Bericht der Naturwissenschaftlichen Forschungsstelle des DASD

Von **Dr. Gerhard Kunze**

In der Fachliteratur finden sich in letzter Zeit immer häufiger Berichte und zuweilen auch nur kurze Notizen darüber, daß bei dem Personal von Funkstationen — soweit es sich um den Kurzwellenbetrieb handelt — nach einer gewissen Dienstzeit eigentümliche gesundheitliche Störungen auftreten, die man auf eine Einwirkung der kurzen Wellen zurückführen will. Soweit jedoch bisher Veröffentlichungen erfolgten, entbehrten sie fast immer jeglichen zahlenmäßigen Beweismaterials für diese Anschauungen, sondern gründeten sich meist nur auf subjektive Beobachtungen allgemeinerer Art.



Es ist unter diesem Gesichtspunkt von ganz besonderem Interesse, daß es gelungen ist, die Frage einer Einwirkung von kurzen Wellen auf biologische Vorgänge unter natürlichen Bedingungen zu prüfen. Bekannt ist ja, daß schon vor Jahren vor allen Dingen von Schliephake laboratoriumsmäßig diese Frage an Bakterienkulturen usw. untersucht worden ist, und zwar direkt im Kondensatorfeld eines Kurzwellensenders. Damals zeigte sich schon deutlich, daß von solchen Kurzwellen wesentliche Einflüsse auf das Bakterienleben ausgeübt wurden, und daß diese Einflüsse bei verschiedener Wellenlänge ganz unterschiedlich waren. Damit war aber noch nicht untersucht, ob etwa der lebende Organismus auch von den durch die freie Atmosphäre zu uns dringenden Kurzwellen getroffen und nachweisbar beeinflußt wurde.

Diese Kontrolle wurde ermöglicht an Hand einer bioklimatischen Versuchsreihe, die an der Breslauer Universität mittels Kaninchenversuchen durchgeführt war; bei dieser Untersuchungsreihe wurde u. a. an jedem Tag zu zwei gleichbleibenden Terminen der Phosphorsäuregehalt im Muskel bestimmt.

Dabei wurden von Tag zu Tag teilweise sehr erhebliche Schwankungen des Phosphorspiegels, d. h. des ganzen Muskelchemismus festgestellt, für die sich — nebenbei bemerkt — auch eine deutliche Beeinflussung von der jeweiligen Wetterlage herausstellte. In unserer Abbildung veranschaulicht die stark ausgezogene Kurve diese Schwankungen.

Die zum Vergleich beigesetzte dünn ausgezogene zweite Kurve nennt die Anzahl von 10-m-Rufzeichen, die damals, im Sommer 1934, von den DE's in Deutschland und Österreich aufgenommen worden waren.

Beim Vergleich beider Kurven zeigt sich mit einer Ausnahme kurz nach Mitte Juni, daß die guten Verkehrsbedingungen im 10-m-Band immer angenähert mit den Anstiegen des Phosphorsäuregehaltes übereinstimmen; Abweichungen in der Länge eines Tages können hierbei nicht als Fehler gewertet werden, weil einerseits die biologischen Beobachtungen nur von einem einzigen Ort (Breslau) stammen, während die 10-m-Beobachtungen aus fast ganz Mitteleuropa gesammelt worden waren; und weil andererseits die Analysentermine der biologischen Versuche nicht genau mit den hauptsächlichen Hörzeiten übereinstimmen. Außerdem ergab die Korrelationsrechnung einen positiven Korrelationsfaktor in der ungefähr sechsfachen Größe seines wahrscheinlichen Fehlers, also einen Wert, der eine ursächliche Wechselbeziehung zwischen beiden Erscheinungen zweifelsfrei erscheinen läßt. Zu erwähnen ist noch, daß bei einer Berücksichtigung des 20-m-Bandes eine solche Wechselbeziehung n i c h t nachweisbar ist.

Diese Versuche sind interessant genug, um intensiv weiter verfolgt zu werden; über den weiteren Gang dieser Arbeiten werden wir zu gegebener Zeit wieder in der „CQ" berichten.

Zeichnung vom Verfasser

Erdmagnetischer Bericht

vom 11. Mai bis 31. Mai 1936

Zeiten in mittlerer Greenwicher Zeit

11. Mai 0 unruhig. Stärker gestört von 9.20—15.00, 11.03 bis 12.25, H, sin-förmig, Amplituden bis 77 γ; 11.03—12.25, Z, sin-förmig, Amplituden bis 23 γ; 14.15—15.15, H, ⌒, 54 γ.
12. Mai 0 bewegt. 21.10—22.15, D, ⌒, 10′; 21.35—22.10, H, sin-förmig, Ampl. 51 γ.
13. Mai 0 leicht bewegt.
14. Mai 0 leicht bewegt. 14.12—14.35, Anstieg in H um 56 γ.
15. Mai 0 leicht bewegt.
16. Mai 0 unruhig. 22.40—0.15, H, ⌒, 61 γ; 22.50—23.55, D, ⌒, 8′.
17. Mai 0 leicht bewegt.
18. Mai 0 unruhig. 8.10—9.45, Anstieg in H um 75 γ; 18.40 bis 21.00, H, ⌒, 82 γ; 18.20—20.10, D, ⌣, 12′; 22.30 bis 23.20, Z, Abfall um 29 γ.
19. Mai 0 unruhig. Bis 12.20 geringe, doch auffallend schnelle Bewegung in allen Elementen. 12.20—12.31, H, Anstieg um 65 γ; 15.20—16.25, H, sin-förmig, Ampl. 51 γ; 18.00 bis 21.05, H, ⌒, 63 γ.
20. Mai 0 bewegt.
21. Mai 0 leicht bewegt. 17.35—19.00, H, ⌒, 40 γ.
22. Mai 0 ruhig. 9.30—16.00, geringe aber schnelle Schwankungen in allen Elementen.
23. Mai 0 ruhig.
24. Mai 0 ruhig.
25. Mai 0 ruhig.
26. Mai 0 leicht bewegt.
27. Mai 0 leicht bewegt.
28. Mai 0 ruhig. 16.30—18.00, H, ⌒, 30 γ.
29. Mai 0 bewegt. 11.00—12.45, H, ⌒, 72 γ; 21.30—22.30, D, ⌣, 8′.
30. Mai 0 ruhig. 17.24—24.00, plötzlich einsetzende Störung in allen Elementen.
31. Mai 0 ruhig.

Alle Abbildungen in diesem Heft, die keinen Urhebervermerk tragen, wurden nach Angaben der Schriftleitung hergestellt

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für „CQ": Rolf Wigand, Berlin. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. DA II. Vj. 1936 = 8466. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G., Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94, Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78. Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung.
Nachdruck sämtlicher Artikel verboten.

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

15. September 1936 Heft 18

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungsunkosten von 1 Pfg. enthalten. Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Die 13. Große Deutsche Rundfunk-Ausstellung

„Der Rundfunk formt den deutschen Menschen im Geiste Adolf Hitlers." Dieser Spruch, der in großen Lettern die Stirnwand der Halle 1, der Ehrenhalle der diesjährigen Großen Deutschen Rundfunk-Ausstellung schmückt, und die weitere Inschrift „Ohne Kraftwagen, ohne Flugzeug, ohne Lautsprecher hätten wir Deutschland nicht erobert", geben Thema und Leitmotiv der 13. Großen Deutschen Funk-Ausstellung. Wieder aufgenommen und sinnfällig gemacht wird dieses Thema durch eine überaus eindrucksvolle riesige Photomontage: ein Bild des Führers und hinter ihm viel Tausende Kopf an Kopf zu einer Einheit zusammengeschlossen wie das ganze deutsche Volk.

Unter diesem Gedanken steht die gesamte große Ehrenhalle. Die im Mittelgang aufgefahrenen großen Kraftwagen, die nur einen kleinen Teil des aus 80 Fahrzeugen bestehenden Reichsautozuges „Deutschland" darstellen, zeigen den technischen Einsatz, der dazu dient, das dem Deutschen Rundfunk gesetzte Ziel zu verwirklichen. Die Aufgabe des Reichsautozuges ist es, den Führer bei den großen staatspolitischen Veranstaltungen zu begleiten. Mit seiner Hilfe ist es möglich, Lautsprecheranlagen allergrößten Umfanges aufzubauen, die aus eigenen Kraftquellen gespeist werden. Der Zug ermöglicht es weiter, Filme vorzuführen und aufzunehmen, Schallplatten zu schneiden, aber auch Tribünen und Rednerpulte zu errichten, die Ereignisse auf den Deutschen Rundfunk zu übertragen, kurz alles das zu leisten, was heute in Deutschland aus dem Rahmen großer staatspolitischer Geschehnisse gar nicht mehr hinwegzudenken ist.

Vermitteln die Wagen des Reichsautozuges eine Anschauung von dem technischen Rüstzeug, das der Rundfunk in den Dienst seiner großen Aufgabe stellt, so geben die weiteren Kojen der festlichen Ehrenhalle bildhafte Ausschnitte vom Gehalt und der Auswirkung der Sendungen des deutschen Rundfunks.

Die Deutsche Arbeitsfront zeigt in mehreren Kojen die Bedeutung des Rundfunks für die werktätigen deutschen Volksgenossen, denen er Entspannung in den Arbeitspausen vermittelt, die er zum Gemeinschaftsempfang und zum Betriebsappell an den Lautsprechern vereint. Wir tun einen Blick in einen vorbildlich ausgerüsteten Werkraum, in die Werkskantine, und sehen den Volksempfänger neben der klappernden Schreibmaschine.

Die Hitler-Jugend zeigt im bunten Rahmen eines HJ.-Lagers den Rundfunk als Hilfsmittel zur Erziehung in ihrem Sinne und gibt ein Beispiel ihrer funktechnischen Schulungsarbeit.

An zwei Stellen tritt uns der Rundfunk in seiner Bedeutung für die deutsche Familie und für den deutschen Bauern entgegen. Wir tun einen Blick in die Wohnstuben und Küchen deutscher Bauernhäuser und erkennen die Bedeutung des Rundfunks für den Landmann.

Durch einen Torbogen betreten wir den Marktplatz einer kleinen Stadt und befinden uns auf dem Platz, auf dem sich die Stadtbewohner zum Gemeinschaftsempfang zusammenfinden. Wir blicken in das Schaufenster einer kleinen Rundfunkhandlung und sehen daneben eine Rundfunkberatungsstelle der N. S. D. A. P., die den Volksempfänger zur Grundlage ihrer Werbung macht.

Weit über den Kreis der deutschen Familie und der deutschen Gemeinde hinaus aber erstreckt sich die Wirkung der deutschen Kurzwellensender, deren gemeinsam mit der Auslandsorganisation der N. S. D. A. P. geleistete Arbeit die Deutschen im Auslande erfaßt, sie mit dem Mutterlande verbindet und sie so mit den Stammesgenossen im Reich zu einem Gemeinschaftsempfang allergrößten Ausmaßes zusammenschließt. Wir sehen, wie die Strahlen der Funktürme über Länder und Meere hinweg Brücken schlagen zum Heimatland.

In einer eigenen Koje zeigt schließlich das Gau-Propagandaamt der N. S. D. A. P. Berlin Ausschnitte aus der Tätigkeit seiner Funkschule.

Eine besondere Überraschung für die Besucher der Eröffnungsfeier war die in der Ehrenhalle aufgestellte „Dr.-Vierling-KDF-Großton-Orgel." Über die technischen Grundlagen dieses Instrumentes, das seine Tonfülle ohne Anwendung irgendwelcher Pfeifen lediglich dem Zusammenwirken einer großen Anzahl von Glimmlampen-Schwingungserzeugern mit Verstärkern und Lautsprechern verdankt, haben wir bereits früher berichtet[1]).

Unmittelbar an die Ehrenhalle und von dieser aus offen sichtbar schließt sich die große Industriehalle mit ihren weit und übersichtlich angeordneten und architektonisch außerordentlich ansprechend gestalteten Ständen. Was diese an neuen durch ihre musikalische Qualität ausgezeichneten

[1]) „Funk" 1934, Heft 37, S. 705 ff.

Empfängern bieten, darüber ist bereits in Heft 17 des „Funk" ausführlich berichtet worden, und im vorliegenden Heft berichten wir an anderer Stelle über das, was die in den Hallen III, IV, VII und VIII untergebrachten Firmen der Lautsprecher- und Zubehörindustrie in diesem Jahr an Neuheiten auf den Markt gebracht haben.

In der Halle V zeigte die Deutsche Reichspost in einer Sonderschau den großen Apparat, der erforderlich ist, um den so außerordentlich vielseitigen drahtlosen Verkehr abzuwickeln. Wir sehen das Modell eines Funkturms mit den für die Fernsehsendungen nötigen Ringantennen, großen Senderöhren u. dergl. m. Von besonderem Interesse sind die Vorführungen, die die Wirkungen und Anwendungsmöglichkeiten des hochfrequenten Drahtfunks aufzeigen, der möglicherweise berufen ist, den Ätherrundfunk in gewissen Fällen zu ergänzen oder auch zu ersetzen, insbesondere da, wo die normale Rundfunkversorgung infolge besonders schlechter Ausbreitungsverhältnisse oder starker Störungen versagt.

Eine ganz besondere Anziehungskraft übte wie im Vorjahre der in Halle VI untergebrachte Volkssender aus. Wiederum sahen wir ein ganzes Funkhaus mit Sendeleitung, Programmbüro, Verstärker- und Aufnahmeräumen und den Schaubühnen, die ständig von einer großen Zuschauermenge belagert waren. Hier hat sich in den Tagen der Ausstellung ein buntes, viel bewegtes Leben abgespielt. Die vom Rundfunk übernommenen Sendungen des Volkssenders haben allen Volksgenossen im Reich ein eindrucksvolles Bild vom künstlerischen Wollen und künstlerischem Sinn des werktätigen deutschen Volkes vermittelt.

Die Halle II endlich war der Schauplatz der ebenfalls allen Hörern durch die Rundfunksendung bekannten Operette „Der Zigeunerbaron".

Fernsehen

Zwischen den Hallen I und II war eine neue Verbindungshalle erbaut, die das Fernsehen beherbergte. Man darf wohl mit Recht behaupten, daß die diesjährigen Fernsehvorführungen etwas ganz Besonderes darstellten. Der mit der Technik des Fernsehens vertraute Fachmann konnte von Jahr zu Jahr sich vom Stande des Fernsehens überzeugen, und er wird dabei von seinem Standpunkt aus durchaus mit Recht alljährlich zu der Feststellung gekommen sein, daß wesentliche Fortschritte zu verzeichnen waren. Der Ausstellungsbesucher aber, der unbeschwert vom technischen Wissen lediglich um zu schauen die Hallen des Fernsehens durchwanderte, wird dabei nicht immer ganz auf seine Kosten gekommen sein. Verwöhnt durch die schönen und klaren Bilder der Kinotheater wird er die gewohnte Klarheit und Deutlichkeit der Bilder vermißt haben. Da das Fernsehen aber ja nicht für den Techniker und Physiker, sondern gerade für diesen anspruchsvollen Zuschauer erfunden und entwickelt wird, hat dieser im Grunde recht.

Da ist es nun als etwas ganz besonders Erfreuliches festzustellen, daß dieer technisch gänzlich unbeeindruckte Fernsehbesucher in diesem Jahre zu der Feststellung gezwungen war, daß das Fernsehen, wenn es auch noch nicht ganz zur Klarheit der Kinobilder vorgedrungen ist, doch einen gewaltigen Schritt in dieser Richtung vorangekommen ist. Seine Freude wird um so größer sein, als auch gerade auf dem Wege des unmittelbaren Fernsehens Fortschritte zu verzeichnen sind, die das bisher Gesehene bei weitem übertreffen. Allerdings ist die unmittelbare Wiedergabe von Freilichtszenen weiteren Kreisen bereits durch die Fernsehvorführungen der Deutschen Reichspost und der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft während der Olympischen Spiele bekanntgeworden. So groß der Eindruck auch war, den Tausende von Volksgenossen in den zahlreichen Berliner Fernsehstuben durch das erstmalige Erleben des Fernsehens gewonnen haben, so erfährt dieser Eindruck doch eine ganz außerordentliche Steigerung durch das auf der diesjährigen Funk-Ausstellung neben dem bisherigen 180-zeiligen Bilde gezeigte 375-Zeilen-Bild. Wird dazu noch der Kunstgriff des Zeilensprungverfahrens angewandt, so gewinnt man außer einer bedeutenden Steigerung der Klarheit der Bilder auch den Vorteil einer völligen Flimmerfreiheit.

Solche 375-Zeilen-Bilder zeigt u. a. die Fa. Telefunken auf ihrem Stand in der Fernsehhalle. Mit Hilfe der Elektronenkamera, die im Prinzip dem früher von uns beschriebenen Ikonoskop [2]) entspricht, werden Freilichtszenen, z. B. Straßenbilder vom Messedamm vorgeführt, bei denen man erstaunlich detailreiche und lebensvolle Bilder des Straßentreibens gewinnt. Abwechselnd mit diesen Freilichtszenen werden in der gleichen Weise kleine Atelierszenen in Wort und Bild vorgeführt. Dabei hat man gleichzeitig Gelegenheit, durch ein verdunkelndes Glasfenster unmittelbar die Atelierszene zu beobachten, so daß sich eine vorzügliche Vergleichsmöglichkeit zwischen Originalszene und Wiedergabe ergibt.

Die Firma Telefunken führt die gleichen Szenen auch in Großprojektion vor, und zwar bedient sie sich hierzu einer Sonderausführung einer Braunschen Röhre, die am Bildende durch eine mit der Röhre verschmolzene ebene Glasplatte abgeschlossen ist, auf deren Fluoreszenzschicht ein Bild von außerordentlich großer Helligkeit im Format von etwa 5 mal 6 cm erzielt wird. Dies Bild wird dann mittels einer Optik auf einen sogenannten Perlschirm in der Größe von 1 m×1,20 m projiziert. Auch hier ist eine sehr bemerkenswerte Steigerung hinsichtlich Helligkeit und Klarheit der Bilder erzielt.

Die C. Lorenz A.-G. benutzt für ihre Fernsehprojektion eine Braunsche Röhre sehr eigenartiger Konstruktion, die von der Firma in Gemeinschaft mit Professor Rogowski-Aachen entwickelt wurde. Die Röhre besteht vollkommen aus Metall und auch der Fluorenszenzschirm ist auf einer Metallplatte angebracht. Der Schirm kann während des Betriebes ausgewechselt werden, so daß man nach Belieben verschiedenartige Leuchtmassen benutzen, und auf solche Weise Bilder verschiedener Färbung erzielen kann. Als Kathode dient eine nicht geheizte, also kalte Kathode, und die Entladung geht bei einer Spannung von 15 000 Volt vor sich. Die Röhre liegt während des Betriebes dauernd an einer Pumpe, die das Vakuum aufrecht erhält.

Die Fernseh A.-G., aus den Vorjahren besonders durch das von ihr gepflegte Zwischenfilmverfahren bekannt, zeigt jetzt ebenfalls einen mit Braunscher Röhre arbeitenden Großprojektor und führt Freilichtszenen und Filmbilder mit 180 — letztere auch mit 375 Zeilen — vor. Die Freilichtszenen werden mit einer Elektronenkammer übertragen, die sich aber auf einem anderen Prinzip aufbaut, als dem des Ikonoskops. Es handelt sich um eine Röhre nach Farnsworth.

Das Kernstück dieser Kamera bildet ein zylindrisches Glasgefäß, das vollständig luftleer gepumpt ist. An dem einen Boden dieses Glaskörpers befindet sich eine empfindliche Photokathode, auf die vermittels eines lichtstarken Objektivs das Bild der zu übertragenden Szene projiziert wird. Aus der lichtempfindlichen Schicht werden entsprechend dem Helligkeitswert eines jeden Punktes des optischen Bildes mehr oder weniger Elektronen ausgelöst. Von der Photokathode geht also ein Elektronenstrahlbündel aus, das die ganze Röhre ausfüllt. Gegenüber der Photokathode befindet sich eine kleine quadratische Abtastblende, deren Öffnung genau der Größe eines Bildpunktes entspricht. Das Elektronenstrahlbündel wird durch besondere außenliegende Ablenkspulen in zwei zueinander senkrechten Richtungen über die Blende geführt, und zwar so, daß nacheinander in eng untereinanderliegenden Zeilen alle Punkte des Elektronenbildes abgetastet werden. Die Stärke des hinter der Blende aufgefangenen Stromes entspricht also in jedem Augenblick der Helligkeit des zu übertragenden Bildpunktes. Diese geringen Ströme werden noch vor Verlassen der Röhre unter Zuhilfenahme eines Sekundärelektronenverstärkers verstärkt.

[2]) vgl. „Funk" 1935, Heft 8, S. 248 ff.

Soweit auf der Funkausstellung 375-Zeilenbilder vorgeführt wurden, entspricht deren Zustandekommen allerdings nicht ganz den bei der eigentlichen drahtlosen Fernsehsendung üblichen technischen Verhältnissen. In Ermangelung eines Senders für das 375-Zeilenbild wurden die Bilder im sogenannten Kurzschlußverfahren, bei der also die Modulationsströme unmittelbar durch Leitungen übertragen werden, vorgeführt. Grundsätzlich dürfte es aber nicht schwer sein, die bei der eigentlichen drahtlosen Übertragung noch zusätzlich auftretenden Schwierigkeiten zu überwinden. Es ist wohl auch bereits beabsichtigt, die Fernsehsendungen der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft und der Deutschen Reichspost in nicht allzu ferner Zeit auf das 375-Zeilenbild umzustellen, die Vorarbeiten dazu sind bereits im Gange. Auch das Ausland, insbesondere England, wird mit Zeilenzahlen ähnlicher Größe arbeiten, und so ist damit zu rechnen, daß die Entwicklung in Richtung auf höhere Zeilenzahl verläuft.

Den zur Zeit noch bestehenden Stand der Fernsehsendetechnik zeigte die Deutsche Reichspost. Die von einer besonderen Freilichtbühne her mit der Elektronenkamera aufgenommenen Fernsehbilder wiesen dabei, wie das in Anbetracht der geringeren Zeilenzahl nicht gut anders sein kann, eine gegenüber den höherzeiligen Bildern wesentlich verminderte Schärfe und eine verminderte Menge an Einzelheiten auf. Dafür entsprachen aber diese Bilder insofern der Praxis, als sie auf dem Wege drahtloser Übertragung über den Witzlebener Ultrakurzwellen-Sender zustande kamen. Die Deutsche Reichspost hatte sich im übrigen in sehr dankenswerter Weise der wißbegierigen Ausstellungsbesucher angenommen und gab ihnen an Hand eines Lehrfilmes interessante Einblicke in die Geheimnisse dieser neuen Technik. Eines lebhaften Zuspruches erfreute sich auch die Fernseh-Gegensprechstelle, in der jedem Ausstellungsbesucher die Möglichkeit gegeben war, für eine billige Gebühr ein Fernsehgespräch mit Leipzig zu führen.

Auf den übrigen Ständen der Fernsehhalle führen eine Anzahl von Firmen die neuesten Modelle ihrer Fernsehempfänger vor. Außer den bereits genannten Firmen waren die Deutsche Philips-Gesellschaft, Radio-Loewe und TeKaDe mit eigenen Geräten vertreten. Allerdings wird der Fernsehempfang solange, wie die für einen Empfänger anzulegenden Preise noch das Mehrfache von dem betragen, was man für einen großen Rundfunkempfänger anlegen muß, im wesentlichen wohl eine Angelegenheit der Fernsehstuben und in nicht allzu ferner Zukunft vielleicht auch der Tonfilm-Theater sein. Das gilt ganz besonders für die Bilder im Format 30×40 cm, die besonders große kostspielige Röhren erfordern. Die normale Größe der als Heimempfänger gedachten Geräte beträgt etwa 18×21 cm.

Zwar nicht unmittelbar zur Fernsehtechnik gehörig aber durch die Verwendung von Kathodenstrahlröhren mit diesem verwandt, sind die interessanten Vorführungen, die man auf dem Stand M. v. Ardenne in der Fernsehhalle sah. Dort wurde u. a. ein neuartiger Kathodenstrahl-oszillograph nach Leybold und v. Ardenne vorgeführt, bei dem die Zeitablenkung nicht in der üblichen Weise gradlinig durch Anlegen einer Kippschwingung an die Kondensatorplatten erzeugt wird, sondern mit Hilfe eines Drehfeldes, so daß der rotierende Kathodenstrahl auf dem Röhrenschirm einen Kreis beschreibt. Als Meß- und Prüfkondensator dient entsprechend nicht ein Kondensator mit ebenen Platten, sondern ein Zylinderkondensator, in dessen zylindrischem Feld der Kathodenstrahl sich bewegt. Die an die Kondensatorbelege angeschlossenen zu messenden Spannungen rufen radiale Ablenkungen des Kathodenstrahls von seiner Kreisbahn hervor, und der zu untersuchende Vorgang wird auf diese Weise als Polarkoordinaten-Diagramm dargestellt. Über dieses Meßgerät und auch über die Technik der neuen Fernsehempfänger wird später noch zu berichten sein. *Dr. G.*

Neues Antennenzubehör

Seit Handel und Industrie erfreulicherweise davon abgegangen sind, die Vorführung ihrer Fernempfänger an Drähtchen von 0,5 m Länge oder an silbernen Bleistiften als Antenne vorzunehmen, ist auch der Rundfunkhörer zu der Einsicht gekommen, daß zwar jedes neuzeitliche Empfangsgerät auch ohne Antenne arbeitet, daß man dann aber in keiner Hinsicht gegen Störungen geschützt ist und diese in voller Stärke in Kauf nehmen muß. Die gute Antenne ist heute nicht mehr notwendig, um empfindlichen und lautstarken, sondern um störungsfreien Empfang zu erhalten.

Der ehrliche Händler, der seine Kunden in jeder Hinsicht zufriedenstellen will, wird immer versuchen, neben dem Empfänger auch das Anlegen einer guten Antenne in Auftrag zu bekommen, nicht des zusätzlichen Verdienstes wegen, sondern um dem Kunden einen störungsfreien und damit genußreichen Rundfunkempfang zu sichern. Der Bedarf für Antennen-Bauteile ist ständig gewachsen, er wird heute durch eine ziemlich umfangreiche „Antennen-Industrie", in der kleinste Firmen neben der Großindustrie vertreten sind, befriedigt.

Die Konstrukteure, die sich mit Antennen-Zubehör befassen, sind reich an Ideen, vor allem, was die Form und Ausführung der Behelfsantennen betrifft, die heute vielfach an Stelle einfacher Stockantennen benutzt werden und die durch große räumliche Ausdehnung und große Kapazität gegen Erde eine bessere Aufnahmefähigkeit anstreben. Neben der einfachen Stahlrohrantenne gibt es eine große Zahl verschiedener Antennengebilde, die zudem von Jahr zu Jahr wechseln; die einzelnen Firmen bleiben nur verhältnismäßig kurze Zeit bei bestimmten Formen und kommen immer wieder mit neuen Gebilden heraus. Daneben kann man einen lebhaften Nachahmungstrieb beobachten; hat eine Firma eine bestimmte Form herausgebracht, die gegenüber dem Bekannten nur unwesentliche Vorteile zu haben braucht, die aber geheimnisvoller aussieht, so versuchen Konkurrenzfirmen sofort, die gleiche Form in etwas abweichendem Aufbau herzustellen. Der Händler, der Senkrecht-Antennen anbringt, wird zweckmäßig solche Antennenformen bevorzugen, die dem Wind eine möglichst kleine Fläche entgegensetzen und auf die deshalb ein kleiner Winddruck wirkt; sonst kann er es erleben, daß die Antenne nach einer Sturmnacht im Hof liegt. Auch das Gewicht spielt natürlich eine Rolle; da viele dieser Antennen auf Masten aus Bambus oder Holz angeordnet werden, sollte man auf möglichst geringes Gewicht bedacht sein. Im übrigen wäre aber gerade auf diesem Gebiet eine Gemeinschaftsarbeit dringend zu wünschen, damit dem heute bestehenden Wirrwar an Antennenformen, die von ihren Urhebern mit mehr oder weniger wissenschaftlichen Begründungen stets als die besten gepriesen werden, ein Ende gemacht wird.

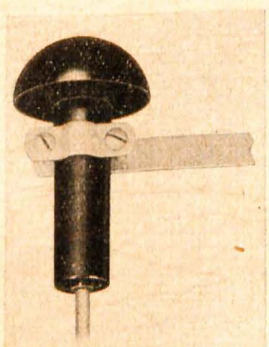


Abb. 1. Antennen-Übertrager für Gemeinschaftsantenne

Die Entwicklungsarbeit hat sich im letzten Jahr weitgehend mit Gemeinschaftsantennen befaßt, und zwar solchen für große Teilnehmerzahlen mit Antennenverstärker und solchen für wenig Teilnehmer ohne Verstärker. Für Wohnblocks, in denen eine große Zahl von Rundfunkteilnehmern eine einwandfreie Außenantenne erhalten soll, ist die Gemeinschaftsantenne mit Verstärker eine günstige Lösung; die Kosten des Antennenbaues werden trotz der laufenden Strom- und Röhrenkosten des Antennenverstärkers doch beträchtlich ermäßigt, vor allem aber wird

jedem angeschlossenen Teilnehmer einwandfreier Fernempfang beliebiger Sender verbürgt. Nun gibt es aber Fälle, wo nur wenige Teilnehmer — zwei bis sechs — an eine Antenne angeschlossen werden sollen; eine Anlage mit Verstärker würde zu teuer sein. Man bedient sich hier der „Übertrager-Antenne", wie sie von Siemens und Telefunken in neuer Form herausgebracht wurde. Diese Antennenart ist an sich bekannt, sie wurde bisher aber stets

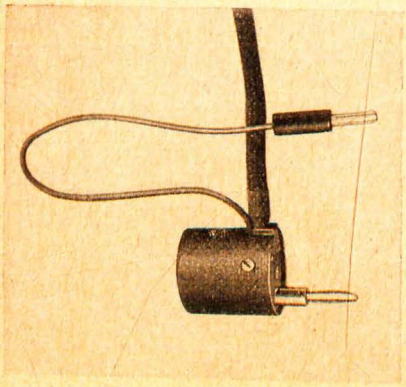


Abb. 2. Empfänger-Übertrager

nur für einen Empfänger angewandt und hat sich hier wegen ihres höheren Preises nicht recht durchsetzen können, obwohl sie auch für den einzelnen Empfänger bedeutende Vorteile bringt. Die Übertrager werden bei dieser Antenne mit Hilfe von Sirufer-Eisenkernspulen aufgebaut; sie sind so bemessen, daß der Frequenzbereich von 150 bis 1500 kHz mit einer Dämpfungsschwankung von nur ± 0,1 Neper übertragen wird. Abb. 1 zeigt den antennenseitigen Übertrager, der in einen Preßstoffpilz eingebaut ist, Abb. 2 den empfängerseitigen Übertrager, der mit seinem Bananenstecker in die Antennenbuchse des Empfängers eingestöpselt wird. Der zweite mit der Abschirmung des Kabels verbundene Stecker kommt in die Erdbuchse. Zur Verbindung der beiden Übertrager wird normales Antennen-Abschirmkabel benutzt, das heute in verschiedenen Ausführungen — für Freiluftaufhängung, Aufputz- und Unterputz-Verlegung — zur Verfügung steht. Für den Anschluß mehrerer — bis zu fünf — Teilnehmer an eine Antennenleitung werden außerdem Zwischendosen verwendet, die einen eingebauten Widerstand enthalten. Eine andere, ebenfalls ohne Verstärker arbeitende Gemeinschaftsantenne der Firma Sandvoß & Co. zeichnet sich dadurch aus, daß auch die Stichleitungen zu den einzelnen Empfänger-Transformatoren nicht einfach an Widerstandsdosen, sondern an Übertragern abgenommen werden; diese Verteiler-Transformatoren gestatten es, die Stichleitung zum einzelnen Empfänger noch einmal bis zu 50 m lang zu halten, und sie sorgen ferner für vollständige Unabhängigkeit der einzelnen Empfänger voneinander.

Eine weitere Gemeinschaftsantenne, die von Schniewindt entwickelt wurde, verzichtet ganz auf Übertrager; der Anschluß der Empfänger erfolgt mit Hilfe unverwechselbarer, konzentrischer Anschlußdosen, deren Schnüre auswechselbare Anpassungswiderstände enthalten, um die einzelnen Empfänger weitgehend unabhängig voneinander zu machen. Für diese Gemeinschaftsantennen werden Antennen-Endverschlüsse mit eingebautem Blitzschutz, abgeschirmte Blitzschutzgeräte, abgeschirmte Erdschalter in Steckdosenform, vor allem aber Abzweigdosen abgeschirmter Bauart für Außen- und Innenanbringung sowie für Auf- und Unterputzverlegung hergestellt, desgleichen abgeschirmte Anschlußschnüre, die zur Verbindung der konzentrischen Dose mit dem Empfänger dienen (Abb. 3).



Abb. 4. Blitzschutzgerät für abgeschirmte Antennenleitungen, das sich d. bequeme Verbindung zwischen Antennenleiter u. Abschirmleitung auszeichnet

Zu den bekannten Antennenverstärkern, wie sie von Siemens und Telefunken gebaut werden, ist jetzt ein neuer des Kabelwerks Vacha getreten; es ist ein für Wechselstrombetrieb eingerichteter zweistufiger Verstärker mit den Röhren AL 4, bei dem durch die Anwendung niedriger Betriebsspannungen dafür gesorgt ist, daß der Röhrenverschleiß gering bleibt, so daß die Röhren eine große Lebensdauer erreichen. Die gleiche Firma stellt sämtliches Zubehör für Gemeinschafts-Antennen her, die also nach dem Verstärker-System, ohne Übertrager, arbeiten.

Unter dem Zubehör für Senkrecht-Antennen und für abgeschirmte Antennenleitungen gibt es einige Neuerungen; so wurde von Richard Hirschmann ein neuer Antennen-Blitzschutz entwickelt, der für die möglichst einfache Verbindung der abgeschirmten Antennenleitung mit dem eigentlichen Antennenleiter bestimmt ist. Die Isolationshülle des Kabels wird einige Zentimeter lang entfernt und das Kabel in eine durchgehende Bohrung des Blitzschutzes eingeführt; die Seele ragt dann am oberen Ende durch ein kleines Loch nach außen und kann nun zusammen mit dem Antennenleiter durch dieselbe Mutter festgeklemmt werden (Abb. 4). Die gleiche Firma hat ein Isolierteil zur Verbindung von Antennenrohren miteinander entwickelt, also der eigentlichen Stahlrohrantenne mit dem Tragrohr; es ist gemäß Abb. 5 mit einem Regendach zur Erzielung eines langen Kriechweges und einer Metalleinlage zur Erhöhung der Festigkeit versehen.

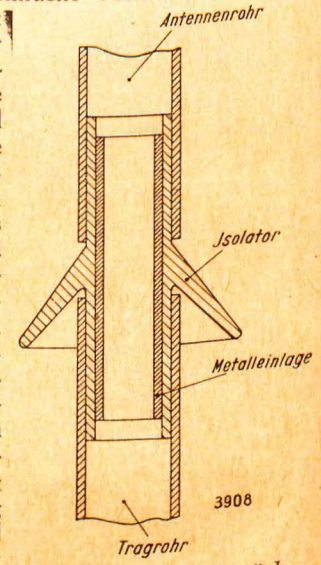


Abb. 5. Isolier-Tragstück für Stahlrohrantennen

Für Einmastantennen wurde von Heliogen eine Klemme nach Abb. 6 geschaffen, mit der die vom VDE vorgeschriebene Erdung des metallischen Mastes über die Regenabfallrohre geschehen kann; sie ist bekannt-

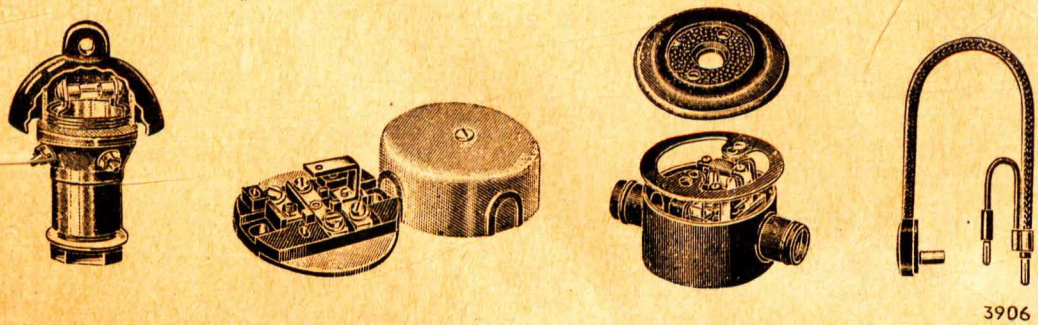


Abb. 3. Zubehör für Gemeinschaftsantennen. Von links nach rechts: Endverschluß mit eingebautem Blitzschutz, abgeschirmte Abzweigdose, konzentrische Empfänger-Anschlußdose, Empfänger-Anschlußschnur

lich zulässig, wenn diese Rohre metallisch dauerhaft verbunden und gut geerdet sind. Der gleiche Hersteller liefert auch neue Dachziegel-Stützen, die dazu dienen, abgeschirmte Leitungen über Dächer hinweg zu verlegen. Eine andere Neuerung stellt das Schornsteinband mit Isolator nach Abb. 7 dar, das die Anbringung von Eindrahtantennen an Schornsteinen ohne das Einsetzen von Dübeln und ohne Stemm- und Gipsarbeiten ermöglicht.

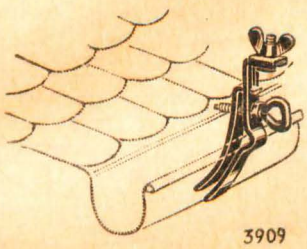


Abb. 6
Dachrinnen-Erdungsklemme

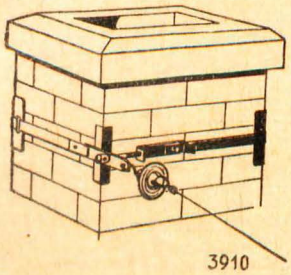


Abb. 7
Schornsteinband mit Isolator

Die Frage des Blitzschutzes von Antennen wird jetzt durch eine neue Einrichtung zu lösen versucht: durch ein elektrostatisches Relais, das schon auf ziemlich schwache Aufladungen der Antenne anspricht und das in angesprochenem Zustand den Antennenanschluß mit Erde verbindet und außerdem die Anschlußstecker für Antenne und Erde aus den Buchsen herauswirft. Dieser von Robert Karst herausgebrachte selbsttätige Erdungsschalter wurde vorgeführt, indem man dem Antennenleiter eine durch Reibung aufgeladene Zellonplatte näherte, was stets einwandfreies Ansprechen zur Folge hatte. Eine andere Firma — Karl Lumberg — versucht die Frage der selbsttätigen Erdung der Antenne dadurch zu lösen, daß sie gemäß Abb. 8 eine Starkstrom - Steckdose mit einem Starkstromschalter und einem Antennenschalter zusammenbaut; man schaltet also mit einem Griff sowohl den Netzstrom des Empfängers aus, als auch die Antenne der Erde.

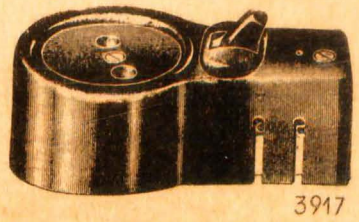


Abb. 8. Starkstrom-Steckdose, mit Netzschalter und Antennenschalter zusammengebaut

Schließlich ist noch die „fahrbare Antenne" zu erwähnen, ein Empfängertischchen, in dessen Rückwand eine rahmenartige Antenne eingebaut ist, die über ebenfalls eingebaute Kopplungsspulen mit den Anschlußbuchsen für Antenne und Erde verbunden wird. Sie stellt gewiß eine Möglichkeit dar, einen empfindlichen Empfänger ohne andere Antennengebilde zu betreiben, besitzt aber natürlich der Nachteil der größeren Störanfälligkeit, den nun einmal sämtliche Innenantennen aufweisen.

Neue Einzelteile

Das große Gebiet der Rundfunk-Einzelteile ist allgemein durch kleine Verbesserungen und Fortentwicklungen gekennzeichnet; grundsätzliche Umstellungen sind gerade hier an keiner Stelle zu beobachten. Die Weiterentwicklung hat allgemein den Zweck, bessere technische Eigenschaften bei gleichem Preis oder einen niedrigeren Preis bei gleichbleibenden Eigenschaften zu erzielen. Bei verschiedenen Teilen waren diese Absichten nur durch eine weitere Verkleinerung der Abmessungen zu erreichen; kennzeichnend für diese Bestrebung ist die Schaffung des ¼-Watt-Hochohmwiderstandes — einer Industrieausführung, die dem Bastler leider bisher nicht zur Verfügung steht —, der bei gleichem Durchmesser kürzer ist als der bekannte Widerstand, damit etwas billiger, und der in seiner Höchstbelastung auf ¼ Watt begrenzt ist, einen Wert, der an sehr vielen Stellen einer Empfängerschaltung ausreichend ist. Auch Eisenkernspulen, Trimmer und Drehkondensatoren sind kleiner geworden, dgl. Fest-Kondensatoren kleiner Kapazitäten.

Der Drehkondensator wird grundsätzlich unverändert weitergebaut; auch in der Kurvenform ist keine Änderung eingetreten, von Ausnahmefällen abgesehen, wo Empfängerfabriken für bestimmte Geräte einen abweichenden Plattenschnitt benötigen (Superhets mit selbsttätiger Umschaltung). Bemerkenswert sind einige verkleinerte Ausführungen, die für Kofferempfänger geschaffen wurden; so zeigte die Firma Karl Hopt & Co. einen Kondensator, dessen Achse auf Kugellagern läuft und dessen Plattensätze

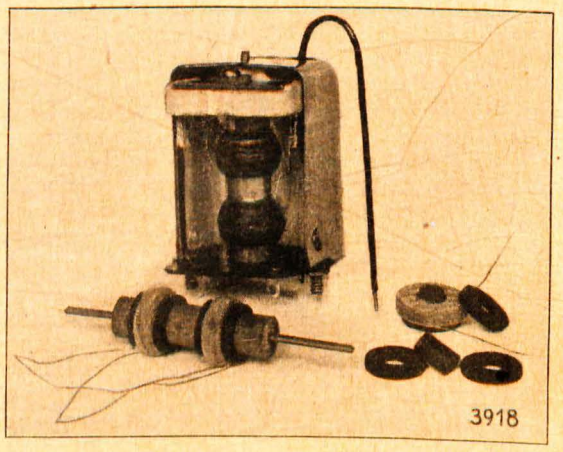


Abb. 9. Zwischenfrequenz-Bandfilter mit Ferrocart-Flanschkernen

in üblicher Weise mit Frequenta in den Rahmen eingehängt sind, der einen „Querschnitt" von 41×60 mm besitzt und als Einfachkondensator 30, als Zweifachkondensator 56 und als Dreifachkondensator 82 mm lang ist (Kapazität je 350 cm). Der schon im vergangenen Jahr erzeugte Kombi-Industrietyp, der z. B. in den Deutschen Olympia-Koffer eingebaut wird, ist jetzt auch mit Aluminiumrahmen lieferbar, wodurch der Zweifach-Drekondensator rund 250 Gramm (von 600 auf 350 Gramm) leichter geworden ist.

Spulen für Industrieempfänger werden fast ausschließlich mit Eisenkernen aufgebaut; eine sehr große Auswahl an Kernen sah man bei Dralowid, Vogt und Preh. Es hat sich doch gezeigt, daß man nicht, wie man früher annahm, mit wenig Kernformen auskommt, sondern daß jede Firma ihre Sonderwünsche hat und daß manche Firmen sogar in einem Empfänger mit Kernen verschiedener Form arbeiten; so werden Stab-, Rohr-, Flansch-, Gewinde-, H-, Haspel-, Garnrollen-, E-, U-Kerne sowie Napf und Topfkerne verwendet. Interessant ist, daß sich die Ferrocart-Kerne bei gleicher Form auch mit verschiedener Permeabilität herstellen lassen, um sie dem gewünschten Zweck besonders gut anzupassen. Bei Vogt & Co. sah man neben einer großen Auswahl an Kernformen, unter denen Mikrokerne kleiner Abmessungen für Koffer- und Kraftwagenempfänger bemerkenswert sind, auch verschiedene neuartige Spulenkonstruktionen, um zu zeigen, wie sich die Kerne verwenden lassen. Abb. 9 zeigt z. B. ein Zwischenfrequenz-Bandfilter, das unter Verwendung von Flanschkernen aufgebaut wurde, und Abb. 10 einen abgeschirmten Eingangs-Spulensatz für Kraftwagenempfänger, dessen Schwingkreisspulen ganz von Ferrocart umgeben sind. Die hochinduktiven Antennen-Kopplungsspulen sind daneben angeordnet; die schwache Kopplung zwischen der von Ferrocart umschlossenen und der offenliegenden Wicklung ist bereits ausreichend.

Diejenigen Firmen, die Spulensätze für den Selbstbau von Empfängern herstellen, bedienen sich meist derselben Eisen-

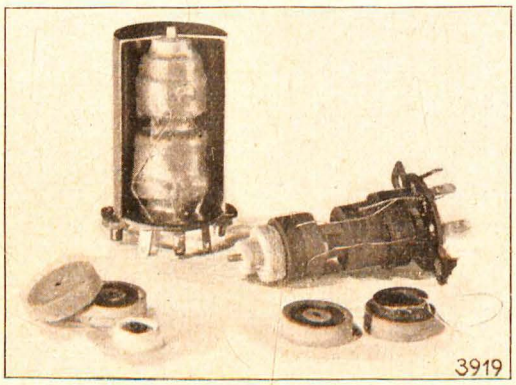


Abb. 10. Kleiner Ferrocart-Eingangsspulensatz für Kraftwagenempfänger

kerne, wie sie in den Industriespulen zur Anwendung kommen. So zeigt Abb. 11 z. B. einen ungewickelten Spulensatz, der mit Haspelkernen aufgebaut wurde und der außerdem zwei keramische Körper zum Aufbringen von Kurzwellenwicklungen aufweist. Mit disem „Spulengerüst" von Radix kann man Hochfrequenz-, Audion-, Bandfilterspulen und dgl. bauen; zu ihm werden alle erforderlichen Bauteile einschließlich geeigneter Hochfrequenzlitzen geliefert. Ein wesentlicher Bestandteil des Spulengerüstes ist der hochwertige Calit-Nockenschalter, mit dem man die Umschaltung der Spulen vornimmt. Ähnlich im Aufbau, nur an Stelle der Haspelkerne E-Kerne verwendend, sind die neuen Undy-Spulensätze, die für Ein- und Zweikreisempfänger, ohne und mit Umschalter, für Mittel- und Langbereich und auf Wunsch auch für Kurzwellenbereich, geliefert werden; die keramischen Kurzwellenspulen sind außerdem in vier verschiedenen Windungszahlen, für Wellen von 10 bis 150 m bestimmt, auch einzeln erhältlich, damit man mit ihnen ein Kurzwellen-Vorsatzgerät oder einen Kurzwellenempfänger aufbauen kann.

Neue Hochfrequenzspulen-Einheiten wurden in den Preh-Formern geschaffen, Spulensätze, bei deren Aufbau die Grundsätze angewendet wurden, die für den Aufbau von Industriespulen Geltung haben: kleiner Raum, niedrige Verluste, zuverlässige Umschaltung, sicherer Abgleich, Fortfall aller „Ausstattung", höchste Genauigkeit. Die mit Eisenkernen versehenen Spulen, desgleichen die Trimmer und der Schalter wurden auf einer großen, geschliffenen Calitplatte

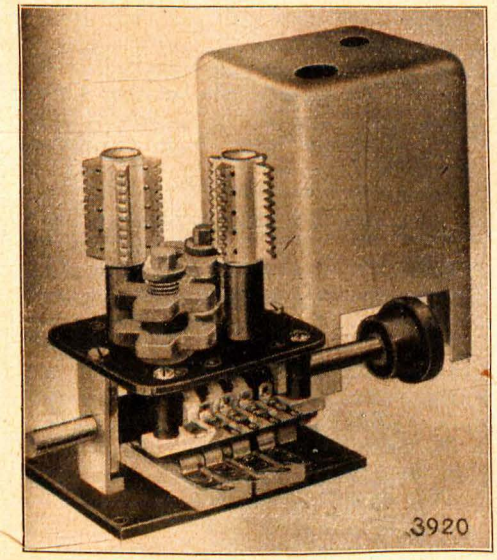


Abb. 11. Radix-Spulengerüst mit Sirufer-Haspelkernen für Mittel- und Langwellen und keramischen Trägern für Kurzwellen

angebracht, die in ein zweiteiliges Abschirmgehäuse eingeschlossen ist. Um Lageveränderungen von Leitungen zu unterbinden, wurden die wichtigen Verbindungen nach bekanntem Verfahren auf die Calitplatte aufgesilbert. Die Schaltfedern sowie Anschlußösen wurden in die Calitplatte eingelötet. Der induktive Abgleich auf dem Mittel- und Langwellenbereich wird in bekannter Weise durch Verdrehen einer Kernschraube vorgenommen; außerdem ist ein kera-

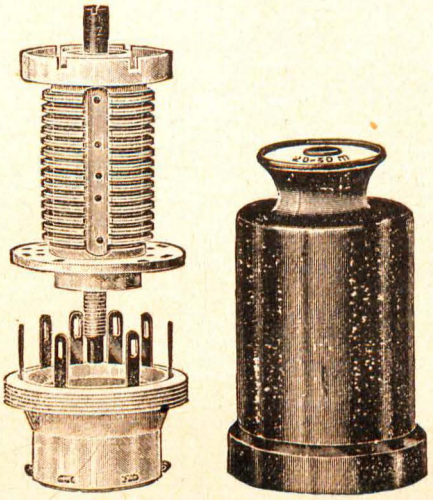
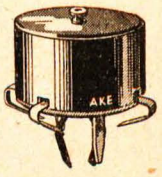


Abb. 12. Kurzwellen-Steckspulen - Wickelkörper aus Amenit

mischer Trimmer eingebaut, um auch den Langwellenbereich kapazitiv abgleichen zu können, ohne erst einen zusätzlichen Trimmer in den Empfänger einbauen zu müssen. Die Preh-Former werden für Geradeaus- und Superhetempfänger in allen gebräuchlichen Schaltungen und Abmessungen geliefert.

Aber auch andere Industriespulen stehen in Zukunft dem Bastler zur Verfügung; so hat sich Siemens entschlossen, Hochfrequenz-Spulensätze an Bastler einzeln zu verkaufen, wie sie in den Siemens-Empfängern zur Anwendung kommen. Es werden Eingangs-Bandfilter, Überlagerer-Spulensätze, Zwischenfrequenz-Bandfilter und einfache Zwischenfrequenzkreise für Superhets, aber auch Vor- und Audionkreise für Geradeausempfänger abgegeben, und zwar in der Bauart 1936/37.



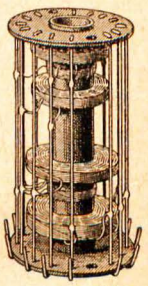


Abb. 13. Kurzwellenspule für den Volksempfänger; sie wird von oben auf die Käfigspule aufgesetzt

Neue Steckspulen-Wickelkörper für Kurzwellen wurden von Görler aufgenommen; sie zeichnen sich durch die Anwendung eines Kernes aus Hochfrequenzeisen aus. Für diesen Zweck wurde eine neue Eisensorte entwickelt, die auch bei den hohen Frequenzen der Kurzwellen noch eine genügende Permeabilität besitzt, deren Hochfrequenzverluste aber sehr klein bleiben. Der aus Amenit gepreßte eigentliche Wickelkörper wird mit einem achtpoligen Außenkontaktsockel verschraubt; die Spulen können so leicht ausgewechselt werden. Über die Spule wird eine Schutzkappe gestülpt, die mit dem Sockel verschraubt wird; so ist eine Beschädigung der Wicklung oder ein Verstellen des Abgleich-Eisenkernes beim Spulenwechsel wirksam verhindert (Abb. 12). Interessant ist auch eine andere, sehr einfache Kurzwellenspule, die dazu dient, den Volksempfänger nachträglich mit einem Kurzwellenbereich auszurüsten; sie ist in einer Kapsel untergebracht, die gemäß Abb. 13 auf die Käfigspule aufgesteckt wird. Die notwendigen Verbindungen werden selbsttätig durch entsprechende Federn hergestellt. Will man wieder zum Mittel- oder Langwellenempfang übergehen, so muß man die Spule herunterziehen, was ihre Anwendung leider etwas umständlich macht. Für den Kurzwellen-Bastler ist

ein neuer Vier-Bereich-Überlagerer-Spulensatz bestimmt, bei dem die Wicklungen auf vier Calit-Spulenkörpern untergebracht sind (Ake). Die Spulen sind mit einem Umschalter zusammengebaut; es wird der Bereich von 18 bis 80 m umfaßt.

Von den zahlreichen neuen Spulen, die von verschiedenen Firmen gezeigt wurden, über die aber etwas Besonderes nicht zu sagen ist, sei in Abb. 14 ein Abstimmkoppler mit Eisenkern gezeigt; er ist für Einkreis-Empfänger mit veränderlicher Antennenkopplung bestimmt. Die Änderung der Kopplung wird durch Zahnrad und Zahnstange vorgenommen; die Zahnstange nähert die Antennenspulen den Schwingkreisspulen oder entfernt sie von ihnen.

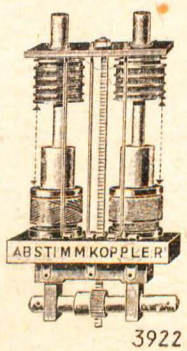


Abb. 14. Eingangs-Spulensatz, bei dem die Änderung der Antennenkopplung durch Zahnrad und Zahnstange vorgenommen wird

Spulen-Umschalter werden heute fast ausschließlich nach dem Prinzip des Walzen-Nockenschalters gebaut; die Funkausstellung wies eine Reihe neuer Ausführungen auf, darunter solche, die ein schnelles Auswechseln der Schaltnocken zulassen, so daß ein Schalter leicht für verschiedene Umschaltungen eingerichtet werden kann. Auch werden die Schalter neuerdings in Baukastenform geliefert, damit man sie sich beliebig selbst zusammenstellen kann. Als Isolierteile dienen solche aus keramischem Werkstoff, aus Amenit oder aus Trolitul.

Die Industrie-Empfänger weisen vielfach neuerdings Feinstellgriffe auf; der Drehknopf treibt den Kondensator je nach der Bedienung mit grober oder feiner Übersetzung an. Um dem Bastlergerät die gleiche Eigenschaft zu verleihen, wurde von Dr. Paul Mozar ein Fein-Grob-Einstellknopf gemäß Abb. 15 herausgebracht, in den ein kleines Planetengetriebe eingebaut ist; mit dem großen Knopf wird die Skala schnell durchgedreht, während der kleine Knopf die Feineinstellung bewirkt. Auch an Bananensteckern gibt es wieder einige Neuerungen: so wurde der Wisi-Nietstecker so ausgebildet, daß die neue Steckerlamelle in die Anschlußbuchse hinein verlängert wurde, bis über die Madenschraube hinaus; die Litze wird infolgedessen nicht von der Madenschraube unmittelbar festgehalten und eventuell abgeschert, sondern von der langen Fläche der Lamelle. Ein Abscheren ist dadurch wirksam verhindert. Auch sieht man neuerdings wieder Stecker, bei denen die beiden Teile des eigentlichn Steckers durch eine Schraube mit Isolierknopf auseinandergespreizt werden können, um sie in Buchsen zuverlässig festzuklemmen. Solche Stecker dürften sich vor allem für Übertragungseinrichtungen und dgl. eignen, wo ein Lösen des Steckers unangenehme Folgen haben kann.

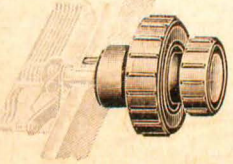


Abb. 15. Fein-Grob-Einstellknopf

Auf die neuen ¼-Watt-Hochohmwiderstände wurde schon kurz hingewiesen; sie werden für den Industrie-Einbau von allen Widerstandsfabriken geliefert. Hochohmwiderstände erhalten heute allgemein einen mechanisch widerstandsfähigen Lacküberzug; von dem Überziehen mit Isolierschläuchen ist man abgekommen. Dralowid liefert die Widerstände auch tropenfest, d. h. mit einem für das Tropenklima besonders geeigneten Lack. Regelbare Hochohmwiderstände und Dreh-Spannungsteiler werden mit manchen Neuerungen versehen; bei Dralowid sah man — zunächst allerdings nur für Industrie-Lieferungen — Regler mit Schiebeschalter, die also in jeder Stellung des Lautstärkereglers die Betätigung des Netzschalters erlauben, ferner Regler für Stummabstimmung, bei denen die Wiedergabe durch Druck auf den Knopf unterbrochen wird, und Regler im Zusammenbau mit einem Rückkopplung-Drehkondensator, dadurch ausgezeichnet, daß sich in einer mittleren Stellung eine weich arbeitende Rast befindet. Dadurch wird der Rückkopplungsbereich in zwei Teilbereiche unterschieden: den ersten, in dem die Einstellung keinerlei Geschick erfordert, und den zweiten, in dem die Bedienung schwieriger wird, da man den Empfänger hier zum Schwingen bringen kann.

Bei NSF. sah man einen neuen Dreh-Spannungsteiler, für die Lautstärkeregelung in solchen Empfängern bestimmt, in denen auf einen Zweipol-Empfangsgleichrichter die Endröhre folgt. Rauschfreie Regelung erhält man hier bekanntlich dann, wenn der Regler vor dem Gitter der Endröhre angeordnet wird; das verlangt aber den Aufwand eines zusätzlichen festen Hochohmwiderstandes zwischen Gitter und Kathode bzw. Masse zum Schutz der Endröhre bei Regler-Unterbrechungen. Um diesen zusätzlichen Stab einzusparen, versieht NSF den Regler selbst mit einer entsprechenden festen Leitstrecke.

Unter den Kondensator-Neuerungen sind Elektrolyt-Kondensatoren für höhere Spannungen als 500 Volt zu erwähnen, wie sie notwendig werden, wenn man in einem Empfänger mit den Anodenkreisen eine Lautsprecher-Feldspule größerer Leistung in Reihe schalten will; man kommt hier zu höheren Betriebsspannungen, wenn man sich mit niedrigerer Höchsttemperatur — z. B. 50 statt 70 Volt — zufrieden gibt, kann wesentlich höhere Spannungen aber nur herstellen, indem man zwei Kondensatoren in Reihe geschaltet in einem Becher unterbringt. Unter den Kleinkondensatoren sind solche zu erwähnen, die die Form von Hochohmstäben haben und genau wie diese mit Drahtenden und Lacküberzug versehen sind; sie sind auch mit den Enden in Lack getaucht, also allseits abgeschlossen (von NSF lieferbar bis 50 000 cm). Wickelkondensatoren in Sonderausführung für Kurzwellen hatte das Hydrawerk ausgestellt; es sind Papier-Wickelkondensatoren, in denen durch besondere Aufbau-Maßnahmen die Selbstinduktion der Zuleitungen innerhalb des Bechers praktisch völlig beseitigt wurde.

Ein Sondergebiet der Funktechnik stellt die Stromversorgung von Kraftwagenempfängern dar; sie wird bekanntlich mit Hilfe von Zerhacker-Geräten vorgenommen. Dieses Gebiet hat heute nicht allein für den Kraftwagenempfänger Bedeutung, sondern auch für andere Batterieempfänger; so werden Überseeempfänger, die für Farmen und dgl. bestimmt sind, bereits mit einem Zerhackergerät ausgerüstet, so daß die Empfänger ihre gesamte Betriebsenergie aus einer Anlasserbatterie entnehmen können. Von Hartmann & Braun wurde ferner ein Isolationsmesser gezeigt, der an Stelle des Kurbelinduktors von einem Pendelsystem Gebrauch macht und so die Betriebsspannung einigen Taschenlampenbatterien entnimmt. Um für alle diese Zwecke einwandfreie Zerhacker zu haben, wurden von der NSF in den letzten Jahren sogenannte Vibratoren entwickelt, die jetzt zur Lieferung kommen; sie werden mit einem Kontaktsatz und mit zwei Sätzen geliefert, sind also für das Zerhacken allein, und für Zerhacken und Gleichrichten bestimmt. Die Höchstbelastung der Kontakte liegt bei 5 Amp.; die Vibratoren werden für 6- und 12-Volt-Betrieb erzeugt. Damit das Kontaktgeräusch nicht hörbar wird, sind sie in eine schalltote Gummihülle eingesetzt, und diese wiederum ist in einer Blechhülle untergebracht. Die Vibratoren sind mit einem Stiftsockel ausgerüstet, damit sie leicht ausgewechselt werden können; ihre Kontakte erreichen eine Lebensdauer von rund 1000 Stunden.

An Netztransformatoren sind grundsätzliche Neuerungen nicht zu erwähnen, wohl aber ist festzustellen, daß sich die maßgebenden Transformatorenhersteller sehr beweglich nach den Bedürfnissen der Praxis richten und ständig

neue Typen schaffen, wenn für diese Nachfrage besteht, so z. B. für Oszillographen und Fernsehzwecke. Auch Treiber-Transformatoren für B-Verstärker stehen zur Verfügung; so baut z. B. Görler verschiedene Transformatoren für B-Verstärker mit der KC 3 und der KDD 1 sowie mit der RE 604 und 2 × RS 241. Für sehr hochwertige Niederfrequenzverstärker wurden von Budich Breitband-Gegentakttransformatoren entwickelt, denen durch saubere Scheibenwicklung sowie durch Kerne aus einem besonders hochwertigen Blech eine von 30 bis 10 000 Hertz geradlinig verlaufende Frequenzkurve gegeben wurde. Sie werden gleichstromfrei betrieben; dabei kann man eine Anhebung der Tiefen erhalten, wenn als Kopplungsblock statt eines solchen von 1 μF ein Kondensator von 0,1 μF benutzt wird. Eine ähnliche Wirkung läßt sich erreichen, wenn man den Erka-Ringspulen-Ausgangstransformator AG 3 ohne Vorbelastung betreibt; die Firma zeigte auf ihrem Ausstellungsstand eine Kurve, nach der die Frequenzlinie vn 30 bis sogar 17 000 Hertz gradlinig verläuft. Die Firma Rudolph Krüger hatte außerdem eine veränderliche Drossel ausgestellt, deren Selbstinduktion sich zwischen etwa 5 und 50 Henry in Abhängigkeit von der Belastung einstellen läßt; sie hat vor allem die Aufgabe, im Laboratorium für bestimmte Siebketten die erforderliche Selbstinduktion leicht ermitteln zu können.



3923

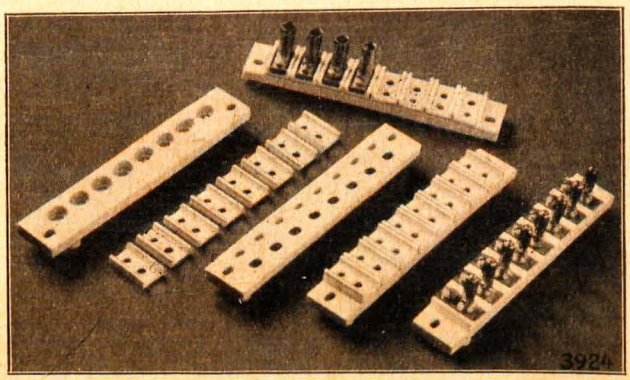
Abb. 16. Aufbau d. Frico-Störschutzschnur

Auf dem Gebiet der Entstörungsmittel sind zwei interessante Neuerungen zu verzeichnen: zunächst die Frico-Störschutzschnur, die für Rundfunkempfänger als Netzschnur verwendet werden soll. Sie besteht gemäß Abb. 16 aus zwei spiralförmig und gegenläufig aufgewickelten Leitern; die Schnur kann man infolgedessen als eine Siebkette betrachten, die in normaler Weise aus Selbstinduktionen und Kapazitäten besteht und die auch wie eine Siebkette wirkt, das heißt die im Netz vorhandene störende Hochfrequenz vom Empfänger fernhält. Die zweite Neuerung sind Störschutzdrosseln, die das Hydrawerk neuerdings mit Eisenkernen herstellt; sie lassen die an sich bekannte eisengeschlossene Entstörungsdrossel wieder aufleben. Die Drosseln haben die Form von Scheibenspulen, in denen sich ein sehr kurzer lamellierter Eisenkern befindet; sie besitzen bei kleiner Windungszahl und Eigenkapazität günstige Selbstinduktionswerte. Auch Teile für die Kraftwagenentstörung wurden neu herausgebracht, so z. B. eine Drossel für den Scheibenwischer. In Zukunft kann man also auch bei Regenfahrten Rundfunk hören.

Zum Schluß seien noch einige Fortschritte besprochen, die an Werkstoffen erzielt wurden. Großes Interesse erregte hier der Tromalit-Magnet der Deutschen Edelstahlwerke, der aus einer Mischung von Örstit und Kunstharz besteht und der in Formen gepreßt werden kann. Daraus ergibt sich für große Stückzahlen eine sehr bequeme und genaue Formgebung; in den Magneten können auch andere Metallteile, die z. B. der Befestigung dienen, eingepreßt werden. Aus Tromalit wird man solche Magnete fertigen, von denen man ähnliche Eigenschaften verlangt, wie sie Örstit besitzt, die ferner in großen Stückzahlen gebraucht werden und von so komplizierter Formgebung sind, daß sie sich nach dem Gießverfahren nur mangelhaft oder gar nicht herstellen lassen.

Einen neuen Werkstoff für Isolierschläuche und für die Isolierhülle von Schaltdrähten stellt das Isyntha der Firma Klasing & Dettmer dar; der Stoff ist vollkommen faserfrei, und er wird ausschließlich aus deutschen Rohstoffen erzeugt. Er ist rißfest und bruchsicher, wärme- und kältebeständig, er brennt nicht und ist auch gegen Öle, Säuren und Laugen fest. Bei Dauerprüfungen im Schwingkurbelgetriebe hielt er über 1 Million Biegungen aus, ehe sich der erste Riß zeigte. Da Baumwolle und Öllacke, die Bestandteile der bekannten Isolierschläuche, nicht nur devisenzehrend, sondern auch brennbar sind, kommt dem neuen Stoff eine große Bedeutung zu.

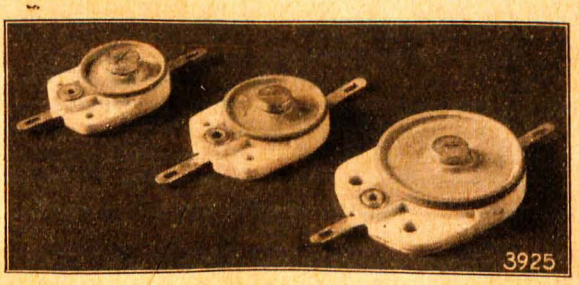
Auf dem Gebiet der keramischen Werkstoffe sind grundsätzliche Änderungen nicht zu verzeichnen; dagegen wurden wichtige fertigungstechnische Fortschritte erzielt, so z. B. das Zusammenglasieren von Teilen zur Erzielung einer größeren Genauigkeit. Abb. 17 will dieses Verfahren an Stecker- und Steckbuchsenleisten der Hescho verdeutlichen, bei denen die Abstände genau eingehalten werden müssen. Man sieht links eine Leiste sowie Einzelplättchen mit Löchern, die zu den Steckerteilen genau passen, darauf die Grundplatte mit den Langlöchern,



3924

Abb. 17. Zusammenglasieren von keramischen Einzelteilen zur Erzielung einer größeren Genauigkeit

schließlich die zusammenglasierte Leiste und ganz rechts die mit Metallteilen versehene Steckerleiste. Beim Aufglasieren lassen sich die Abstände zwischen den Einzelplättchen mit Hilfe von Schablonen genau einstellen, so daß man eine Genauigkeit erhält, wie sie für den Bau solcher Steckerleisten und anderer ähnlicher Teile erforderlich ist. Ähnlich bedeutungsvoll ist auch das Tauchlöten; auf dem keramischen Teil werden Metallbeläge aufgebrannt, und an sie können nun beliebige Metallteile angelötet werden. Bei mehreren gleichförmigen Teilen braucht man die Lötungen nicht einzeln mit dem Kolben vorzunehmen, sondern man kann die Metallteile aufsetzen, ausrichten und festklemmen, um nun das keramische Teil in das Lötbad einzutauchen und alle Teile gleichzeitig festzulöten. Diese Art der Tauchlötung läßt sich z. B. anwenden, wenn Wellenschalterkontakte auf einer keramischen Platte befestigt werden sollen.



3925

Abb. 18. Keramische Scheibentrimmer in drei verschiedenen Größen

An neuen keramischen Teilen sind vor allem Scheibentrimmer zu erwähnen, die gemäß Abb. 18 in drei verschiedenen Durchmessern (16, 19 und 25 mm) erzeugt werden; sie besitzen nur noch 0,5 mm starke Rotorscheiben, wodurch sich der Regelbereich auf rund das Doppelte vergrößern ließ. Die keramischen Kondensatoren sind für transportable Geräte mit größerer mechanischer Beanspruchung übrigens auch in verstärkter Ausführung lieferbar; sie haben dickere Beläge und kräftigere Anschlußfahnen.

18 Werkbilder Schwandt

Selbsttätige Bandbreiteregelung

Von

Dipl.-Ing. Oswald Köhler

Nachdem in Heft 17 des „Funk", Seite 539 ff., grundsätzliche Ausführungen zur Bandbreiteregelung gemacht und einige Regelschaltungen mit Dämpfungsröhren und mit Heranziehung der vorhergehenden Verstärkerröhre besprochen wurden, folgt nunmehr die Darstellung einer Reihe weiterer Schaltungen, die für die selbsttätige Bandbreiteregelung entwickelt wurden.

Bandbreiteänderung durch Verstimmen

Die Schaltungen der Abb. 14 und 15 beruhen auf dem Prinzip der Bandbreiteänderung durch Verstimmen zweier Kreise in entgegengesetzter Richtung. Das Wesen dieser Regelart soll an Hand der Abb. 13 erläutert werden. Hier sind 1 und 2 Verstärkerröhren, die von der Antenne 3 her mit Signalfrequenz gespeist werden, und zwar über Schwingungskreise 4 und 5 mit den Spulen a, den Abstimmkondensatoren b und den Bandbreitekondensatoren c. Zur Änderung der Bandbreite werden nun die Kondensatoren c mittels des Handgriffes 6 in entgegengesetzter Richtung verstimmt. Es tritt dabei keine eigentliche Verstimmung des Empfängers ein, denn die Mittelfrequenz der Resonanzkurve wird durch entgegengesetzte Verstimmung der beiden Schwingungskreise 4 und 5 nicht verändert. Selbstverständlich brauchen nicht gerade die Kondensatoren zur Verstimmung verwendet zu werden, sondern es können auch die Spulen oder Spulen und Kondensatoren dazu dienen.

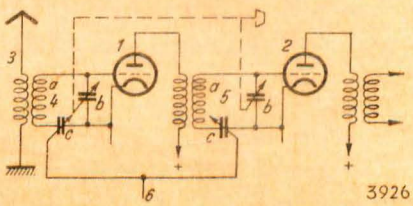


Abb. 13. Bandbreiteänderung durch Verstimmen zweier Kreise in entgegengesetzter Richtung

Ein Beispiel dafür, daß in einem Kreis ein Kondensator, in dem anderen eine Spule zur Verstimmung verwendet werden, zeigt die Schaltung nach Abb. 14, bei der die Regelung der beiden Impedanzen selbsttätig erfolgt. Die bekannten Regelanordnungen von Hand sind beibehalten und werden einfach durch eine elektromechanische Vorrichtung angetrieben, die in

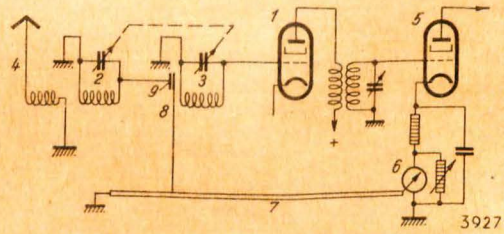


Abb. 14. Bandbreiteänderung durch Verstimmung der Kreise mit Kondensator und Spule

Abhängigkeit von der Trägerwellenamplitude gesteuert wird. Die Verstärkerröhre 1 wird über Schwingungskreise 2 und 3 von der Antenne 4 her mit Signalfrequenz gespeist. Nach Verstärkung wird die Hochfrequenz in der Röhre 5 gleichgerichtet, und der Anodengleichstrom ändert sich deshalb in Abhängigkeit von der Trägerwellenamplitude. Der Anodenstrom durchfließt ein Instrument 6, dessen verlängerte Achse 7 einen Flügel 8 trägt. Der Flügel wird in dem Raum zwischen einer Platte 9, die mit der nicht geerdeten Klemme des Schwingungskreises 2 in Verbindung steht, und der geerdeten Seite der Spule des Schwingungskreises 3 bei einer Drehung der Achse 7 geschwenkt. Durch Nähern des geerdeten Flügels 8 an die Platte 9 wird die Kapazität des Schwingungskreises 2 vergrößert, und es wird gleichzeitig das Magnetfeld der Spule des Schwingungskreises 3 geschwächt und dadurch die Selbstinduktion dieser Spule verkleinert. Es werden also gleichzeitig der Kreis 2 nach einer Richtung, der Kreis 3 nach der entgegengesetzten Richtung verstimmt und dadurch die Bandbreite des Koppelgliedes vergrößert. Gleichzeitig mit der Verbreiterung des Bandes wird auch durch die Verstimmung eine durchaus erwünschte Verkleinerung des Übertragungsmaßes erzielt, was durch die Verkleinerung der Kopplung zwischen den Spulen der Schwingungskreise 2 und 3 durch den Flügel 8 noch verstärkt wird.

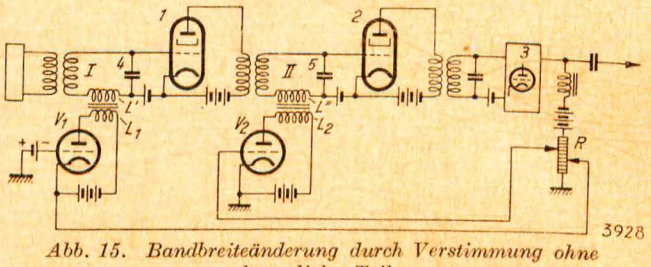


Abb. 15. Bandbreiteänderung durch Verstimmung ohne bewegliche Teile

Eine auf demselben Prinzip beruhende Schaltung ohne bewegliche Teile zeigt Abb. 15. In dieser Schaltung wird davon Gebrauch gemacht, daß die Selbstinduktion einer Spule mit Eisenkern durch ändern der Vormagnetisierung geregelt werden kann. 1 und 2 sind Verstärkerröhren, 3 ist ein Richtverstärker, der sowohl zur Gleichrichtung als auch zur Regelspannungserzeugung dient. Der Niederfrequenz-Anteil wird über einen Koppelkondensator weitergeleitet, der Gleichstrom-Anteil erzeugt in dem Widerstand R einen Spannungsabfall, der zur Steuerung der Regelröhren V_1 und V_2 dient. Im Eingang der Verstärkerröhren liegen die beiden Schwingungskreise I und II, die außer den Kondensatoren 4 bzw. 5 und den zur Kopplung dienenden Selbstinduktionsspulen noch die Eisenkernspulen L' und L'' enthalten. Auf denselben Kernen sind die Spulen L_1 bzw. L_2 gewickelt, die vom Anodenstrom der Röhren V_1 bzw. V_2 durchflossen werden. Die Anordnung und die Abgriffe der Regelspannung am Widerstand R sind nun so gewählt, daß mit zunehmender Signalspannung und damit zunehmendem Spannungsabfall an R die Anodenströme der Regelröhren V_1 bzw. V_2 zu- bzw. abnehmen, so daß wiederum eine Verstimmung der beiden Schwingungskreise I und II nach verschiedenen Richtungen erfolgt. Selbstverständlich braucht nicht unbedingt die Röhre 1 zwischen den beiden Kreisen angeordnet zu sein, sondern diese können auch so liegen, wie in Abb. 14 die Kreise 2 und 3.

Bandbreiteregelung durch Rückkopplungsänderung

Naheliegend ist auch die Anordnung zur selbsttätigen Bandbreiteregelung, die in Abb. 16 dargestellt ist. Auch hier ist man wieder von der Regelung der Bandbreite von Hand ausgegangen und hat die Regelung nach diesem bekannten Verfahren lediglich einer elektromechanischen Vorrichtung übertragen, die sie nun in Abhängigkeit von der

einfallenden Signalspannung ausführt. Es ist bekannt und wird auch viel benutzt, daß durch Anziehen der Rückkopplung außer der Lautstärke auch die Trennschärfe erhöht wird. In der Schaltung nach Abb. 16 wird nun die Regelung der Rückkopplung selbsttätig durchgeführt, indem ein zwischen Gitter und Anode einer Gleichrichterröhre 1 liegender Kondensator 2 mittels eines von dem Anodenstrom des Gleichrichters 1 durchflossenen Instrumentes 3 mit den Magnetpolen 4 geändert wird. Auch hier ändern sich Verstärkung und Bandbreite durch Änderung des Kondensators im gewünschtem Sinne: mit zunehmender Signalspannung nehmen Verstärkung und Trennschärfe gleichzeitig ab.

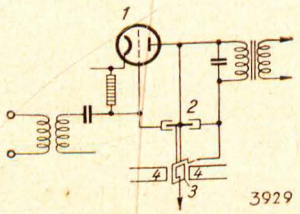


Abb. 16. Bandbreiteänderung durch selbsttätige Regelung der Rückkopplung

Abb. 17 zeigt, wie man eine Rückkopplungsänderung ohne bewegliche Teile erzielen kann: Es wird hier wieder die Tatsache angewandt, daß sich bei Änderung des Vormagnetisierungsstromes eines Eisenkernes die Kopplung der auf diesem Kern befindlichen Spulen ändert. 1 ist ein als Richtverstärker geschalteter Gleichrichter, dessen Anodengleichstrom also mit wachsender Signalspannung zunimmt. Dieser Strom durchfließt, zusammen mit dem Anodenwechselstrom, die Rückkopplungsspule 2, die mit der Schwingungskreisspule 3 auf einem Eisenkern 4 angeordnet

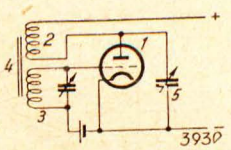


Abb. 17. Selbsttätige Rückkopplungsänderung ohne bewegte Teile

ist. Der Kondensator 5 dient zur Einstellung der Rückkopplung. Mit zunehmender Trägerwellenspannung steigt der Anodengleichstrom und es ergibt sich eine Verkleinerung der die Rückkopplung bewirkenden gegenseitigen Kopplung zwischen den Spulen 2 und 3. Das bedingt sowohl eine Verringerung der Verstärkung als auch der Dämpfungsverminderung des Kreises, und damit eine Vergrößerung der Bandbreite. Bei der in Abb. 17 gezeigten Schaltung ergibt sich allerdings gleichzeitig mit der Verstärkungs- und Bandbreiteregelung eine Verstimmung des Schwingungskreises. Das läßt sich aber mit verhältnismäßig einfachen Mitteln kompensieren.

Bandbreiteregelung durch Kopplungsänderung

Ein anderes Verfahren der selbsttätigen Bandbreiteregelung ist in der Abb. 18 dargestellt. Es beruht auf der Änderung der Kopplung zwischen zwei Schwingungskreisen und verwendet dazu wieder die Änderung der Vormagnetisierung eines Eisenkernes durch veränderlichen Gleichstrom. S ist die Quelle des Hochfrequenzstroms, der in der Verstärkerröhre 1 verstärkt und über die Schwingungskreise 2 und 3 der Röhre 4 zur Gleichrichtung zugeführt wird. Röhre 4 dient gleichzeitig zur Erzeugung der Regelspannungen. Die Schwingungskreise bestehen aus den Abstimmungskondensatoren 5 bzw. 6, den Koppelspulen 7 bzw. 8 und den Hilfsspulen 9 bzw. 10. Auf dem die Spulen 7 und 8 koppelnden Eisenkern befindet sich eine weitere Wicklung, die vom Anodenstrom der Regelröhre 11 durchflossen wird. Auch die Hilfsspulen 9 und 10 tragen noch je eine Hilfswicklung, die vom Anodenstrom der Regelröhre 12 hintereinander durchflossen werden. Die Regelröhre 11 wird gesteuert durch Abgriff einer Gittervorspannung am Belastungswiderstand 14 der Zweipolstrecke der Röhre 4, während die Gittervorspannung der Regelröhre 12 an einem im Anodenkreis des Dreipolteiles der Röhre 4 liegenden Widerstand 13 abgegriffen wird. Mit zunehmender Signalspannung nimmt der Spannungsabfall am Widerstand 14 zu, und das Gitter der Regelröhre 11 wird dadurch stärker negativ. Das bedingt eine Verringerung des Anodenstromes und damit gleichzeitig eine Erhöhung des Selbstinduktionswertes der Spulen 7 und 8 und also auch der Kopplung. Eine Vergrößerung der Kopplung aber hat, wie oben auseinandergesetzt, eine Vergrößerung der Bandbreite zur Folge. Der umgekehrte Vorgang spielt sich bei einer Verkleinerung der Signalspannung ab.

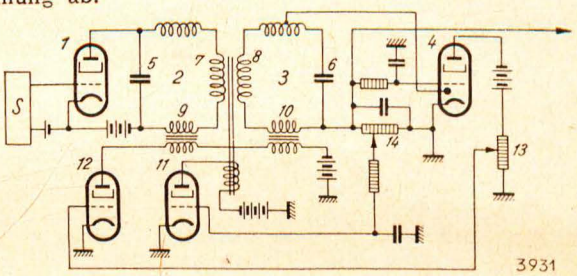


Abb. 18. Selbsttätige Kopplungsänderung durch Vormagnetisierung

Durch die Änderung der Selbstinduktionswerte der Spulen 7 und 8 tritt nun gleichzeitig eine Verstimmung der beiden Kreise 2 und 3 in derselben Richtung auf, die mit Hilfe der Regelröhre 12 ausgeglichen wird. Das wird dadurch erreicht, daß der Selbstinduktionswert der Hilfsspulen 9 und 10 sich in demselben Maße, aber in umgekehrter Richtung ändert, wie der der Spulen 7 und 8. Die Regelröhre 12 muß also umgekehrt gesteuert werden. Man benutzt dazu den Spannungsabfall am Widerstand 13, der im Gegensatz zu dem am Widerstand 14 mit zunehmender Signalspannung abnimmt. Der Dreipolteil der Röhre 4 dient also als Umkehrröhre.

Um den Aufwand etwas zu verringern, kann man an Stelle der beiden Regelröhren 11 und 12 eine solche verwenden, unter Ausnutzung der Erscheinung, daß sich Schirmgitterstrom und Anodenstrom unter bestimmten Verhältnissen, etwa bei gleichbleibender Schirmgitterspannung und wechselnder Anodenspannung, in entgegengesetzter Richtung ändern. Das Spulenpaar zum Vormagnetisieren der Kerne der Hilfsspulen 9 und 10 liegt dann beispielsweise im Schirmgitterkreis, die Spule zur Vormagnetisierung des Kernes der Koppelspulen 7 und 8 im Anodenkreis dieser Röhre. Unter Umständen kann es auch nötig sein, die Spulen zum Ausgleich der Abstimmungsänderungen bei der Kopplungsänderung von getrennten Röhren her zu steuern.

Zwei Empfangskanäle verschiedener Bandbreite

Eine noch größere Zahl von Röhren muß in der Schaltung nach Abb. 19 aufgewendet werden. Bei dieser Schaltung sind zur Regelung der Bandbreite im Zwischenfrequenzteil eines Empfängers zwei getrennte Empfangskanäle mit verschiedener, nicht veränderlicher Bandbreite vorgesehen, von denen der mit größerer Bandbreite erst wirksam wird, wenn die einfallenden Trägerwellenamplituden groß sind. Der eine Kanal enthält die Röhren A und A_1, der andere die Röhren B und B_1. Beide Kanäle werden von der Mischröhre M her parallel gespeist und arbeiten auf eine gemeinsame Verstärkerröhre U, von der die Spannung dann auf dem

normalen Wege über den Gleichrichter D weitergeleitet wird. Ein Teil der Spannung im Ausgangskreis von V wird Regelgleichrichtern R und R_1 zugeführt, in denen die Regelspannungen als Gittervorspannungen für die Röhren A und B der beiden Kanäle erzeugt werden. Durch verschieden

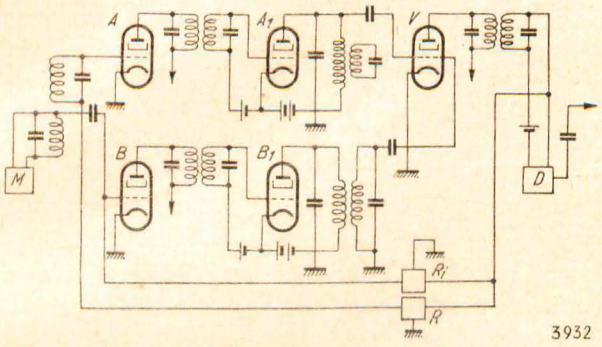


Abb. 19. Bandbreiteregelung mit zwei getrennten Empfangskanälen

große Verzögerungsspannungen kann man es leicht erreichen, daß der Kanal mit größerer Bandbreite erst wirksam wird, wenn wegen großer Feldstärke auch die Bandbreite groß gemacht werden kann, ohne Störungen durch Nachbarsender befürchten zu müssen.

Tonregelung

Das gleiche Verfahren der Steuerung mehrerer Kanäle verschiedener Frequenzdurchlässigkeit kann auch zur Regelung der Bandbreite im Niederfrequenzverstärker verwendet werden. Für eine solche selbsttätige „Tonregelung" sind aber andere, einfachere Schaltungen bekannt, von denen eine in der Abb. 20 dargestellt ist. Diese Abbildung zeigt die selbsttätig arbeitende Abart einer viel gebrauchten Schaltung 20 a, bei der quer zum Signalkanal eine Reihenschal-

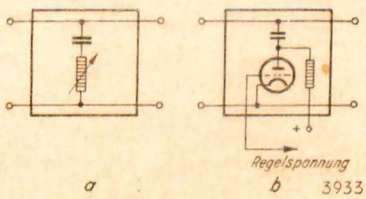


Abb. 20. Selbsttätige Tonregelung

tung aus einem Kondensator und einem regelbaren Widerstand liegt. Für hohe Tonfrequenzen stellt diese Reihenschaltung einen die Leitung fast kurzschließenden kleinen Widerstand dar. Je nach der Größe des Widerstandes erstreckt sich der Kurzschluß auch auf tiefere Tonfrequenzen. Zur selbsttätigen Regelung der Größe des Widerstandes wird nach Abb. 20 b an Stelle des Widerstandes die Anoden-Kathodenstrecke einer Elektronenröhre gelegt, deren Gitterspannung in Abhängigkeit von der Größe der Trägerwelle gesteuert werden kann.

Einstellbarkeit der Bandbreiteregelung

Nachdem man nun eine große Anzahl von Schaltungen zur selbsttätigen Bandbreiteregelung kennengelernt hat, taucht die Frage auf, ob denn nun bei all den Anordnungen die einmal eingestellte Bandbreiteänderung bei einer gewissen Änderung der Trägerwellenspannung eine unabänderliche Größe ist, oder ob es möglich und zweckmäßig ist, die Abhängigkeit der Bandbreiteänderung von der Änderung der Trägerwellenamplitude einstellbar zu machen. Bezüglich der Zweckmäßigkeit einer solchen Einstellbarkeit wird darauf hingewiesen, daß die Empfangsbedingungen an verschiedenen Orten ganz verschieden sind. Der Empfang eines Senders, der für einen Empfangsort durch keine Nachbarsender gestört wird, kann an einem anderen Empfangsort unliebsamen Störungen durch Nachbarsender unterworfen sein. Ein sehr schwacher, ferner Sender, der keine Nachbarn besitzt, muß ohne die oben erwähnte zusätzliche Einstellbarkeit mit einer unerwünscht kleinen Bandbreite empfangen werden, während umgekehrt ein starker Sender mit noch stärkeren Nachbarn eine viel zu große Bandbreite zur Folge hat, als daß er ungestört empfangen werden könnte. Wenn es auch im allgemeinen richtig ist, daß sich die Bandbreite direkt proportional zu der Feldstärke ändert, so ist es doch zweckmäßig, die „Kopplung" zwischen Bandbreite und Verstärkung elastisch zu machen. Auf die Möglichkeiten solcher Einstellanordnungen sei jetzt kurz eingegangen.

Zusätzliche Regelung der Bandbreite von Hand

Der einfachste Weg ist wohl der, daß man außer der selbsttätig wirkenden Bandbreiteregelung noch eine von Hand zu betätigende vorsieht, die natürlich entweder im Hochfrequenz- oder im Niederfrequenzteil angeordnet wird.

Eine andere einfache Lösung der Frage sei an Hand von Abb. 15 erläutert. Hier sind die Abgriffe für die Regelspannungen am Widerstand R als Schieber gezeichnet. Man kann also den Regelröhren einen mehr oder weniger großen Teil des sich in Abhängigkeit von der Trägerwellenamplitude ändernden Spannungsabfalles zuführen und dadurch das Maß der Regelung einstellen. Empfängt man einen Sender ungestört, so kann man vielleicht auf die selbsttätige Bandbreiteregelung ganz verzichten und immer mit einem breiten Frequenzband arbeiten. Eine gleichartig wirkende Vorrichtung ist auch bei der Schaltung nach Abb. 14 vorgesehen. Das Instrument 6 ist dort durch einen veränderlichen Widerstand überbrückt, der durch seine Einstellung das Maß der selbsttätigen Bandbreiteregelung bestimmt.

In ähnlicher Weise könnte bei allen besprochenen Schaltungen eine solche Einstellvorrichtung angebracht werden. Insbesondere ist es naheliegend, außer der in Abhängigkeit von der Trägerwellenamplitude veränderlichen Regelspannun noch eine einstellbare, nicht von der Amplitude der Trägerwelle abhängige Vorspannung vorzusehen, wie Abb. 4 bei 11 zeigt, und damit die Abhängigkeit der Bandbreiteregelung von der Verstärkungsregelung elastisch zu machen.

Eine andere Möglichkeit besteht für Geräte mit selbsttätiger Lautstärkeregelung darin, am Eingang des Empfängers eine Empfindlichkeitsregelung anzuordnen. Mit Hilfe eines solchen Reglers kann man dann die für den Regelgleichrichter maßgebende „Feldstärke" einstellen und sich das den vorliegenden Verhältnissen entsprechend beste Maß der Bandbreiteregelung heraussuchen.

Einstellung des Verhältnisses zwischen Bandbreite- und Verstärkungsregelung

Eine verhältnismäßig einfache Einstellanordnung läßt sich an der in Abb. 9 dargestellten Schaltung anbringen, wie Abb. 21 zeigt. Die Regelanordnung liegt an der Stelle des Belastungswiderstandes 15 der Regelröhre 12 und besteht aus den Widerständen 17, 18, 19, 20, von denen 18 als Spannungsteiler ausgebildet ist. Die beiden Schaltungen (Abb. 9 und 21) unterscheiden sich sonst noch dadurch, daß bei der nach Abb. 21 die Röhren 1, 3 und 4 auch in ihrer Verstärkung selbsttätig geregelt werden können. Zu diesem Zweck ist das Gitter der Röhre 1 mit der Anode der Regelröhre 12, die Gitter der Röhren 3 und 4 mit dem Punkt II der Widerstandsanordnung 15 verbunden. Widerstand 18 ist beispielsweise 500 000 Ohm, die Widerstände 17 und 19 sind je 100 000 Ohm groß. Der Widerstand 20 soll die Größe der Belastung der Regelröhre 12 beim Verschieben des Schiebers auf dem Widerstand 18 gleich groß halten. Der an dem Widerstand 20 entstehende, in Abhängigkeit von der Trägerwellenamplitude schwankende Spannungsabfall verteilt sich nun über die Widerstände 17

bzw. 19 und den entsprechenden Teil des Spannungsteilers 18. Steht der geerdete Schieber im Punkt I, so wird der Punkt II eine gegenüber Erde negative Spannung haben, deren Größe 5/6 des Spannungsabfalles am Widerstand 20 beträgt. Es ergibt sich also eine wirkungsvolle Steuerung der Gitter der Röhren 1, 3, 4 im Sinne einer reinen Schwundregelung, denn Punkt I und damit die Gitter der Dämpfungsröhre 10 und der Regelröhre 11 sind geerdet und unterliegen also keinen Spannungsschwankungen. Befindet sich der Schieber des Spannungsteilers 18 in der Stellung II,

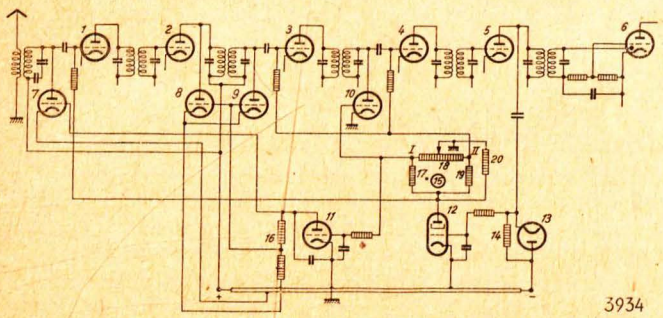


Abb. 21. Schaltung mit Einstellanordnung für Bandbreite und Verstärkung

so sind umgekehrt die Gitter der Verstärkerröhren 3 und 4 geerdet und auf konstanter Spannung, während die Gitter der Dämpfungsröhre 10 und der Regelröhre 11 den Spannungsschwankungen durch die wechselnde Trägerwellenamplitude unterworfen sind, und somit eine selbsttätige Bandbreiteregelung und eine selbsttägige Lautstärkeregelung eintreten. Je nach der Stellung des Schiebers auf dem Widerstand 18 kann also das Maß der Bandbreiteregelung bestimmt werden. Die Schaltung hat sich als durchaus brauchbar erwiesen.

Berücksichtigung der Nachbarsender

Die eben beschriebene Schaltung krankt freilich wieder an demselben Leiden, das zur Entwicklung von Anordnungen zur selbsttätigen Bandbreiteregelung geführt hat: Es ist ein zusätzlicher Regelknopf notwendig, dessen Bedienung vielen Hörern Schwierigkeiten machen würde. Andererseits ist es aber auch, wie oben be-

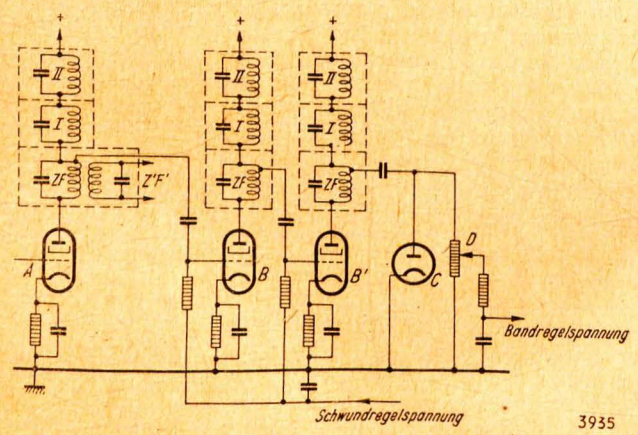


Abb. 22. Bandbreiteregelung in Abhängigkeit von der Feldstärke der Nachbarsender

schrieben, durchaus nicht ideal, die Regelung nur von der Trägerwellenamplitude abhängig zu machen. Diese Überlegungen haben zu einer Schaltung geführt, die von B. D. Corbett [1]) entwickelt worden ist. Die Größe der Regelspannung ist bei dieser Schaltung nicht mehr nur abhängig von der Größe der Trägerwellenamplitude des zu empfangenden Senders, sondern auch von der der Nachbarsender. Es wird also das Verhältnis der Feldstärken des zu empfangenden Senders zu den Feldstärken der Nachbarsender für die selbsttätige Bandbreiteregelung maßgebend. Dann kann es nicht mehr vorkommen, daß ein starker Sender bei noch stärkeren Nachbarsendern mit zu großer Bandbreite oder ein schwacher Sender ohne Nachbarsender mit zu geringer Bandbreite empfangen wird. Es handelt sich dabei also um eine Schaltung zur Erzeugung der Regelspannung, die mit allen bekannten Anordnungen zur eigentlichen Bandbreiteregelung zusammen arbeiten kann.

Eine Zwischenlösung, die aber noch nicht das Ideal darstellt, regelt die Bandbreite selbsttätig in Abhängigkeit von der Feldstärke nur der Nachbarsender. Die Aufgabe ist also die, eine Schaltung zu schaffen, in der eine Regelspannung erzeugt wird, die sich in Abhängigkeit von der Feldstärke der der Empfangsfrequenz benachbarten Sender ändert. Das ist, wenn auch mit großem Aufwand, mit der Schaltung nach Abb. 22 gelungen. Hier ist *A* eine Zwischenfrequenzverstärkerröhre oder auch die Mischröhre, in deren Anodenkreis, in Reihe miteinander, drei Schwingungskreise liegen. Der eine *(ZF)* ist auf die Zwischenfrequenz abgestimmt und zu ihrer Weiterleitung mit einem Schwingungskreis *ZF'* gekoppelt. Die anderen *I* und *II* sind auf Frequenzen 9 kHz ober- und unterhalb der Zwischenfrequenz abgestimmt. Zwischen dem Verbindungspunkt der Kreise *ZF* und *I* und dem + Punkt tritt also ein Spannungsabfall von Strömen in Frequenzen 9 kHz ober- und unterhalb der Zwischenfrequenz auf, der über einen Koppelkondensator den Regelverstärkerröhren *B* und *B'* zugeleitet wird. Die Anodenkreise dieser Regelverstärker sind ebenso ausgebildet wie der der Röhre *A*. Hier wirken die Kreise *ZF* als Sperrkreise für die Zwischenfrequenz, so daß dem Gleichrichter C eine nur von der Größe der Amplitude der Nachbarsender abhängige Wechselspannung zugeführt wird. Eine entsprechende Regelgleichspannung steht also am Widerstand *D* zur Verfügung. Alle einzelnen Schwingungskreise müssen sorgfältig voneinander abgeschirmt sein, wie das durch die gestrichelten Rechtecke angedeutet ist.

Berücksichtigung von Nachbar- und zu empfangenden Sender

Von dieser Schaltung ist es hinsichtlich des Aufwandes nur noch ein kleiner Schritt zu der, die sowohl die Feldstärke des zu empfangenden als auch die der Nachbarsender berücksichtigt. Es ist dazu lediglich notwendig, daß die Verstärkung der Hilfsröhren *B* und *B'* durch Änderung ihres Steuergitterpotentials in Abhängigkeit von der Feldstärke des zu empfangenden Senders geregelt wird. Es braucht den Steuergittern nur die zur selbsttätigen Lautstärkeregelung zur Verfügung stehende Regelspannung zugeführt werden. Durch eine solche Anordnung erreicht man bei geeigneter Bemessung der einzelnen Teile, so daß also die verschiedenen Wirkungen richtig aufeinander abgestimmt sind, immer nahezu das Optimum der Bandbreite. Es ist zweckmäßig, das in der Abb. 22 dargestellte Filter an einer Stelle des Empfängers einzuschalten, an der die Selektivität noch nicht den höchsten Wert erreicht hat, also so weit vorn wie möglich.

Die zuletzt beschriebene Schaltung stellt das Neueste dar, was auf dem Gebiet der selbsttätigen Bandbreiteregelung bekannt geworden ist. Zwar ist der Aufwand, der zu ihrer Verwirklichung notwendig ist, recht groß, aber sie scheint auch die an sie gestellten Erwartungen vollauf zu erfüllen. Es bleibt also nur zu hoffen, daß es gelingt, auch den Aufwand noch zu verkleinern, damit auch die für die Mehrzahl der Rundfunkhörer erschwinglichen Rundfunkempfänger mittlerer Qualität mit einer optimal wirkenden Schaltung zur setbsttätigen Bandbreiteregelung ausgerüstet werden können.

Zeichnungen vom Verfasser

[1]) Vergl. Wireless world vom 29. 11. 1935.

Allstrom-Kofferempfänger mit 55-Volt-Röhren

Von **Walter Stockhusen**

Die in Heft 9 unter „Eichbarer Einkreis-Empfänger für 55-Volt-Röhren" angekündigte Veröffentlichung zu einer ausführlichen Bauanleitung mit allen erforderlichen praktischen Angaben erscheint nachfolgend. Dieser Aufsatz bringt auch rückwirkend manche praktischen Hinweise für die in Heft 9 veröffentlichte Schaltung und ebenso auch für den Aufbau des Empfängergestells der vom Verfasser in Heft 8 veröffentlichten „Erprobten Schaltungen für 2-Volt-Schirmröhren".

Die stromsparenden 55-Volt-Röhren der V-Reihe eignen sich nicht nur wegen des kleinen Leistungsverbrauchs besonders gut für eine Verwendung in Allstrom-Kofferempfängern, sondern vor allen Dingen auch wegen ihrer geringen Betriebswärme. Der kleine Heizstrom von nur 50 mA erwärmt nicht nur die Röhrenkolben sehr wenig, sondern auch die erforderlichen Vorwiderstände zeigen nur eine sehr geringe Erwärmung. Diese Tatsache fällt bei dem engen Aufbau von Kofferempfängern besonders ins Gewicht, ist doch bei allzu engem Aufbau mit Röhren der C-Reihe und einer ungenügenden Ausführung der Lüftung eine so starke Erwärmung der Einzelteile beobachtet worden, daß empfindliche Teile beschädigt wurden (z. B. Blockkondensatoren).

Über die Zweckmäßigkeit und Berechtigung von Allstrom-Kofferempfängern ist in dieser Zeitschrift und insbesondere auch in anderen Veröffentlichungen des Verlages ausführlich geschrieben worden, so daß wir jenen Begründungen nichts mehr hinzuzufügen brauchen und gleich mit der praktischen Bauanleitung beginnen können. Die Schaltung ist schon früher [1]) veröffentlicht worden. Die für die Ausführung als Kofferempfänger erforderlichen Änderungen

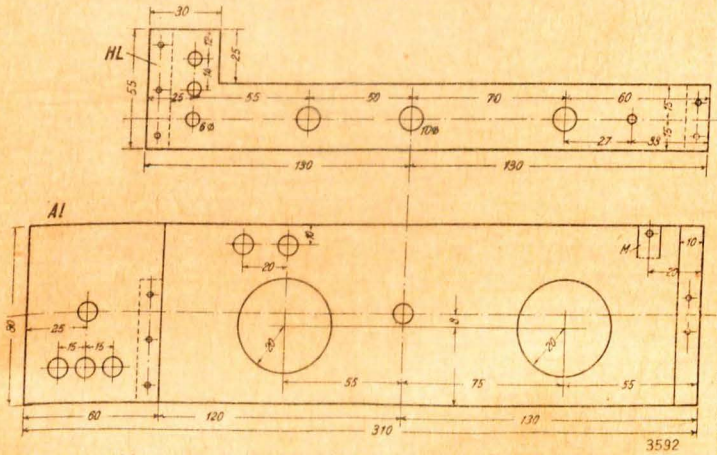


Abb. 1. Maß- und Bohrplan für die beiden Teile des Empfängergestells

der Schaltung sind so geringfügig, daß sie hier mit einigen Worten mitgeteilt werden können und die Wiederholung der ganzen Schaltung [2]) unnötig erscheint. Für den kleinen Drehkondensator C_a wird aus Raumgründen ein Festkondensator von 50 cm eingesetzt. Die Tonabnehmerschaltung wird am besten zunächst ganz fortgelassen, da man an einen Kofferempfänger doch nur selten noch ein gesondert zu tragendes Schallplattengerät anschließen wird. Ähnliches gilt für die Ausführung der in Abb. 8, Seite 264, und Abb. 6 der vorliegenden Bauanleitung vorgeschlagenen Spannungsumschaltung des Heizkreises. Ein Allstrom-Kofferempfänger müßte eigentlich die Anpassungsfähigkeit an jede Netzspannung aufweisen, andererseits kann der Netzteil erheblich einfacher aufgebaut werden, wenn man sich nur für e i n e Spannung entschließt.

[1]) Siehe „Funk" 1936, Heft 9, Seite 261.
[2]) Siehe „Funk" 1936, Heft 9, Seite 261, Abb. 3.

Die praktische Bauanleitung ist mit besonderer Ausführlichkeit in den Abb. 1 bis 9 gegeben, wie dies für die Sonderbauform eines Kofferempfängers erforderlich ist. Aufbau, Verdrahtung und spätere Prüfung werden durch den getrennten Aufbau von Empfänger und Netzanschlußteil sehr vereinfacht. Für den Aufbau des Empfangsteiles finden wir in den Abb. 1 bis 5 die erforderlichen Unterlagen. Das Aluminium-Empfängergestell ist so entworfen, daß trotz gedrängten Aufbaues jede Verbindung unbehindert verlegt werden kann. Das Gestell besteht aus dem in einigen Winkeln gebogenen Aluminiumblech *Al* und der Hartpapierleiste *HL*, die zu einem Rahmen zusammengefügt werden, so daß sich die Einzelteile gegenüberliegen und so bei gedrängtem Aufbau sehr kurze Verbindungen erreicht werden. Die Einzelteile sind dabei trotzdem von drei Seiten zugänglich, also noch leichter zu verdrahten, als etwa die Unterseite eines Normal-Empfängergestells. Der Maß- und Bohrplan für *Al* und *HL* ist in Abb. 1 wiedergegeben. Abb. 2 zeigt, wie das Aluminiumblech (etwa

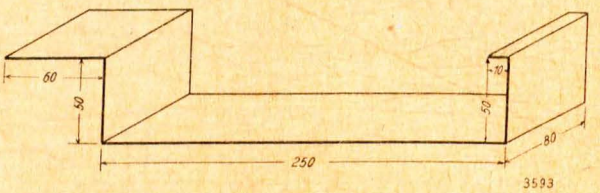


Abb. 2. Wie das Aluminiumblech zum Schmalwinkel-Empfängergestell zu biegen ist

2 mm stark) nach Anbringung der Bohrungen und Ausschnitte zu biegen ist. Zur Raumersparnis sind in Abb. 1 die in Abb. 2 senkrecht stehenden Teilstücke des Bleches nicht mitgezeichnet, da sie keine Bohrungen und Ausschnitte erhalten. Gemäß Abb. 2 soll das zu verwendende Aluminiumblech 420 × 80 × 2 mm groß sein.

Vor dem Zusammenfügen der Teile werden auf ihnen zweckmäßig die Einzelteile laut Abb. 3, 4 und 5 befestigt. An *Al* wird zunächst der Drehkodensator C_g mit kurzen Metallschrauben angeschraubt; der in der Einzelteilliste vorgeschriebene Typ enthält drei Bohrungen, die in übereinstimmender Weise auch in *Al* eingebohrt werden (für C_g werden also nicht die unten liegenden Schrauben des C_g benutzt, sondern die seitlichen Bohrungen mit neuen 3-mm-Metallgewindeschrauben). Ebenso werden die beiden Röhrenfassungen mit kurzen Metallgewindeschrauben in *Al* eingesetzt. Der Spulensatz *F* wird mit einer schon an diesem befindlichen Befestigungsschraube an einem nach Abb. 1 aus dem Aluminiumblech herausgebogenen Winkel befestigt, so daß die Kontaktreihe senkrecht zu *Al* zu liegen kommt (vgl. auch Abb. 4). Als Ausschalter eignet sich hier am

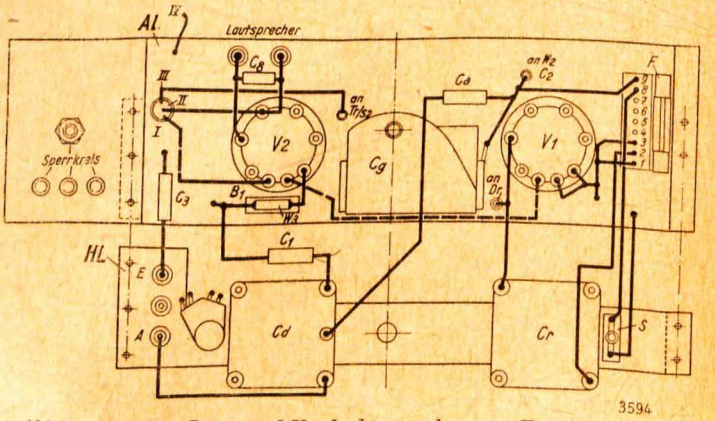


Abb. 3. Aufbau-, Lage- und Verdrahtungsplan zum Empfängerteil

besten ein sog. Schnurschalter, der in die Netzleitung eingesetzt wird. Dadurch lassen sich auch einige Verbindungen vom Empfänger zum Netzanschlußteil einsparen.

Die Verdrahtung kann z. T. schon vor dem Zusammenfügen der Teile *Al* und *HL* erfolgen, so daß man nachher nur noch die Verbindungen der Einzelteile von *Al* nach *HL* auszuführen hat. In Abb. 3 sind die Empfängerteile auseinander gelegt gezeichnet, um die Verbindungen zeigen zu können. In Wirklichkeit sind diese ganz wesentlich kürzer und oft nur wenige Zentimeter lang. Ebenso liegt die Kontaktleiste vom Spulensatz *F* senkrecht zu *Al*. Die in einem Punkt endenden Verbindungen sind direkt mit dem Aluminiumblech zu verlöten (mit Aluminiumlot). Als Schaltdraht ist durchweg versilberter und isolierter Kupferdraht zu verwenden. Doppeltgezeichnete Kreise in *Al* bezeichnen isolierte Durchführungen durch *Al*. Der Niederfrequenz-Transformator *Tr* und die Hochfrequenz-Drossel

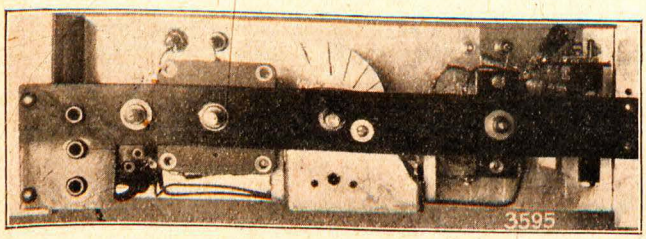


Abb. 4. Aufsicht auf das schmale, nur 8 cm breite Empfängergestell, Frontplatte abgenommen

Dr liegen gegenüber von *Cg* auf der anderen Seite des Aluminiumgestells und sind daher in Abb. 3 nicht sichtbar. Für den Lautsprecher, der selbstverständlich mit in das Koffergehäuse eingebaut wird, sind in *Al* 2 Buchsen isoliert einzusetzen, um ihn später zu Prüfungen usw. abnehmen zu können. An welcher Stelle am zweckmäßigsten die etwa doch gewünschten Tonabnehmerbuchsen einzusetzen sind, zeigen die Lichtbilder (neben *F*).

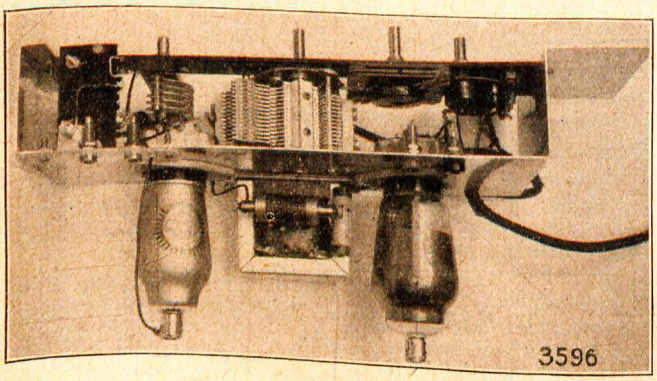


Abb. 5. Hier ist die einfache und doch gedrängte Bauform besonders gezeigt

Der Sperrkreis, der bei jedem Einkreisempfänger erforderlich ist, wird als Einbausperrkreis mit Hochfrequenz-Eisenkernspulen auf der in den Abbildungen noch freien Fahne des Aluminiumbleches befestigt. Als Anschluß dafür werden drei Steckerbuchsen neben dem Sperrkreis isoliert in *Al* eingesetzt. Mit einer kurzen Steckerlitze kann man dann die geeignetste Buchse mit der Antennenbuchse verbinden. In Abb. 3 ist noch eine freie Steckerbuchse zu erkennen, man kann sie mit Kontakt 7 oder 6 des Spulensatzes verbinden und erhält dann noch eine weitere Antennen-Ankopplungsmöglichkeit.

Aufbau und Verdrahtung des Netzteils sind aus Abb. 6 zu ersehen. Als Grundplatte eignet sich hier 5 mm starkes Sperrholz am besten, weil alle Einzelteile mit Holzgewindeschrauben auf einem solchen Brett befestigt werden können. Die Achtpol-Röhrenfassung kann natürlich nicht versenkt werden und wird deshalb mit drei entsprechend langen Metallgewindeschrauben etwas erhöht befestigt. Die Netzanschlußstecker werden im vorschriftsmäßigen Abstand isoliert auf einem kleinen Metallwinkel eingebaut, ebenso der Spannungsumschalter *SU*, der in Abb. 6 zur Verdeutlichung in der Aufsicht gezeichnet wurde. Es ist bei diesem Schalter unbedingt darauf zu achten, daß die Federkontakte sicher voneinander und von der Schalterachse isoliert sind

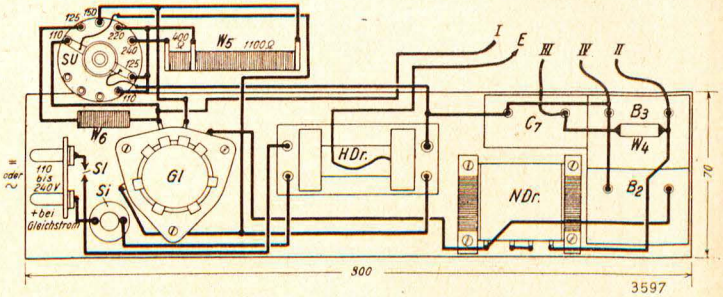


Abb. 6. Lage- und Verdrahtungsplan zum Netzanschlußteil

und keine Verwechslung bei der Verdrahtung entsteht. Ein hier unbeachtet gebliebener Fehler muß u. U. mit einem Röhrensatz bezahlt werden. Deshalb muß die später vielleicht einmal notwendige Bedienung dieses Schalters auch mit ganz besonderer Aufmerksamkeit erfolgen. Am besten wird *SU* so angeordnet, daß er nicht unmittelbar von außen bedienbar ist, etwa indem man als Bedienungsknopf einen kleinen Schalthebel anbringt, der dann durch einen im Gehäuse eingeschnittenen Schlitz mittels eines beliebigen Stiftes bedient werden kann. Im übrigen ist für den Netzanschlußteil auch das dazu im voraufgegangenen ersten Teil dieser Bauanleitung [1]) Gesagte zu beachten.

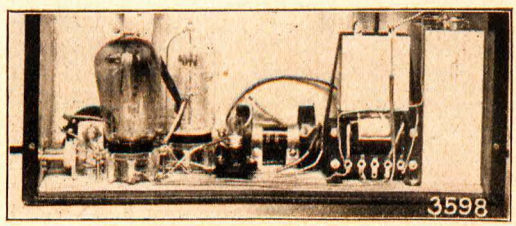


Abb. 7. Der Netzteil auf der unteren Schmalseite des Koffers

Für diesen Kofferempfänger können wir nur eine kleinere Skala verwenden. Enthält diese keine Beleuchtungseinrichtung, so ist die Zwerglampe *Sl* dicht neben den Netzsteckern einzubauen, wie dies in Abb. 6 schon für *Si* gezeigt

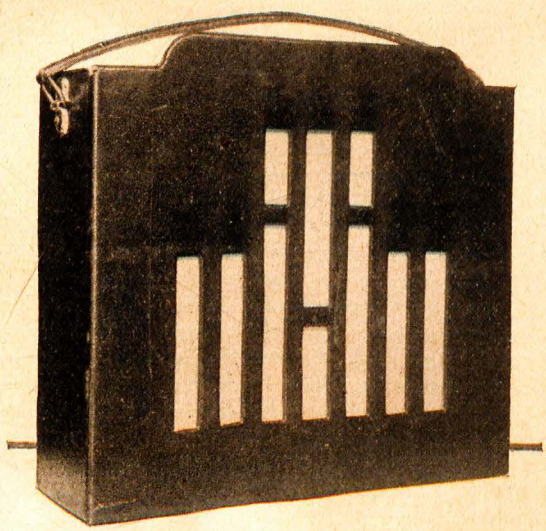


Abb. 8. Rückansicht des Kofferempfängers mit den Schall- und Lüftungsausschnitten

ist. Die zusammengehörigen Verbindungen von Netz- und Empfängerteil sind in Abb. 3 und 6 mit gleichen Ziffern gekennzeichnet. Um hier eine Verwechslung zu vermeiden, sind die betr. Gummiaderlitzen an den Enden mit verschiedenfarbigem Isolierschlauch zu überziehen. Der Netzanschlußteil wird später direkt auf der unteren Schmalseite des Koffergehäuses befestigt (Abb. 7); der dort noch neben der Gleichrichterröhre sichtbare Eisenwasserstoffwiderstand ist jedoch für diese Schaltung nicht anwendbar, da es für 0,05 Amp. noch nicht einen solchen Widerstand im Handel gibt.

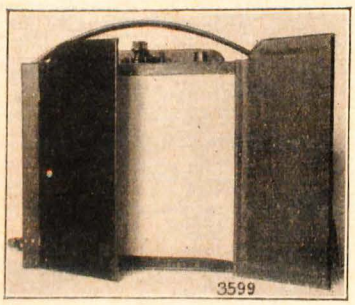


Abb. 9. Der Allstrom-Kofferempfänger mit den Schutz- und Schalltüren

Über die Inbetriebnahme und das dabei zu Beachtende ist ebenfalls Ausreichendes in der früheren Veröffentlichung mitgeteilt worden. Man kann dazu zunächst die beiden Geräteteile nebeneinanderlegen und den Einbau in einen passenden Koffer dann vornehmen, wenn der Empfänger so seine Vorprüfung bestanden hat. Das Koffergehäuse kann sehr leicht selbst gebaut werden (vgl. Abb. 8), ebenso kann ein besonders flacher Lautsprecher im Selbstbau hergestellt werden.

Selbt an kurzen Antennen von 6 bis 8 m bringt dieser Allstrom-Kofferempfänger den Bezirkssender, sofern dies nicht gerade ein kleiner Nebensender ist, in einem Umkreis von 50 bis 100 km in guter Lautstärke in den Lautsprecher, am Abend ist eine ganze Reihe Großsender gut hörbar.

In Abb. 9 bringen wir noch eine Vorderansicht des fertigen Kofferempfängers in einer Ausführung, die im geschlossenen Zustand den Lautsprecher schützt und geöffnet eine kleine Schallwand ergibt.

(Alle Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser. Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68) Abb. 8 aus: „Neuzeitliche Reise-Empfänger"

Liste der Einzelteile

Es sind alle Einzelteile notwendig, wie in der Liste in Heft 9, Seite 265, angegeben, mit folgenden kleinen Änderungen und Ergänzungen:

Nr.	Anzahl	Einzelteil	Symbol	Größe
2	—	fällt fort, dafür 1 kleine Aufsetzskala		
3	1	Blockkondensator, verlustarm	C_a	50 cm
26	1	Stufenschalter 2×5 fach	SU	
26a	1	einfacher Schiebeschalter als Wellenbereichschalter		
31	1	Aluminiumplatte 420×80×2 mm	Al	
31a	1	Hartpapierleiste 260×55(30)×3 mm	HL	
22	1	Streifenwiderstand mit Abgreifschelle	W_5	1500 Ohm
22a	1	Drahtwiderstand	W_6	150 Ohm

Die Berechnung von Kurvenrädern für Rundfunkempfänger

Von **Rudolf Schadow**

Kurvenräder und Kurvenscheiben werden in der Funktechnik bereits seit einiger Zeit verwendet, wenn es sich darum handelt, lineare Drehbewegungen aus ungünstig gekrümmten Abstimmkurven zu erzielen, wofür als praktisches Beispiel die Ausführungen einiger Skalenantriebe anzusehen sind. Die Forderung der Einknopfabstimmung auch für einfachste Geräte kann das Anwendungsgebiet von Kurvenrädern jedoch erheblich erweitern. Es sei hierbei nur an die mitlaufende Antennenabstimmung oder die Ausführung einer selbsttätigen Rückkopplung erinnert. Daß die Verwendung von Kurvenübersetzungen im Empfängerbau bisher nur in wenigen Fällen erfolgte, läßt sich dadurch erklären, daß die Berechnung nicht ganz einfach ist. Auf keinen Fall wird es praktisch sein, solche Übersetzungen auf rein experimenteller Grundlage zu ermitteln. Die folgenden Ausführungen sollen daher die Planung von Kurvenübersetzungen behandeln, die an Hand graphischer Unterlagen aufgestellt werden.

Vorerst sei der Begriff „Kurvenräder" etwas eingegrenzt, damit bei der praktischen Auswertung der Berechnung keine Irrtümer entstehen. Es gibt nämlich prinzipiell zwei Arten von Kurvenübersetzungen, die durch Kurvenscheiben erzielt werden: 1. Seilzüge, wobei die Kurvenscheiben als Seilscheiben ausgeführt sind, und 2. Exzenter, wobei die Kurvenscheiben ein stetiges Druckmoment auf das übersetzte Organ ausüben. Einfache Beispiele für den Fall 2 sind die für die Wellenbereichanzeige in Skalenanordnungen verwendeten Nockenscheiben oder in der niedrigsten Form die in den heutigen Schaltern verwendeten Schaltnocken, wobei es jedoch auf eine besondere Kurve nicht ankommt. Die folgenden Ausführungen werden sich nur mit Seilausführungen von Kurvenübersetzungen befassen, wobei die sogenannte Abwälzung des Übertragungsseiles vom Umfang der gekuppelten Räder den Maßstab der Übersetzung ergibt.

Eine Kurvenscheibe ist jedoch ein nicht ganz einfach herzustellendes Gebilde, dessen Anwendung man sich vorher reiflich überlegen wird. Es ist daher gut, wenn wir zunächst die Anwendungsmöglichkeiten, ihre Umgehung und schließlich die Grenzen der Ausführung behandeln.

Nehmen wir als erstes Beispiel die Herstellung einer Einknopfabstimmung zwischen zwei Drehkondensatoren an, deren Kurven die Linien 1 und 2 in Abb. 1 beschreiben mögen. Es ist ohne weiteres klar, daß wir die annähernd parallel verlaufenden Kurven durch kapazitive Ausgleichs-

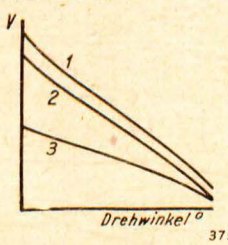


Abb. 1. Kurven von Abstimmkreisen, die elektrisch ausgleichbar sind

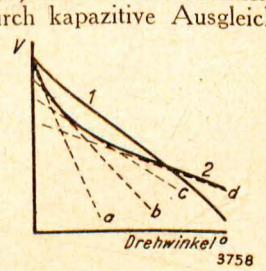


Abb. 2. Ausschließliche Anwendung einer Kurven-Übersetzung zur Abgleichung

mittel so in Übereinstimmung bringen können, daß sich mechanische Übersetzungen vermeiden lassen. Auch die Kurve 3 läßt sich durch elektrische Hilfsmittel so gestalten, daß sie sich über die gleiche Skalenlänge des Drehwinkels der übrigen Kurven erstreckt. Eine mechanische Übersetzung wäre aber in dem Fall erforderlich, wenn es sich um ungleiche Abstimmeinrichtungen, z. B. die Verbindung eines Drehkondensators mit einer Drehspule, handelt. Soweit man es durch elektrische Maßnahmen in der Hand hat, eine Übereinstimmung der Kurven zu erzielen, wird man selbstverständlich mechanische Kurvenübersetzungen vermeiden.

Aussichtslos ist eine elektrische Abgleichung für die Kurven 1 und 2 in Abb. 2, da hierdurch nur die Anfangs- und Endpunkte der Kurve beeinflußt werden können. Gegenüber der Kurve 1, die eine annähernde Gerade beschreibt, können wir bei der Kurve 2 etwa vier Richtungsänderungen erkennen, die mit den Buchstaben *a* bis *d* gekennzeichnet sind. Zugleich sei an diesem Beispiel gezeigt, woran wir eine schwierig herzustellende Kurvenübersetzung erkennen. Es kommt nämlich nicht auf die Neigung der übersetzten Kurve im Verhältnis zur Ausgangskurve an, denn jede der vier gestrichelt gezeichneten Kurven wäre denkbar einfach herzustellen. Die veränderte Neigung deutet ja lediglich auf eine andere Geschwindigkeit des Drehmomentes hin. Schwierig herzustellen ist aber das Verhältnis der verschiedenen Geschwindigkeiten in ein- und derselben Kurve, in Abb. 2 also der Übergang aus der Richtung *a* in *b* und

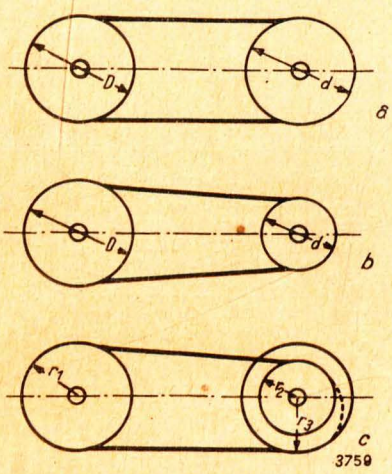


Abb. 3. Die Entstehung des Kurvenrades

von *b* in *c*, während der Übergang von *c* zu *d* ein erheblich kleineres Verhältnis darstellt. Welche Grenzen hier gezogen sind, erkennen wir erst bei der praktischen Ausführung, da das Rad bei einem großen Richtungswechsel der Kurve eine entsprechend hohe Steigung erfahren muß. In der folgenden Beschreibung über die planmäßige Entstehung eines Kurvenrades erkennen wir diese Grenzen besser.

Eine andere Voraussetzung für die Anwendung von Kurvenseilscheiben ist die, daß beide Kurven gleichmäßig an- oder absteigenden Charakter besitzen. Weniger von Bedeutung ist es, wenn die in Übereinstimmung zu bringenden Kurven entgegengesetzten Richtungscharakter haben, da durch Kreuzen des Antriebsseiles eine Umkehrung der Drehrichtung erfolgen kann.

Grundsätzliche Überlegungen über den Aufbau eines Kurvenrades wollen wir an Hand der Abb. 3 anstellen. Abb. 3 a zeigt zwei durch ein Seiltrieb gekuppelte Räder. Das antreibende Rad bezeichnen wir für alle Fälle mit R_1 und den Durchmesser mit D. Die Abstimm- oder sonstige Kurve des Regelgliedes, auf dessen Achse sich das antreibende Rad befindet, interessiert uns nicht, wenn wir bei allen Berechnungen die Regelkurve des anzutreibenden Abstimmelementes auf die Drehbewegung des ersteren beziehen. Mit anderen Worten: Wir setzen bei der Aufstellung einer Regelkurve für das anzutreibende Glied, auf dessen Achse sich R_2 befindet, die Regelkurve des Rades R_1 als geradlinig voraus, so daß wir für Rad R_1 nur die Winkelgrade in gleichmäßiger Teilung einzusetzen haben. Den Durchmesser des Rades R_2 bezeichnen wir zunächst mit d. Verlaufen beide Kurven übereinstimmend, so daß einer Drehung von x Winkelgraden des Rades 1 ebenfalls x Winkelgrade des Rades 2 entsprechen, so ergibt sich ein Übersetzungsverhältnis von 1 : 1. Beträgt daher die gesamte Drehbewegung von R_1 180°, so entsteht durch die Seilabwälzung vom Rade ein Seilweg, der dem halben Umfang von $R_1 = \frac{D \cdot \pi}{2}$ entspricht. Der Weg des Seiles überträgt sich auf das Rad R_2, wobei dieses eine Drehbewegung ausführt, die vom Umfang des Rades $R_2 = \frac{d \cdot \pi}{2}$ abhängt. Da für den Umfang nur die Werte D bzw. d ausschlaggebend sind, genügt es, wenn wir die verschiedenen Durchmesser der Räder in ein entsprechendes Verhältnis bringen. Bei dem Übersetzungsverhältnis 1 : 1 erhalten also beide Räder den gleichen Durchmesser.

Soll nun beispielsweise mit dem Rad R_1, welches sich auf einem Drehkondensator mit 180° Drehbewegung befinden möge, ein Dreh-Spannungsteiler mit 270° größtem Drehwinkel angetrieben werden, so ergibt sich ein Drehverhältnis von 180 : 270 = 1 : 1,5. Das angetriebene Rad muß im Verhältnis 1 : 1,5 schneller laufen, um in der gleichen Zeit einen Drehwinkel von 270° zu beschreiben. Der Umfang des Rades R_2 ist daher kleiner als R_1 zu machen, und zwar entspricht der Durchmesser $d = \frac{D}{1{,}5}$. Wir erhalten ein Bild ähnlich Abb. 3 b.

Bei dem vorstehend behandelten Beispiel verläuft die Kurve des angetriebenen Rades R_2 geradlinig und besitzt nur einen anderen Neigungswinkel. Der Neigungswinkel der Geraden ist ein Maß für die Geschwindigkeit des Rades R_2 im Verhältnis zu R_1. Bei einer Geraden ist jedoch die Geschwindigkeit an allen Punkten die gleiche.

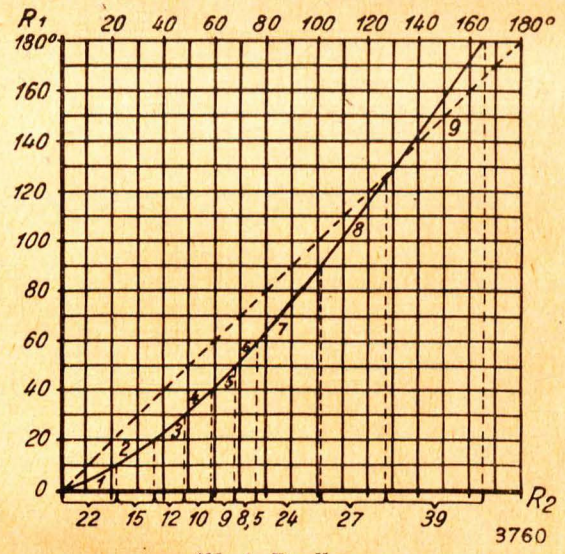


Abb. 4. Regelkurve

Verläuft die Drehbewegung des angetriebenen Abstimmorganes gegenüber dem Rad R_1 in Form einer Kurve, so ist R_2 mit verschiedener Geschwindigkeit anzutreiben. Nehmen wir z. B. an, das angetriebene Abstimmorgan liefe anfangs 1,5 mal so schnell als R_1, um zum Schluß auf die gleiche Drehgeschwindigkeit zu kommen wie R_1. Am Anfang müßten sich die Räder also $R_1 : R_2 = 1 : 1{,}5$ in ihrer Geschwindigkeit, in ihren Durchmessern sich jedoch wie $R_1 : R_2 = 1{,}5 : 1$ verhalten. Am Ende müßten dagegen die beiden Räder im Verhältnis 1 : 1 stehen. Nach dieser Überlegung erklärt sich die Entstehung des Kurvenrades von selbst, denn wir müssen nur die verschiedenen Geschwindigkeitsverhältnisse auf dem Rad R_2 berücksichtigen und ihm eine Form geben, die sich aus den verschiedenen Durchmessern ergibt. Abb. 3 c veranschaulicht das Gesagte nochmals bildlich und zeigt punktiert auch den Übergang zwischen den beiden Geschwindigkeits-Verhältnissen. Wir werden dann natürlich nicht mehr von dem Durchmesser d reden, sondern den jeweiligen Radius $r_2 \ldots r_3$ angeben.

Die Berechnung eines Kurven-Antriebes sei nun an einem praktischen Beispiel ausgeführt. Zunächst ist für das anzutreibende Abstimmglied eine Regelkurve in Abhängigkeit

von der Drehbewegung des antreibenden aufzunehmen. Hieraus ergebe sich beispielsweise die in Abb. 4 gezeigte Kurve, wobei daneben die Drehbewegung des antreibenden Abstimmgliedes als gestrichelte Gerade gezeichnet ist. Auf der Senkrechten sind die Winkelgrade des antreibenden Abstimmelementes entsprechend R_1 abgetragen, auf der Waagerechten die Winkelgrade des angetriebenen = R_2. Die ermittelte Regelkurve ist nunmehr in einzelne Abschnitte zu

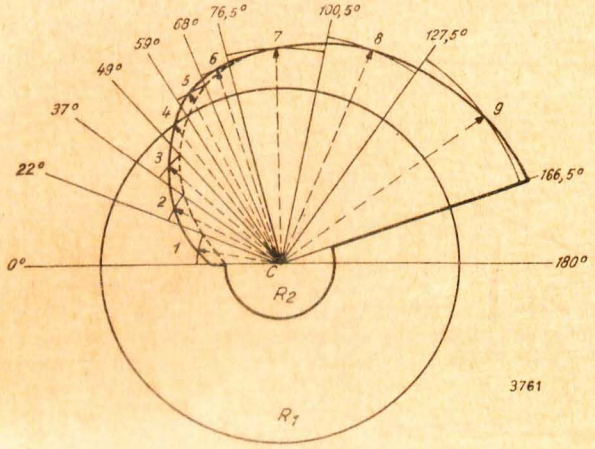
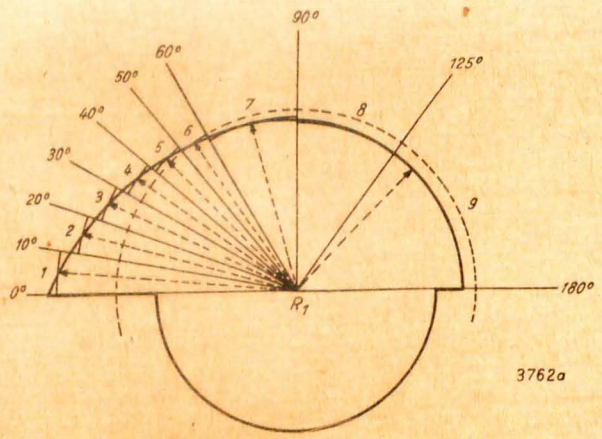


Abb. 5. Kurvenrad nach Kurve Abb. 4



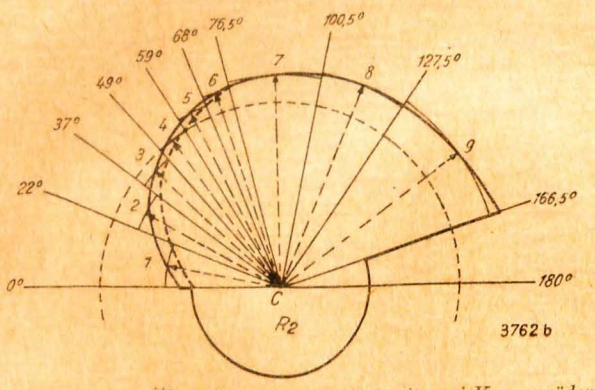


Abb. 6a, b. Kurven-Übersetzung nach Abb. 4 mit zwei Kurvenrädern

unterteilen, wobei wir von runden Zahlenwerten in Winkelgraden des Antriebes R_1 ausgehen. So stellen wir fest, daß einer Drehbewegung von 0 bis 10° von R_1 ein Drehwinkel von 0 bis 22° von R_2 entspricht. Für diese Strecke ergibt sich daher ein Verhältnis der Geschwindigkeiten von 10 : 22 bzw. von 1 : 2,2. Gehen wir an den nächsten Kurvenabschnitt von 10° bis 20° R_1, so ergibt sich für R_2 eine Drehbewegung von 22° bis 37°. Für die nächsten 10° der Drehbewegung von R_1 ergibt sich somit eine Drehung von 15° des Rades R_2. Die Geschwindigkeiten stehen im Verhältnis 1 : 1,5. Auf diese Weise ermitteln wir für die einzelnen Abschnitte nach Abb. 4 fortlaufend die Übersetzungsverhältnisse, und wenn die Änderungen stellenweise zu geringfügig sind, werden die Verhältnisse für größere Sprünge, z. B. 30 Winkelgrade, aufgestellt. Die einzelnen Kurvenabschnitte werden einer besseren Übersicht halber mit laufenden Nummern gekennzeichnet und hiernach eine Zahlentabelle aufgestellt. Für jedes Übersetzungsverhältnis ermitteln wir zugleich den Radius für den entsprechenden Abschnitt des Kurvenrades, damit die Zeichnung des Kurvenrades hintereinander erfolgen kann. Das Antriebsrad wurde bei dem vorliegenden Berechnungsbeispiel mit 120 mm ⌀ angenommen. Der Durchmesser des jeweiligen Kurvenabschnittes ergibt sich durch entsprechende Multiplikation oder Division mit dem Übersetzungsverhältnis. Für den Abschnitt 1 mit dem Verhältnis 1 : 2,2 ist daher 120 durch 2,2 zu dividieren, für den Abschnitt 2 mit dem Verhältnis 1 : 1,5 ergibt sich der Durchmesser aus $\frac{120}{1,5}$ usw. Wenn wir den entsprechenden Radius nachher zur Zeichnung des Rades benötigen, sind die gewonnenen Werte durch 2 zu dividieren. Die tafelmäßig ausgewertete Kurve bietet folgendes Bild:

Kurven-Abschnitt	lfde. Grade R_1	lfde. Grade R_2	Änderung von $R_1 : R_2$	Verhältnis $R_1 : R_2$	bei R_1 ⌀ = 120 mm Rechnung	⌀	r
1	10	22	10 : 22	1 : 2,2	$\frac{120}{2,2}$	54,5	27,3
2	20	37	10 : 15	1 : 1,5	$\frac{120}{1,5}$	80,0	40,0
3	30	49	10 : 12	1 : 1,2	$\frac{120}{1,2}$	100	50
4	40	59	10 : 10	1 : 1	120	120	60
5	50	68	10 : 9	1,1 : 1	120 · 1,1	132	66
6	60	76,5	10 : 8,5	1,2 : 1	120 · 1,2	144	72
7	90	100,5	30 : 24	1,25 : 1	120 · 1,25	150	75
8	125	127,5	35 : 27	1,3 : 1	120 · 1,3	156	78
9	180	166,5	55 : 39	1,4 : 1	120 · 1,4	168	84

Nach dieser Aufstellung kann das Kurvenrad gemäß Abb. 5 entwickelt werden. Hierzu ist ein radiales Netzwerk aufzustellen, indem für die einzelnen Kurvenabschnitte die Winkelgrade des Rades R_2 gezeichnet werden. In der Reihenfolge der einzelnen Abschnitte sind dann die oben ermittelten Radien abzutragen. Die Mitten der entstandenen Sektoren sind daraufhin kurvenmäßig zu verbinden, so daß endlich das stark ausgezogene Kurvenbild der Abb. 5 entsteht. — Betrachten wir das entstandene Kurvenrad näher, so erkennen wir, daß die Steigung in den ersten Abschnitten so steil verläuft, daß der Umfang größer wird, als er dem bestehenden Verhältnis nach werden dürfte. Um diesen Fehler auszugleichen, ist an Stellen großer Steilheit die in Abb. gezeichnete gestrichelte Kurve zu ziehen.

Die Schwierigkeiten für die Gestaltung eines Kurvenrades für den Ausgleich erheblicher Geschwindigkeitsunterschiede haben wir unter der Bezeichnung „Steilheit" jetzt kennen gelernt. Es ist möglich, die hierbei unvermeidlichen Fehler zu vermindern, wenn auch das antreibende Rad eine Kurvenform erhält, die entsprechend negativen Charakter besitzen müßte. Die Form des antreibenden Rades wird dann zweckmäßig frei nach den vorher ausgewerteten Ergebnissen so gestaltet, daß sich günstigere Übersetzungsverhältnisse ergeben. Wir werden dem Rad daher — unter Zugrundelegung der Kurve nach Abb. 4 — in den ersten Abschnitten einen erweiterten Umfang erteilen. Für die dann aufzustellenden Übersetzungsverhältnisse von $R_1 : R_2$ ist dann nicht ein einheitlicher Durchmesser, sondern jeweils der ent-

sprechende Radius des Kurvenabschnittes einzusetzen; es ändern sich dann also beide Durchmesser in der Rechnung. Zu berücksichtigen ist noch, daß das Winkelnetz des Rades R_1 für die Kurvenabschnitte von R_1 in Abb. 4 aufgestellt wird (Abb. 6 a), während R_2 die Abschnitte der für R_1 geltenden Winkelgrade erhält (Abb. 6 b).

Ein anderes praktisches Anwendungsbeispiel soll noch andeutungsweise an Hand der Abb. 7 erläutert werden. Die gleichmäßige Verteilung der Stationsnamen auf den neuzeitlichen Großsichtskalen ist ein vielversprechendes Anwendungsgebiet für solche Kurvenscheiben. Bekanntlich ergibt sich ein gleichmäßiger Senderabstand auf der Skala nur dann, wenn die Abstimmung frequenzgerade verläuft. Bei den heutigen Mehrfachkondensatoren mußte man aus Gründen des Raumbedarfs bei der Ausführung der sogenannten Mittellinienkondensatoren bleiben, die ein Zusammendrängen der Sender im unteren Abstimmbereich nicht vermeiden lassen. Abhilfe kann aber geschaffen werden, wenn die Übersetzung vom Abstimmkondensator zur Anzeigevorrichtung kurvenmäßig so beeinflußt wird, daß die

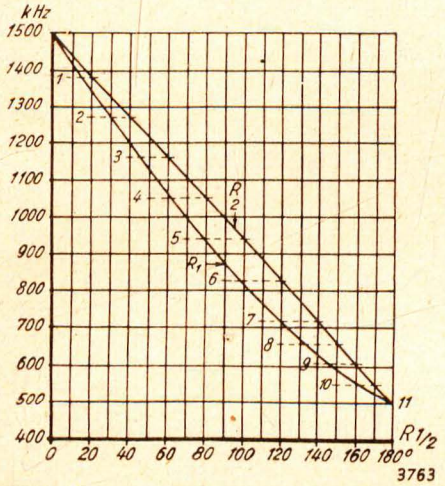


Abb. 7. Die Herstellung der idealen Frequenzkurve aus einer gegebenen Abstimmkurve

Kurvenabschnitt	lfde. Grade R_1	lfde. Grade R_2	Änderung von $R_1 : R_2$	Verhältnis $R_1 : R_2$	bei R_1 $r = 50$ mm Rechnung	r
1	15	20	15 : 20	1 : 1,3	50 × 1,3	65
2	30	40	15 : 20	1 : 1,3	50 × 1,3	65
3	45	60	15 : 20	1 : 1,3	50 × 1,3	65
4	61	80	16 : 20	1 : 1,25	50 × 1,25	62,5
5	79	100	18 : 20	1 : 1,1	50 × 1,1	55
6	99	120	20 : 20	1 : 1	50 × 1	50
7	120	140	21 : 20	1,05 : 1	50 : 1,05	47,6
8	132	150	12 : 10	1,2 : 1	50 : 1,2	41,7
9	145	160	13 : 10	1,3 : 1	50 : 1,3	38,5
10	161	170	16 : 10	1,6 : 1	50 : 1,6	31,3
11	180	180	19 : 10	1,9 : 1	50 : 1,9	26,5

ideale Frequenzgerade entsteht. In Abb. 7 haben wir als vorhandene Abstimmkurve des Empfängers die mit R_1 bezeichnete anzusehen. Die ideale Kurve zeichnen wir daneben; sie muß bei dem gleichmäßigen Frequenzmaß des Netzes eine Gerade ergeben und sich zwischen den beiden Endpunkten befinden. Bei der Aufteilung der Abschnitte gehen wir zweckmäßig von der Geraden aus (R_2) und ermitteln zunächst für je 10° Weg die entsprechende Drehung von R_1. Es ist nur nötig, die Schnittpunkte der Geraden mit runden Werten von Winkelgraden durch eine parallele Linie zur Waagerechten auf die bestehende Abstimmkurve (R_1) zu beziehen. Wenn wir dann in den einzelnen Kurvenabschnitten die Weglängen der beiden Kurven in Winkelgraden ermitteln, erhalten wir das Verhältnis der Übersetzung. So beschreibt in Abb 7 im Abschnitt 1 die ideale Kurve einen Weg von 20°, während die tatsächliche Abstimmkurve einen Weg von 15° zurücklegt. Die Berechnung und Auswertung geht im übrigen ebenso vor sich, wie das vorher behandelte Beispiel, lediglich mit dem Unterschied, daß zur Ermittlung der Übersetzungsverhältnisse Projektionslinien zu zeichnen sind (gestrichelte Linien). Neben der Abb. 7 befindet sich nochmals eine Zusammenstellung der ausgewerteten Kurvenabschnitte. Das Kurvenrad ist hierbei auf ein Antriebsrad von 100 mm ⌀ bezogen worden.

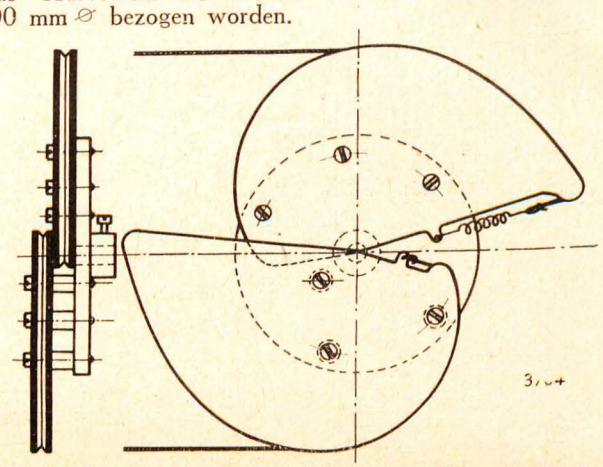


Abb. 8. Die praktische Ausführung eines Kurven-Seilrades

Soweit die Berechnung und graphische Herstellung der Kurvenform. Wie sieht nun die praktische Ausführung aus? Bei der Verwendung eines Kurven-Seilrades ist zu berücksichtigen, daß durch die Verlagerung des Mittelpunktes die miteinander gekuppelten Räder untereinander ihren Abstand im Verlauf der Drehung ändern. Der Seilzug könnte daher bei Verwendung einer Kurve allein nicht über die gesamte Drehbewegung straff gehalten werden. Es ist also erforderlich, einen Ausgleich zu schaffen, der das Seil in der gleichen Weise aufwickelt, wie es vom Kurvenrad abgewälzt wird. Das erreichen wir durch Verwendung von zwei gleichen Kurvenformen in einem Rad, die gegeneinander um 180° versetzt sind. Abb. 8 veranschaulicht die praktische Ausführung des Kurvenrades und zeigt auch in der Seitenansicht, daß die Scheiben so übereinander angeordnet werden müssen, daß sich die Scheiben bei der Seilabwälzung nicht gegenseitig hindern. Durch eine Zugfeder kann ein Ausgleich von mechanischen Ungenauigkeiten erzielt werden. Bei der Ausführung von Anordnungen mit zwei verschiedenen Kurvenrädern ist ebenfalls jede Einheit nach Abb. 8 herzustellen.

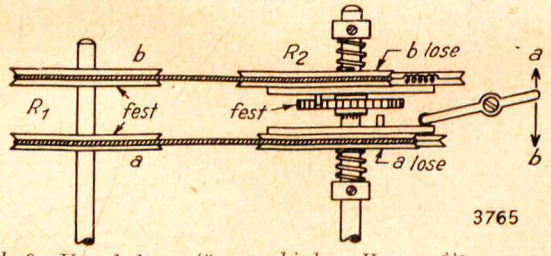


Abb. 9. Umschaltung für verschiedene Kurven-Übersetzungen. Durch eine Druckfeder werden die Seilscheiben, die sich lose auf der Achse befinden, gegen die mittlere Mitnahmescheibe (Zahnrad) gedrückt. Beim Einrasten des Stiftes erfolgt die Mitnahme. Der seitlich angebrachte Feststellhebel gestattet die wahlweise Umschaltung

Die Ausführung von Kurvenrädern nach graphischen Unterlagen in der hier beschriebenen Form ist verhältnismäßig einfach und besitzt den großen Vorzug, daß bei richtig durchgeführter Berechnung die Fehlermöglichkeiten gering sind. Durch die Aufteilung in einzelne Übersetzungsverhältnisse wird auch die Entstehung der Kurvenform äußerst anschaulich erscheinen und die Kontrolle über die vorgenommenen Berechnungen erleichtern.

Zeichnungen vom Verfasser

Die Selbstaufnahme von Nadeltonfilmen
unter besonderer Berücksichtigung des Gleichlaufproblems

Von

Dipl.-Ing. Julius Keßler

Obwohl das Nadeltonfilm-Verfahren von seiten der Tonfilmindustrie fast gänzlich aufgegeben wurde, besitzt es doch für Liebhaberversuche zur Zeit noch erhebliche Bedeutung, vor allem, weil die Schwierigkeiten und Kosten wesentlich geringer sind als bei der Aufnahme von Lichttonfilmen. Zur Schaffung von Familienerinnerungen, wobei es sich ja meist nur um einzelne kleine Szenen handelt, ist das Nadeltonfilmverfahren besonders geeignet, wenn die nachstehend beschriebenen Gesichtspunkte bei der Tonfilmherstellung berücksichtigt werden. Wesentlich größer werden die Schwierigkeiten aber bei Spielfilmen, die sich aus einer größeren Zahl verschiedener Szenen zusammensetzen. Man kann Schallplatten eben nicht wie einen Film in einzelne Teile schneiden und dann in der gewünschten Ordnung wieder zusammensetzen, sondern man kann nur den Tonteil derjenigen Szenen, die man benötigt, durch elektrisches Kopieren in der gewünschten Reihenfolge auf eine neue Platte übertragen, wobei aber des Synchronisierens wegen der Anschluß der einzelnen Tonstücke genau der Bildfolge entsprechen muß, was recht zeitraubend ist und eine sehr sorgfältige Arbeit bedingt. Aus diesen Gründen wurde der nachfolgenden Arbeit in der Hauptsache die Herstellung von Familienfilmen zugrunde gelegt; es würde den Verfasser freuen, wenn seine Anregungen auf fruchtbaren Boden fielen.

Der Plattenschneider

Bei den Nadeltonfilmen der Filmindustrie, die seinerzeit in manchen Lichtspielhäusern liefen, hatte man sich international auf eine Drehzahl der Schallplatte von nur 33⅓ U/min festgelegt; auch war der Plattendurchmesser bis auf 40 cm vergrößert worden. Dadurch erhielt man eine doppelt so lange Spieldauer, wie bei einer 30 cm großen Schallplatte der sonst üblichen Drehzahl von 78 U/min, d. h. eine Spieldauer von über 10 Minuten, die derjenigen eines normalen Filmaktes entspricht. Da aber die niedrigere Drehzahl eine kleinere Rillengeschwindigkeit zur Folge hat, als sie die normalen Schallplatten aufweisen, so wurde dadurch die Wiedergabe der hohen Töne und damit diejenige der Konsonanten beeinträchtigt. Wegen dieser Nachteile und weil ferner die Schmalfilmaufnahmekameras, soweit dem Verfasser bekannt, höchstens ein Fassungsvermögen von 30 m Film besitzen, die nur eine Aufnahme-Höchstdauer von vier Minuten (bei 16[1]) Bildern per Sekunde) zulassen, ist es für Liebhaber-Nadeltonfilmaufnahmen zu empfehlen, die normale Schallplattengeschwindigkeit, (d. h 78 U/min) zu benutzen. Hierbei ist natürlich im Sinne unserer Einleitung vorausgesetzt, daß nur Familienszenen u. ä. aufgenommen werden, wobei man sich also auch bei der Wiedergabe mit der Laufzeit von max. 30 m begnügt.

An Plattenschneider, die für Tonfilmaufnahmen Verwendung finden sollen, sind bezüglich der Betriebssicherheit weit höhere Anforderungen zu stellen, als an solche, die lediglich zur Aufnahme von bildlosen Schallvorgängen dienen. Denn mißlingt die Plattenaufnahme, so ist meist auch der aufgenommene, verhältnismäßig kostspielige[2]) Filmstreifen verloren. Um Mißerfolge zu verhüten, sind an die Plattenschneider nachstehende Anforderungen zu stellen:

1. Eine sehr exakte Rillenführung (zur Vermeidung des Überspringens einzelner Rillen bei der Wiedergabe, was den Synchronismus natürlich vollständig stören würde).

2. Das Schneiden einer verhältnismäßig tiefen Rille muß möglich sein (aus dem nämlichen Grunde).

3. Eine möglichst gute Tonaufzeichnung.

4. Möglichkeit des Schneidens großer Schallplatten (30 cm Durchmesser).

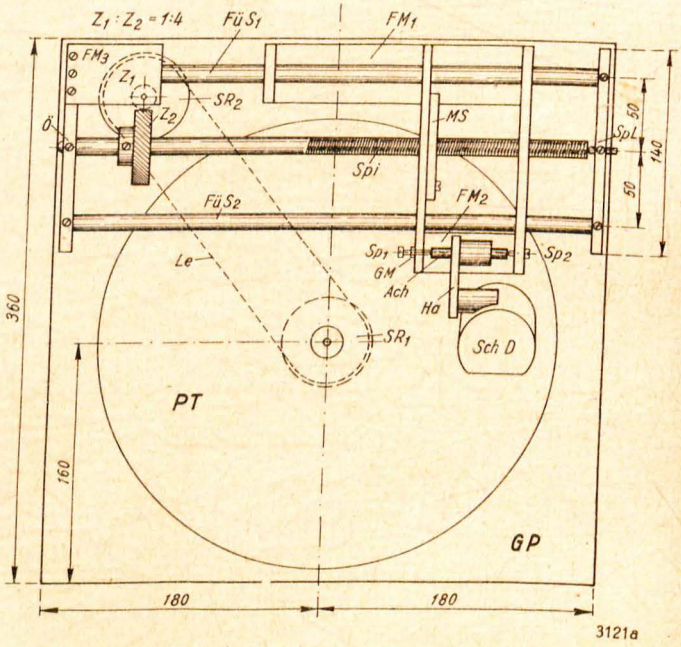


Abb. 1a. Der Plattenschneider. GP = Grundplatte, PT = Plattenteller, SchD = Schneidedose, Z_1 und Z_2 = Schraubenräder, SR_1 und SR_2 = Schnurräder mit V-Rille, Le = Lederrundschnur, $FüS_1$ und $FüS_2$ = Führungsstangen aus Silberstahl, Spi = Spindel, Ganghöhe 1 mm (aus Silberstahl), SpL = Spitzenlager, Ö = Ölloch, Sp_1 und Sp_2 = Spitzenschrauben 4 mm Gew., GM = Gegenmutter, Ach = Achse 8 mm Durchmesser, Ha = Haltearm

Um den genannten Anforderungen einigermaßen gerecht zu werden, hatte sich Verfasser den durch in Abb. 1 a und 1 b zeichnerisch und in Abb. 2 als Lichtbild wiedergegebenen Plattenschneider gebaut. Die wichtige Forderung[2]) zu erfüllen, gelang mit solchen handelsüblichen[3])

[1]) Beim Nadeltonfilm genügt es vollauf, mit einer Filmgeschwindigkeit von 16 Bildern je Sekunde zu arbeiten. Bemerkt sei, daß bei dem Lichttonfilm, bei dem auf gemeinsamem Filmstreifen Bild und Ton sich befinden, nur deshalb diese Geschwindigkeit auf 24 Bilder je Sekunde erhöht wurde, damit auch hohe Frequenzen einwandfrei aufgezeichnet werden können; vgl. „Funk-Bastler", 1929, Heft 45, Seite 723 und „Funk" 1934, Heft 32: Dr. Ernst Busse „Der Schmaltonfilm".

[2]) Für Tonfilmaufnahmen soll man mindestens 10 m Schmalfilm für eine Szene benutzen (im Gegensatz zu Stummfilmaufnahmen, wobei in den meisten Fällen 1 bis 5 m für eine Aufnahme genügen), wodurch sich die Tonfilmaufnahmen wesentlich verteuern.

[3]) Das gilt zum mindesten für das vom Verfasser erprobte Fabrikat.

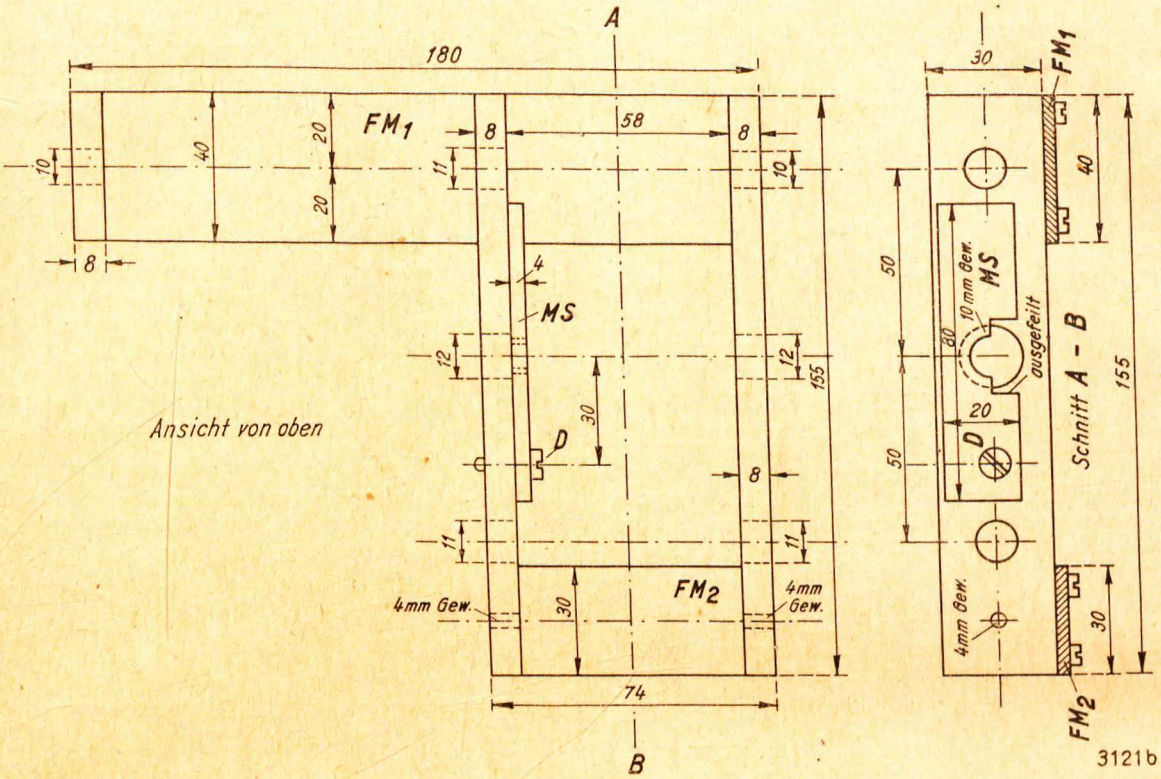


Abb. 1b. Maßzeichnung für den Schlitten des Plattenschneiders. FM_1 und FM_2 = Flachmessingstücke (Stärke 4 mm), MS = Mutterschloß (halbe Mutter), D = Drehpunkt für dieses

Tonarmen nicht, bei denen die die senkrechte Drehbewegung der Schneiddose ermöglichende Achse einen großen Abstand von dem Schneidstift hat.

Bei solchen Tonarmen trat, sobald tiefere Rillen in Gelatineplatten geschnitten wurden, ein so starkes Hüpfen der Schneidedose auf, daß die Aufnahme gänzlich unbrauchbar wurde. Deshalb erscheinen wenigstens für das Schneiden von Gelatineplatten nur solche Führungsvorrichtungen brauchbar, die einen der Dose möglichst nahen Drehpunkt für ihre Vertikalbewegung besitzen (vgl. Abb. 1 a). Auch zeigte sich bei Versuchen, wie sehr nützlich es für eine exakte Rillenführung ist, die Schneidedosen-Führungsvorrichtung möglichst stabil und genau auszuführen.

Zum Aufbau des in Abb. 1 a, 1 b und 2 wiedergegebenen Plattenschneiders, der sich schon seit fast zwei Jahren sehr gut bewährte, seien hier nur einige Winke gegeben. Als Schallplattenantrieb ist ein Synchronmotor erforderlich, wobei der stärkste Typ mit 6000 cmg Drehmoment gerade groß genug ist. Die beiden Führungsstangen $FüS_1$ und $FüS_2$, wie die Spindel *Spi* sollen aus Silberstahl von 10 mm Durchmesser gefertigt werden. Die Ganghöhe der Spindel muß, um den normalen Rillenabstand von 0,25 mm zu erzielen, bei der hier gewählten Zahnradübersetzung (1 : 4) genau 1 mm betragen. Man erhält sie, wenn man normales 10-mm-Gewinde auf die Spindel schneidet, was die Anfertigung der zugehörigen Mutter sehr erleichtert. Das Aussehen der halben Mutter für den Schlittentransport zeigt Abb. 1 b wohl genügend deutlich. Die hier benutzte eigenartige Bauweise des Schlittens — Abb. 1 a und 1 b lassen diese klar erkennen — wurde aus Gründen der leichten Selbstherstellung bei großer Stabilität gewählt.

Die Lagerung der Spindel soll auf der rechten Seite durch ein Spitzenlager (vgl. *Sp L* in Abb. 1 a erfolgen. und zwar so, daß sie sich leicht, aber ohne Seitenspiel drehen kann. Dabei dient als linkes Lager ein an die Spindel angedrehter Zapfen von 6 mm Durchmesser. Der Haltearm *Ha* für die Schneidedose *Sch D* wird starr mit einer 8 mm starken, beiderseits angebohrten Silberstahlachse verbunden. Diese Achse *Ach* ist zwischen Spitzen gelagert, die an zwei Zylinderkopfschrauben

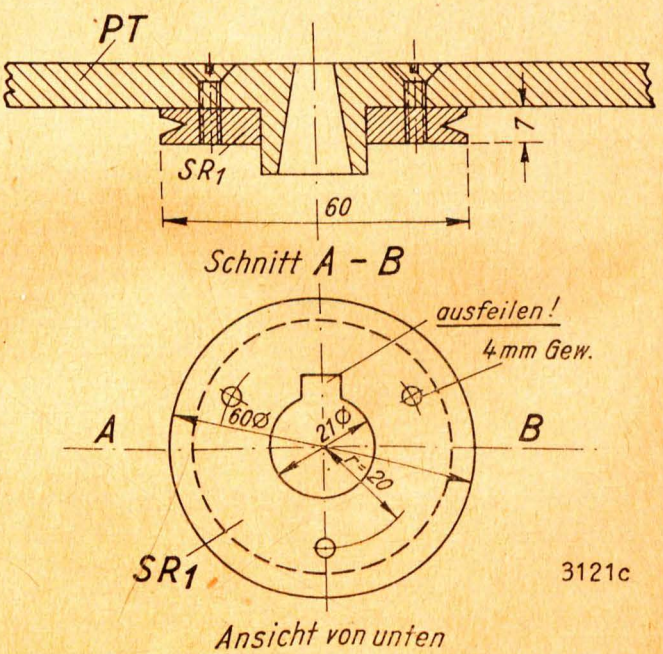


Abb. 1c. Das Schnurrad SR_1

aus Weichstahl (4 mm Gewinde) auf der Drehbank angefeilt und dann poliert werden. Bei dieser Lagerung ist mit aller Strenge darauf zu achten, daß die Achse sich zwar einigermaßen leicht, aber ohne das geringste

Seitenspiel[4]) drehen kann. Die beiden im Handel erhältlichen Schraubenräder für rechtwinklige Wellen (Normalteilung 2,4 mm, Stirnteilung 3,9 mm, aus Messing gefräst) Z_1 mit 12 Zähnen und Z_2 mit 48 Zähnen müssen so montiert werden, daß sie fast geräuschlos laufen. Der Antrieb der Welle, die das Zahnrad Z_1 trägt, geschieht mittels einer Rundlederschnur (Durchmesser 3 mm) von einem Schnurrad SR_1 aus. Dieses aus Messing oder Eisen gedrehte Rad (die Maße dafür gibt Abb. 1c wieder) ist mittels dreier Versenkklopfschrauben auf der Unterseite des Plattentellers PT befestigt. Dieser Rundriemen treibt dann das Schnurrad SR_2 (mit ebenfalls einer V-Rille und einem Durchmesser von 60 mm) an, das auf der Welle des Zahnrades Z_1 mit einer Stellschraube befestigt ist.

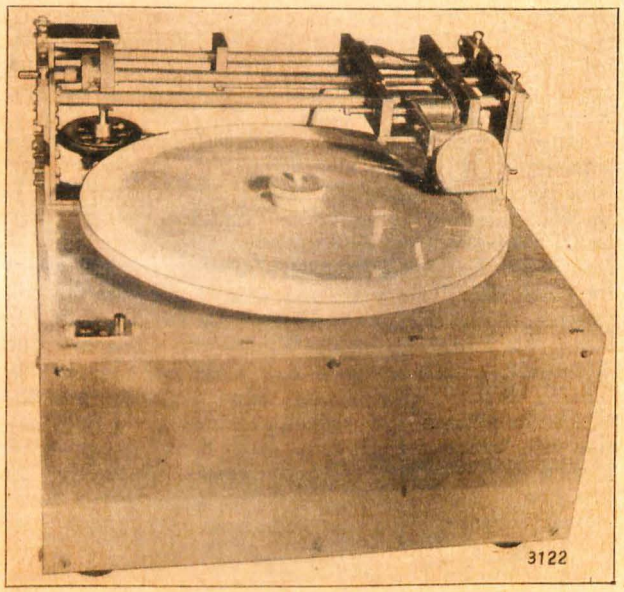


Abb. 2. Ansicht des Plattenschneiders

Es sei davor gewarnt, hierbei eine Stahlspiralschnur als Antriebsschnur zu verwenden, da diese leicht zu einem ungleichmäßigen (schwingenden) Spindelantrieb Veranlassung geben kann, was die Tonaufzeichnung stark beeinträchtigen könnte[5]). Um die nötige Lederschnurspannung dauernd zu gewährleisten, wird die Verbindung der beiden Schnurenden durch eine Stahlspirale von etwa 4 mm Durchmesser bewirkt. Diese darf aber nicht länger als 60 mm sein, damit sich stets ein Teil der Lederschnur in der Radrille befindet.

Bei der Anbringung der Schneidedose ist darauf zu sehen, daß die Spitze des Schneidestiftes sich genau auf einem Radius des Plattentellers PT bewegt und dieser selbst starr mit dem Haltearm verbunden wird.

Der Plattenspieler

Für die Wiedergabe eines Nadeltonfilms genügt es nicht allein, daß die Schallplatte mit der gleichen Geschwindigkeit, wie sie bei der Aufnahme vorhanden war, wieder abläuft, sondern es ist dazu nötig, daß absoluter Gleichlauf zwischen Bild und Ton herrscht. Es muß daher die Möglichkeit bestehen, daß auf ein bestimmtes Startzeichen des Bildfilms hin die Schallplattenwiedergabe vollkommen selbsttätig in Betrieb gesetzt wird. Es hat sich in der Praxis des Tonfilms gezeigt, daß eine Phasendifferenz, d. h. eine Verschiebung der zusammengehörigen Bild- und Tonvorgänge, um nur 1/10 Sekunde unter Umständen schon als störend, eine Differenz von ½ Sekunde aber als völlig unzulässig empfunden wird.

Zur Erzielung eines exakten Gleichlaufs wurde ein bei dem großen Bruder des Schmalfilms, dem Normalfilm, s. Zt. in Lichtspielhäusern benutztes Verfahren angewendet, das aber für Amateurzwecke etwas abgeändert werden mußte. Die Inbetriebsetzung des Plattentellers genau im richtigen Augenblick geschieht durch einen Filmkontakt, der aber nicht wie beim Normalfilm durch einen an einem Steg zwischen zwei Perforationslöchern angebrachten kleinen Silberstreifen, sondern durch einen Ausschnitt am Schmalfilmstreifen (vgl. Abb. 5) betätigt wird. Die Herstellung einer sehr brauchbaren und leicht zu bauenden Filmkontaktvorrichtung sei weiter unten noch beschrieben.

Beim Plattenspieler muß nun dafür gesorgt werden, daß durch das vom Filmkontakt ausgelöste elektrische Startzeichen der Plattenteller samt Schallplatte sofort mit richtiger Geschwindigkeit zu laufen beginnt und auf diese Weise ein voller Gleichlauf sichergestellt wird. Dies durch plötzliches Einschalten des Plattenmotors zu erreichen, verbietet nicht nur die dessen sofortiges Hochlaufen verhindernden großen bewegten Massen, sondern auch das bei unserem Synchronmotor stets erforderliche Anwerfen. Es hat sich daher als zweckmäßig erwiesen, den ruhenden Plattenteller durch eine elektromagnetisch betätigte Klauenkupplung an den schon vorher in Betrieb befindlichen Plattenmotor plötzlich anzukuppeln. So einfach dieses Verfahren auf den ersten Blick erscheint, so

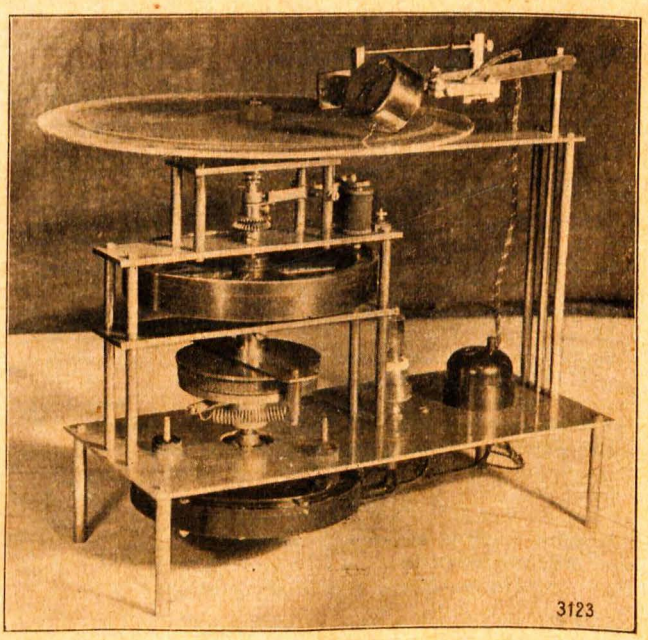


Abb. 3. Vorderansicht des Plattenspielers

waren dabei doch manche Tücken zu überwinden, weil der Kosten und anderer Umstände wegen von der Anwendung eines kräftigeren Asynchron-Synchronmotors abgesehen werden mußte.

Das Schema des vom Verfasser gebauten Plattenspielers zeigen Abb. 4a und 4b, während Abb. 3 seine Ansicht wiedergibt. Die hier gezeigte, zunächst recht eigenartig erscheinende Konstruktion wurde aus folgenden drei Gründen gewählt: 1. Einen möglichst leichten Aufbau unter

[4]) Auch zur Erzielung des gewünschten gleichmäßigen Rillenabstandes. Die eine „Spitzenschraube" ist zweckmäßigerweise mit einer Gegenmutter zu sichern, damit sich diese Lagerung nicht verstellen kann.

[5]) Vgl. auch Heinrich Kluth „Jeder sein eigener Schallplatten-Fabrikant", 2. Auflage, Seite 89 (Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68).

weitgehender Verwendung handelsüblicher Teile bzw. Materials zu gestatten; 2. für Demonstrationszwecke einen bequemen Überblick über den gesamten Mechanismus zuzulassen, und 3. für den Transport leicht verpackbar zu sein.

Der Plattenspieler besteht, wie Abb. 3 erkennen läßt, aus folgenden Hauptteilen: Dem Plattenmotor *SyM*, dem Schwungrad *Schw*, einer elektrisch einrückbaren Kupplung, dem Plattenteller *PT*, dem Tonarm und der daran angebrachten Abtastdose. Vom Synchronmotor wird das Schwungrad unmittelbar über eine elastische Kupplung — ihr Zweck sei später erläutert — angetrieben, während der Plattenteller erst durch die elektrisch einrückbare Kupplung mit seiner Antriebsquelle verbunden werden kann. Wenn der Kupplungsmagnet *EM* (vgl. Abb. 4b) durch den Filmkontakt mittels einer Relaisanordnung (vgl. Abb. 9) enterregt wird, soll durch eine Art Klauenkupplung der Plattenteller *PT* sofort mitgenommen werden. Da diese plötzliche Ankupplung des noch ruhenden Plattentellers an das schon laufende Schwungrad große Beschleunigungskräfte verlangt, waren mancherlei Schwierigkeiten zu überwinden. Dazu mußte fürs erste dafür gesorgt werden, soweit wie möglich die notwendigen Beschleunigungskräfte zu verringern. Außerdem hat noch eine geeignete Getriebeanordnung die restlichen Beschleunigungskräfte vom Antriebsmotor weitestgehend fernzuhalten. Um der erstgenannten Forderung zu genügen, dürfen wir keine der üblichen schweren Plattenteller verwenden, sondern wir müssen uns diesen, damit er möglichst leicht [6]) wird, aus Aluminiumblech anfertigen. Er kann ohne große Mühe aus einer 300 × 300 mm großen, 3 mm starken quadratischen, sehr guten ebenen Aluminiumplatte mit der Laubsäge o. dergl. als kreisförmige Scheibe von 300 mm Durchmesser ausgeschnitten werden.

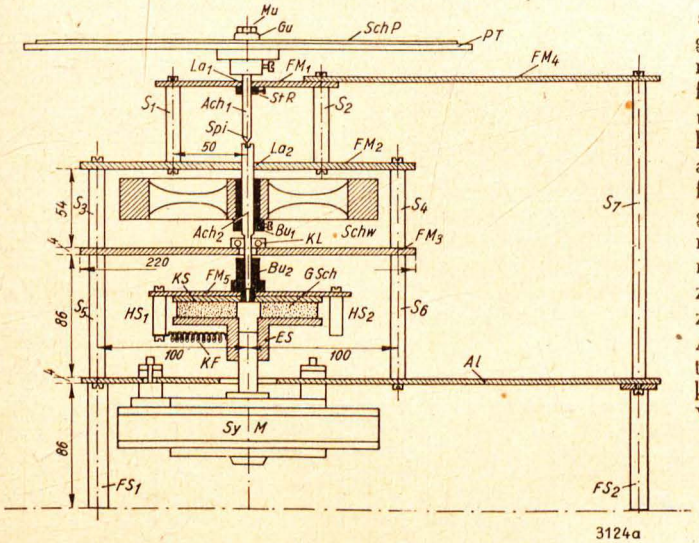


Abb. 4a. Skizze des Plattenspielers (größtenteils als Schnittzeichnung ausgeführt). AL = Aluminiumplatte, SyM = Synchronmotor, FS_1 und FS_2 = Apparatfüße, S_1 usw. = Säulen aus Messingrohr, ES = Eisenscheibe, KF = Kupplungsfeder, HS_1 = Haltestütze für KF, HS_2 dient lediglich zur Auswuchtung, GSch = Schwammgummischeibe, KS = Kreisscheibe aus Messing, FM_5 = Flachmessingstück (2 × 30 × 140 mm), Bu_2 = Buchse zur Befestigung von KS und FM_5, KL = Kugellager, Schw = Schwungrad, Bu_1 = Buchse zum Ausfüttern der zu großen Nabenbohrung des Schwungrades, Ach_1 und Ach_2 = Achsen (Wellen) aus Silberstahl, Spi = Spitzenlager, FM_1 bis FM_3 = Flachmessingstücke von 4 mm Stärke und 50 mm Breite, FM_4 = Flachmessingstück 3 mm Stärke, 50 mm Breite, PT = Plattenteller, SchP = Schallplatte, Gu = Gummiunterlage, Mu = Mutter zum Anpressen der Schallplatte auf den Teller, La_1 und La_2 = Lagerbohrungen, StR = Stellring. (Die Kupplungsvorrichtung samt Elektromagnet ist hier, der besseren Übersicht wegen, nicht gezeichnet; siehe diese in Abb. 4b)

Zur zweiten Forderung ist folgendes zu bemerken: Zunächst übernimmt schon die große Masse des Schwungrades die Aufbringung der notwendigen Beschleunigungskräfte, wobei sich aber dessen Geschwindigkeit naturgemäß ein wenig, wenn auch nur kurzzeitig, verringert. Dadurch kann der Antrieb-Synchronmotor leicht außer Tritt fallen und infolgedessen stehen bleiben. Um das zu vermeiden, muß zwischen der Motor- und der Schwungradwelle eine sehr elastische Kupplung eingefügt werden, die in unserem Falle durch eine Kupplungsfeder *KF* (vgl. Abb. 4a) gebildet wird. Es muß aber unbedingt dafür gesorgt werden, daß das System Schwungmasse-Feder nicht in Eigenschwingungen geraten kann; dadurch würde nämlich die Tonhöhe dauernd, und zwar rhythmisch, stark schwanken. Um das zu verhindern, wurde mit bestem Erfolg eine Schwammgummischeibe als Dämpfung benutzt, wie sie bei dem hier angewandten, handelsüblichen Schallplattensynchronmotor mitgeliefert wird. Diese Dämpfung muß aber durch sorgfältiges Regeln des Abstandes der beiden Kreisscheiben *KS* und *ES*, zwischen denen diese Gummischeibe zu liegen kommt, höchstens so groß gemacht werden, daß der aperiodische Grenzfall eintritt. Das Eintreten dieses Grenzfalles kann man daran erkennen, daß, wenn man bei festgehaltener Motorachse bzw. der Scheibe *ES* das Schwungrad mit der Hand um einen Winkel von etwa 60° nach rechts dreht, es kriechend, d. h. ohne Schwingungen auszuführen, beim Loslassen in seine Gleichgewichtslage zurückkehrt. Dämpft man zuviel, so bleibt der Motor beim Ankuppeln leicht wieder stehen. Auch darf, um ein Außertrittfallen des Synchronmotors [7]) beim plötzlichen Ankuppeln des Plattentellers zu vermeiden, die bremsende Wirkung der Abtastdose nur sehr klein sein. Aus diesem

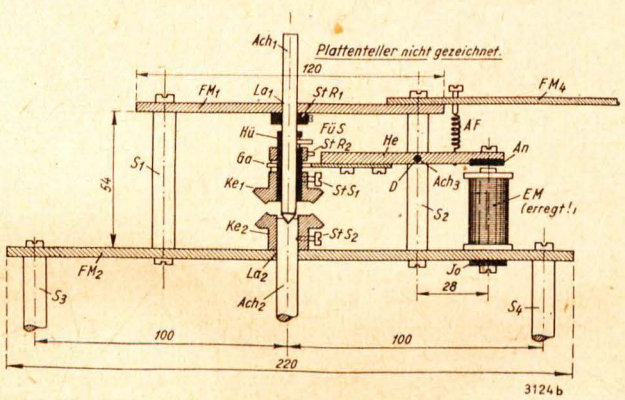


Abb. 4b. Die elektromagnetische Kupplungsvorrichtung (Teilzeichnung des Plattenspielers). He = Hebel (aus Vierkantmessing), Ach_3 = dessen Drehachse aus 4 mm Silberrundstahl (wird zwischen „Spitzen", die in den „Säulen" S_2 und S_2' befestigt sind, gelagert), Ga = Gabel (aus 1 mm starkem Neusilberblech), An = Weicheisenanker, AF = Abreißfeder, EM = Elektromagnet, Jo = Joch aus Weicheisen, Ke_1 und Ke_2 = Kegelräder, Hü = Messinghülse (muß sich leicht auf der Achse Ach_1 auf und ab schieben lassen), in dieser ist ein Längsschlitz für den Führungsstift = FüS, der in der Achse Ach_1 befestigt ist, eingefeilt; StR_2 = Stellring (dient zur Gabelführung), Ke_1 wird mittels der Stellschraube = StS_1 fest mit der Hülse = Hü verbunden, während Ke_2 durch StS_2 fest mit der Achse = Ach_2 verbunden werden muß. Die übrigen Bezeichnungen sind die gleichen wie bei der Abb. 4a

[6]) Genauer ausgedrückt, damit er ein kleines Trägheitsmoment erhält.

[7]) Es wäre daher vielleicht anzuraten, den stärksten Motortyp, der ein Drehmoment von 6000 cmg besitzt, aus Sicherheitsgründen zu benutzen; nur würde dieser leider wegen seines größeren Gewichtes den Transport des Plattenspielers etwas erschweren.

Grunde ist es unbedingt erforderlich, daß eine Entlastung dieser Dose erfolgt. Sie soll dabei so weit getrieben werden, daß die Abtastdose höchstens einen Druck von 60 g, aber der sicheren Rillenführung wegen noch einen solchen von mindestens 40 g auf die Schallplatte ausübt (Nachprüfung mit einer Briefwaage). Fernerhin ist streng darauf zu achten, daß die Nadel stets parallel zu den Schallwellen geführt wird. Dies ist nicht nur der Plattenschonung wegen wichtig, sondern es verhindert auch ein Rillenüberspringen, das — bei Nichtbeachtung dieses Punktes — beim plötzlichen Ankuppeln des Plattentellers und damit Hochlaufen der Schallplatte leicht eintreten könnte.

Der in Abb. 3 noch ersichtliche Tonarm, der sowohl eine einfache Dosenentlastung als auch eine gute Parallelführung ermöglicht, wurde ebenfalls selbst hergestellt. Da es aber im Handel geeignete Tonarme gibt, sei von der Baubeschreibung eines solchen abgesehen.

Damit die Schallplatte beim Ankuppeln sofort mitgenommen wird, muß sie durch einen Plattenhalter fest auf den Teller gedrückt werden. Dieser Halter wird bei unserem Plattenspieler durch eine Gummischeibe *Gu* (vgl. Abb. 4 a), die durch eine Mutter *Mu* auf die Platte gepreßt wird, gebildet. Es hat zu keinerlei Mißständen Anlaß gegeben, hierbei eine normale Rechtsgewinde-Mutter zu benutzen.

Der Motor wird an einer 3 mm starken Aluminiumplatte — Größe etwa 180 × 380 mm — hängend befestigt. Die vier Apparatfüße können auf bequemste Weise aus Eisenrohr 10 × 3,5 mm gefertigt werden.

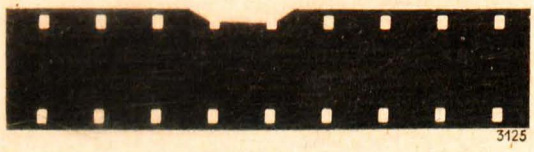


Abb. 5. Der Ausschnitt im Schmalfilmstreifen zur Betätigung des Filmkontaktes (natürliche Größe)

Aufnahmen und Zeichnungen vom Verfasser

Auch die 14 Säulen können aus Eisen- oder Messingrohr 8×2,5 mm geschnitten werden, wobei auf beiden Seiten einer jeden dieser kleinen Säulen ein 4-mm-Gewinde einzuschneiden ist.

In die Mitte der Flachmessingstücke FM_1, FM_2 *und* FM_3 (Stärke 4 mm, Breite 50 mm, jeweilige Länge siehe Abb. 4 a) wird je eine Bohrung als Lagerung für die beiden Wellen eingebracht, wobei La_1 einen Durchmesser von 5 mm, La_2 einen solchen von 8 mm und La_3 einen von 7 mm erhalten soll [8]). Als Achse (Welle) *Ach* wird ein Stück Silberrundstahl von 5 mm Durchmesser verwendet, das unten „angespitzt" wird. Diese Spitze *(Spi* in Abb. 4 a) wird in einer Bohrung im oberen Teil der Achse Ach_2 (aus Silberstahl von 8 mm Durchmesser gefertigt) gelagert.

Wie der selbst herzustellende Aluminiumplattenteller an der Achse Ach_1 befestigt wird, läßt Abb. 4 a erkennen. Selbstverständlich muß sich der Plattenteller genau in einer Ebene, und zwar leicht, drehen lassen; der Rand des Tellers darf sich also beim Drehen nicht abwechselnd heben und senken. Auch darf nicht vergessen werden, durch einen sogen. Stellring *StR* dafür Sorge zu tragen, daß der Teller beim Einkuppeln am Hochhüpfen gehindert wird. Als Schwungrad wurde ein solches aus Eisenguß mit einem Durchmesser von 185 mm (Gewicht etwa 2,1 kg) verwendet; sie sind im Handel fertig gedreht und lackiert zu erhalten (für die Anfertigung von Modelldampfmaschinen hergestellt). Da die Nabenbohrung dieser Schwungradgröße aber 12 mm beträgt, muß diese durch eine Messingbuchse (Bohrung 8 mm), die gleichzeitig eine Stellschraube zur Befestigung dieses Rades auf der Achse trägt, ausgefüttert werden (vgl. Bu_1 in Abb. 4 a).

Damit das schwere Schwungrad sich leicht drehen kann, ist es nützlich, den Axialdruck durch ein Kugellager *KL*, und zwar ein sogen. Schulterkugellager Typ E 7, aufnehmen zu lassen. An dem auf 6 mm verjüngten unteren Ende der Welle (Achse) Ach_2 sind mittels einer Buchse Bu_2 ein Flachmessingstück 2×30×140 mm und eine 2,5 mm starke plangedrehte Messingscheibe von 100 mm Durchmesser befestigt. An dem „Halter" *HS* ist mittels einer Zylinderkopfschraube (4 mm Gewinde) das eine Ende der wichtigen Kupplungsfeder *KF* befestigt, das andere Ende dieser Feder ist an der Nabe der Eisenscheibe festgelegt (wie das geschieht, zeigt Abb. 4 c); diese Feder wird aus Stahldraht von 1 mm Stärke gewickelt, und zwar so, daß sie einen Durchmesser von 10 mm erhält; ihre Länge soll etwa 55 mm betragen.

Etwas eingehender soll nun die elektrische Kupplungsvorrichtung besprochen werden, um den nachbauenden Bastler vor Mißerfolgen zu bewahren. Diese Vorrichtung ist in Abb. 4 b gesondert dargestellt, aber im Gesamtschema der Abb. 4 a nicht enthalten, um die Übersichtlichkeit nicht zu stören und um das untere „Spitzen"-Lager der Tellerachse Ach_1 erkennen zu lassen.

An einem aus Vierkantmessing 6×6 mm gefertigten Hebel, der seinen Drehpunkt bei *D* besitzt, ist am Ende des rechten Armes ein Weicheisenanker *An* angebracht. Ein Elektromagnet *EM* (einer alten elektrischen Hausklingel entnommen) hält bei seinem Erregen den Anker fest. Bei der Montage des Elektromagneten muß unbedingt darauf Rücksicht genommen werden, daß der Hebel genau waagerecht liegt, wenn der Anker angezogen ist. Dadurch wird von der am linken Hebelarmende befestigten Gabel *Ga* das obere Kupplungsrad so fest gehalten, daß seine Zähne in das untere Gegenrad nicht eingreifen können.

Wird der Elektromagnet stromlos, so sorgt eine am Hebel angreifende Abreißfeder *AF* dafür, daß der Anker nach oben und damit die Gabel nach unten schnellt. Hierdurch wird das obere Kupplungsrad Ke_1 zum Eingriff in das sich schon drehende Gegenrad Ke_2 gebracht, das fest mit der Achse Ach_2 mittels einer Stellschraube *StS* verbunden ist. Ein Führungsstift *FüS* sorgt nun dafür, daß die nunmehr erfolgende Drehbewegung des Kupplungsrades Ke_1 auf die Achse Ach_1 und damit auf den Plattenteller übertragen wird. Als Kupplungselemente wurden zwei normale Kegelräder (Übersetzung 1 : 1, Zähnezahl 30) verwendet, was zwar ganz und gar nicht fachgemäß ist, sich aber recht gut bewährt und zugleich billig ist.

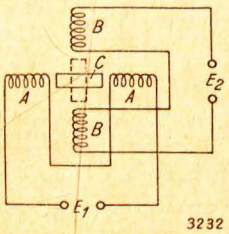
Auf die Flachmessingschine FM_4, die rechts durch zwei Säulen gestützt wird, könnte auch ein handelsüblicher Tonarm festgeschraubt werden, wobei es u. U. noch nötig ist, durch geeignete Unterlage dafür zu sorgen, daß der Tonarm die richtige Höhe über dem Plattenteller erhält. Auf der Aluminiumplatte bringt man zweckmäßig einen Ausschalter (am besten einen Druckknopfschalter) für den Motor sowie eine Mignonfassung für eine den Motorklemmen parallel zu schaltende Signallampe (z. B. eine Glimmlampe) an (vgl. Abb. 3). Die Lampe soll bequem erkennen lassen, ob der Synchronmotor unter Strom steht; da dieser ja nicht von selbst anläuft, könnte dies sonst leicht übersehen werden. *(Fortsetzung folgt.)*

[8]) Statt aus Messing können die Teile meist aus Eisen oder Stahl oder — bei geringeren Festigkeitsansprüchen — aus Aluminium gefertigt werden, noch besser aus den neuen, das Messing ersetzenden Aluminium-Legierungen hoher Festigkeit

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Fernabstimmung von Rundfunkempfängern

Die von J. B. Sherman beschriebene Fernabstimmvorrichtung enthält im Empfänger selbst vier Feldspulen, zwischen denen sich ein um eine Achse drehbares Glied C aus magnetischem Material befindet. Wird an E_1 eine Spannung gelegt, so befindet sich das Glied C in der ausgezogen dargestellten Lage. Wird eine Spannung an E_2 gelegt, so ist die Lage von C die gestrichelt dargestellte. Liegen sowohl an E_1 als auch an E_2 Spannungen, so nimmt das Glied C eine Mittelstellung ein. Die Ströme durch A und B werden reguliert durch am Bedienungsort vorgesehene Widerstände, die so innerhalb einer Trommelskala angebracht sind, daß Drehung der Skala und des mit der Kondensatorachse fest verbundenen Gliedes C synchron erfolgen. *Schr.*



3232

Proceedings of the Institute of Radio Engineers, Band 23, Heft 1, Seite 47

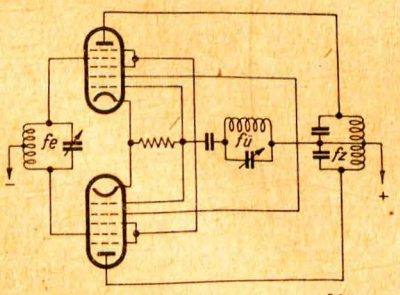
Schwingneigung abgestimmter Hochfrequenzverstärker

H. Frühauf errechnet für die übliche Anordnung abgestimmter Hochfrequenzverstärker die höchstzulässige Kapazität zwischen Anode und Gitter der Verstärkerröhre. Es zeigt sich, daß diese Kapazität bei den heute zur Verwendung kommenden hochwertigen Schwingkreisspulen höchstens in der Größenordnung von einigen Tausendstel $\mu\mu$F sein darf, wenn die Erregung von Eigenschwingungen unterdrückt werden soll. *Schr.*

Zeitschrift für Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Leipzig, Bd. 46, Heft 3, Seite 90

Überlagerungsempfänger für Bildempfang

W. T. Cocking untersuchte die Eignung verschiedener Überlagerungsschaltungen für die drahtlose Bildübertragung. Es werden u. a. behandelt die Autodyneschaltung, eine Schaltung mit Siebenpolröhre unter Verwendung der Hartley-Oszillatorschaltung und eine Schaltung mit Siebenpolröhre und besonderem Oszillator. Als besonders vorteilhaft wird eine Gegentaktschaltung mit zwei Siebenpolröhren bezeichnet, deren Kathoden und beiden inneren Gitter der Schwingungserzeugung dienen. Die beiden Schwingungssysteme sind parallel geschaltet. Die Abb. zeigt das Schema einer solchen Schaltung. *Schr.*



3229

Wireless World, London, Band 36, Nr. 10, Seite 236

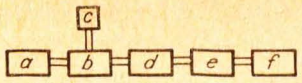
Keilförmige piezoelektrische Resonatoren

Man hatte geglaubt, die piezoelektrischen Kristalle dadurch für die Verwendung in Rundfunkempfängern geeigneter machen zu können, daß man sie keilförmig schnitt. Man nahm an, daß die Resonanzkurve eines solchen Kristalles einer Bandfilterkurve mit großer Flankensteilheit gleicht. Wie nun A. Zacek und V. Petryilka festgestellt haben, ist diese Annahme falsch, vielmehr weisen keilförmige Kristalle eine normale, sehr schmale Resonanzkurve auf, ähnlich der eines planparallelen Kristalls. Die keilförmige Gestalt der Platte hat einerseits eine Vergrößerung der Dämpfung, andererseits die Entstehung von zwei oder manchmal auch mehreren sehr eng beieinander liegenden Resonanzkurven zur Folge.

Zeitschrift für Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Leipzig, Bd. 46, H. 5, Seite 157

Klangtreuemessung

Die von H. Baumgarten beschriebene Anordnung zur Messung der Klangtreue von Rundfunkempfängern enthält einen veränderlichen Tongenerator *a*, einen Eichsender *b* mit angeschlossenem Modulationsmesser *c* und zur Ankopplung an den Empfänger *e* eine künstliche Antenne *d*. An den Ausgang des Empfängers wird ein Ausgangsmesser *f* angeschlossen. Der Eichsender wird auf die gewünschte Frequenz abgestimmt und der Tongenerator über einen Frequenzbereich von 50 bis 1000 Hz verändert. Dabei wird der Modulationsgrad konstant gehalten. Schwankungen im Ausgangsmesser zeigen die Tonverzerrungen an. Hat man sich vorher davon überzeugt, daß der Niederfrequenzverstärker des Empfängers verzerrungsfrei arbeitet, so geben die Ausschläge des Ausgangsmessers in Abhängigkeit von der Tonfrequenz ein Bild der Resonanzkurve des Empfängers. Unter Benutzung einer Klirrgradbrücke läßt sich die Anordnung auch zur Messung des Klirrgrades verwenden. *Schr.*

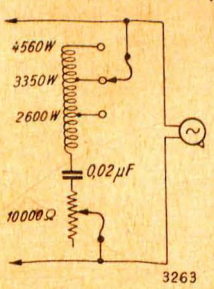


3730

Radio-Amateur, Wien, 12. Jg. Heft 6, Seite 310

Einfaches Nadelgeräuschfilter

Es ist bekannt, daß bei Schallplattenwiedergabe das sog. Nadelgeräusch hörbar wird. Im allgemeinen wird dieses Geräusch nur wenig stören. Fällt aber die Frequenz des Nadelgeräusches, die gewöhnlich zwischen 1500 und 3500 Hertz liegt, mit der Resonanzfrequenz des Tonabnehmers zusammen, so tritt es so stark hervor, daß seine Unterdrückung durchaus wünschenswert ist. Zu diesem Zwecke wird die Schalldose durch den in der Abbildung dargestellten Kreis überbrückt. Ist der Widerstand vollständig eingeschaltet, so ist der Kreis praktisch wirkungslos. Die Abstimmung des Kreises derart, daß der wesentliche Teil des Nadelgeräusches verschwindet, kann mit einer der drei Spulenanzapfungen erreicht werden. *Schr.*



3263

Popular Wireless, London, Band 27, Nr. 677, Seite 295

FUNK-Werkstattpraxis
Monatsbeilage für die Funkwerkstatt
3

Neue Röhrenmeßgeräte

Die mit am meisten umlagerten Stände der Großen Deutschen Rundfunkausstellung waren, wie man Tag für Tag von neuem feststellen konnte, diejenigen, auf denen Röhrenmeßgeräte und andere Prüfeinrichtungen für den Händler gezeigt wurden. Selbst teuere Meßeinrichtungen wurden überraschend oft verkauft, ein Zeichen dafür, daß der Händler und Funkpraktiker die Notwendigkeit vielseitig verwendbarer Geräte mehr und mehr erkennt. Der nachfolgende Aufsatz berichtet über drei neue Röhrenmeßgeräte; ein Bericht über interessante Neuerungen an Kathodenstrahl-Oszillographen folgt im nächsten Heft der „F.-W.".

Es ist ein offenes Geheimnis, daß Röhrenmeßgeräte bisher weder ihren Herstellern, noch ihren Käufern auf die Dauer Freude machten, und zwar deshalb, weil die Geräte bisher Jahr für Jahr durch das Erscheinen grundsätzlich neuer Röhren überholt wurden. Der Fabrikant sah die für Entwicklung und Werkzeuge aufgewandte Mühe schlecht belohnt, da die Geräte in kurzen Abständen umgeändert oder gar völlig neu entworfen werden mußten; der Käufer aber fühlte sich betrogen, weil er schon nach kurzer Zeit feststellen mußte, daß er die neuesten Röhren mit dem erst vor kurzem für schweres Geld erworbenen Gerät doch nicht prüfen kann. Alle Firmen, die auf der Rundfunkausstellung mit neuen Röhrenmeßgeräten erschienen sind, haben deshalb besonderen Wert darauf gelegt, die Geräte erweiterungsfähig zu halten; auch wenn grundsätzlich neue Röhren mit neuartigen Innenschaltungen und abweichender Sockelung erscheinen, kann man diese mit den heute üblichen Geräten unter Hinzunahme eines einfachen und billigen Fassungszusatzes messen.

Die Entwicklung der Röhrenmeßgeräte hat zwei völlig verschiedene Wege eingeschlagen. So wurden — weiterbauend auf den im Laboratorium gebräuchlichen Anordnungen zur Aufnahme der Kennlinie — Röhrenmeßgeräte entwickelt, die es erlauben, an die Pole der Röhre alle überhaupt in Frage kommenden Spannungen zu legen, die Höhe dieser Spannungen an Spannungsmessern abzulesen und an Strommessern den sich zu den Spannungen einstellenden Anoden- bzw. Hilfsgitterstrom zu beobachten. Röhrenmeßgeräte dieser Art verlangen den Einbau mehrerer Spannungsmesser, möglichst auch mehrerer Strommesser, damit man alle Spannungen und Ströme gleichzeitig ablesen kann. Sie verlangen weiterhin eine fachkundige und aufmerksame Behandlung und Bedienung, will man nicht die Meßgeräte oder die Röhren gefährden. Dafür sind sie sehr vielseitig; man kann für eine Röhre alle überhaupt denkbaren Betriebsbedingungen einstellen und kann sie so bis ins Kleinste untersuchen.

Die zweite Art von Röhrenmeßgeräten verzichtet auf diese Vielseitigkeit; dafür sind die Geräte so durchgebildet, daß sie von jedem Laien bedient werden können. Man braucht gar nicht zu wissen, was in der Röhre vor sich geht, und trotzdem kann man mit Hilfe des Gerätes feststellen, ob die Röhre noch brauchbar ist oder nicht. An den Röhrenprüfern zweiter Art kann der jüngste Lehrling ebensogut eine Röhre nachmessen, wie die Frau des Funkhändlers; und auch der Laie, der die Röhre zur Prüfung bringt, kann an der Skala ablesen, ob sie noch etwas taugt. Diese Art von Prüfgeräten hat im Funkhandel sehr viel Freunde gefunden.

Auf der Rundfunkausstellung waren beide Gruppen von Röhrenmeßgeräten mit Neuerungen vertreten. Unter den Geräten erster Art ist das Universal-Röhrenprüfgerät Typ W 242 von Josef Neuberger zu nennen, eine mit fünf Meßgeräten ausgestattete Einrichtung, die die Aufnahme der Kennlinien zuläßt und damit die Ermittlung aller

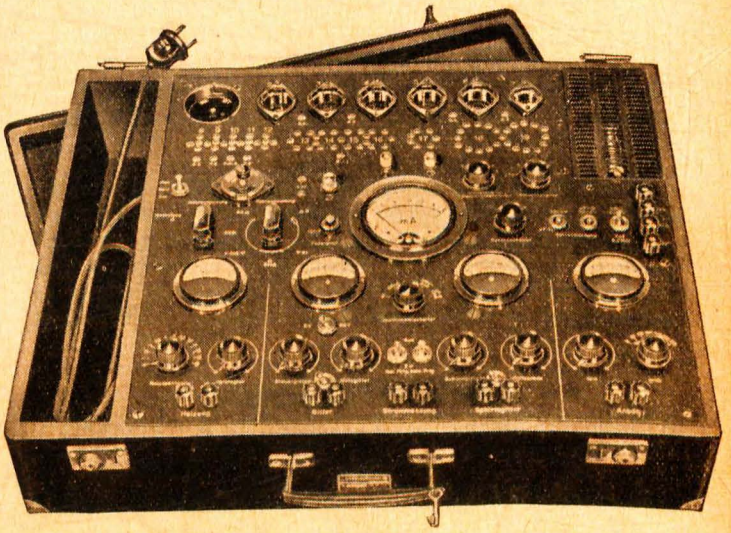


Abb. 1. Universal-Röhrenprüfgerät W 242

an einer Röhre interessierenden elektrischen Daten, wie Steilheit, Durchgriff, innerer Widerstand usw. Von den bisher bekannten Röhrenmeßgeräten der gleichen Firma unterscheidet sich der neue Typ vor allem dadurch, daß man die Spannungen, die man an Drehgriffen einstellt, an Spannungsmessern ablesen kann; man hat es also in der Hand, die Spannungen, bei denen man mißt, genau auf den Sollwert einzuregeln. Die früheren Geräte verzichteten bekanntlich auf diese Meßmöglichkeit, sie wiesen dafür geeichte Regelgriffe auf. Das Gerät, das wie sämtliche heute Bedeutung besitzenden Röhrenmeßgeräte für Wechselstrom-Netzanschluß eingerichtet ist — für die Erzeugung der Anoden-Gleichspannung wird eine Gleichrichterröhre benutzt —, weist insgesamt 19 Fassungen auf, um alle überhaupt am Markt befindlichen Röhren prüfen zu können. Die einzelnen Fassungen sind mehrfach vorhanden, da die Innenschaltungen der Röhren voneinander abweichen.

Das Meßgerät ist für die Vorprüfung und für die Anodenstrom-Messung eingerichtet. Die Vorprüfung erfolgt in der bekannten Anordnung, bei der die aufeinanderfolgenden Pole der Röhre jeweils durch einen Schalter verbunden sind. Diese Anordnung liegt mit einer Glimmlampe

in Reihe. Die Schalter sitzen sämtlich auf einer Achse; dreht man deren Knopf durch, so werden hintereinander sämtliche Schalter geöffnet, aber so, daß jeweils nur ein Kontakt offen ist. Besteht zwischen allen Röhrenpolen einwandfreie Isolation, so darf die Glimmlampe während des Durchdrehens des Vorprüfschalters nicht aufleuchten. Tut sie es doch, so sind die beiden Röhrenpole, auf die der Schalter gerade eingestellt ist, leitend miteinander verbunden. Innerhalb der Vorprüfeinrichtung ist eine Fadenbruchprüfung vorgesehen; drückt man die entsprechende Taste, so muß bei heilem Faden die Glimmröhre aufleuchten.

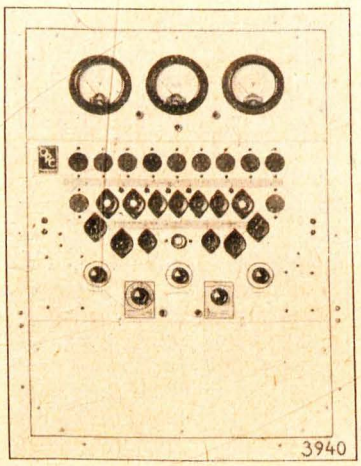


Abb. 2. Röhrenmeßgerät ORC 9

In der Mitte des Röhrenmeßgerätes (Abb. 1) erkennt man die große Skala des Milliamperemeters, an dem man den Anodenstrom abliest. Darunter liegen in einer Reihe vier Spannungsmesser, an denen man die Heizspannung, die Steuergitterspannung oder eine Hilfsgitterspannung, die Schirmgitter- oder Hilfsanodenspannung und schließlich die

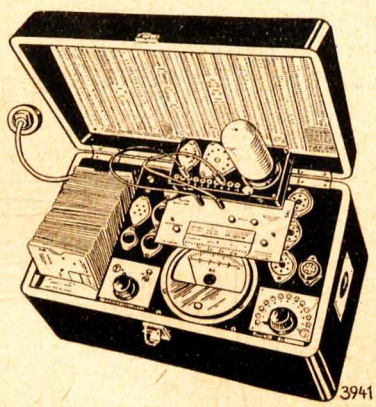


Abb. 3. Röhrenprüfer W 10 mit Loeweröhren-Zusatzeinrichtung

Spannung an der Hauptanode ablesen kann; eingestellt werden diese Spannungen an den unter den Meßgeräten sichtbaren Regelgriffen. Im übrigen sind die Meßgeräte sämtlich an Sonderklemmen geführt, damit man sie zur Spannungs-, Strom-, Widerstands- und Kapazitätsmessung verwenden kann. An den Röhren selbst sind neben den bereits besprochenen Messungen noch Vakuum- und Kathoden-Heizfaden-Schluß-Prüfungen möglich.

In die gleiche Gruppe der Röhrenmeßgeräte gehört auch ein neues Ontra-Röhrenmeßgerät ORC 9, das als senkrecht stehende, dreifeldrige Schalttafel gemäß Abb. 2 ausgeführt ist. Die Schalttafel selbst besteht aus Aluminium; sie ist in einen stabilen Eisenrahmen eingesetzt. Das obere Feld enthält ein Milliamperemeter für die Messung des Anodenstromes und zwei Voltmeter für die Messung der Gitter-, Schirmgitter- und Anodenspannung. Die Spannungen werden mit Hilfe von Dreh-Spannungsteilern eingestellt. Die Heizspannung kann zwischen 1 und 220 Volt gewählt werden; ein Schalter kann auf alle gebräuchlichen Heizspannungswerte eingestellt werden. Für die Aufnahme der Röhren sind 24 Fassungen vorgesehen; die Meßspannungen werden von zwei Gleichrichtern hergestellt, einem Gitterspannungs- und einem Anodenspannungsgleichrichter. Das untere Feld der Schalttafel ist in der Normal-Ausführung zunächst freigelassen; es kann dazu dienen, eine Einrichtung zur Prüfung der Schwingfähigkeit der Röhren aufzunehmen, oder aber es wird mit einem Prüfsender, einem Wellenmesser, einem Ausgangs-Leistungsmesser oder dgl. besetzt. Die Art der Messung ist grundsätzlich die gleiche, wie bei dem Röhrenmeßgerät nach Abb. 1.

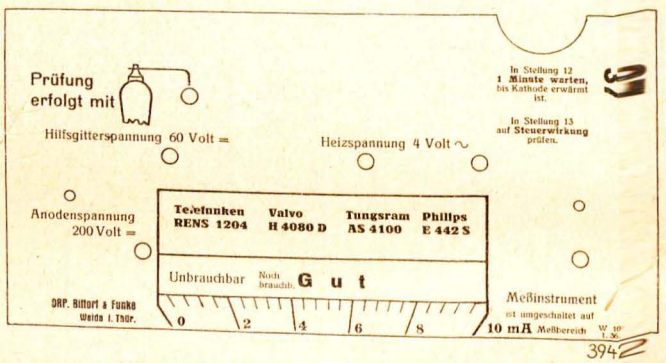


Abb. 4. Prüfkarte für Röhrenprüfer W 10

Zu den Röhrenmeßgeräten zweiter Art, die für möglichst einfache Bedienung eingerichtet sind, gehört der Röhrenprüfer W 10 von Bittorf & Funke, der in einer Neuausführung herausgebracht wurde; sie zeichnet sich vor dem bekannten Gerät gleicher Art dadurch aus, daß sie mit einer besonderen Publikums-Anzeige, einem sog. Großanzeiger, ausgestattet wurde. Ob die Röhre schlecht, noch brauchbar oder gut ist, kann an einem Groß-Meßgerät abgelesen werden; bei Elektrodenschlüssen oder Heizfadenbrüchen leuchtet eine Schrift-Glimmlampe „Fehler" auf. In seinem Aufbau gleicht dieses Prüfgerät den bekannten Bittorf & Funke-Röhrenprüfern, deren besonderes Kennzeichen die Prüfkarte ist. Sie wird so, wie es Abb. 3 zeigt, auf das Gerät aufgelegt; man braucht in die Fassung, die die Prüfkarte freiläßt, nur die zu prüfende Röhre einzusetzen, stöpselt außerdem Stecker in diejenigen Buchsen ein, die die Karte freigibt (damit stellt man die wichtigen Betriebsspannungen ein), und liest nun an der Teilung der Karte ab, welchen Zustand die Röhe hat. Die Prüfung ist also vollkommen mechanisiert. Bedingung ist, daß man für jeden Röhrentyp eine Prüfkarte besitzt; jedem Gerät wird deshalb ein vollständiger Satz Prüfkarten beigegeben, und für noch erscheinende Röhren werden Prüfkarten nachgeliefert. Zur Prüfung von großen Kraftverstärkerröhren, von Loeweröhren und ausländischen Röhrentypen werden Zusatzsockel geliefert; Abb. 3 zeigt das Gerät mit der Loeweröhren-Zusatzeinrichtung, während Abb. 4 das Muster einer Prüfkarte wiedergibt. *4 Werkbilder Sch.*

Berichtigung

In der „Schaltung des Funkpraktikers" in FW 2, Seite 519, ist aus Versehen der Kopplungskondensator zwischen der 2. und 3. Röhre herausgeblieben. Wir bitten unsere Leser, ihn mit einer Kapazität von 5000 . . . 10 000 cm, 1500 Volt, einzutragen.

Ein Hochfrequenz-Spannungsteiler für den Prüfsender

Nachstehend veröffentlichen wir die Bauanleitung für den Hochfrequenz-Spannungsteiler, der für den in Nr. 2 der FW beschriebenen einfachen Prüfsender erforderlich ist.

Der für den Prüfsender entworfene Spannungsteiler besteht aus 2½ Widerstands-T-Gliedern, deren erstes zum Schleifkontakt eines Drehspannungsteilers führt. Die beiden Spannungsteiler-Anschlüsse enden in einem Doppelstecker, der direkt an die Antennen- und Erdbuchsen des Prüfsenders geschaltet wird. Es sind vier Entnahmebuchsen vorhanden, deren Abschwächungsverhältnis 1 : 10 beträgt. Wenn also an der Buchse 1 eine Wechselspannung von 100 mV vorhanden ist, so befindet sich an Buchse 2 eine Spannung von 10 mV, an Buchse 3 eine solche von 1 mV und an Buchse 4 eine solche von 100 μV. Die Spannung an Buchse 1 wird mit dem Drehspannungsteiler eingestellt und ist in den Grenzen zwischen 5 mV und 150 mV stetig regelbar.

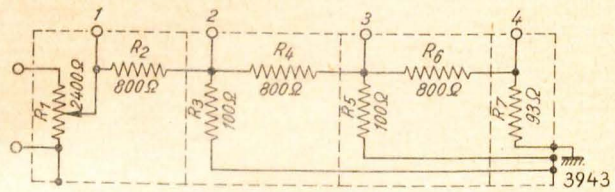


Abb. 1. Schaltung des Spannungsteilers. Die Widerstände müssen sämtlich selbstinduktionsfrei sein, es müssen also Massewiderstände verwendet werden

Wenn der Drehspannungsteiler auf 0 steht, stellt das vollständige Spannungsteilergerät für den Prüfsender eine Belastung von 2400 Ohm dar. Wenn er dagegen in der Größtstellung steht, so befindet sich auch noch ein Widerstand von 900 Ohm parallel zum Widerstand von 2400 Ohm, so daß der Prüfsender dann mit einem Widerstand von etwa 650 Ohm belastet ist. Bei diesem Widerstand beträgt die Ausgangsspannung etwa 150 mV anstatt 500 mV, und diese ist also die höchste Spannung, die mit dem Spannungsteiler zu erzielen ist.

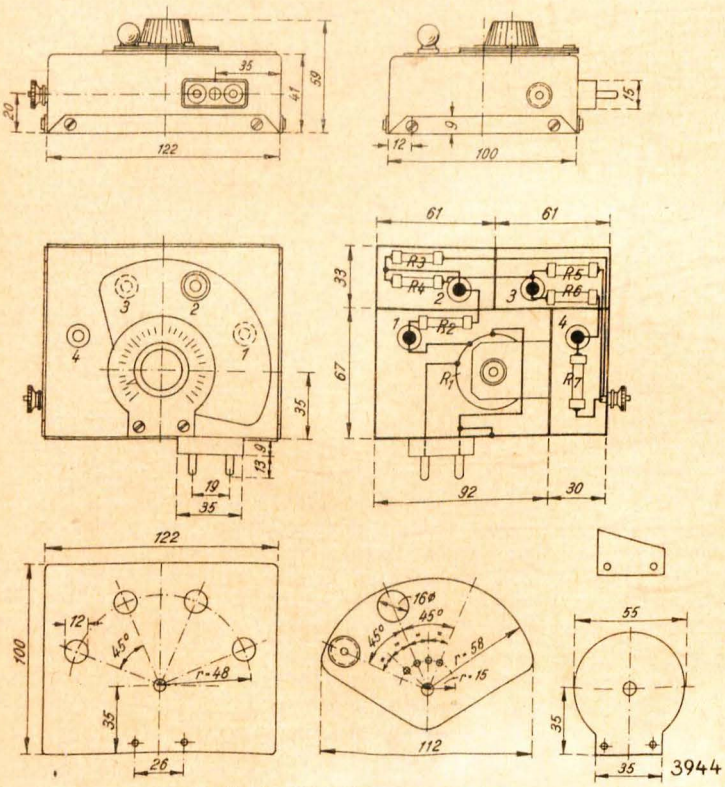


Abb. 2. Einzelheiten des Aufbaues

Beim Aufbau des Spannungsteilers muß man vor allem auf eine sehr gute Abschirmung, sowohl der einzelnen T-Glieder untereinander wie auch nach außen, achten. Sonst erreicht man schwerlich das gleichmäßige Abschwächungsverhältnis der einzelnen Stufen.

Während man bei einer Wellenlänge von mehr als 1500 m die Spannung aus allen Buchsen entnehmen kann, empfiehlt es sich bei einer kleineren Wellenlänge als 1500 m, nur die Buchsen 2, 3 und 4 zu verwenden, und zwar aus folgendem Grunde:

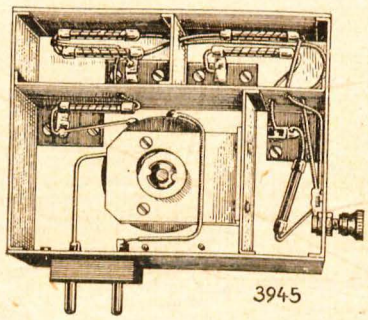


Abb. 3. Innenansicht des fertigen Spannungsteilers. Man beachte vor allem die Schirmwände

Ist der Empfänger an die erste Buchse geschaltet, so liegt die Impedanz des Antennenkreises des Empfängers parallel zum Drehspannungsteiler und setzt infolgedessen die Spannung beträchtlich herunter. Bei langen Wellen wird diese Impedanz meist bedeutend höher und übt keinen schädlichen Einfluß mehr aus. Man kann also auf kürzeren Wellen manchmal keine geeichten Spannungen über 15 mV entnehmen, während man bei größeren Wellenlängen als 1500 m die volle Spannung dem Spannungsteiler entnehmen kann. Für Detektormessungen (bei Überlagerungsempfängern), die auf der Zwischenfrequenz erfolgen, genügt also die lieferbare Spannung vollkommen; beim Einstellen des Gleichlaufes der Kreise braucht man immer verhältnismäßig kleine Spannungen, so daß 15 mV vollauf ausreichen.

Die Eichung des Spannungsteilers mit dem Prüfsender zusammen ist am besten als Vergleichsmessung mit einem beliebigen Empfänger und einem geeichten Meßsender durchzuführen. Es empfiehlt sich, als Zuführung zum Empfänger eine verdrillte Schnur mit einer größten Länge von etwa 0,5 m zu verwenden. Der Prüfsender wird dann selbsttätig zusammen mit dem Empfänger geerdet. Steht ein geeichter Meßsender nicht zur Verfügung, so kann man sich recht gut helfen, indem man beim ausgeschalteten Prüfsender 8 Volt Gleichspannung zwischen das Gitter der Schwingröhre und Erde legt, die Kondensatoren C_{10} und C_{12} kurzschließt und den Spannungsteiler an Buchse 1 mit der Gleichspannung eicht. Die Meßergebnisse einer solchen Eichung stimmen wenigstens größenordnungsmäßig.

Deutsche Funk-Fachsprache

„Gehen Sie auf Montage?" — „Nein, bei mir ist heute Donnerstag!" Dieser harmlose Scherz soll uns daran erinnern, daß wir uns schon lange vorgenommen haben, an Stelle von Montage Aufbau oder Anbringung, Einbau oder Zusammenbau zu sagen. Montage ist ein fremdes Bequemlichkeitswort, das immer paßt, bei dessen Anwendung man nicht viel zu überlegen braucht. Genauer aber ist es, wenn man einen Empfänger nicht montiert, sondern wenn man sagt, ob man einen Spulensatz zusammenbaut, eine Drossel einbaut, einen Skalentrieb aufbaut, oder ob man einen Umformersatz aufstellt. Deutsche Wörter sind immer einfach und unmißverständlich, sie sind genau und bergen doch keinerlei Geheimnisse.

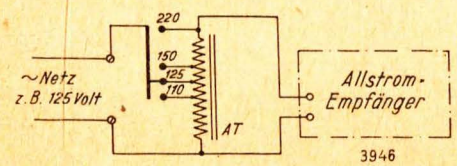
—dt.

Das alte Gerät

Verbesserungen an veralteten Empfängern

Der Autotransformator im Allstromempfänger

Soll ein Allstromempfänger an ein Wechselstromnetz angeschlossen werden, dessen Spannung weniger als 220 Volt beträgt, so sollte man stets von der Möglichkeit Gebrauch machen, die Spannung durch einen Autotransformator auf 220 Volt zu erhöhen, um die volle mögliche Leistung des Gerätes auszunutzen. An sich würde es genügen, den Autotransformator so zu bemessen und zu schalten, daß nur die Anodenspannungen heraufgesetzt werden, da die Notwendigkeit der Spannungserhöhung für den Heizkreis nicht besteht, denn in ihm muß man einen Teil der Spannung ja doch durch Widerstände vernichten. Diese Art der Schaltung wird z. B. in den Industrie-

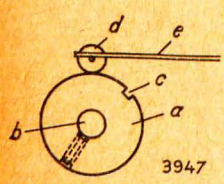


empfängern angewandt, die von vornherein mit einem Autotransformator ausgestattet sind. Bei der nachträglichen Anwendung ist es dagegen einfacher, man richtet sich nach der beistehenden Schaltung, weil in diesem Falle am Empfänger selbst keinerlei Änderungen vorzunehmen sind. Es ist nur erforderlich, zwischen Netz und Empfänger den Autotransformator einzuschalten.

Übrigens ist es möglich, auch einen vorhandenen normalen Netztransformator zu benutzen, dessen Heiz- und Anodenwicklung offen bleiben; allerdings muß dieser genau wie der Autotransformator so bemessen sein, daß seine Wicklung eine Belastung mit der Stromaufnahme des Allstromempfängers bei 220 Volt erträgt.

Rückkopplungs-Drehkondensator mit Rast

Bei neuen Empfängern findet man eine dem Techniker unbedeutend erscheinende, aber doch laienwichtige Verbesserung: die Rast am Rückkopplungs-Drehkondensator. Sie ist ungefähr in der Mitte des Drehbereiches angebracht und unterteilt diesen in zwei Teile: der „absolute Laie" dreht nur bis an die Rast, nützt die Rückkopplung also nur so weit aus, wie sie noch keine Erschwerung der Bedienung bringt, während derjenige, der gern eine schwierigere Bedienung in Kauf nimmt, wenn sie sich leistungssteigernd auswirkt, über die Rast hinausdreht und so den Empfänger zum Schwingen bringen kann. Die Rast-Anordnung muß so beschaffen sein, daß man aus ihr auch um einen sehr kleinen Winkel herausdrehen kann, ohne daß der Kondensator wieder zurückschnappt. Mit den üblichen, in einen Einschnitt einfedernden Keilen und ähnlichem kann man deshalb nicht arbeiten.



Bewährt hat sich die im Bild gezeigte Anordnung, die man auch an alten Geräten anbringen kann. Sie besteht aus einer Scheibe a, die mit einer Madenschraube auf der Achse b des Drehkondensators befestigt ist und bei c einen Einschnitt hat. Auf der Scheibe läuft eine kleine Rolle d, die in der Feder e gelagert ist. Die Lagerung kann z. B. erfolgen, indem man durch die Bohrung der Rolle einen Stift steckt, den man beiderseits an die entsprechend ausgeschnittene Feder anlötet. Gibt man der Rolle einen Durchmesser von 5 mm und der Scheibe einen solchen von 20 mm, so kann man den Schlitz 1 bis 1,5 mm breit machen, um ein spürbares Einrasten zu erreichen, aber noch kein Zurückgleiten in den Schlitz.

Zweiseitige Klangfarbenregelung

Empfänger aus früheren Jahren, die einen Klangfarbenregler überhaupt nicht aufweisen, kann man nachträglich auf einfache Weise mit einem zweiseitig wirkenden Regler ausstatten, und zwar besonders einfach dann, wenn die Empfänger Anschlußbuchsen für einen zweiten Lautsprecher besitzen. Der Regler besteht gemäß Abb. 1 aus einem Sperr-Kondensator von 1 bis 2 µF für die Anodengleichspannung, einer Drossel von 0,3 bis 0,5 Hy (Drosseln von 0,3 Hy mit Ferrocart-Kern, sind im Handel erhältlich), einem Kondensator von 0,1 µF und einem Dreh-Spannungsteiler von 25 kΩ mit arithmetischer Regelkurve. Dreht man den Schleifer in Abb. 1 nach links, so findet eine Aufhellung, dreht man nach rechts. so findet eine Verdunkelung statt.

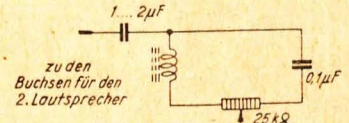


Abb. 1

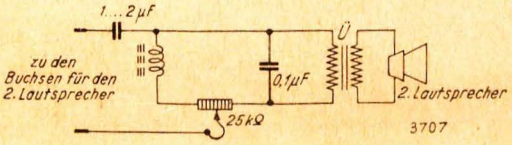


Abb. 2

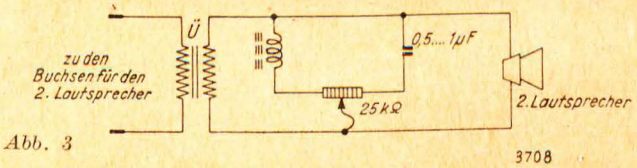


Abb. 3

Besteht der Wunsch, an den Empfänger neben dem Klangfarbenregler auch den zweiten Lautsprecher anzuschließen, so benutzt man die Schaltung der Abb. 2, in der der Anschluß des Lautsprechers über einen zusätzlichen Übertrager erfolgt. Will man mit dem Klangfarbenregler aber nur die Wiedergabe des zweiten Lautsprechers, jedoch nicht die des eingebauten regeln, so kommt die Schaltung nach Abb. 3 zur Anwendung. Die Einzelteile des zweiseitigen Klangfarbenreglers baut man zweckmäßig in ein kleines Metallgehäuse ein, das mit einer Steckerschnur für den Anschluß an den Empfänger und mit Buchsen für den zweiten Lautsprecher ausgestattet wird.

Schlechte Kontakte, wo sie keiner sucht

In älteren Empfängern läßt manchmal die Empfindlichkeit bedeutend nach, ohne daß man die Ursache in den Röhren oder in Schäden an den Einzelteilen findet. Allerdings versäumt man es wohl immer, eine wichtige Fehlerquelle zu untersuchen: nämlich die gute Masseverbindung der Spulensätze, Kondensatoren usw. Man ist überzeugt, daß ein Metallteil, das unmittelbar auf die Aluminium-Grundplatte aufgeschraubt ist, sowie eine Schraube, die in einer Aluminiumplatte sitzt, oder ein Aluminiumbecher, der auf eine kadmierte Eisenplatte aufgesetzt ist, für alle Zeit eine einwandfrei leitende Verbindung verbürgen. Das ist aber leider nur dann der Fall, wenn der Kontaktdruck genügend groß ist, und so verhindert wird, daß sich das Aluminium mit einer sehr dünnen und deshalb unsichtbaren, aber isolierenden Oxydhaut überzieht. Deshalb sind viele Fabriken dazu übergegangen, das Gestell nicht schlechthin als Masseverbindung zu benutzen, sondern eine besondere Masseleitung aus Kupferdraht zu verlegen, an die alle an Masse zu legenden Teile angelötet werden. Manchmal ist ein alter Empfänger nur dadurch auf seine ursprünglichen Leistungen zu bringen, daß man eine solche einwandfreie Masseverbindung nachträglich einzieht.

Sparableger für elektrische Lötkolben

Da der elektrische Lötkolben im allgemeinen drei Viertel seiner Gebrauchszeit nutzlos unter Strom steht, d. h. für die nächste kurze Arbeit warm gehalten wird, läßt sich ein wirtschaftlicheres Arbeiten erzielen, wenn man Stromverbrauch und Verschleiß in diesen „Wartezeiten" verringert. Natürlich wäre es unzweckmäßig, den Kolben in den Pausen einfach abzuschalten, denn dann würde er erkalten. Zweckmäßig erscheint dagegen eine Vorrichtung, die die Leistungsaufnahme des Lötkolbens in den Lötpausen auf einen Wert begrenzt, der den Kolben für die nächste Lötung gerade noch hinreichend warm hält. Wird der Kolben für die nächste Lötung wieder in die Hand genommen, so muß sofort der volle Strom eingeschaltet werden. Es liegt nahe, zu diesem Zweck einen Lötkolbenableger zu bauen, der beim Auflegen des Kolbens einen Kontakt betätigt, so daß eine kleinere Spannung an den Kolben gelegt wird.

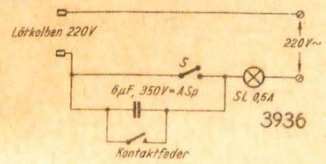


Abb. 1. Schaltung des Lötkolben-Spar-Ablegers

Die erforderliche Herabsetzung der Spannung kann bei Wechselstrom durch einen kleinen Spartransformator oder durch einen Vorschaltkondensator erfolgen. Bei Gleichstrom kommt nur ein Vorschaltwiderstand in Frage; man muß hier seinen Nachteil, selber elektrische Leistung in Wärme umzusetzen, so daß die Umschaltung bei Gleichstrom nicht so wirtschaftlich durchzuführen ist, in Kauf nehmen. Immerhin ergeben sich auch bei Gleichstrom ein verringerter Stromverbrauch und ein kleinerer Lötkolbenverschleiß. Bei Versuchen im Werkstattbetrieb ergab sich, daß die Lötkolbenspannung in der Ruhezeit bis auf ⅔ der Nennspannung herabgesetzt werden darf, was gleichbedeutend mit einer Herabsetzung der Nutzleistung auf 43,5 % ist, so daß ein 100-Watt-Lötkolben beim Auflegen auf den Sparableger nur noch 43,5 Watt umsetzt. Hieraus ergeben sich ohne weiteres die nötigen Unterlagen für die Berechnung von Spartransformatoren oder von Vorschaltwiderständen.

Weitaus am günstigsten ist die Möglichkeit, die uns bei 220 Volt Wechselstrom offensteht, nämlich die Vorschaltung eines wattlosen Widerstandes in Form eines Becherkondensators. Die in den Bildern gezeigte Bauart berücksichtigt diese Möglichkeit. Für Wechselstrom niedrigerer Spannungen sowie für Gleichstrom behält man den Aufbau des Ablegers bei, baut aber an Stelle des Blocks einen Transformator bzw. einen Widerstand ein.

In einem Blechkasten von 140 × 70 × 90 mm (z. B. aus 2-mm-Aluminium), der oben mit einem abnehmbaren Deckel, unten mit einer eingeschraubten Isolierstoff-Grundplatte versehen ist, ist der Kondensator an einer Achse 1 so aufgehängt, daß seine Lötfahnen in der Ruhelage durch sein Eigengewicht gegen die Kontaktfedern 2 gepreßt werden. Beim Auflegen des Kolbens neigt sich jedoch die Wippe 3 und hebt über das Verbindungsglied 4 den Block von den kurzschließenden Kontaktfedern ab. Verwenden wir einen

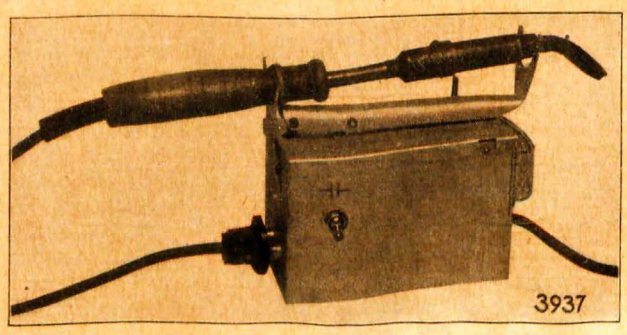


Abb. 2. Der Lötkolben-Spar-Ableger im Gebrauch

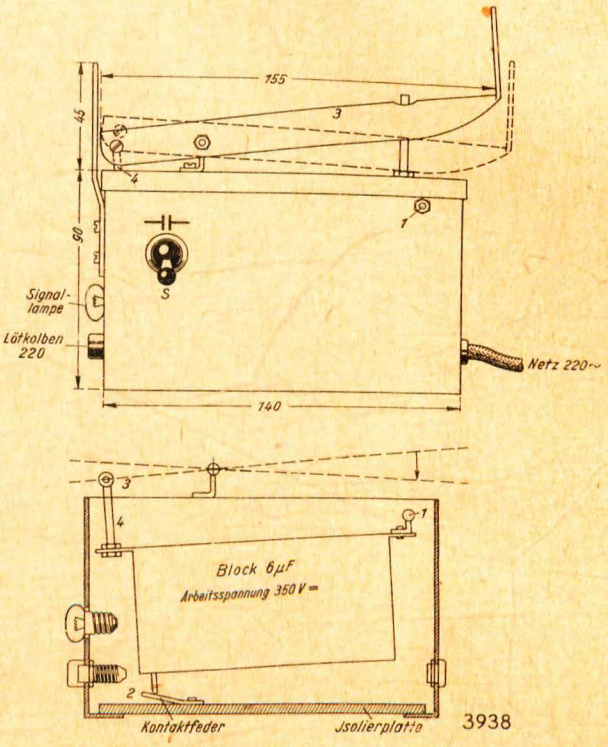


Abb. 3. Der Ableger in Seitenansicht und Schnitt

Transformator oder einen Widerstand, so muß eine entsprechende Anordnung dafür sorgen, den gleichen Grundsatz zur Anwendung zu bringen. Verwenden wir einen Widerstand, so muß natürlich für gute Entlüftung des Gehäuses gesorgt werden.

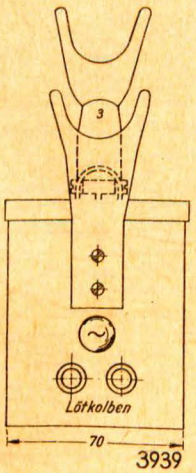


Abb. 4. Ansicht des Ablegers von der Stirnseite

Der Sparableger trägt zweckmäßig außen eine Signallampe, die weithin erkennen läßt, ob der Kolben eingeschaltet und die Sparvorrichtung in Tätigkeit ist oder nicht. Um den Kolben schnell anheizen zu können — desgleichen für Lötarbeiten mit hohem Wärmebedarf —, kann der Sparblock durch einen Schalter jederzeit überbrückt werden.

Wilhelmy

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Die 9 kHz-Sperre

Der durch die Überlagerung zweier wellenbenachbarter Sender entstehende Zischton von 9 kHz erweist sich in manchen Empfängern, die diesen Ton noch gut durchbringen, als besonders störend. Man kann ihn durch eine sogenannte 9 kHz-Sperre beseitigen, wie sie in manchen neuzeitlichen Geräten bereits angewendet wird. Sie besteht aus der Reihenschaltung einer Drosselspule und eines Kondensators,

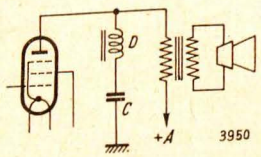


Abb. 1

die so bemessen sind, daß sie sich bei 9 kHz in Resonanz befinden. Man ordnet sie einfach parallel zur Primärwicklung des Ausgangsübertragers an (Abb. 1), kann sie aber auch in der Form eines Schwungradkreises in die Anodenleitung der Niederfrequenz-Vorröhre schalten (Abb. 2).

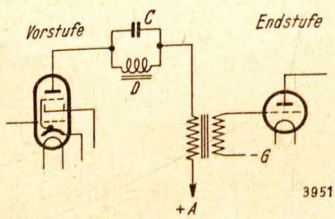


Abb. 2

Drosselspulen für 9 kHz-Sperren sind in geeigneter Bemessung im Handel erhältlich; der Kondensator hat je nach der Selbstinduktion der Drossel eine Kapazität von im Mittel 400 pF. Die Drossel soll eine recht große Resonanzschärfe besitzen.

Der Lautstärkeregler an der Zweipolröhre

Bei Empfängern mit einem Zweipol-Empfangsgleichrichter findet man aus Billigkeitsgründen häufig eine Lautstärkeregelung der Art, daß der Belastungswiderstand der Zweipolstrecke als Lautstärkeregler benutzt wird. Er ist dann als Dreh-Spannungsteiler ausgebildet; an ihm wird eine mehr oder weniger große Wechselspannung abgegriffen (Abb. 1). Der

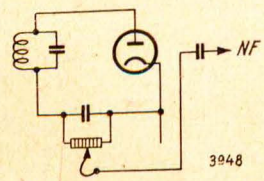


Abb. 1

Nachteil dieser Anordnung ist darin zu sehen, daß sich auch mit dem besten Dreh-Spannungsteiler kein völlig rauschfreier Betrieb erreichen läßt, da der Belastungswiderstand der Zweipolstrecke von einem Gleichstrom durchflossen wird.

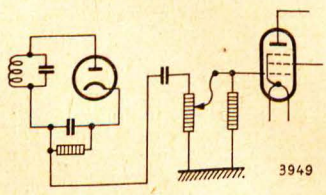


Abb. 2

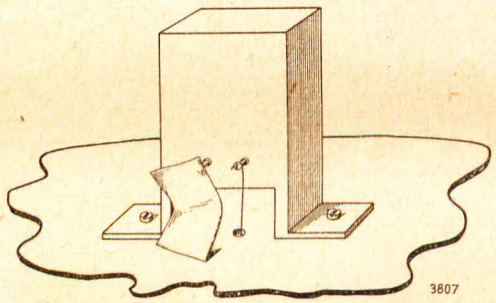
Wird Wert darauf gelegt, daß jedes Rauschen unterbleibt, so schaltet man die Lautstärkeregelung nach Abb. 2 um; der Regler ist hier völlig gleichspannungsfrei. Allerdings muß man darauf achten, daß das Gitter der Röhre mit Masse noch durch einen besonderen Festwiderstand verbunden ist, der in bekannter Weise — siehe FW 1, Seite 444 — die Niederfrequenzstufe bzw. die Endstufe schützt.

FW-Ratschläge

Kurzschluß durch Bezeichnungsschild

Bei einem Wechselstromempfänger, der einige Wochen lang zufriedenstellend gearbeitet hatte, setzte im eingeschalteten Zustand plötzlich der Empfang aus. Das Gerät wurde abgeschaltet; bei erneutem Anschalten am nächsten Tage zeigte es sich, daß zunächst die einzelnen Sender wie bisher gut hereinkamen, nach etwa einer halben Stunde aber nichts mehr zu hören war. Die Netzgleichrichterröhre brannte nicht mehr hell, sondern von ihrem System ging ein dunkelblaues Licht aus.

Als der Empfänger zur Vornahme von Messungen ausgebaut wurde, stellte sich heraus, daß sich das Beschriftungsschild der Netzdrossel durch die, wenn auch nur geringe, Erwärmung der Drossel gelöst hatte und auf der geerdeten Metallgrundplatte lag (siehe Abbildung). Da die Beschriftung und Umrahmung des Schildchens aus auf das Papier gepreßter Metallfolie bestanden, war diese als



störender Leiter in Erscheinung getreten, und zwar stellte sie eine Verbindung zwischen dem Metallgestell und einem Pol der in der Plusleitung liegenden Netzdrossel her. Die Kontaktgebung hierbei war glücklicherweise nur unvollständig, andernfalls wäre der gesamte Netzteil gefährdet gewesen. Sie reichte aber aus, um die den Röhren zugeführten Spannungen soweit herabzusetzen, daß der Empfänger keinen Ton mehr von sich gab. Daß die Erscheinung erst im Betrieb, nicht aber schon gleich beim Einschalten auftrat, erklärt sich daraus, daß das Schildchen zunächst keine leitende Verbindung mit den Anschlußklemmen der Drossel hatte. Erst durch die geringe Erwärmung des Netzteils krümmte es sich stärker und veränderte seine Lage so, daß eine solche hergestellt war.

Für die Einzelteile herstellenden Firmen ergibt sich hieraus die Forderung, die Beschriftungsschilder mit einem Klebstoff zu befestigen, der auch Temperatureinflüssen standhält, oder die Aufschrift besser ohne Verwendung von Metall anzubringen. *J. Lorch*

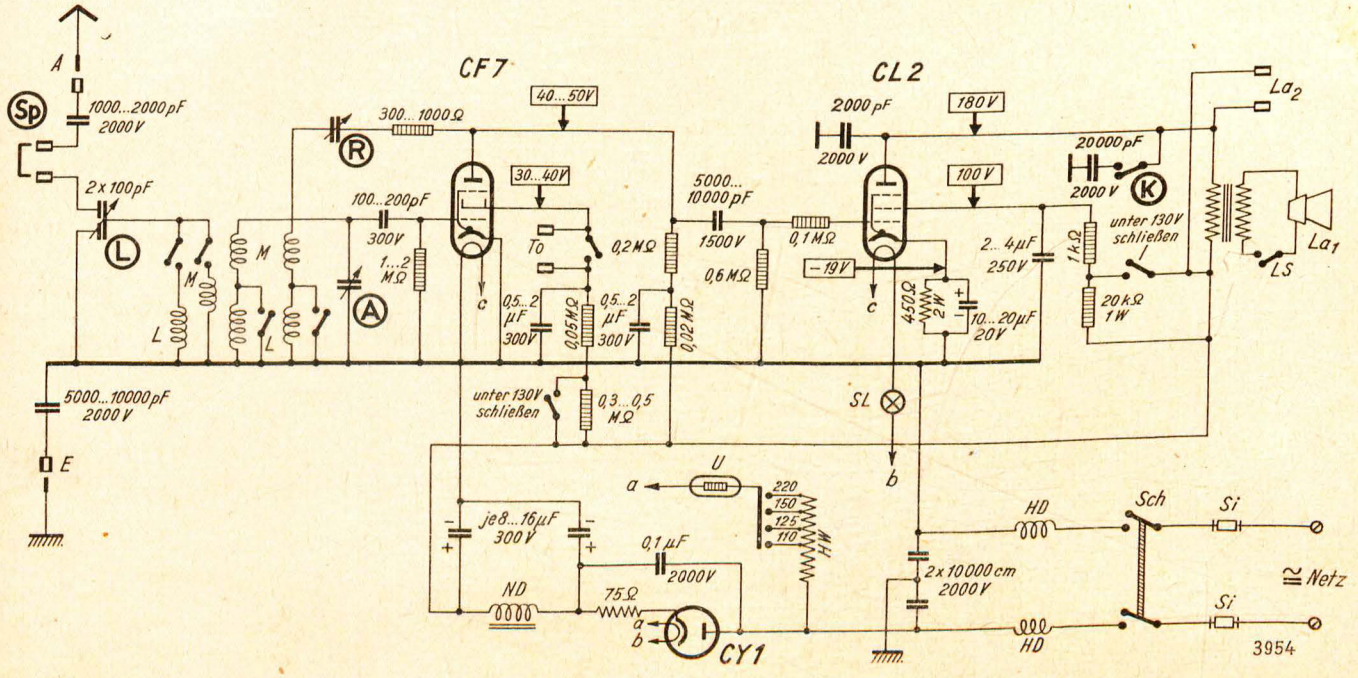
Zeichnung vom Verfasser

Das Zundern der Lötkolben

Es wird viel zu wenig beachtet, daß man das lästige Zundern der Lötkolben durch die Verwendung geeignet behandelter Einsätze aus einem Sondermetall verhüten kann. Solche Einsätze werden zu manchen Lötkolben an Stelle der üblichen Kupfereinsätze geliefert; sie bleiben auch dann blank und lötfähig, wenn man den Kolben lange Zeit unbenutzt eingeschaltet läßt. Allerdings ist ihre Wärmeleitfähigkeit etwas geringer, als die des Kupfers, so daß sie für Dauerlötungen — z. B. in der Massenherstellung — weniger geeignet sind; aber hier ist das Zundern ja auch weniger lästig, da der Kolben ständig im Gebrauch ist. Für die Funkwerkstatt dagegen, in der man mit langen Lötpausen rechnen muß, ist der zunderfreie Lötkolbeneinsatz gut geeignet.

Die Schaltung des Funkpraktikers

Einkreis-Zweiröhren-Empfänger für Allstrom



Bei dieser Schaltung wurde besonderer Wert darauf gelegt, einen einfachen und übersichtlichen, aber auch im Aufbau billigen Netzteil zu erhalten; deshalb wurde auf Autotransformator, Spannungsverdoppler-Röhre und ähnliche Einrichtungen verzichtet. Der Netzteil besteht aus dem angezapften Vorschaltwiderstand für die Heizung, einem Einweg-Gleichrichter und einer Siebkette; zum Schutz der Skalenlampe, die mit den Röhrenfäden in Reihe liegt, ist ein Urdox-Widerstand vorhanden.

Der Heizstrom-Vorschaltwiderstand muß für eine Dauerbelastung von 200 mA eingerichtet sein. Seinen Gesamtwert errechnet man, indem man den Spannungsbedarf der drei Röhren (13 + 24 + 20), der Skalenlampe (z. B. 6 Volt) und des Urdox-Widerstandes (z. B. 9 Volt) zusammenzählt (72 Volt) und diese Summe von der höchsten Netzspannung, für die das Gerät gebaut ist (z. B. 220 Volt), abzieht (220 — 72 = 148 Volt. Die Differenz teilt man durch den Heizstrom der C-Röhren, der mit 200 mA festgelegt wurde (148 : 0,2 = 740 Ω). Um die Anzapfungen zu erhalten, teilt man die Spannungsunterschiede zwischen dem Ende 220 Volt und den Anzapfungen durch 0,2 Amp.; so ergeben sich zwischen dem Ende 220 Volt und der Anzapfung 150 Volt = 70 : 0,2 = 350 Ω, für die Strecke zwischen den Anzapfungen 150 und 125 Ω = 25 : 0,2 = 125 Ω, für die Strecke zwischen 125 und 110 Ω = 15 : 0,2 = 75 Ω. Kommen mehrere Skalenlampen oder solche von anderer Spannung zur Verwendung, so muß mit deren Werten entsprechend gerechnet werden, desgleichen bei Anwendung eines Urdox-Widerstandes höheren Spannungsbedarfs.

Lautstärkeregelung: Die Lautstärkeregelung wird hier durch einen Dreiplatten-Drehkondensator bewirkt, der aber — vor allem, um Verstimmungen auszuschließen — nicht auf die Gitterspule unmittelbar, sondern auf sogenannte „hochinduktive Antennenspulen" wirkt, d. h. auf Antennenspulen großer Windungszahl, deren Eigenwelle über dem Empfangsbereich liegt.

Sperrkreis: Es kann ein beliebiger Sperrkreis verwendet werden, am besten eine umschaltbare Ausführung für Mittel- und Langwellen. Es ist jedoch nicht zweckmäßig, den Sperrkreis selbsttätig mit den Empfangsspulen umzuschalten, da dann keine Möglichkeit bestünde, beim Langwellenempfang einen starken Ortssender auf dem Mittelwellenbereich auszusperren.

Empfangsgleichrichter: Ein Allstromempfänger arbeitet bei niedrigen Netzspannungen mit verringerter Empfindlichkeit. Um trotzdem brauchbaren Empfang zu bekommen, ist es unbedingt erforderlich, einen empfindlichen Empfangsgleichrichter zu verwenden; das aber ist ein Gittergleichrichter mit Fünfpol-Schirmröhre. Der Vorschaltwiderstand für die Schirmgitterspannung ist unterteilt; bei Netzspannungen von 110 und 125 Volt wird der größte Teil des Vorschaltwiderstandes kurzgeschlossen, um zu verhindern, daß die Schirmgitterspannung zu sehr absinkt.

Schallplattenwiedergabe: Der Tonabnehmer überträgt die von ihm erzeugten Wechselspannungen nicht auf das Steuergitter, sondern auf das Schirmgitter, um die Brummneigung des Gerätes möglichst klein zu halten.

Ankopplung der Endstufe: Die Endstufe ist der Einfachheit halber durch Widerstand und Kondensator angekoppelt. Bessere Ergebnisse — vor allem bei niedrigen Netzspannungen — erzielt man, wenn an Stelle des Anodenwiderstandes 0,2 MΩ eine sogenannte Schirmgitterdrossel benutzt wird, d. h. eine Drossel von einigen hundert Henry Selbstinduktion bei wenigen Milliampere Gleichstrombelastung.

Endstufe: Um der Endstufe auch bei niedrigen Spannungen günstige Arbeitsbedingungen zu geben, ist der Schirmgitterwiderstand unterteilt; der größere Teil wird bei niedrigen Netzspannungen kurzgeschlossen.

Lautsprecher: Es findet ein dynamischer Lautsprecher mit Dauermagnet Anwendung, um nicht eine zusätzliche Leistung für eine Feldspule aufwenden zu müssen. Angenehm ist dabei auch, daß keine Maßnahmen gegen Brummstörungen getroffen zu werden brauchen, wie sie sonst zuweilen in der Feldspule ihre Ursache haben.

Werkzeuge und Hilfsmittel

Röhrenvergleichsgerät

Der Laie läßt sich durch die Angabe von Anodenstrom- und Steilheitswerten nur schwer davon überzeugen, daß eine Röhre verbraucht ist und durch eine neue ersetzt werden muß, und er steht auch Röhren-Meßgeräten, an denen ein Zeiger auf „Verbraucht" einspielt, meist nicht sehr freundlich gegenüber. In seinem Empfänger arbeitet die Röhre noch, und das genügt ihm; wie sie aber arbeitet, welche Wiedergabe sie liefert, dafür hat er infolge der langsamen Gewöhnung an den immer schlechter werdenden Klang den Maßstab verloren. Auch das kurzzeitige Einsetzen neuer Röhren überzeugt ihn nicht; die Zeit für das Umsetzen der Röhren und für das Anheizen ist zu lang, um einen unmittelbaren und wirksamen Vergleich zuzulassen.

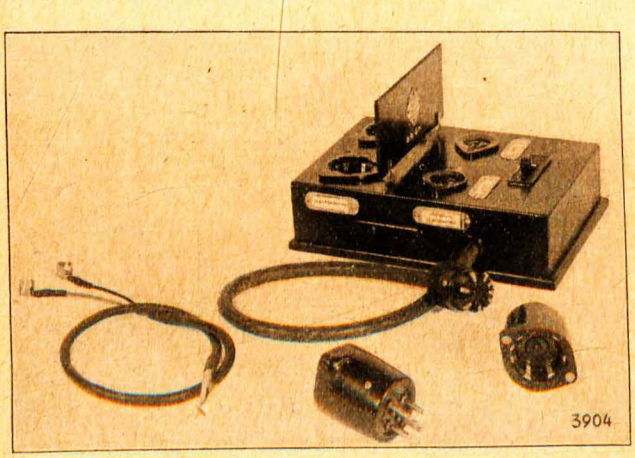


Abb. 1. Röhrenvergleichsgerät mit mehreren Zwischensockeln

Diesem Mangel hilft ein neues Röhrenvergleichsgerät ab; es ist in Idee und Schaltung sehr einfach, aber es ist vielleicht doch berufen, ein wertvolles Hilfsmittel für den Verkauf von Ersatzröhren zu werden. Mit seiner Hilfe kann man jedem Laien eindrucksvoll vor Augen führen, wieviel eine alte Röhre bereits nachgelassen hat. Das Vergleichsgerät besteht im Prinzip aus zwei Röhrenfassungen, deren Heiz-, Schirmgitter- und Anodenkontakte parallel geschaltet sind, während die Gitterkontakte umgeschaltet werden. Die Röhrenfassungen sind außerdem über ein Kabel mit einem Sockelstück verbunden, das an Stelle der zu untersuchenden Röhre in den Empfänger eingesetzt wird. In die Fassungen des Vergleichsgerätes setzt man die alte und eine neue Röhre ein, und wenn beide Röhren aufgeheizt sind, schaltet man mit einem eingebauten Schalter mehrmals um. Dadurch wird augenblicklich die alte oder die neue Röhre an den Empfänger gelegt, und dieser augenblickliche Vergleich läßt nun jeden Laien deutlich erkennen, wieviel die alte Röhre bereits gelitten hat.

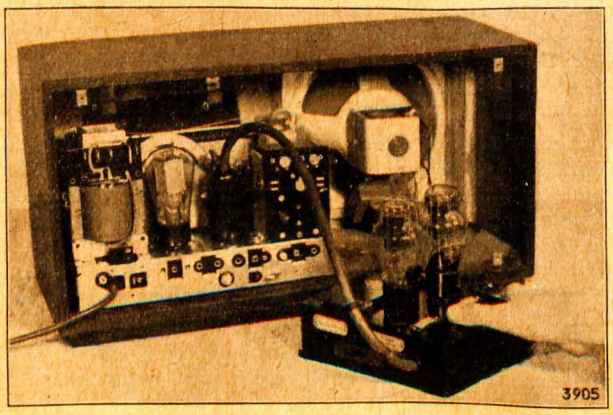
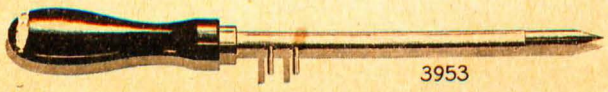


Abb. 2. Röhrenvergleichsgerät im Gebrauch

Selbstverständlich läßt sich dieser Röhrenvergleich nur bei Empfängerstufen durchführen, die kapazitiv nicht empfindlich sind, bei denen die Parallelführung der Leitungen also nicht zu wilder Rückkopplung, zu einem Aussetzen der Überlagererschwingung in einem Superhet oder zu anderen unerfreulichen Störungen führt. Die Verwendung des Röhrenvergleichsgerätes ist bei allen Dreipolröhren, bei Fünfpol-Endröhren sowie bei Netzgleichrichterröhren möglich, und zwar bei parallel und in Reihenschaltung geheizten Röhren. *Werkbilder (Telefunken)*

Elektrischer Lötkolben ohne Anschlußschnur

Ein neuer, sehr billiger elektrischer Lötkolben verzichtet auf die übliche Anschlußschnur; er besitzt dafür an seinem Schaft zwei Steckerstifte, mit denen er in jede Wand- oder Hängesteckdose (Kupplung) eingestöpselt werden kann. Dieser billige Kolben ist für gelegentliche Lötungen bestimmt; er dürfte aber auch dann praktisch sein, wenn man mit dem zu lötenden Teil nicht in die Nähe einer



Steckdose kommen kann und eine genügend lange Verlängerungsschnur nicht vorhanden ist, oder wenn sich von dem Werkstück die Erdverbindung nicht entfernen läßt und man befürchtet, daß ein Isolationsschaden in dem Kolben zu einem Erdschluß führen kann (bei Kolben unbekannten Fabrikates soll das manchmal vorkommen). Bei dem neuen Kolben ist während des Lötens eine Verbindung zwischen Netz und Kolben nicht vorhanden. Das Aufheizen des Kolbens nimmt etwa 3 Minuten in Anspruch; die Leistungsaufnahme beträgt 65 bis 70 Watt. *Werkbild*

Anfragen nach Meßgeräten

An die Schriftleitung werden häufig Fragen gerichtet, ob ein bestimmtes Meßgerät einem solchen anderer Marke vorzuziehen bzw. welchem von mehreren Meßgeräten der Vorzug zu geben ist. Wir können bei der Beantwortung solcher Anfragen natürlich keine Werturteile abgeben, sondern können unsere Auskunft nur auf Grund der elektrischen Daten der betreffenden Geräte erteilen. Ganz grundsätzlich ist hier zu sagen, daß Spannungsmesser — um diese handelt es sich meist — mit hohem Innenwiderstand der Vorzug zu geben ist. Wir empfehlen deshalb unseren Lesern, bei der Auswahl stets den Innenwiderstand zu beachten, damit sie später in der Anwendung der Geräte nicht behindert werden.

*

Die Herstellerfirmen aller besprochenen Neuerungen werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Alle Abbildungen in diesem Heft, die keinen Urhebervermerk tragen, wurden nach Angaben der Schriftleitung hergestellt

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. — DA II. Vj. 1936 = 8466. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G. Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 88378, Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung. — Nachdruck sämtlicher Artikel verboten.

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

1. Oktober 1936 Heft 19

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungskosten von 1 Pfg. enthalten. Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Nationalsozialistisches Patentrecht

Von

Dr. jur. habil. Hans Möller

Dozent an der Hansischen Universität, Hamburg

Die Neuordnung der Rechtsverhältnisse auf dem Gebiet des Patentwesens ist insbesondere für jeden technisch Interessierten von wesentlicher Bedeutung. Der nachfolgende Aufsatz will aber nicht auf Einzelheiten eingehen, sondern kurz zusammenfassend das Grundsätzliche der neuen Rechtsauffassung darlegen.

Mit dem 1. Oktober 1936 tritt das neue Patentgesetz vom 5. Mai 1936 in Kraft.

Damit ist die nationalsozialistische Rechtserneuerung wieder ein gutes Stück weiter vorwärts getrieben, stellt doch das Patentrecht eines der praktisch wichtigsten Gebiete des deutschen Wirtschaftsrechts dar.

Das bisherige Patentgesetz trug die häßlichen Züge einer Kompromißlösung, denn es war hervorgegangen aus parlamentarischen Machtkämpfen zwischen den Erfindern einerseits und den ihnen gegenüberstehenden Interessentengruppen andererseits. Bei der Anwendung und Auslegung des alten Gesetzes gewannen — unterstützt von vielfach artfremden Kommentatoren, welche die Patentrechtswissenschaft zu einer talmudistischen Geheimwissenschaft zu machen strebten — durchweg die Erfinder die Oberhand. In einer überspannt individualistisch-naturrechtlichen Betrachtungsweise wurde dem „geistigen Eigentum" der Erfinder ein so weiter Schutz zuerkannt, daß die berechtigten Belange der Allgemeinheit völlig zu kurz kamen.

Das ist jetzt anders geworden. Auch das neue Gesetz würdigt allerdings die Leistung der schöpferischen Persönlichkeit, ja dieser Schutz ist sogar erweitert, da das nationalsozialistische Recht auch die nicht in klingende Münze umrechenbare Erfinderehre endlich berücksichtigt. Aber die Rechte des Erfinders finden ihre Schranke dort, wo sein Dienst an der Allgemeinheit endet und wo die Belange der Volksgemeinschaft es erfordern. Das Recht des Erfinders ist so zu einem Gliedschaftsrechte geworden. Die Idee des „geistigen Eigentums" ist abgelöst von der höheren Idee des Führers: „Es darf ein Erfinder nicht nur groß erscheinen als Erfinder, sondern muß größer noch erscheinen als Volksgenosse."

Es ist lehrreich und interessant zu sehen, wie sich der Umbruch des Denkens im einzelnen im Patentrecht ausgewirkt hat. Dabei erschöpfen sich die vollzogenen Wandlungen nicht in einer weitgehenden Änderung des Gesetzeswortlautes: Auch insoweit, als der Gesetzeswortlaut unverändert geblieben ist, muß die Anwendung und Auslegung des Gesetzes in neuem Geiste erfolgen.

Ein gutes Beispiel dafür, daß trotz beibehaltenen Gesetzeswortlautes die Begriffe einen ganz anderen Inhalt erlangen können, bietet schon der Grundbegriff des Patentrechts, jener der Erfindung. Eine Erfindung ist — kurz gesagt — eine neue Regel zu technischem Handeln, die fortschrittlich, überraschend und gewerblich verwertbar ist und dabei nicht dem Gesetz oder den guten Sitten zuwiderläuft. Diese Definition galt auch schon bisher, aber die einzelnen Begriffsmerkmale müssen jetzt in anderem Lichte gesehen werden.

Als fortschrittlich wurde früher nur eine Neuerung angesehen, welche für den Erfinder einen guten Verdienst erhoffen ließ. Solche individual-kapitalistische Betrachtungsweise, die nur auf die Rentabilität sah, ist heute überwunden zugunsten einer Auffassung, die auf den volkswirtschaftlichen Nutzen sieht, wobei die Ziele nationalsozialistischer Wirtschaftspolitik in besonderem Maße berücksichtigt werden

müssen. Deshalb ist beispielsweise eine Regel, welche die Verwertung inländischer statt ausländischer Rohstoffe ermöglicht, selbst dann patentfähig, wenn es an der Rentabilität fehlt.

An die Erfindungshöhe müssen künftig höhere Anforderungen gestellt werden. Es geht im Interesse der Allgemeinheit nicht an, daß die Gewerbefreiheit wegen einer Erfindung eingeengt wird, die nichts Überraschendes an sich hat, sondern für jeden Sachverständigen in der Luft lag.

Viel umstritten ist die Frage, ob arbeitsparende Maschinen noch patentiert werden können. Manche haben gemeint, dies widerspreche der nationalsozialistischen Weltanschauung, die in dem allgemeinen Volksempfinden zum Ausdruck komme. Dagegen ist aber zu sagen: Unbeschadet ihres Arbeitsbeschaffungsstrebens sind Nationalsozialisten keine Maschinenstürmer, die wertvolle technische Fortschritte verwerfen. Nur wenn ein Gesetz ganz eindeutig die Verwendung gewisser arbeitsparender Maschinen verbietet, ist eine Patentierung ausgeschlossen.

Die einzige gesetzliche Änderung, die den Erfindungsbegriff angeht, betrifft das Merkmal der Neuheit. Wenn bisher ein Erfinder vor der Anmeldung in einem Vortrag oder mit einer Vorführung für seine Erfindung warb, so war diese Vorwegnahme neuheitsschädlich, eine Patentierung konnte nicht mehr erfolgen. In der Erkenntnis, daß mancher Erfinder sich erst durch die Werbung die Mittel für das Erteilungsverfahren sichern muß, ist jetzt eine solche Vorwegnahme nicht mehr neuheitsschädlich, wenn ihr binnen sechs Monaten die Anmeldung folgt.

Das Recht auf das Patent steht, sofern eine patentfähige Erfindung vorliegt, nunmehr dem Erfinder oder seinem Rechtsnachfolger zu, während nach früherem Recht der Anmelder materiell berechtigt war. Dieser Übergang von dem formellen Anmelderprinzip zu dem gerechteren Erfinderprinzip ist sehr wichtig: In Zukunft erhält den Lohn für die Offenbarung der Erfindungsregel nicht irgendein Anmelder, sondern derjenige, der die erfinderische Leistung vollbracht hat. Das Reichspatentamt prüft allerdings im Interesse der Beschleunigung des Erteilungsverfahrens nicht die Frage, wer der Erfinder ist, aber vor den ordentlichen Gerichten kann der Erfinder künftig die sogenannte Übertragungsklage gegen den materiell nicht berechtigten Anmelder erheben.

Derjenige, dem das Patent erteilt ist, hat nach wie vor die ausschließliche rechtliche Herrschaft über die Erfindung, das sogenannte Patentrecht. Die Grenzen dieses Rechtes, der Schutzumfang des Patents, müssen aber nach der neuen Rechtsauffassung enger als bisher abgesteckt werden. Will man die gemeinnützigen Interessen der Allgemeinheit besser berücksichtigen, so muß auf den Inhalt der Patentschrift, also auf die Offenbarung entschiedeneres Gewicht gelegt werden, denn nur insoweit verdient der Patentinhaber Schutz, als er der Allgemeinheit etwas offenbart hat. In unklare Patentansprüche darf nicht wie bisher unendlich viel hineingeheimnist werden. Die Rechtsprechung zeigt schon jetzt eine bemerkenswerte Tendenz, den Schutzumfang der Patente enger zu bemessen. Das wird noch mehr der Fall sein, wenn sich künftig nur spezielle Landgerichte (Berlin, Düsseldorf, Frankfurt/Main, Hamburg, Leipzig und Nürnberg-Fürth) mit Patentstreitsachen zu befassen haben werden und wenn als „technische Staatsanwälte" Vertreter des Reichspatentamts den Richtern zur Seite stehen.

Auch soweit der Schutzumfang des Patentes reicht, unterliegt aber der Patentinhaber gewissen Beschränkungen, unter denen als neu ein bevorzugtes Benutzungsrecht des Reichs und der selbständigen Reichsverkehrsanstalten hervorzuheben ist, das allerdings frühere Aufzeichnungen der Verwaltung, also etwa der Reichspostverwaltung, voraussetzt. Außerdem kann die Reichsregierung bei jeder Erfindung bestimmen, daß sie zum Wohle der Volksgemeinschaft, insbesondere für Zwecke der Landesverteidigung benutzt werden soll; der Patentinhaber erhält dann aber eine angemessene Vergütung. Zwangslizenzen müssen in Zukunft erteilt werden, wenn die Erteilung nach Erklärung der Reichsregierung im Interesse der Volksgemeinschaft geboten ist. Schließlich kennt das neue Recht die Erklärung der Lizenzbereitschaft. Wird diese Erklärung abgegeben, so muß der Erfinder jedermann die Benutzung der Erfindung gegen angemessene Vergütung gestatten, er erspart dadurch die Hälfte der Jahresgebühren.

Die Gebührenregelung ist auch im übrigen im Interesse minderbemittelter Erfinder vielfach reformiert. An die Stelle der abgeschafften ersten Jahresgebühr ist eine Anmeldegebühr von 25 RM getreten, die Gebühr für das zweite Patentjahr ist beseitigt, die Gebühren für das dritte bis achtzehnte Patentjahr steigen an von 30, 30, 30, 50, 75, 100 RM bis auf 1000 RM. Dem Erlöschen der Patente wegen Nichtzahlung der Jahresgebühren wird durch eine Reihe von Vorschriften (Hinausschiebung von Mahnungen sowie Stundungen) vorgebeugt, besonders bemerkenswert ist die Bestimmung, daß bedürftigen Patentinhabern die Bekanntmachungs- und die Gebühr für das dritte bis sechste Patentjahr gestundet und u. U. erlassen werden kann.

Mit diesen sachlichen Änderungen geht eine größere Anzahl von Änderungen des Verfahrens Hand in Hand, die hier nicht im einzelnen aufgeführt werden können.

Besonders bemerkenswert sind aber jene Änderungen des patentrechtlichen Verfahrens, die damit zusammenhängen, daß in Zukunft — wie schon kurz erwähnt — auch die sogenannte Erfinderehre geschützt werden soll. Der Lohn, der dem Anmelder durch die Erteilung des Patents für seine Offenbarung an die Allgemeinheit zuteil wird, ist zunächst ein rein materieller. Der Ansporn, Erfindungen zu offenbaren, wird bedeutend verstärkt, wenn neben diesen materiellen ein immaterieller Lohn, nämlich der rechtliche Schutz der Erfinderehre, tritt. Dieser rechtliche Schutz entspricht auch der nationalsozialistischen Forderung, in Würdigung schöpferischer Leistung die industrielle Führerpersönlichkeit mehr als das anonyme Kapital in den Vordergrund zu rücken.

Im Interesse des Erfinders beschränkt sich das neue Gesetz nicht darauf, es der Initiative des Erfinders zu überlassen, sich bei irgendwelchen Gelegenheiten der Erfinderehre zu berühmen. Vielmehr muß jeder Anmelder vor Erlaß des Bekanntmachungsbeschlusses den Namen des Erfinders angeben, und sodann erfolgt an vier Stellen, insbesondere in der Patentschrift, die Benennung des Erfinders. Sie unterbleibt nur, wenn der vom Anmelder angegebene Erfinder dies beantragt. Dieser Antrag ist aber jederzeit widerruflich und ist von einem Verzicht auf das Erfinderpersönlichkeitsrecht, der unmöglich ist, streng zu unterscheiden.

Ist die Person des Erfinders unrichtig angegeben, so ist der Anmelder oder spätere Patentinhaber ebenso wie der zu Unrecht Benannte dem wirklichen Erfinder verpflichtet, dem Reichspatentamt gegenüber die Zustimmung dazu zu erklären, daß die Erfindernennung berichtigt wird.

Alles in allem ist das neue Patentrecht sicher geeignet, der deutschen Industrie zu weiterer Entfaltung zu verhelfen. Jahrzehntelang hat man sich vor der nationalsozialistischen Revolution bemüht, die Mängel des bisherigen Rechts abzustellen. Erst dem Nationalsozialismus ist es vorbehalten gewesen, beherrscht von einer großen und starken Idee und nicht gehemmt durch parlamentarische Machtkämpfe, das hohe Ziel zu erreichen.

*

Für alle Einzelfragen, die sich aus dem neuen Patentrecht ergeben, verweisen wir auf die Textausgabe des „Patentgesetzes" und insbesondere den „Kommentar zum Patentgesetz vom 5. Mai 1936", die der Verfasser vorstehenden Aufsatzes soeben im Verlag der Weidmannschen Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94, hat erscheinen lassen.

Ein direkt gekoppelter 3-Watt-Verstärker für Wechselstromanschluß

Von

L. W. Herterich und **H. J. Wilhelmy**

Der nachfolgend beschriebene Verstärker ist überall dort zu verwenden, wo außer einer Sprechleistung von 3 Watt eine besonders hohe Niederfrequenz-Verstärkung erwünscht ist und wo die Frequenzkurve möglichst geradlinig verlaufen sollte. Er wird daher vor allem für Mikrophon- und Lautsprecher-Untersuchungen zu verwenden sein, d. h. für die Lösung meßtechnischer Aufgaben, die durch die Verwendung von Verstärkern mit sehr ungleichmäßiger Frequenzkurve erschwert würde. Zu diesen meßtechnischen Anwendungen gehört auch die Abnahme von Tonfrequenzspannungen von einer Frequenzschallplatte oder von einem Schwebungssummer, der nur kleine Spannungen liefert. Auch bei oszillographischen Arbeiten, d. h. zur Verstärkung der Ablenkspannungen für eine Kathodenstrahlröhre, wurde der Verstärker unter den verschiedensten Bedingungen mit Erfolg verwendet. Das bekannteste Anwendungsgebiet für einen frequenzgeraden Verstärker sind natürlich die Aufnahme und Wiedergabe von Schallplatten sowie der Rundfunkempfang in hoher Güte der Wiedergabe.

Infolge der direkten Kopplung zwischen Vorstufe und Endstufe, mit der wir arbeiten, bekommt das Gerät die besondere Fähigkeit, die tiefen Frequenzen ohne jeden Kunstgriff weit besser zu verarbeiten, als es mit normalen Verstärkern gelingen kann; sogar Gleichspannungsänderungen können verstärkt werden, was das Gerät zum Nachweis oder zur Messung sehr kleiner Gleichspannungen geeignet macht.

Die Schaltung

Entscheidend für den Wert des Verstärkers ist es, daß es durch eine ganz einfache Anordnung gelingt, den verschiedenen Anforderungen zu genügen, die das weite Anwendungsgebiet stellt. Lassen wir eine Schirmröhre von verhältnismäßig niederem Innenwiderstand und eine moderne Endröhre in direkter Kopplung aufeinanderfolgen, so können wir selbst bei ungewöhnlich hohen Verstärkungsziffern noch sehr gleichmäßige Frequenzkurven erreichen. Kommt es aber in einzelnen Fällen darauf an, mit allerhöchster Verstärkung (Spannungsverstärkung etwa 8×10^3) ohne Rücksicht auf eine nicht ganz erstklassige Frequenzkurve zu arbeiten, wie das manchmal bei der Aufnahme von Schallplatten der Fall sein kann, so können wir unserem Verstärker durch Betätigung eines einfachen Reglers auch diese Eigenschaft verleihen.

Da der auffälligste Unterschied zwischen einem direktgekoppelten Verstärker und einer der gewohnten widerstandkondensatorgekoppelten Anordnungen in der Stromversorgung liegt, wollen wir bei der Besprechung der Schaltung damit beginnen: Die Gittergleichspannung der Endröhre muß naturgemäß gleich der Anodengleichspannung der Vorröhre sein, und damit die Vorröhre eine hohe Verstärkung bei möglichst geringen Verzerrungen ergeben kann, legen wir diese Spannung auf etwa 185 Volt fest. Infolgedessen muß die Kathode der Endröhre auf einem Spannungspunkt liegen, der um ihre Gittervorspannung höher als 185 Volt ist. So ergibt sich in unserem Falle für die Endröhre die ungewöhnlich hohe Kathodenspannung von + 200 Volt.

Daraus folgt zunächst, daß wir für die Vorröhre und für die Endröhre getrennte Heizwicklungen benötigen, denn es ist bei indirekt geheizten Röhren unzulässig, zwischen Faden und Kathode eine höhere Spannung als etwa 75 Volt zu legen, was aber bei der Vorröhre zutreffen würde, wenn wir sie gemeinsam mit der Endröhre aus derselben Wicklung heizen würden.

Die zweite Folgerung ist die, daß der Kathodenwiderstand der Endröhre ungewöhnlich groß und infolgedessen auch sehr hoch belastbar sein muß. Wir ersehen daraus,

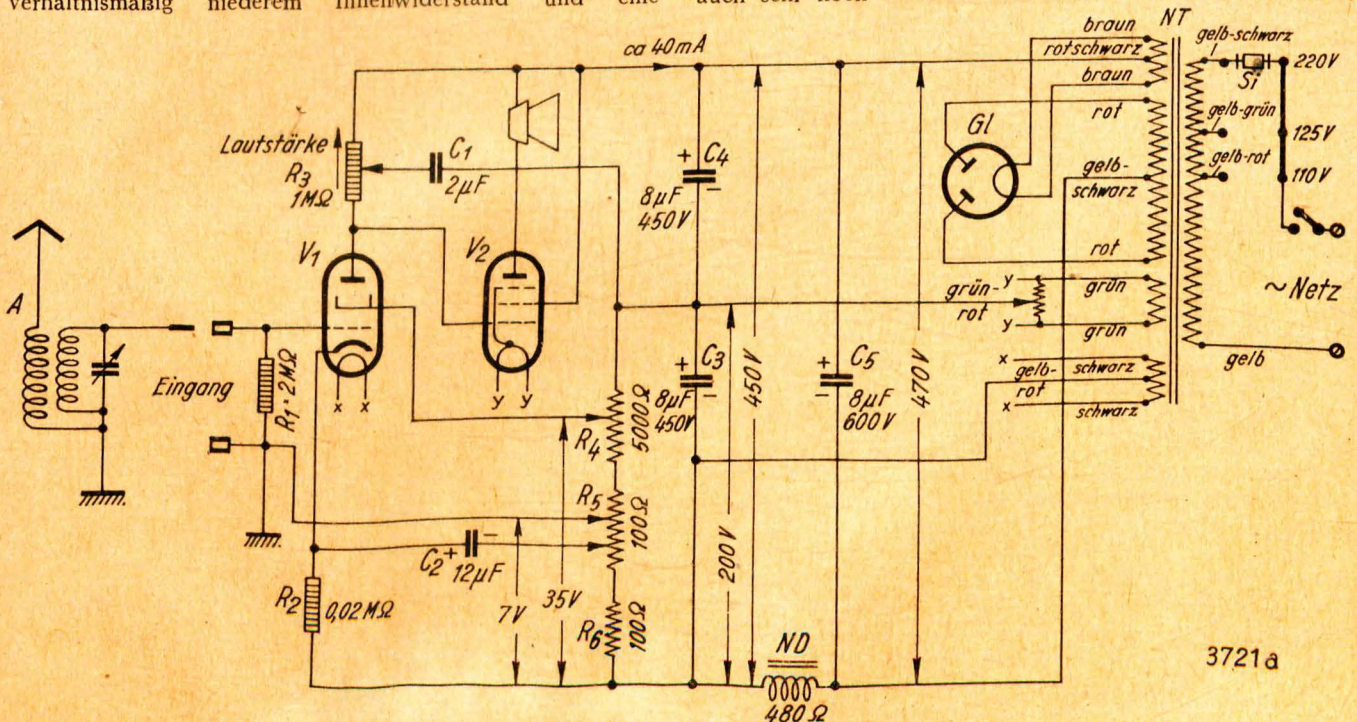


Abb. 1a. Gesamtschaltung des direkt gekoppelten 3-Watt-Verstärkers

daß die Anodenstromversorgung unseres Verstärkers nicht sehr wirtschaftlich sein kann, da fast die Hälfte der vom Netzgleichrichter gelieferten Leistung in diesem Widerstand umgesetzt wird; doch nehmen wir diesen Nachteil in Kauf, da er sich auf einfache Weise bewältigen läßt und doch den Gesamtstromverbrauch nicht in einer Weise erhöht, die bei der Anwendung des Verstärkers ernstlich ins Gewicht fallen würde.

Da die Kathode der Endröhre auf fast 200 Volt liegt und die Endröhre selbst zu ihrer guten Ausnützung eine Anodenspannung von etwa 250 Volt verlangt, beträgt die vom Netzteil zu liefernde Gesamtspannung 450 Volt bei etwa 41 mA. Wir gewinnen diese Spannung mit einem Doppelweggleichrichter, der aus einem Transformator von 2 × 450 Volt eff. gespeist wird. Der Ladungskondensator dieses Gleichrichters ist ein Elektrolyt-Zwillingskondensator von 8 µF bei 600 Volt Arbeitsspannung, der aus zwei in Serie geschalteten, genau gleichen Kondensatoren von je 16 µF zusammengesetzt ist und in dieser Form fertig geliefert wird. Es sei dagegen auf Grund der Erfahrungen des Verfassers davor gewarnt, zwei beliebige Elektrolytkondensatoren einfach in Reihe zu schalten, da die Gleichstromwiderstände derselben sehr verschieden sein oder doch sich mit der Zeit so verschieben können, daß einer der beiden Kondensatoren Überspannung bekommt und durchschlägt; der zweite Block bekommt dann natürlich sofort auch Überspannung. Eine Abhilfe gegen diese Gefahr wäre höchstens durch die Parallelschaltung eines Spannungsteilers von einigen Milliampere Querstrom zu den Blocks zu erreichen, falls wir auf die Verwendung bereits vorhandener Kondensatoren angewiesen sein sollten.

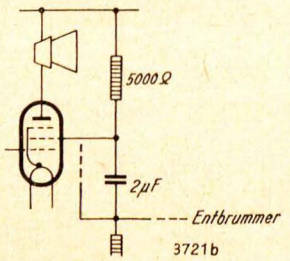


Abb. 1b. Bei unzureichender Siebung der Gesamtanodenspannung empfiehlt sich eine einfache Nachsiebung der Schirmgitterspannung

Die Anodenstromsiebung erfolgt durch eine Drossel von 480 Ohm Gleichstromwiderstand und durch zwei weitere, in Reihe geschaltete Elektrolytkondensatoren von je 8 µF. An dieser Stelle sind allerdings die Kondensatoren nicht gefährdet, da der erste die Anodenspannung der Endröhre, der zweite ihren Kathodenwiderstand überbrückt, wodurch die Verteilung der Spannungen auf die beiden Blocks festgelegt und von deren Restströmen unabhängig ist. Die Siebdrossel liegt im negativen Ast der Anodenstromzuführung; dies wurde vorgesehen, damit zwischen der Drosselwicklung und dem Kern bzw. dem Grundgestell des Verstärkers nicht die gesamte und gefährlich hohe Anodenspannung liegt. Die Schutzgitterspannung wurde bei unserem Verstärker mit der Hauptanodenspannung zusammengelegt, was bei Verwendung einer guten Drossel in der Siebkette zulässig ist, sonst aber vermieden werden sollte. Das Zusatzschaltbild (Abb. 1 b) zeigt die Einschaltung einer kleinen Siebkette in die Schutzgitterzuführung der Endröhre, die die Brummfreiheit des Gerätes in einem überraschenden Maße verbessert, falls wir aus irgendeinem Grunde die Gesamt-Anodenspannung nicht so sieben können, daß wir mit der Originalschaltung zurechtkommen.

Betriebsbedingungen der Vorstufe

Die Anodenspannung der Vorstufe besitzt in unserem Fall die ansehnliche Höhe von 450 Volt, woraus sich die ungewöhnlich hohen Verstärkungsziffern erklären. Wir können nämlich Anodenwiderstände bis zu 1 MΩ anwenden, ohne daß die Spannung am Anodenblech unter 185 Volt sinkt. Durch diese hohe Anodenspannung ist übrigens unsere Vorröhre in keiner Weise gefährdet, denn im Betrieb überschreitet ja die Anodenspannung nicht den genannten Wert von 185 Volt, und lediglich während der Anheizzeit könnte diese Spannung gleich der Höchstanodenspannung werden. Hier allerdings setzt der Gitterstrom der Endröhre ein, die ja direkt geheizt ist, also ebenso schnell auf ihre Betriebstemperatur kommt wie die Gleichrichterröhre. Dieser Gitterstrom macht es infolge des hohen Anodenwiderstandes der Vorröhre überhaupt unmöglich, daß deren Anodenspannung wesentlich über die Spannung der Kathode der Endröhre hinaus steigt. Eine weitere Tatsache, die beweist, daß die Vorröhre auch während der Anheizzeit in keiner Weise gefährdet wird, ist das Absinken der Gesamtanodenspannung während des Anheizens infolge des erhöhten Anodenstromes der Endröhre, was auch ohne den Gitterstromeinsatz vollkommen dazu ausreichen würde, die für die Vorröhre höchstzulässige Spannung einzuhalten.

Die Schirmgitterspannung der Vorstufe wird an einer Anzapfung des Kathodenwiderstandes der Endstufe gewonnen. Ihre Gittervorspannung fällt an einem Kathodenwiderstand ab, der allerdings wesentlich größer ist, als es zur Gewinnung der benötigten Kathodenvorspannung an sich nötig wäre. Die positive Kathodenvorspannung oder, was das gleiche ist, die negative Gittervorspannung wäre also höher, als notwendig. Daher wird dem Gitterkreis von einem weiteren Abgriff des Kathodenwiderstandes der Endröhre eine feste, positive Gegenspannung erteilt, so daß trotz des an sich zu großen Kathodenwiderstandes die richtigen Betriebsverhältnisse erreicht werden. Diese „künstliche" Vergrößerung des Kathodenwiderstandes der Vorstufe ist eine Maßnahme, die schon bei den ersten bekanntgewordenen Loftin-White-Verstärkern angewendet wurde und sehr wesentlich zur Stabilität des ganzen Verstärkers beiträgt.

Wir müssen nämlich bedenken, daß schon sehr kleine Stromänderungen bei der Vorröhre genügen würden, um den Arbeitspunkt der Endröhre in ungünstiger Weise zu verlagern. Solchen Stromänderungen wirkt die Anwendung des Kathodenwiderstandes zur Gewinnung der Gittervorspannung grundsätzlich entgegen, da ein Stromanstieg gleichzeitig die negative Gittervorspannung erhöht, womit die Änderung von selber abgebremst wird. Es liegt auf der Hand, daß diese stabilisierende Wirkung des Kathodenwiderstandes um so besser wird, je größer er ist. Daher wurde in unserem Verstärker der Kathodenwiderstand auf ein Fünftel des Anodenwiderstandes festgesetzt und der Überschuß an Vorspannung durch eine leicht einstellbare Gegenspannung ausgeglichen.

Eine zweite Maßnahme, die schon von den alten Originalanordnungen stammt, ist die Anwendung einer sogenannten Netzton-Kompensation im Kathodenkreis der Vorröhre, die sich sehr wohl lohnt, obwohl auf Grund der schlechten Erfahrungen bei der Anwendung von Kompensationsschaltungen bei normalen Empfängern vielleicht manches Vorurteil dagegen besteht.

Betriebsbedingungen der Endstufe

Nachdem wir festgestellt haben, daß die Vorröhre unter einwandfreien Bedingungen betrieben wird, erhebt sich sofort die Frage, ob auch die Endröhre in ähnlicher Weise gegen Überlastungen oder gegen ungünstige Verlagerungen ihrer Betriebsspannungen geschützt ist. Daß bei der Vor-

stufe Maßnahmen zur Stabilisierung ihres Anodenstroms getroffen wurden, haben wir eben erwähnt. Daraus folgt, daß auch die Gitterspannung der Endröhre weitgehend konstant gehalten wird. Wesentlich ist aber auch, daß die Kathodenspannung nicht an einem Spannungsteiler, sondern in einem lediglich vom Kathodenstrom der Endröhre durchflossenen Widerstand erzeugt wird. So wird ein zweites Mal die stabilisierende Wirkung eines hohen Kathodenwiderstandes zum Schutz unserer Röhren eingesetzt: Neigt die Gitterspannung dazu, in positiver Richtung vom Sollwert abzurücken, so rückt die Kathodenspannung augenblicklich ebenfalls in positiver Richtung nach, womit die Gittervorspannung und der Endröhrenstrom mit einer kleinen Abweichung stets auf den vorgeschriebenen Werten gehalten werden. Auch bei der Endstufe haben wir ja wegen der hohen Kathodenspannung die Möglichkeit, den Kathodenwiderstand wesentlich größer zu bemessen als in einer normalen Schaltung.

Die Betriebssicherheit

So wurde schließlich erreicht, daß der Verstärker nicht weniger betriebssicher arbeitet als ein Gerät mit normaler Widerstand-Kondensator-Kopplung. Abb. 2 zeigt den Zusammenhang zwischen Endröhrenstrom und Netzspannung, woraus die Brauchbarkeit der Schaltung ohne weiteres hervorgeht.

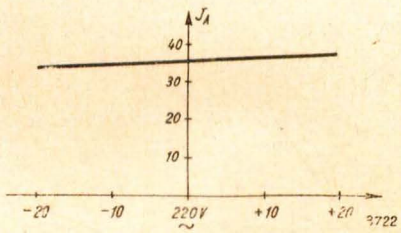


Abb. 2. Die geringe Änderung des Endröhrenstromes bei Netzspannungsschwankungen zeigt die Zuverlässigkeit, die auch beim direkt gekoppelten Verstärker durch stabilisierende Maßnahmen erreicht werden kann

Während des Einschaltungsvorganges, d. h. solange die Kathode der Vorröhre noch nicht oder noch nicht voll emittiert, liegen die Dinge so, daß zwar die Gittervorspannung der Endröhre kurzzeitig nahe an 0 Volt ist, daß jedoch trotzdem weder die Kathode noch die Anode überlastet wird, da sich ein Höchststrom von nur etwa 48 mA einstellt und da die wirksame Anodenspannung in diesem Augenblick derartig absinkt, daß auch die höchstzulässige Anodenbelastung nicht überschritten wird.

Ein neues Verfahren zur Lautstärkenregelung

Um die Gitterspannung der Vorstufe auch bei kapazitiver Anschaltung der Eingangsspannungsquelle festzulegen, sind die Eingangsklemmen des Verstärkers mit einem Widerstand von 2 MΩ überbrückt. Der Anodenwiderstand besitzt, wie schon gesagt, 1 MΩ. Dieser Wert ist jedoch viel zu hoch, um betriebsmäßig in allen Fällen beibehalten zu werden, denn er ergibt sowohl eine für viele Fälle unangenehm hohe Verstärkungsziffer, wie eine merkliche Senkung der Frequenzkurve nach der hohen Seite hin. Die Möglichkeit, diesen Widerstand veränderlich auszuführen oder die Gitterwechselspannung der Endröhre an einem Abgriff desselben abzunehmen, scheidet natürlich wegen der direkten Kopplung im Gegensatz zu anderen Verstärkern vollkommen aus. Mit der Herabsetzung der Eingangsspannung wäre uns ebenfalls nicht gedient, da diese nichts an der ungünstigen Frequenzkurve und an der hohen Empfindlichkeit des Gitterkreises gegen Netzbrummen ändern würde. Es wurde daher bei unserem Verstärker erstmalig ein neues Verfahren der Lautstärkenregelung erprobt und verwendet, bei der der Anodenwiderstand als Dreh-Spannungsteiler ausgebildet ist, dessen Schleifer über einen größeren Kondensator geerdet ist (Abb. 1). Steht dieser Schleifer zum Beispiel in der Mitte, so ist mit Ausnahme der extrem tiefen Frequenzen die Hälfte des Anodenwiderstandes kapazitiv kurzgeschlossen, womit auch die Verstärkungsziffer halbiert und die Frequenzkurve besser ausgeglichen wird; als Nebenwirkung ergibt sich aber gleichzeitig, daß die Siebung der Anodenspannung der Vorröhre um so besser wird, je kleinere

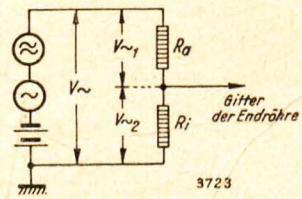


Abb. 3. Ersatz-Schaltbild der Vorstufe. Von der Anodenunruhe $V\sim$ gelangt an das Gitter der Endröhre nur ein Bruchteil $V\sim_2 = V\sim \frac{Ri}{Ra + Ri}$, d.h. je höher bei gegebenem Innenwiderstand der Vorröhre der Außenwiderstand gewählt wird, um so weniger braucht die Anodenspannnung gesiebt zu werden. Das wird durch den neuartigen Lautstärkenregler selbsttätig erreicht

Anodenwiderstände wir verwenden. Dies ist sehr wichtig, denn nach dem Ersatzschaltbild (Abb. 3) würde bei Verwendung kleiner Anodenwiderstände die volle, der Hauptanodenspannung überlagerte Brummspannung an das Gitter der Endröhre gelangen, wenn wir die Anodenspannung der Vorröhre nicht noch für sich sorgfältig sieben. Bei hohen Anodenwiderständen dagegen ist diese Siebung nicht so wichtig, da dann die Anodenbrummspannung durch den aus dem Außenwiderstand und dem Innenwiderstand der Vorstufe gebildeten Spannungsteiler aufgeteilt wird.

Natürlich besitzt der neue Lautstärkenregler den Nachteil, bei extrem tiefen Frequenzen nachzulassen und bei der Übertragung von Gleichspannungen überhaupt nicht wirksam zu sein, so daß also die „Gleichstromverstärkung" unseres Gerätes gleichbleibend und unabhängig von der Stellung des Verstärkungsreglers ist. Dieser eine Mangel fällt jedoch nur bei manchen Sonderaufgaben der Meßtechnik

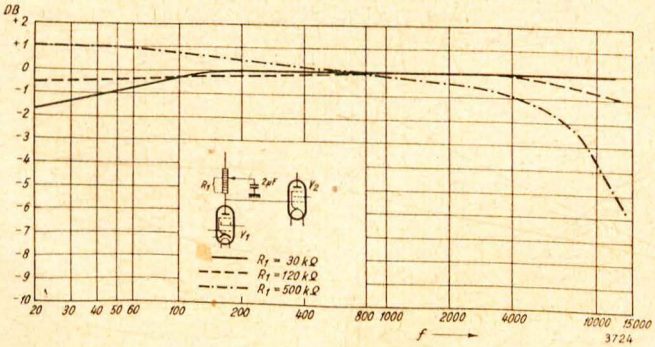


Abb. 4. Frequenzkurven des direkt gekoppelten 3-Watt-Verstärkers

ins Gewicht, dagegen nicht für die zahlreichen, eingangs erwähnten normalen Anwendungsmöglichkeiten. Wir behalten sie daher bei und müßten zur Bewältigung der Sonderaufgaben beispielsweise zu einem einfachen Eingangs- oder Ausgangsspannungsregler greifen. Praktisch gelingt nämlich schon mit einem Kondensator von 2 μF eine Lautstärkenregelung, die auch bis zu 25 Hz, der unteren Grenzfrequenz unserer normalen Verstärker, hinreichend wirksam ist.

In welchem Maße der Frequenzgang des Verstärkers von der Verstärkungsziffer abhängig ist, zeigen die Kurven der Abb. 4.

Der praktische Aufbau

Für das Grundgestell des Verstärkers finden wir in den Abbildungen alle wichtigen Maße. Das Gerät ist ungewöhnlich klein aufgebaut worden, man könnte fast sagen: es wurde um den Netztransformator herumgebaut. So kommen wir zu einer sehr handlichen Ausführung, die die Anwendung des Verstärkers noch vielseitiger und angenehmer gestaltet, als es die Schaltung an sich bedingen würde.

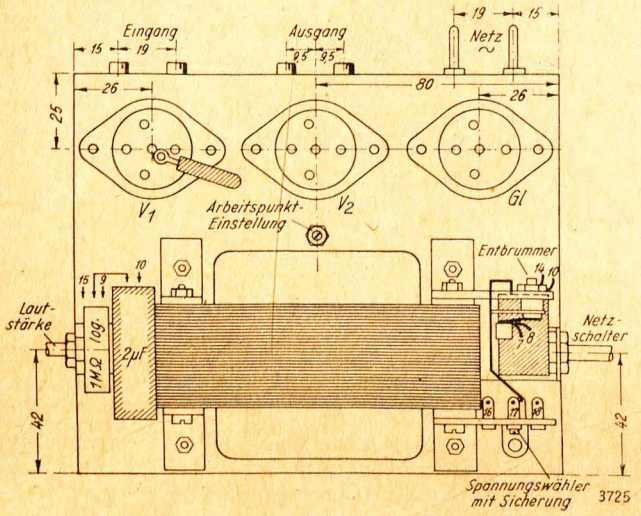


Abb. 5. Aufsicht auf den Verstärker

Das Grundgestell trägt also auf der Oberseite vor allem den Netztransformator. An diesem wurden gleich zwei Hartpapierplatten mit den zur Spannungsumschaltung nötigen Anschlüssen und dem Entbrummer geschraubt; auf der anderen Seite trägt er über ein Band den Kondensator des Lautstärkenreglers. Der Lautstärkenregler selbst und der Netzschalter sitzen rechts und links vom Transformator in je einer aufrechtstehenden Lasche des Grundgestells. Der Transformator und die umliegenden Teile werden später durch eine Haube verdeckt, die wir uns aus Eisenblech von 0,5 mm selbst anfertigen, wobei an eine ausreichende Zahl Lüftungslöcher zu denken ist. Der kleine Empfangsteil nach dem Schaltbild Abb. 1 (links) wird gleich mit in dieser Haube untergebracht. Nach Anschalten einer Antenne und nach Verbindung des Empfangskreises mit der Eingangsbuchse wird dann ohne weiteres ein Ortsempfang von sehr hoher Wiedergabegüte gelingen. Zwischen dem Transformator und der Seite, die die Netzeinführung und die Buchsen trägt, liegen die drei Röhrenfassungen.

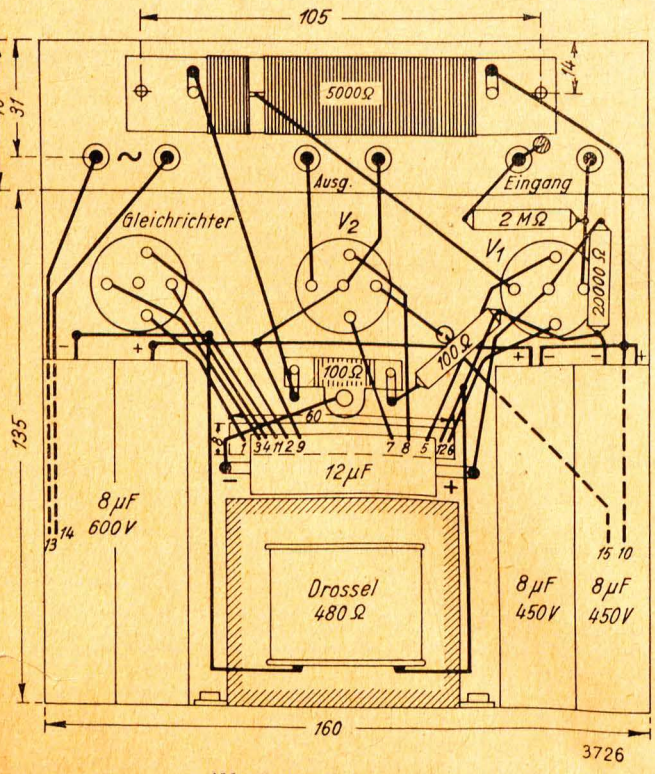


Abb. 6. Verdrahtungsplan

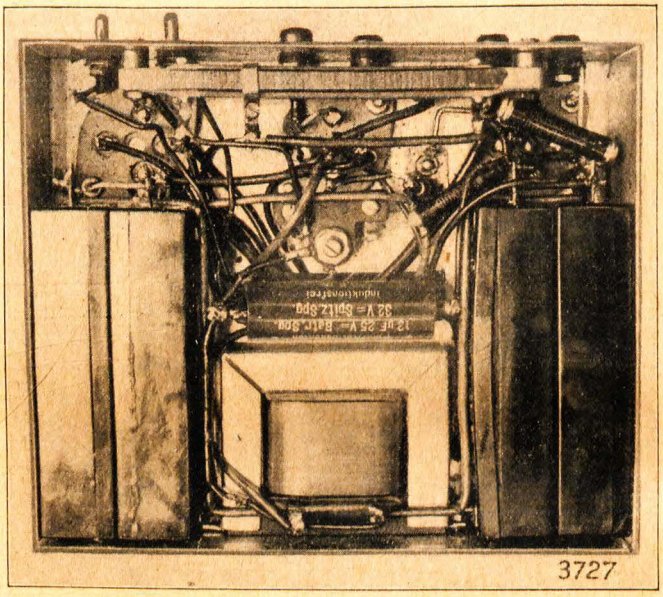


Abb. 7. Der fertige Verstärker, von unten gesehen

Auf der Unterseite des Grundgestells müssen wir den gegebenen Raum sehr gut ausnutzen: In der Mitte unterhalb des Netztransformators sitzt die Netzdrossel, rechts und links davon unsere in Preßbechern untergebrachten Elektrolytblocks, oberhalb der Drossel liegt der Elektrolyt-Rollblock der Vorstufe und wiederum darüber der mit zwei Schleifern ausgerüstete Drehspannungsteiler von 100 Ohm

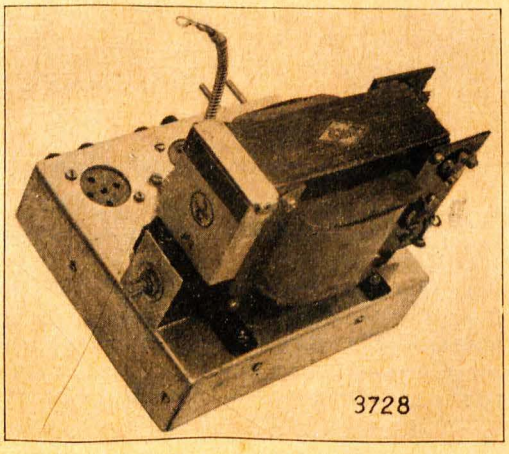


Abb. 8. Der Verstärker ohne Röhren von oben

zur Einstellung des Arbeitspunktes und des Netzton-Ausgleichs. Dieser kleine Spannungsteiler besteht aus einem einfachen Entbrummer, auf den ein zweiter Schleifer aufgesetzt wurde, so daß der eine Schleifer von unten, der andere von der Oberseite des Grundgestells aus mit dem Schraubenzieher eingestellt werden kann. An

der Seitenwand, die die Buchsen trägt, ist auch der Kathodenwiderstand der Endröhre in Form eines hochbelastbaren Widerstandstreifens mit beweglicher Schelle befestigt. Bei der Verteilung der Buchsen müssen wir sehr darauf achten, daß die gitterseitige Eingangsbuchse und die anodenseitige Ausgangsbuchse einander nicht zugekehrt sein dürfen.

Zur Verdrahtung werden wir zuerst den Netztransformator einsetzen und alle von ihm wegführenden Verbindungen ausführen, wozu seine freien Drahtenden nötigenfalls verlängert werden müssen. Den von den Kondensatoren und der Drossel später benötigten Raum zeichnen wir uns dabei zweckmäßig auf dem Grundblech gleich an, damit wir ihn bei der Ausführung der Netztransformatoranschlüsse nicht überschreiten und später beim Einsetzen der fehlenden Teile keine Schwierigkeiten mehr haben.

Selbstverständlich ist bei der Verdrahtung auf engem Raum größte Sorgfalt aufgebracht, insbesondere wegen der hohen Spannungen, die teilweise in unserer Schaltung vorkommen. Um die Verdrahtung möglichst übersichtlich und betriebssicher ausführen zu können, werden wir zusammengehörige Leitungen zweckmäßig in einem stärkeren Rüschschlauch gemeinsam verlegen.

Die Inbetriebnahme

Ein direkt gekoppelter Verstärker darf ohne Zuhilfenahme eines Meßinstrumentes auf keinen Fall in Betrieb genommen werden. Wir schalten daher zunächst in den Anodenkreis der Endröhre ein Milliamperemeter mit 50 bis 75 mA Meßbereich und regeln mit Hilfe des kleinen Arbeitspunktspannungsteilers den Anodenstrom der Endröhre auf 36 mA ein, sobald die Vorröhre auf ihrer endgültigen Betriebstemperatur angelangt ist. Nach Anschaltung eines Lautsprechers können wir dann auch die zweite Einstellung an unserem „Entbrummer" vornehmen, d. h. wir stellen den Ausgleichsschleifer auf geringstes Netzbrummen ein. Der Verstärker wird dann trotz seiner gedrängten Bauweise und seines geringen Schaltungsaufwandes außerordentlich ruhig arbeiten. Wir müssen jedoch beachten, daß die Röhren gegen das magnetische Wechselfeld des Netztransformators empfindlich zu sein pflegen, so daß die Gefahr besteht, daß bei Einschaltung hoher Verstärkungsziffern ein gewisses 50-Periodenbrummen auftritt, das sich nicht ausgleichen läßt. Diese Gefahr wurde durch die Auswahl eines für dieses Gerät besonders geeigneten, also gegen die magnetische Beeinflussung besonders unempfindlichen Röhrentyps praktisch beseitigt. Wir sehen jedoch daraus, daß die Verwendung anderer Röhrentypen nicht ohne Vorversuche zulässig ist, wenn die Höchstverstärkung gut ausnutzbar sein soll. Bevor wir das Gerät endgültig dem Betrieb übergeben, wird sich natürlich eine Prüfung der wichtigsten Spannungen und Ströme empfehlen. Für die Spannungsmessungen verwenden wir einheitlich ein Instrument von 2 mA Stromverbrauch bei Vollausschlag (z. B. Mavometer) bei einem Meßbereich von 500 Volt. Auf diese Weise werden Fehlanzeigen durch Nichtberücksichtigung des Instrumentenverbrauchs vermieden.

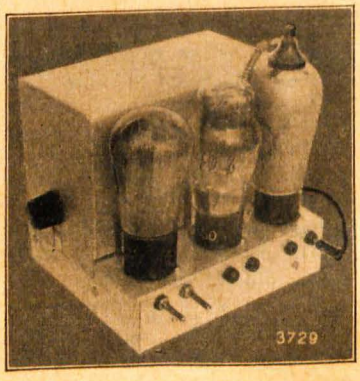


Abb. 9. Der betriebsfertige Verstärker mit Röhren

Um den Klirrgrad und den Frequenzgang so günstig wie möglich zu gestalten, muß natürlich der Außenwiderstand für die Endröhre richtig bemessen werden, was bei der L 496 D etwa bei einer Ausgangsimpedanz von 7000 Ohm der Fall sein wird. Benötigen wir den Verstärker vorwiegend für Messungen oder für die Speisung der Ablenkplatten einer Oszillographenröhre, so werden wir ihm zweckmäßig einen rein ohmschen Ausgangswiderstand von etwa 2000 Ohm geben.

Eine Erdung des Verstärkers wird sich im allgemeinen im Interesse der Brummfreiheit und Stabilität empfehlen.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 1a	Größe
1	1	Netztransformator	*NT*	2 × 450 V, 60 mA; 2 × 2 V, 4 A; 2 × 2 V, 1,5 A; 2 × 2 V, 1,5 A
2	1	Netzdrossel	*ND*	20 Hy bei 50 mA, 480 Ω
3	1	kleine Abstimmspule mit Antennenwicklung		
4	1	Papier-Becherkondensator	C_1	2 µF, 250 V
5	1	Elektrolyt-Kondensator	C_2	12 µF, 25 V
6	2	desgl.	C_3, C_4	8 µF, 450 V
7	1	desgl.	C_5	8 µF, 600 V
8	1	Einbau-Widerstand 0,5 Watt	R_6	100 Ω
9	1	desgl.	R_2	0,02 MΩ
10	1	desgl.	R_1	2 MΩ
11	1	Streifenwiderstand mit Schelle	R_4	5000 Ω
12	1	Dreh-Spannungsteiler, log., isoliert, ohne Schalter	R_3	1 MΩ
13	2	Entbrummer		100 Ω
14	1	Feinsicherung mit Haltefedern	*Si*	500 mA
15	1	Klein-Drehkondensator		550 pF
16	1	Aluminium-Grundgestell, vierseitig abgebogen		160 × 135 × 40 mm
17	1	Weißblech-Haube		
18	1	Hartpapier-Platte für Entbrummer		40 × 30 × 3 mm
19	1	desgl. für Spannungswähler u. Sicherungshalter		85 × 40 × 3 mm
20	1	Blechstreifen für 2 µF-Bloch		10 × 115 × 0,7 mm
21	4	Buchsen, isoliert, für Blechanbringung		4 mm
22	2	Netz-Steckerstifte mit Tüllen für isolierte Anbringung		4 mm
23	12	Linsenkopfschraubem mit Mutter		10 × 3 mm
24	2	desgl.		15 × 3 mm
25	4	desgl.		50 × 3 mm
26	2	Abstandsrollen für Streifenwiderstand		5 mm
27	6 m	Schaltdraht		1,2 mm
28	5 m	Isolierschlauch		1,5 mm
29	3	Röhrenfassungen, fünfpolig, keramisch		
		Röhren:		RENS 1264/ H 4111 D
30	1	Vierpol-Schirmröhre	V_1	
31	1	Fünfpol-Endröhre	V_2	RES 964/ L 496 D
32	1	Gleichrichterröhre	G_1	1064

Wassergekühlte Magnetron-Röhren für Hochleistungssender

Am technisch-physikalischen Institut der Universität Jena sind interessante Versuche mit drei wassergekühlten Magnetron-Senderöhren gemacht worden, über deren Ergebnisse kurz berichtet werden soll. Der verwendete Röhrentyp ist ein Zweischlitz-Generator, der eine Reihe von Vorzügen gegenüber dem viergeschlitzten Magnetron aufweist: Einfacherer und kapazitätsärmerer Aufbau, bequemere Bedienung und geringere Rückheizungseffekte.

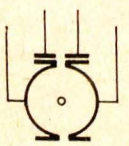


Abb. 1. Magnetron mit Abstrahlflächen und kapazitiver Energieabnahme

Da große Leistungen erreicht werden sollten, mußte vor allem für gute Kühlung und große Emission gesorgt werden, wobei berücksichtigt werden mußte, daß eine möglichst niedrige Wellenlänge erreicht werden sollte.

Ehe wir auf den technischen Aufbau eingehen, möchten wir die konstruktiven Gesichtspunkte angeben, die mit beim Bau der Röhren berücksichtigt werden mußten: Kleiner Durchmesser der Anode, da mit größer werdendem Anodenzylinder die notwendige Anodenspannung ansteigt; große Emission wegen der Anpassung an den geringen Widerstand des Abstimmkreises; Vorsichtsmaßregeln gegen vagabundierende Elektronenströme (Glasaufladung und Erwärmung), daher z. B. die großen Abschlußscheiben an den Heizfadenenden.

Zur Wärmeabführung ist eine Kühlung der Anode durch fließendes Wasser nötig, wobei der Anode bis 30 Watt/cm² Anodenverlustleistung zugemutet werden können.

Diese Überlegungen führten zu dem in Abb. 2 und 3 gezeigten Aufbau. Bemerkenswert ist der Unterschied in den Kühlvorrichtungen: für größere Wellenlänge wird die direkte, für kleine Wellenlänge die indirekte Wasserkühlung benutzt, wobei durch letzteres Verfahren noch immer 92 % der Anodenverlustleistung durch das Wasser aufgenommen werden können. Die Betriebsdaten sind folgende:

Röhren	Anoden Durchmesser mm	Anoden Länge mm	Heizleistung Watt	Wellenlänge cm	E Volt	J mA	H Örst	Hergestellte Leistung Watt	Wirkungsgrad Prozent
A	10	17	140	100	3600	430	1400	850	55
B	6	20	100	46	3700	300	2050	450	41
C	4	15	50	19	2200	180	3200	80	20

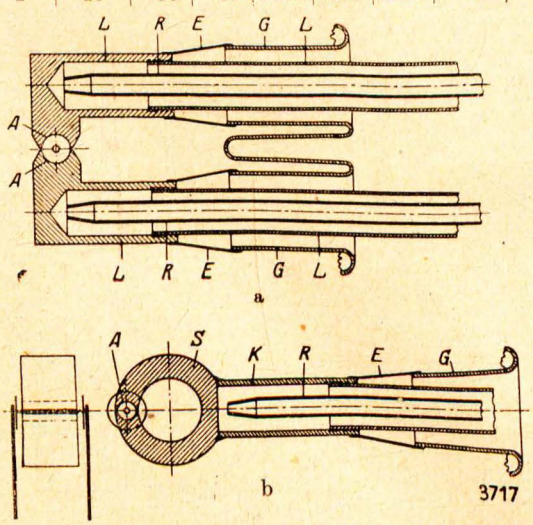


Abb. 2. Aufbau der wassergekühlten Röhren a) mit direkter Kühlung, b) mit indirekter Kühlung. Bedeutung der Buchstaben: A = Anode, L = Lecherleitung, R = Wasserzufluß, E = Einschmelzstelle, G = Glaswand, S = Schwingkreis, K = Kühlleitung

Die Anode A ist aus dem Kupferblock, der die Wasserzu- und -abführung mit der Doppelrohrleitung R und L besorgt, ausgefräst. Die äußere Leitung L wird als Lechersystem verwendet. In der Ausführung für 46 und 19 cm Wellenlänge ist der Schwingkreis S festgelegt durch den massiven Kupferbügel, der die beiden halbkreisförmigen Anodensegmente verbindet. Zum Schutz gegen Zerstäubung sind die Anodenflächen mit einer Molybdänschicht bedeckt.

Infolge der benötigten großen Emissionsströme ist die Kathode als Heizspirale ausgebildet, wobei der Wirkungsgrad der Röhre nicht beeinträchtigt wird, falls nur das Verhältnis des Durchmessers der Heizspirale zum Anodendurchmesser klein bleibt (Verhältnis 1 : 4).

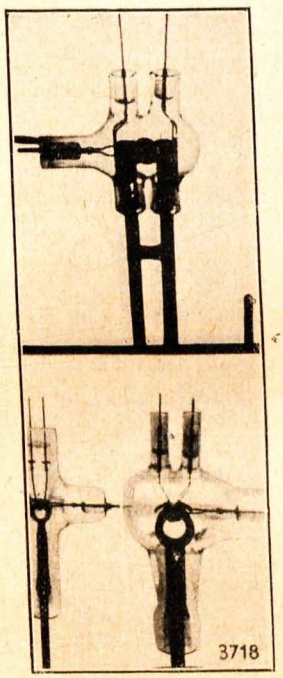


Abb. 3. Die drei wassergekühlten Röhren. Rohr oben für 98 bis 400 cm, Röhren unten für 19 bzw. 48 cm

Die Energieankopplung geschieht kapazitiv in der Röhre (Abb. 1), wobei durch eine weitere, außen befindliche veränderliche Kopplung für Anpassungen an den Verbraucher Sorge getragen ist. Die Leistungsmessung geschieht nach einem kolorimetrischen Verfahren; es wird die abgeführte Wärmemenge des Kühlwassers im nicht schwingenden Zustand der Röhre gemessen und mit der Wärmemenge bei schwingendem Zustand in Abhängigkeit von der Anodenspannung bei jeweiliger Anpassung an das optimale Magnetfeld verglichen; der Unterschied ist die gesuchte Hochfrequenzleistung. Die Genauigkeit des Verfahrens beträgt rund 5 %.

Ein besonderes Augenmerk ist auf den Rückheizungseffekt zu legen, der durch Elektronenströme hervorgerufen wird, die auf die Kathode zurückfliegen und eine zusätzliche Heizung hervorrufen, so daß mit der Röhre für 19 cm die Heizung zeitweise ganz ausgeschaltet werden konnte, ohne die Schwingungen zu unterbrechen. Sonderbarerweise zeigte die Rückheizung für ein bestimmtes Magnetfeld einen Höchstwert; sie fällt dann wieder ab, wie Abb. 4 zeigt. Daraus ergibt sich als Faustregel für den Betrieb: Die Röhre wird bei geringer Emission und großem Magnetfeld in Betrieb gesetzt und dann „hochgefahren", oder der Sender wird mit großer Nutzlast betrieben, was eine größere Dämpfung bedeutet und die Energie der auf den Heizfaden stoßenden Elektronen verringert.

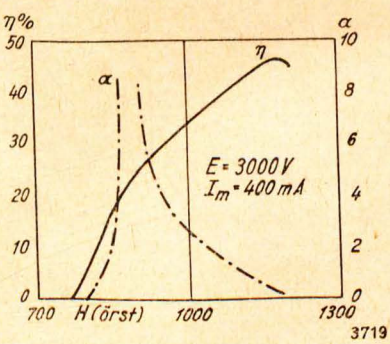


Abb. 4. Zusammenhang von Magnetfeld, Rückheizung (α) und Wirkungsgrad (η)

Zur Modulation stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung, die z. T. unzulänglich oder nicht genügend ausgebildet sind; so ist z. B. die Anodenspannungsmodulation wegen der Rückheizung nicht amplitudengetreu und gibt außerdem eine starke Frequenzmodulation [1]).

H. Awender und Dr. M. Tombs

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

[1]) Zeitschrift für Hochfrequenztechnik, Bd. 47, 1936, Heft 4.

Die Funkausrüstung des Flugstützpunktes „Ostmark“

Seit etwa 2½ Jahren verkehren die Postflugzeuge der Deutschen Lufthansa im regelmäßigen Flugdienst von Deutschland über den Atlantik nach Südamerika. Die große Sicherheit dieses einzigen, regelmäßig mit Flugzeugen durchgeführten Ozeanflugdienstes verdanken wir insbesondere den mit Peil- und Funkstationen ausgerüsteten Flugsicherungsschiffen der Lufthansa, die an den Küsten Afrikas und Südamerikas vor Anker liegen. Während anfänglich nur ein schwimmender Flugstützpunkt, der Dampfer „Westfalen“, zur Verfügung stand, wurde es im Laufe des Jahres 1934 erforderlich, ein zweites Schiff in Dienst zu stellen, als man den bisher vierzehntägigen Luftpostdienst zu einem wöchentlichen verdichtete. Das Motorschiff „Schwabenland“ wurde zu diesem Zweck von der Lufthansa erworben und umgebaut. Da der ununterbrochene Flugbetrieb auf der Südatlantikstrecke, die bis

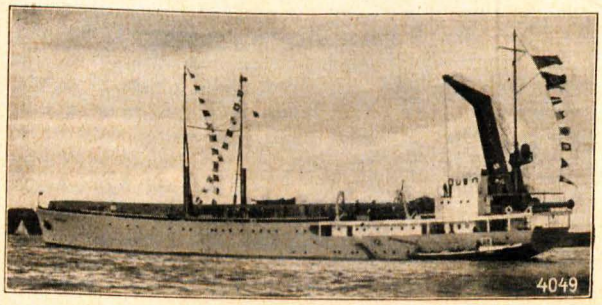


Abb. 1 Flugzeug-Stützpunkt „Ostmark“ f. d. Südatlantik-Flugdienst

Chile führt und nicht weniger als 15 300 km umfaßt, eine in regelmäßigen Zwischenräumen notwendig werdende Überholung der schwimmenden Flugstützpunkte verlangt, müssen die Schiffe von Zeit zu Zeit in die Heimat entsendet werden, wo sie gedockt werden können. Um jeweils ein Schiff aus dem Dienst zu ziehen, wurde es erforderlich, einen dritten schwimmenden Flugstützpunkt zu schaffen. Die neue „Ostmark“ ist von Anfang an ausschließlich als schwimmender Flugstützpunkt gebaut. Sie besitzt eine Funkeinrichtung, die mit zu den größten zählt, die auf Handelsschiffen untergebracht wurden. Die Funkstationen der „Bremen“ und „Europa“ sind nicht wesentlich größer.

Von dem Umfange der Funkeinrichtung kann man sich am besten ein Bild machen, wenn man berücksichtigt, daß insgesamt vier verschiedene Sender und sechs Empfänger vorhanden sind. Der eine Langwellensender besitzt eine Oberstrichleistung von 3 Kilowatt und erfaßt den Wellenbereich 600 bis 3600 m. Der andere ist als Notsender gedacht und arbeitet als Löschfunkensender für Batteriespeisung und Netzspeisung mit einer Eingangsleistung von 300 Watt. In Anbetracht der großen funkischen Aufgaben, die die Funkeinrichtung der „Ostmark“ zu bewältigen hat, genügt die 3-kW-Langwellenstation zur Überbrückung größter Entfernungen keineswegs. Von der Debeg wurden daher auf Grund der bisherigen Erfahrungen zwei Kurzwellensender größerer Leistung mit veränderlichem Wellenbereich eingesetzt. Die Leistung des großen Kurzwellensenders ist mit 700 Watt so bemessen, daß bei Wahl der je nach Tages- und Jahreszeit günstigsten Kurzwelle unter normalen Verhältnissen jede Entfernung betriebssicher überbrückt werden kann. Der Wellenbereich ist zwischen 15 m und 90 m stetig veränderlich. Der kleinere Kurzwellensender mit 70 Watt Oberstrichleistung kann gleichfalls auf sämtlichen Wellen zwischen 20 m und 100 m betrieben werden. In konstruktiver Hinsicht verwendet dieser Kurzwellensender einen dreistufigen Aufbau, der eine besonders gute Frequenzkonstanz verbürgt. Während der 3-kW-Langwellensender und der 700-Watt-Kurzwellensender für drei Betriebsarten, tonlose und tönende Telegraphie sowie für Telephonie eingerichtet sind, gestattet der 70-Watt-Kurzwellensender keine Telephoniesendung, sondern lediglich die beiden vorerwähnten Telegraphiesendearten.

Auf einem schwimmenden Flugstützpunkt, der stets einen sehr starken Verkehrsanfall zu bewältigen hat, reicht ein einzelner Arbeitsplatz unmöglich aus. Auf der Funkstation der „Ostmark“ wurden drei Arbeitsplätze eingerichtet. Die verschiedenen Empfänger sind hier in zweckmäßiger Weise aufgestellt, derart, daß sich jeder zur Verfügung stehende Raum sinnvoll ausnutzen läßt und eine bequeme Bedienung der einzelnen Geräte auch während des Betriebes der Station möglich ist. Von den insgesamt sechs vorhandenen Empfängern sind zwei Empfänger Groß-Superhets, kommerzielle Geräte, die besonders als Suchempfänger für Telegraphie (tonlos und tönend) und Telephonie entwickelt und mit allem erdenklichen technischen Komfort, wie Eingriff-Abstimmung, Eingriff-Spulenwechsel durch Spulenrevolver, große Trennschärfe und hohe Empfindlichkeit, ausgerüstet wurden. Die Lautstärkeregelung erfolgt selbsttätig, wobei die Tiefe der Regelung von Hand eingestellt werden kann. Schaltungsmäßig verwendet ein solcher Groß-Superhet 8 Röhren, von denen die erste als Hochfrequenz-Verstärker (RENS 1284) eine Vorselektion gegen Spiegelfrequenzen mit zwei abgestimmten Kreisen bewirkt, die zweite als Mischstufe

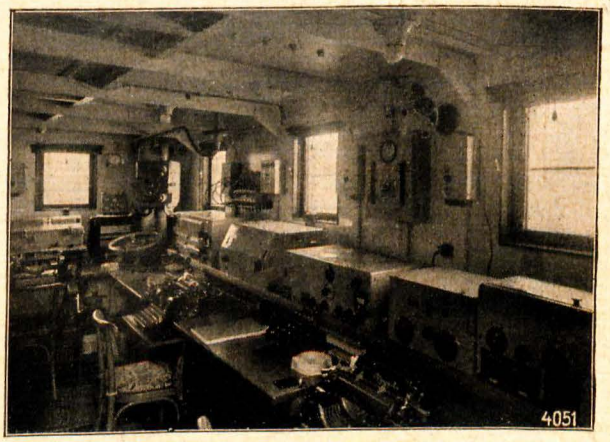


Abb. 2. Die Funkkabine des neuen Flugzeug-Stützpunktes „Ostmark“ enthält zwei Groß-Superhets, einen Allwellen-Empfänger, einen Mittel- und Langwellen-Empfänger und einen Kurzwellen-Empfänger. Links in der Ecke sieht man Empfänger und Antrieb für den Telefunken-Peiler

geschaltet (ACH 1 1 Gr) die Zwischenfrequenz erzeugt und die drei folgenden Röhren den dreistufigen Zwischenfrequenzverstärker mit sieben fest abgestimmten Kreisen bilden (3 RES 094). Außer dem sich anschließenden Zwischenfrequenz-Gleichrichter (RES 094) und der einstufigen Endstufe mit der Röhre RES 094 verwendet dieser für einen Wellenbereich von 12,5 m bis 200 m eingerichtete Großsuper für den Empfang tonloser Telegraphie einen Zwischenfrequenz-Überlagerer, durch den man am Ausgang die Zeichen tönend mit etwa 800 Hz hört.

Eine universelle Verwendungsmöglichkeit bietet der gleichfalls auf der Funkstation der „Ostmark“ eingebaute Allwellen-Empfänger. Es handelt sich hier um ein ganz ausgezeichnetes Gerät, für den Wellenbereich 15 m bis 20 000 m bemessen und als Geradeausempfänger geschaltet, das übrigens bei fast allen Funkstationen neuerer Bauart als Betriebsempfänger oder als Überwachungsgerät dient und mittels eingebautem Spulenrevolver einen sofortigen schnellen Wellenwechsel ermöglicht. Betrachten wir die Schaltung dieses Gerätes, so finden wir einen Zweikreis-Vierröhrenempfänger vor, der neben der üblichen Einknopfabstimmung als besondere Merkmale eine Band-

abstimmung im 600-m-Wellenband zur leichteren Abstimmung beim Empfang von Seenotzeichen und eine Notempfangsmöglichkeit durch Kristalldetektor aufweist. Eine wesentliche Betriebserleichterung bringt u. U. ein wahlweiser, für Hör- und Schreibempfang benutzbarer Sechskreisempfänger. Dieses vierte Bordempfangsgerät der „Ostmark" erfaßt den Wellenbereich 200 m bis 4000 m bei viermaliger Umschaltung durch Spulenrevolver und verwendet eine Hochfrequenzstufe, ein Audion und drei Niederfrequenzstufen, von denen die letzte nur bei Schreibempfang in Betrieb ist, während sie bei Hörempfang abgeschaltet wird. Die Tonhöhe läßt sich bei Telegraphie in festen

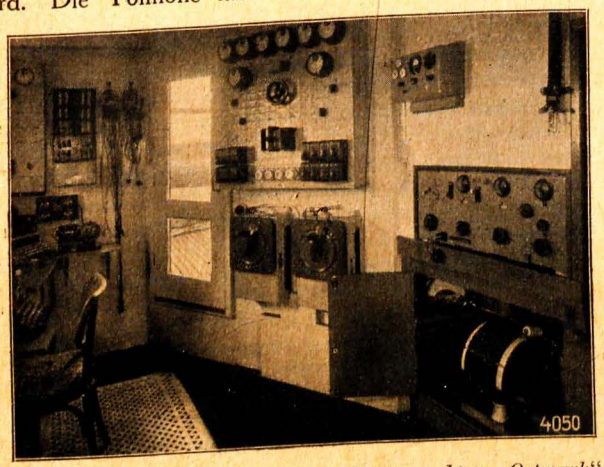


Abb. 3. Die Sender des Flugzeug-Stützpunktes „Ostmark". Rechts der 70-Watt-Kurzwellensender, darunter Notsender. In der Mitte die Hauptschalttafel, links die Stanzvorrichtung für Lochstreifen

Stufen verändern, ohne daß die Abstimmung beeinflußt wird. Zur Selektionserhöhung kann bei gestörtem Empfang eine niederfrequente Tonselektion von 1000 Hz eingeschaltet werden. Die Trennschärfe dieses Gerätes, das vor der ersten Hochfrequenzstufe vier Vorkreise verwendet, ist außerordentlich gut.

Zum Parallelarbeiten mit diesem Gerät befindet sich auf der Funkstation der „Ostmark" ein Sechsröhrenempfänger, gleichfalls in Geradeausschaltung mit einem umschaltbaren Wellenbereich von 400 m bis 4000 m. Der Empfänger enthält zwei Hochfrequenzstufen, ein rückgekoppeltes Audion und drei Niederfrequenzstufen. Dreikreisige Hochfrequenzselektion mit Eingriffsabstimmung, Rückkopplung und für unmodulierte Telegraphie Tonselektion im Niederfrequenzteil gewähren eine weitgehende Trennschärfe. Schließlich ist als sechstes Empfangsgerät auf der „Ostmark" ein Kurzwellenempfänger mit Hochfrequenzvorsatz vorhanden. Dieses Gerät wird lediglich bei sehr starkem Kurzwellenverkehr eingesetzt.

Für Funkpeilungen, die in der Flugfunknavigation unerläßlich sind, besitzt die Funkstation den bekannten, mit Empfänger ausgerüsteten Funkpeiler Telefunken E 374 N, der sich durch einen selbsttätig wirkenden Funkbeschicker auszeichnet und bequemste Bedienung gestattet.

Die Antennenanlage des Flugstützpunktes unterscheidet sich in konstruktiver Hinsicht von den gewöhnlichen auf Handelsschiffen errichteten Anlagen. Wegen des besonderen Verwendungszweckes des Schleuderschiffes war die sonst übliche Befestigung der einzelnen Antennengebilde zwischen zwei festen Masten nicht möglich. Der Achtermast wurde wie üblich als ein feststehender Mast ausgebildet, während im ersten Drittel des Schiffes, vom Bug aus gerechnet, Steuerbord und Backbord je ein Mast errichtet wurde, die nach außen schwenkbar ausgebildet sind. Die Masten werden jeweils dann ausgeschwenkt, wenn der Abschuß eines Flugzeuges, der bei diesem Fahrzeug über den Bug hinaus erfolgt, stattfinden soll. Sämtliche Antennen sind zwischen dem festen und den beiden beweglichen Masten aufgehängt. Beim Niederfieren der Masten läßt eine Rollenvorrichtung das Antennenseil frei, so daß die Antenne jeweils immer in Spannung gehalten werden kann. Um auch während der niedergefierten Antennen Kurzwellen-Sendeverkehr zu ermöglichen, sind einige feststehende Strahler am Achtermast angebracht. Ebenso befinden sich die Empfangsantennen vorwiegend auf dem Achterteil des Schiffes, so daß auch der Empfang bei niedergefierter Antenne aufrechterhalten bleibt. Die Zuführung der Empfangsantennen zur Funkstation erfolgt über Hochfrequenz-Panzerkabel.

Über die Stromversorgung der Anlage ist zu sagen, daß die Speisung der Empfänger aus nassen Heiz- und Hochspannungssammlern erfolgt, die aus dem Schiffsnetz geladen werden. Für ausreichende Reserve dieser Sammler, die immer betriebsbereit sind, ist Vorsorge getroffen. Außerdem können einzelne Empfänger auch aus Netzanschlußgeräten versorgt werden. Für den 3-kW-Langwellensender und den 700-Watt-Kurzwellensender werden Heiz- und Anodenumformer verwendet, die wahlweise auf einen der beiden Sender schaltbar sind. Die Betriebssicherheit erhöht sich durch diese Umschaltmöglichkeit wesentlich. Die Maschinen befinden sich in einem besonderen Raum. Sie sind hundertprozentig entstört und leistungsmäßig überdimensioniert, da das Schiff vorwiegend in den Tropen verwendet wird. Die Ein- und Ausschaltung erfolgt durch selbsttätige Fernsteuerung mittels Druckknopfeinrichtung von den Arbeitsplätzen der Funkstation aus.

Außer den beschriebenen Einrichtungen verfügt die Funkstation der „Ostmark" über eine besondere Stanzereinrichtung, die es ermöglicht, gestanzte Lochstreifen mit großer Sendegeschwindigkeit über die Kurzwellensender zu geben. Durch diese Vorrichtung ist eine erhebliche Verkehrssteigerung möglich, die namentlich für die meteorologisch besonders wichtigen Meldungen für die deutschen Funkstationen zum Zwecke der Flugsicherung benötigt wird.

Schließlich soll noch darauf hingewiesen werden, daß die große Zahl der verwendeten Empfänger und Sender durchaus den praktischen Betriebsverhältnissen entspricht. Sowohl bei Lang- wie bei Kurzwellen ist gleichzeitiger Empfangsbetrieb erforderlich. Neben dem Empfang müssen bei Kurzwellen mindestens sendeseitig zwei Kanäle gleichzeitig bedient werden. *Aufnahmen: Petersen, Kiel Diefenbach*

Vermeidet Lautsprecherlärm

Die Tatsache, daß in den Sommermonaten Lautsprecherlärm aus geöffneten Fenstern viele Volksgenossen bei ihrer berechtigten Ruhe und Erholung stört, gibt der Reichsrundfunkkammer Veranlassung, an die von ihr herausgegebenen Richtlinien gegen Lautsprecherlärm zu erinnern.

Erster Grundsatz bei der Handhabung eines Rundfunkgerätes in den Wohnungen sollte die selbstverständliche gegenseitige Rücksichtnahme sein, die das Zusammenleben in der Volksgemeinschaft verlangt.

Oft ist es nicht möglich, wegen der verschiedenen Bauanlagen das Weitertragen des Schalls, der durch den Lautsprecher verursacht wird, zu verhindern. In einem solchen Fall und ebenso bei geöffneten Fenstern ist der Lautsprecher nach Möglichkeit auf Zimmerlautstärke einzustellen.

Wer vorsätzlich ruhestörenden Lärm erregt und damit Störungen in der öffentlichen Ordnung hervorruft, kann bestraft werden. Beste Gewähr für die Vermeidung von Lautsprecherlärm bietet die in die Tat umgesetzte nationalsozialistische Hausgemeinschaft.

Bei besonderen Anlässen, z. B. beim Gemeinschaftsempfang, ist der Betrieb von Lautsprechern anders zu werten als sonst. Hierzu gehören sämtliche Sendungen staats- und kulturpolitischen Inhalts, die der Durchdringung mit nationalsozialistischem Gedankengut dienen, und an denen alle Volksgenossen durch den Rundfunk teilnehmen sollen.

Dreikreis-Dreiröhren-Empfänger mit selbsttätigem Schwundausgleich für Wechselstrombetrieb

Von

Rudolf Schadow

Das von vielen Seiten bestätigte Interesse für den im Jahr 1934 beschriebenen Vierröhren-Dreikreis-Empfänger mit Schwundregelung [1]) war die Veranlassung zu einer grundsätzlichen Neugestaltung dieses Empfänger-Typs, der als Fernempfänger das Höchstmaß an Wiedergabe-Güte besitzt. Bei der neuen Konstruktion wurde neben der Vereinfachung des Aufbaus darauf geachtet, daß die bei dem früheren Dreikreiser — nach Mitteilung einiger Leser — aufgetretenen Schwierigkeiten bei der Stabilisierung vermieden werden. Die Nachteile eines mehrkreisigen Geradeausempfängers sind ja jedem Funkfreund bekannt, die mit der leichten Selbsterregung der Hochfrequenzkreise zusammenhängen. „Stabilisieren" heißt in jedem Fall künstlich Dämpfungen bzw. Verluste herstellen. Daraus ergab sich die logische Folgerung, daß sich bei einem Dreikreiser gut eine Röhre in der Hochfrequenz-Stufe einsparen läßt, wodurch die übrigen Röhren eine weit bessere Ausnutzung erfahren.

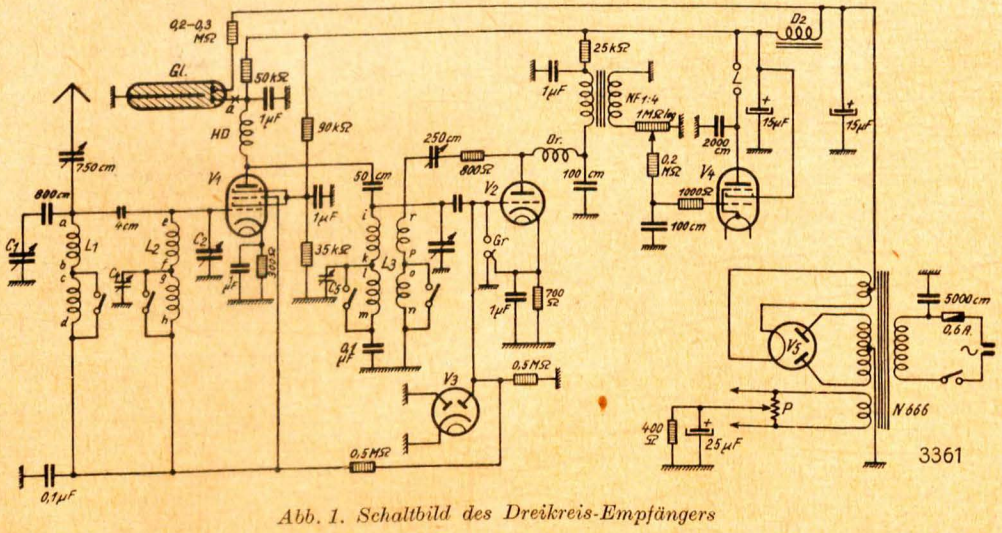


Abb. 1. Schaltbild des Dreikreis-Empfängers

Unter den heutigen Sendeverhältnissen muß man beim Fernempfänger in erster Linie auf größere Trennschärfe, als auf besonders hohe Verstärkung Wert legen. Die Einsparung einer Hochfrequenz-Röhre unter Beibehaltung von drei Abstimmkreisen ist daher der Trennschärfe-Erhöhung besonders förderlich, weil hierfür das Verhältnis von Abstimmkreiszahl zur Verstärkungsziffer maßgebend ist. „Es gibt keine absolute Trennschärfe", ein Grundsatz, der dem Bastler viel zu wenig geläufig ist, muß hier klar erkannt werden. Ein Empfänger kann für eine bestimmte Feldstärke eines Senders eine in kHz feststellbare Trennschärfe aufweisen; für eine stärkere Empfangsenergie besitzt diese Angabe keine Gültigkeit mehr. Es ist also falsch, wenn man von einer 9-kHz-Trennschärfe spricht, ohne sich auf eine bestimmte Eingangs-Feldstärke zu beziehen. Dasselbe gilt entsprechend für das Verhältnis von Verstärkung und Kreiszahl. Zweck dieser Klarstellung ist es, der irrigen Ansicht entgegenzutreten, daß man die Trennschärfe nur nach der Zahl der Abstimmkreise beurteilt, um zu dem Schluß zu kommen, daß eben jeder Dreikreiser nur die Trennschärfe eines jeden anderen Dreikreisers besitzt. Es gibt auf jeden Fall eine Verbesserung, die auf den oben erörterten Gesichtspunkten beruht.

Nun einige Worte zur Rechtfertigung der Schwund-Regelung. Es ist selbstverständlich nur dort eine Regelung und erst recht eine selbsttätige Regelung möglich, wo genügend Leistungs-Reserven vorhanden sind. Jede Schwund-Regelung ist ja praktisch eine Lautstärke-Begrenzung, die eine gewisse Mindestleistung voraussetzt, unterhalb welcher Schwankungen der Lautstärke nicht mehr ausgeglichen werden können. Es hätte vor allem für den Bastler wenig Zweck, wollte man theoretisch eine selbsttätige Regelung vorsehen, ohne davon praktische Wirkungen zu erwarten. Aus diesem Grund wurde bei dem Aufbau des neuen Dreikreisers auch der Abstimm-Anzeiger nicht vergessen und die Schaltung unter Beachtung dieser Kontroll-Einrichtung entwickelt.

Ebenso, wie man aus Gründen ungenügender Trennschärfe bei einem Zweikreiser alter Bauart keine selbsttätige Regelung vorsehen wird, wäre es unpraktisch, wenn die Steigerung der Trennschärfe durch eine übliche Bandfilter-Stufe vorgenommen wird und die stark verminderte Leistung nur noch eine schwache Regelung ermöglichte. Die mit der Antennen-Abstimmung erzielten hervorragenden Erfolge [2]) führten zu ihrer Anwendung im sogenannten dritten Abstimmkreis neben den beiden Gitterkreisen. Es kann nicht genügend betont werden, wie bedeutend die Leistungssteigerung für ein Kleingerät durch Abstimmung der Antenne auf Resonanz ist. Durch den optischen Abstimm-Anzeiger kann ihre Wirksamkeit eindrucksvoll bewiesen werden. Gleichzeitig bietet die optische Anzeige aber auch die Gewähr für richtige Einstellung der Antennen-Resonanz, was für Leistung und Trennschärfe ausschlaggebend ist.

Die Antennen-Abstimmung hat für unseren Dreikreiser einige Umwandlungen erfahren, um gewisse Abstimm-Schwierigkeiten bei der Bedienung des Gerätes zu umgehen. Bekanntlich läßt sich die übliche Antennen-Abstimmung nicht ohne weiteres mit der Einknopf-Abstimmung in Einklang bringen. Durch schaltungstechnische Maß-

[1]) Siehe „Funk" 1934, Heft 18.

[2]) Vgl. „Funk" 1935, Heft 1: Antennenabstimmung am Rundfunkempfänger.

nahmen gelang es immerhin, so viel zu erreichen, daß nur eine geringfügige Korrektur neben der Abstimmung erforderlich ist. Als Hauptvorteil der angewendeten Schaltung aber ist der zu nennen, daß in jeder Stellung des Antennen-Kondensators bereits ein Empfang des eingestellten Senders vorhanden ist, während sich in der früheren Schaltung mit dem Antennen-Kondensator recht gut ein anderer Sender einstellen ließ, da der Abstimmbereich ebenso groß war wie die Abstimmung der übrigen Hochfrequenzkreise. Um den angestrebten Zweck zu erreichen, erhält die Antennenspule L_1 einen mit den übrigen beiden Abstimmkreisen auf gleicher Achse befindlichen Abstimmkondensator, der durch die Serienkapazität von 800 cm verkürzt wird (Abb. 1). Parallel hierzu haben wir uns die über den Abstimmkondensator von 750 cm wirksame Antennenkapazität nach dem Ersatz-Schaltschild in Abb. 2 zu denken. Es handelt sich also tatsächlich um eine Antennen-Abstimmung, die in gewissen Grenzen mit der Einknopfabstimmung mitläuft.

Die Kopplung zwischen dem ersten Abstimmkreis und dem Gitterkreis der Sechspol-Regelröhre erfolgt nach einer Art Bandfilter-Schaltung. Die direkte induktive Kopplung der abgestimmten Antennenspule mit der Gitterspule hat bei einem Mehrkreis-Empfänger erhebliche Nachteile, da in der Resonanzlage gegenseitige induktive Verstimmungen zu ausgesprochenen Mitnahme-Erscheinungen führen können. Bei Eisenspulen kann man diese Beobachtung besonders häufig feststellen. In der Schaltung unseres Dreikreisers tritt bereits eine geringe kapazitive Kopplung über die Zeitkonstanten-Glieder der selbsttätigen Regeleinrichtung ein; die übrige Ankopplung erfolgt über die Kapazität von 4 cm zwischen dem antennen- und gitterseitigen Anschluß der Spulen L_1 und L_2. Die Unabhängigkeit der Abstimmkreise voneinander ist dadurch unbedingt sichergestellt.

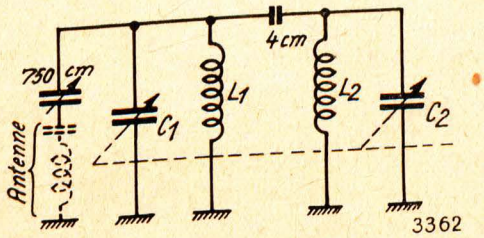


Abb. 2. Ersatzschaltung für die mitlaufende Antennenabstimmung

Der Aufbau des Dreikreis-Empfängers mit nur einer Hochfrequenzröhre machte für das Audion die Verwendung einer Rückkopplung erforderlich. Die selbstätige Regelung der Hochfrequenz-Verstärkung soll jedoch von einer Zweipolröhre aus erfolgen. In der Gleichrichterstufe ist daher eine Dreipolröhre mit einer Zweipolröhre kombiniert, was andererseits für die Güte der Wiedergabe von großem Vorteil ist, da das Verstärkersystem vor Übersteuerungen bewahrt wird. Ebenso wie durch die Zweipolröhre eine Beeinflussung der Gittervorspannung an der Eingangs-Sechspol-Regelröhre erfolgt, tritt am Audion bei hohen Feldstärken eine Gegenspannung auf, die eine Begrenzung der durch das Audion zu verarbeitenden Hochfrequenz-Amplituden verursacht. Die Rückkopplung läßt sich dann ohne besondere Kunstgriffe induktiv und kapazitiv regelbar ausführen. Der in den Rückkopplungskreis eingeschaltete Widerstand von etwa 800 Ohm hat den Zweck, einen Ausgleich bei der Bedienung herzustellen. Da der Widerstand für kürzere Wellen einen höheren Wechselwiderstand darstellt, der Rückkopplungsgrad am Anfang beider Wellenbereiche aber größer ist, tritt ein selbsttätiger Ausgleich ein. Die Verhältnisse zwischen Rückkopplungswicklung und Serienwiderstand können unter Umständen so bemessen werden, daß die Rückkopplung nur einmal auf ein günstiges Maß eingestellt zu werden braucht.

Die Bedienung der Rückkopplung übt eine besondere Wirkung auf die Regel-Automatik aus, die sich physikalisch leicht erklären läßt. Bis zur Schwinggrenze tritt eine erhebliche Verstärkung des eingestellten Senders ein, die auch niederfrequent feststellbar ist; beim Überschreiten der Schwinggrenze schlägt der Abstimmanzeiger plötzlich weit aus, dagegen läßt die Lautstärke stark nach. Erfolgt die Einstellung der Rückkopplung auf Sendermitte, so läßt sich der Rückkopplungsgrad scheinbar erheblich weiter treiben, die Schwingungen setzen dann aber sofort ein, wenn der Sender geringfügig verstimmt wird. Die auftretende Gegenspannung am Gitter des Audions verhindert also bis zu einem gewissen Punkt das Einsetzen der Schwingungen. Daraus kann man die Lehre ziehen, daß die Rückkopplung möglichst vorher auf einen allgemein günstigen Wert einzustellen ist.

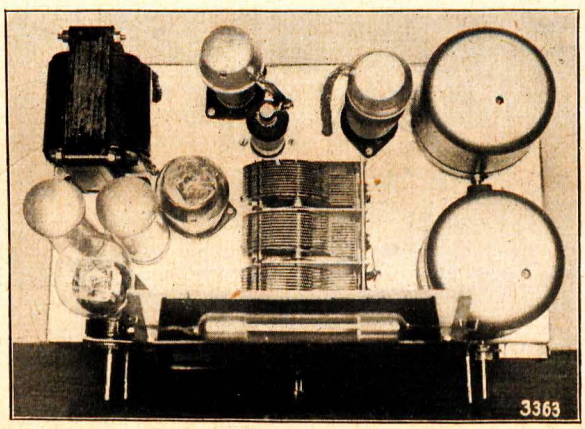


Abb. 3. Ansicht des fertigen Dreikreis-Empfängers von oben

Die Lautstärkeregelung von Hand wird rein niederfrequent vorgenommen, ein Zeichen, daß die hochfrequente Regelung ausreicht, um den Empfänger vor Übersteuerungen zu schützen. Daß die Regelung im Gitterkreis der Endröhre erfolgt, hat eine Erfahrung bei dem früheren Dreikreiser gelehrt. Da bei hochohmigen Dreh-Spannungsteilern immer die Gefahr des Auftretens von Kratzgeräuschen bei der Bedienung vorhanden ist, wurden in dieser Hinsicht einige Untersuchungen angestellt. Es zeigte sich, daß der obengenannte Übelstand seltener auftritt, wenn die am Spannungsteiler liegende Spannung und der durchfließende Strom möglichst niedrig sind. Im Gitterkreis sind diese Voraussetzungen am sichersten zu erfüllen, so daß bei Verwendung eines guten Fabrikates eine rauschfreie Regelung erzielt werden kann.

Die Schallplatten-Verstärkung sieht eine Umschaltung an der Audion-Dreipolröhre vor, da hier eine geringe Gittervorspannung angebracht ist. Die benötigte Vorspannung wird in der Kathode durch Spannungsabfall gewonnen, wobei die Buchse für den Schallplatten-Anschluß, die Erdpotential besitzt, mit einer Schaltfeder versehen ist und die Kathode mit der Erdbuchse verbindet, sobald der Stecker für die Abtastdose entfernt wird. Hierdurch erübrigen sich Kombinationen mit dem Wellenschalter, die leicht zu Fehlern Anlaß geben können.

Ratschläge für den Aufbau

Es wurde absichtlich vermieden, für den vorliegenden Dreikreis-Empfänger eine starre Bauanleitung zu geben. Die Schaltung ist verhältnismäßig einfach und in Abb. 1 übersichtlich nach der Gleichstrom-Potential-Verteilung gezeichnet; der Aufbau erfordert außerdem nur die Beachtung weniger

Punkte. Wichtig sind eigentlich nur Anordnung und Aufbau der Spulen-Aggregate. Für sämtliche Spulen verwenden wir selbstgewickelte Eisenspulen. Die abgestimmte Antennenspule findet unterhalb des Gestells Platz und erhält keine weitere Abschirmung. Die beiden übrigen Spulensätze werden in zwei Abschirmtöpfen untergebracht, die oberhalb des Gestells montiert werden. Durch beide Spulentöpfe läuft eine durchgehende Achse zur Kupplung der in den Töpfen untergebrachten Umschalter. Die Umschaltung sieht, wie aus dem Schaltbild hervorgeht, äußerst einfach aus, denn es sind nur vier Schalteinheiten erforderlich. Hiervon befinden sich je zwei Einheiten in einem Spulentopf, wobei der freie Schalter im zweiten Kreis für die Umschaltung der Antenennspule herangezogen wird.

Die Wickeldaten für die einzelnen Spulengruppen gehen aus Abb. 4 hervor. Die Enden sind mit kleinen Buchstaben bezeichnet, die im Schaltbild ebenfalls angegeben sind, damit daraus der Zusammenbau ersichtlich ist. In der oberen Rubrik befinden sich die Angaben der Wickeldaten für den Mittelwellenbereich, in der unteren die

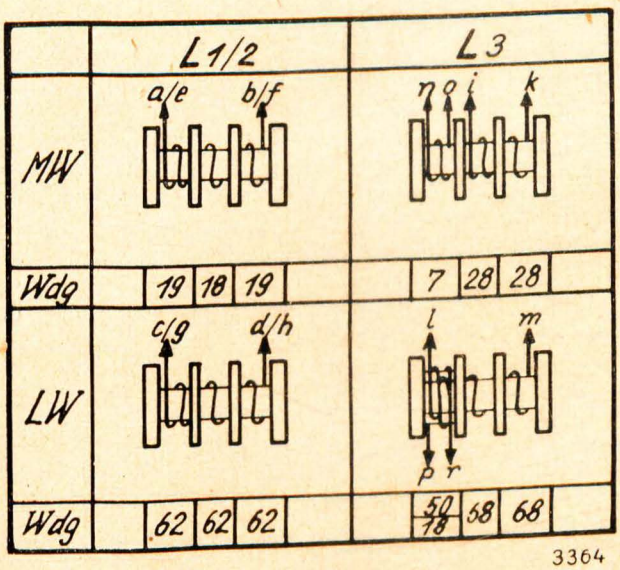


Abb. 4. Tafel der Wickeldaten

für Langwellen. Die angegebenen Zahlen beziehen sich jeweils auf die darüber befindliche Wickelrille. Die verwendeten Bauelemente für die Eisenspulen gestatten eine bequeme Befestigung der Einzelspulen in den Abschirmtöpfen. Eine seitliche Lötösenleiste ist für den Anschluß der Spulenenden und für die Ausführung weiterer Verbindungen vorgesehen. Jede Spule erhält außerdem eine Abgleichscheibe, die durch eine Bohrung des Abschirmbechers von außen her einstellbar ist. Die unterhalb des Gestells montierte Antennenspule (bestehend aus zwei Einzelspulen-Elementen) ermöglicht die Abgleichung der Selbstinduktion durch zwei Bohrungen in der Rückseite des Gestells. Allerdings hat ihre Abgleichung für die Praxis keinen großen Wert, da bei der Antennenabstimmung ohnehin eine Korrektur erforderlich ist. Die beiden hier vorgesehenen Selbstinduktionsausgleicher können daher auch fortfallen.

Für die Abgleichung des Langwellenbereichs ist außer der Abgleichscheibe für die Kreise II und III ein Trimmer vorgesehen. Wie aus Abb. 5 hervorgeht, sind diese Kapazitäts-Ausgleicher in den Spulentöpfen ohne besondere Befestigung untergebracht, da die mit starkem Schaltdraht kurz zu den Anschlußleisten geführten Verbindungen den Trimmern genügend mechanischen Halt geben. An den Stellen der Abgleichschrauben sind die aufsetzbaren Spulentöpfe mit Bohrungen zu versehen. Wird darauf geachtet, daß die Einstellschraube Erdpotential besitzt, so kann die spätere Abgleichung mit einem normalen Stahlschraubenzieher vorgenommen werden. Abb. 4 läßt weiterhin die von der Seite zugänglichen Schrauben für den Selbstinduktionsausgleich und die hierfür in den Spulentöpfen vorgesehenen Bohrungen erkennen.

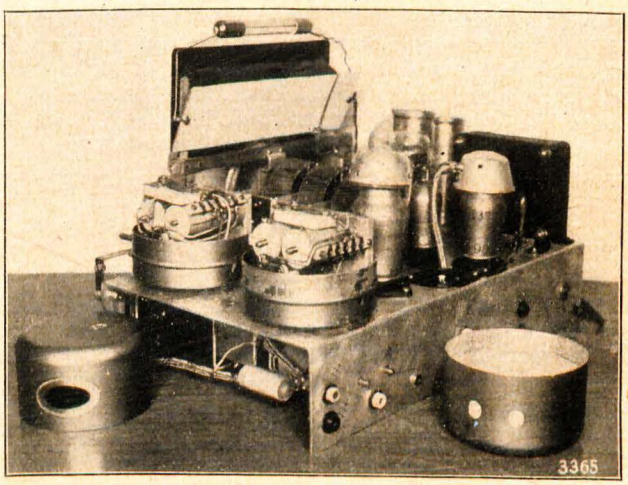


Abb. 5. Ansicht der Spulengruppen, Abschirmhauben abgenommen

Den gesamten Aufbau zeigt Abb. 3: Auf der linken Seite befindet sich der Netzteil, bestehend aus dem Netztransformator, den zwei Elektrolytkondensatoren und der Gleichrichterröhre. Die Netzdrossel befindet sich unterhalb des Gestells neben der Gleichrichterröhre; sie ist auf keinen Fall unterhalb des Netztransformators anzubringen. Die Anordnung des Dreifach-Kondensators muß mit Rücksicht auf die Abstimmskala in der Mitte des Gestells erfolgen, entsprechend den Spulentöpfen ist die schaltungsmäßige Reihenfolge so, daß sich der Kondensator C_1 hinten, C_3 ganz vorn

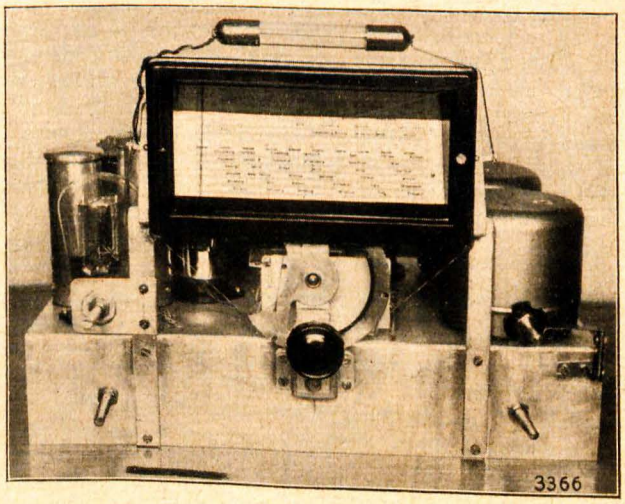


Abb. 6. Die Bedienungsseite des Empfängers

befinden. Die Verteilung der Röhrenfassungen mußte so vorgenommen werden, daß die an der rechten Seite des Dreigang-Kondensators befindlichen Abgleichtrimmer nicht noch unzugänglicher gemacht werden. Da die Spulentöpfe nicht hoch sind, kann man von schräg oben her an alle Einstellschrauben gelangen. In Abb. 3 befindet sich neben dem Netztransformator die Röhre AC 2, davor die AB 1 mit normalem Stiftsockel und links neben dem Spulentopf die Sechspol-Regelröhre AH 1. Die Lautsprecherröhre AL 1 ist in der Nähe des Gleichrichters angeordnet.

Der bedienungsseitige Aufbau geht am besten aus Abb. 6 hervor. Die Anordnung der Bedienungsknöpfe wurde unter Beachtung der Symmetrie vorgenommen. Aus diesem Grunde war es erforderlich, den an der linken Bedienungsfront befindlichen Lautstärkeregler mit einem besonderen Winkel auf dem Gestell zu befestigen, damit die Achse in die Höhe des an der rechten Gestellseite angebrachten Wellenschalters kommt. Unterhalb des Wellenschalters befindet sich der Antennen-Abstimmkondensator, und unterhalb des Lautstärkereglers auf der linken Seite ist der Rückkopplungskondensator angebracht. Über der Abstimmskala ist die Glimmlampe so angeordnet, daß sich die Kathode auf der rechten Seite befindet, damit das Glimmlicht von links nach rechts ausschlägt.

Die Abgleichung

Die Abgleichung erstreckt sich auf die übliche Anfangs- und Endkorrektur der Abstimmkreise wie bei einem Zweikreiser. Eine Abgleichung des ersten Kreises erübrigt sich, da hier die Korrektur individuell erfolgt (bedienungsmäßig) und nur ein gewisser Gleichlauf erzielt werden sollte (vgl. Einleitung). Vor der Abgleichung ist jedoch die genaue Einstellung der Anzeige-Glimmlampe erforderlich. Hierzu wird zunächst der Anschluß „*a*" an der Anzeigeröhre unterbrochen und der Widerstand 0,2÷0,3 Meg-Ohm, der für die Höhe der Zündspannung verantwortlich ist, gegen andere Werte ausgewechselt, solange, bis das Glimmlicht etwa 1 cm der Kathode bedeckt. Darauf wird der Anschluß „*a*" wieder hergestellt und mit abgeschalteter Antenne der Anodenwiderstand 0,05 Meg-Ohm verändert, bis die Glimmbedeckung etwa 15 mm der Kathode erreicht. Wir haben dann die Gewähr, daß die Glimmlampe empfindlich genug eingestellt ist, um die geringsten Amplitudenschwankungen, die durch Rückwirkung der Schwundregelung im Anodenkreis auftreten, anzuzeigen.

Nähere Anleitungen für die Abgleichung zu geben ist überflüssig; es sei nur darauf hingewiesen, daß wir sie unter Beobachtung der Glimmröhre besonders genau ausführen können. Die Trimmer auf dem Dreifachkondensator für C_2 und C_3 werden auf dem Mittelwellenbereich in der Gegend von 250 m (Frankfurt) als erste abgeglichen, dann die beiden Abgleichscheiben von L_2 und L_3 für Mittelwellen oben. Auf Langwellen umgeschaltet erfolgt der Kapazitätsausgleich an den Trimmern für die Langwellenspulen L_2 und L_3 bei Kalundborg, besser noch bei Oslo; der Selbstinduktionsausgleich wird bei Huizen an den Abgleichscheiben vorgenommen.

Wichtiger scheint ein Hinweis auf die richtige Bedienung des Empfängers zu sein. Die Abstimmung wird zunächst nach der Skala bzw. durch gemeinsame Bedienung des zweiten und dritten Abstimmkreises vorgenommen. Die Glimmlampe wird dabei nur bei stärkeren Sendern aufleuchten. Dann gehen wir mit der Rückkopplung bis an die Schwinggrenze, wobei die Glimmlampe bereits einen gewissen Ausschlag zeigen wird, und stellen schließlich den größten Ausschlag durch genaue Abstimmung des Antennenkondensators her, ohne zu beachten, daß die Lautstärke niederfrequenzseitig geringer wird. Diese Einstellung muß für jeden Sender erfolgen, auch wenn die Lautstärke bei der Grobabstimmung ausreicht, denn der Schwundausgleich kann erst in Funktion treten, wenn die Glimmlampe um einen gewissen Betrag ausschlägt. Durch die optische Abstimmanzeige haben wir eine ausgezeichnete Kontrolle über das Arbeiten der selbsttätigen Regelung, denn man kann sagen, daß die Größe der über das Ruhelicht hinausgehenden Glimmbedeckung einen Maßstab für das Übersetzungsverhältnis der Regelung darstellt, natürlich bezogen auf den jeweils eingestellten Sender und seine größte Einfallsenergie.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt.

Nr.	Stück	Einzelteile	Symbol in Abb. 1	Größe
1	1	Dreifach-Luftkondensator mit Calit-Isol. und 3 Trimmern	$C_{1\div3}$	3×500cm
2	6	Frequenta-Körper	$L_{1\div3}$	80
3	6	Sirufer-H-Kerne mit Wickelkörper	$L_{1\div3}$	
4	6	Abgleichscheiben		80b
5	6	Lötösen-Leisten		80f
6	2	Abschirmböden mit Schalter	$L_{2\div3}$	80g
7	2	Abschirmhauben	$L_{2\div3}$	64
8	1	Achse 200 mm		60/61
9-10	1	Rastfeder, 1 Rastscheibe		63
11	1	Anschlagscheibe		
12	1	Kondensator mit festem Dielektrikum		750 cm
13	1	Kondensator mit festem Dielektrikum		250 cm
14	2	Trimmerkondensatoren	$C_4/_5$	80 cm
15	2	Wickelkondensatoren 1 500 V		100 cm
16	1	Wickelkondensator 1 500 V		800 cm
17	1	Gitterkondensator 1 500 V	*für* V_2	200 cm
18	1	Wickelkondensator 1 500 V		2 000 cm
19	1	Wickelkondensator 1 500 V		5 000 cm
20	1	Calit-Kondensator		4 cm
21	1	Calit-Kondensator		50 cm
22	5	Becherkondensat. 750 V Kleintyp		1 MF
23	2	Wickelkondensatoren 1 500 V		0,1 MF
24	2	Elektrolytkondensatoren 430 V		15 MF
25	1	Elektrolyt-Trockenkond. 35 V		25 MF
26	2	Hochohmwiderstände ½ Watt		0,2 MΩ
27	2	Hochohmwiderstände ½ Watt		0,5 MΩ
28	1	Hochohmwiderstand ½ Watt		1000 Ohm
29	1	Hochohmwiderstand ½ Watt		800 Ohm
30	1	Hochohmwiderstand ½ Watt		300 Ohm
31	1	Hochohmwiderstand ½ Watt		700 Ohm
32	1	Hochohmwiderstand 1 Watt		400 Ohm
33	1	Hochohmwiderstand 1 Watt		0,05 MΩ
34	1	Hochohmwiderstand 1 Watt		0,035 MΩ
35	1	Hochohmwiderstand 1 Watt		0,09 MΩ
36	1	Hochohmwiderstand 1 Watt		0,025MΩ
36a	1	Entbrummer	*P*	100 Ohm
37	1	Hochohm-Dreh-Spannungsteiler log.		1 MΩ
38	1	Niederfrequenztransformator 1 : 4		
39	1	Netztransformator N 666		
40	1	Netzdrossel	D_2	
41	1	Sicherungselement mit Sicherung 0,6 Amp.		
42	1	sogen. Penthoden-Schutzbuchse für Schallplatten-Anschluß		
43	1	Horizontalskala m. Stationsnamen		
44	1	HF-Drossel	*HD*	
45	1	HF-Drossel (kleine Honigwabenspule 300 Wdg)	*Dr*	
		Röhren		
46	1	AH 1	V_1	
47	1	AC 2	V_2	
48	1	AB 1 oder AB 2 (stiftloser Sockel)	V_3	
49	1	AL 1	V_4	
50	1	AZ 1	V_5	
51	1	Resonanzröhre R. R 145	*Gl*	

Der Ortsempfänger-Kraftverstärker mit den neuen Endröhren AD 1

Von **Dr. Walter Daudt**

Wie bereits im Nachsatz der Baubeschreibung des Ortsempfänger-Kraftverstärkers für Wechselstromanschluß im „Funk", Heft 15, angedeutet worden ist, läßt sich die Leistung dieses Gerätes durch die Verwendung der neuen stiftlosen Dreipol-Endröhren AD 1 wesentlich vergrößern. Dadurch werden jedoch einige Schaltungsänderungen bedingt, auf die wir nunmehr kurz eingehen wollen.

Die Gegentaktendstufe ergibt mit zwei Dreipol-Endröhren AD 1 bei einer Anodenspannung von nur 250 V und einer Gittervorspannung von etwa −45 V eine Sprechleistung von etwas mehr als 8,5 Watt; der Klirrgrad beträgt dann bei etwa 3,4facher Überanpassung ($R_a \approx 4600\ \Omega$) weniger als 2 %. Wegen des sehr geringen inneren Röhrenwiderstandes ($R_i \approx 670\ \Omega$) werden auch die tiefen Frequenzen vom Ausgangsübertrager AT äußerst wirkungsvoll übertragen. Die Anodenbelastung der Röhre AD 1 beträgt 15 W gegenüber 12 W bei der vorher verwendeten Dreipol-Endröhre LK 4110; der Anodenstrom darf also bei den genannten Spannungen höchstens gleich 60 mA je Röhre werden. Die negative Gittervorspannung für die Dreipol-Endröhre AD 1 entsteht wieder durch den Spannungsabfall an den beiden veränderlichen Kathodenwiderständen $R_{24} = R_{25} = 1$ kΩ max. (statt früher 2 kΩ; Abb. 1). Wir erhalten daher mit der neuen Gegentakt-Endstufe eine viel größere Sprechleistung (8,5 W statt 5,5 W), obgleich die Anodenspannung nur 250 V statt 450 V beträgt.

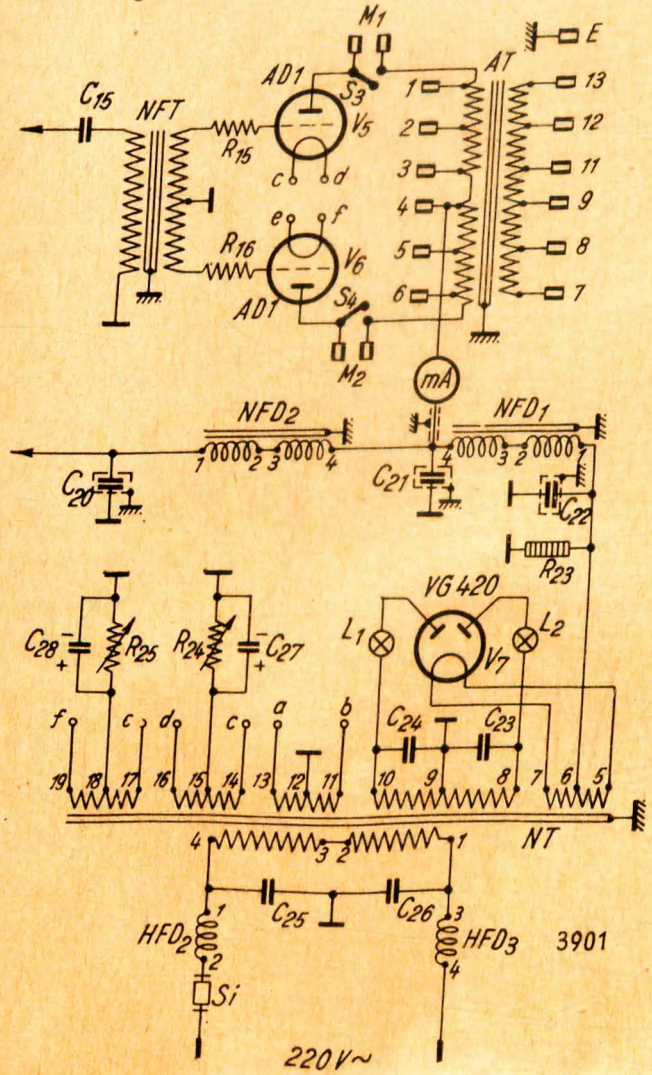


Abb. 1. Die Gegentakt-Endstufe und der abgeänderte Netzanschlußteil

Eine Sprechleistung von 8,5 W ist auch für Heimgeräte bester Klanggüte entgegen manchen Ansichten durchaus nicht sinnlos, sondern sogar erforderlich. Werden z. B. die hohen oder tiefen Töne gegenüber den mittleren Frequenzen nur auf das Doppelte angehoben, so sinkt die Sprechleistung bei gleicher Verzerrung bereits auf etwas mehr als 2 W. Andererseits ist zu bedenken, daß die Endstufe in den meisten Fällen auch gar nicht voll ausgesteuert werden soll, um stets eine genügende Energiereserve zu haben; dies macht sich vor allem bei der Selbstaufnahme von Schallplatten sehr angenehm bemerkbar.

Durch die neue Endstufe sind auch im Netzanschlußteil verschiedene Änderungen erforderlich (Abb. 1). Der bisherige Netzübertrager NT 1 (Typ N 50) wird gegen einen eigens für das beschriebene Gerät hergestellten Netzübertrager NT (Typ N 37) ausgewechselt. Dieser Netzübertrager liefert bei einer Anodenstrombelastung von 150 mA eine Anodenwechselspannung von 2 × 350 V; wie die Messungen am fertigen Gerät ergaben, beträgt die Anodenwechselspannung bei einem Ladekondensator $C_{22} = 4\ \mu$F und einem Gesamtanodenstrom von 130 mA rund 2 × 360 V. Als Gleichrichterröhre dient die Röhre VG 420 bzw. G 2004. Die zweigliedrige Siebkette wird ebenfalls anders aufgebaut, da der früher verwendete Widerstand $R_{22} = 10$ kΩ jetzt zu groß ist und die Anodenspannungen der Vorröhren zu stark herabsetzen würde. Statt dieses Widerstands wird eine Netzdrossel NFD 2 (Typ D 7) benutzt, die bei einer Belastung von 12 mA eine Selbstinduktion von rund 65 H und einen Gleichstromwiderstand von 190 Ω (bei der Reihenschaltung der beiden Wicklungshälften) hat. Für eine Wechselstromfrequenz von 100 Hz ergibt sich daher ein Wechselstromwiderstand von etwa 41 000 Ω. Da der Wechselstromwiderstand des Kondensators $C_{20} = 8\ \mu$F bei dieser Frequenz rund 200 Ω beträgt, wird die der Gleichspannung überlagerte Wechselspannung auf rund $\frac{200}{41\,000} = \frac{1}{205}$ herabgesetzt.

Für die frühere Netzdrossel NFD wird die Netzdrossel NFD 1 (Typ D 9) verwendet; sie besitzt bei einer Belastung von 130 mA eine Selbstinduktion von etwa 10 H und einen Gleichstromwiderstand von 300 Ω. Der Wechselstromwiderstand dieser Drossel beläuft sich also bei einer Frequenz von 100 Hz auf etwa 6300 Ω; die an dem Kondensator $C_{21} = 8\ \mu$F noch vorhandene Störwechselspannung beträgt daher rund $\frac{200}{6\,300} = \frac{1}{31{,}5}$ der gesamten Störwechselspannung am Ladekondensator C_{22}. Der gesamte Siebfaktor ist also gleich $\frac{1}{205} \cdot \frac{1}{31{,}5} = \frac{1}{6\,500}$. Da am Ladekondensator $C_{22} = 4\ \mu$F eine Störwechselspannung von rund 55 V gemessen worden ist, ist an dem Kondensator C_{20} nur noch eine Störwechselspannung von $\frac{55}{6\,500} = 0{,}0085$ V = 8,5 mV, d. h. weniger als bei der damaligen Schaltung vorhanden.

Der Netzübertrager NT besitzt außer der Anodenspannungswicklung noch die folgenden Sekundärwicklungen: Für die Heizung der Gleichrichterröhre 2 × 2 V, 2 A, für die Heizung der Vorverstärkerröhren 2 × 2 V, 3 A, und für die beiden Heizungen der Endröhren AD 1 je 2 × 2 V, 1 A. Die beiden letztgenannten Heizwicklungen wurden in der früheren Schaltung durch einen besonderen Heizübertrager NT 2 bereitgestellt; sie sind aber nunmehr auf den einzigen Netzübertrager NT übernommen

worden, was sich als nicht nachteilig erwiesen hat. Der neue Netzübertrager NT (Typ N 37) hat insgesamt 19 Anschlüsse in Form freier und farbig gekennzeichneter Drahtenden.

Im Empfangsgleichrichter mit der Zweipolröhre AB 2 fällt, wie bereits in dem vorherigen Aufsatz erwähnt worden ist, der Belastungswiderstand $R_6 = 30$ kΩ fort; dieser ist auch in dem damaligen Schaltbild in Abb. 1 nicht enthalten. Die Zweipolröhre arbeitet allein auf den Widerstand des Drehspannungsteilers $R_7 = 25$ kΩ.

Wegen der geänderten Spannungen müssen auch in der Hochfrequenzstufe zwei Widerstände ausgewechselt werden: Im Schirmgitter-Spannungsteiler erhält R_3 statt 20 kΩ einen Widerstandswert von 30 kΩ, damit die Schirmgitterspannung trotz der verminderten Gesamtspannung wieder annähernd 100 V beträgt. Ferner wird der Anodenkreiswiderstand R_5 mit nur 20 kΩ statt 30 kΩ gewählt; es werden also einfach die beiden Widerstände R_3 und R_5 miteinander vertauscht. Schließlich sei auf einen kleinen Zeichnungsfehler in der früheren Abb. 1 hingewiesen: Es fehlt bei der Fünfpol-Schirmröhre AF 7 die metallische und geerdete Abschirmung des Röhrenkolbens, während diese bei den beiden Dreipolröhren AC 2 richtig eingezeichnet worden ist.

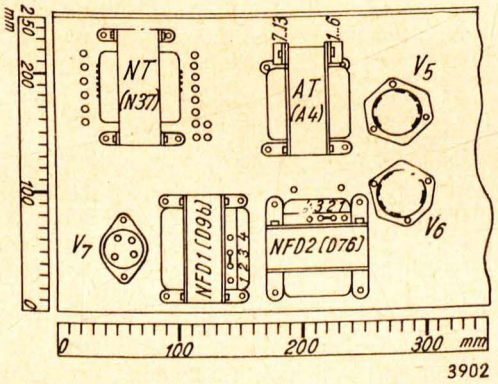


Abb. 2. Die neue Anordnung des Netzübertragers NT und der beiden Netzdrosseln NFD 1 und NFD 2

Sämtliche anderen Widerstände bleiben in der Gesamtschaltung erhalten, da die durch die geänderten Spannungsverhältnisse bedingten Spannungs- und Stromänderungen unerheblich und durchaus zulässig sind.

Der mechanische Aufbau des Gerätes ist grundsätzlich der gleiche geblieben. Im Netzanschlußteil muß aber der bisherige Netzübertrager NT 1 durch den bereits besprochenen neuen Netzübertrager NT (Typ N 37) ersetzt werden; ferner müssen die frühere Netzdrossel NFD gegen die Netzdrossel NFD 1 (Typ D 9) und der Siebkreiswiderstand R_{22} gegen die Netzdrossel NFD 2 (Typ D 7) ausgetauscht werden. Der damalige Heizübertrager NT 2 fällt fort; der Ladeblock C_{22} wird durch einen Block mit 4 µF Kapazität und 500 V⎓ Betriebsspannung ersetzt und an derselben Stelle angebracht. Diese Aufbauänderungen gehen aus dem maßstäblichen Lageplan in Abb. 2 deutlich hervor; es ist dort nur der Teil des Gerätes wiedergegeben, in dem die genannten Änderungen durchgeführt werden müssen. Wir erkennen auch daraus, daß für die Dreipolendröhren AD 1 (V_5 und V_6) achtpolige keramische Röhrenfassungen eingebaut werden müssen; die erforderlichen Bohrlöcher erhalten einen entsprechend größeren Durchmesser als früher. Schließlich ist das Milliamperemeter mA durch ein gleichartiges mit einem Meßbereich bis 200 mA (statt 100 mA) zu ersetzen, da der Anodenstrom der Endstufe etwa 120 mA beträgt.

Beim Schalten des Netzübertragers AT ist sorgfältig auf den richtigen Anschluß der 19 Drahtenden zu achten. Zur besseren Übersicht sind die Anschlüsse dieses Übertragers in Abb. 1 mit Zahlen versehen worden. Diese beziehen sich auf die folgenden farbigen Kennzeichnungen der Anschlußdrähte: 1 und 4 rot, 2 und 3 grün, 5 und 7 rotschwarz, 6 gelb, 8 und 10 gelb, 9 gelbschwarz, 11 und 13 schwarz, 12 grüngelb, 14 und 16 gelbrot, 15 schwarz, 17 und 19 grünschwarz, 18 braun. Die Anschlüsse gehen auch aus der dem Netzübertrager von der Herstellerfirma beigelegten Karte hervor. Die Heizleitungen für die Endröhren, also die Leitungen 14 und 16 sowie 17 und 19, werden verdrillt verlegt; die Schaltung der Röhrenfassung der Endröhre AD 1 ist in Abb. 3 (von unten gesehen) wiedergegeben. Da die Endröhren und der Netzübertrager eine beträchtliche Wärmeentwicklung aufweisen, muß für eine gute Lüftung des in Abb. 2 dargestellten Geräteteils gesorgt werden; es empfiehlt sich hierfür eine durchlöcherte Metallhaube, keinesfalls aber ein geschlossener Holzkasten.

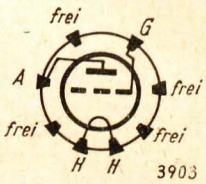


Abb. 3. Die Schaltung der Röhrenfassung für die Dreipol-Endröhre AD 1 (von unten gesehen)

Das abgeänderte Gerät zeigte unter den genannten Bedingungen die folgenden Meßwerte: Hochfrequenzstufe: Anodenspannung (gegen die Kathode) 97,5 V, Gittervorspannung —2,4 V, Anodenstrom 2,38 mA, Schirmgitterstrom 0,82 mA; Vorverstärkerstufen mit den Röhren AC 2: Anodenstrom je etwa 2,6 mA, Gittervorspannung —4 V; Gegentakt-Endstufe: Anodenspannung (gegen den Heizfaden) 255 V, Anodenstrom je 59 mA (zusammen also 118 mA), Anodenbelastung je 15 W, Gittervorspannung je rund —44 V. An dem Kondensator C_{22} beträgt die Spannung rund 313 V, am Kondensator C_{21} rund 316 V, am Ladekondensator C_{22} rund 360 V. Der Gesamtverbrauch des Geräts beläuft sich ohne die Lautsprechererregerleistung auf etwa 103 W.

In der Liste der Einzelteile ergeben sich die folgenden Änderungen:

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 1	Größe
7	1	NF-Netzdrossel, 10 H bei 130 mA, 300 Ω	*NFD 1*	D 9 b
7a	1	NF-Netzdrossel, 70 H bei 10 mA, 190 Ω	*NFD 2*	D 7 b
8	1	Gleichrichter-Netztransformator, 110/220 V; 2×350 V, 150 mA; 2×2 V, 2 A; 2×2 V, 3 A; 2×2 V, 1 A; 2×2 V, 1 A	*NT*	N 37 a
9		fällt fort!		
15	2	Veränderliche Widerstände, 3 W	R_{24}, R_{25}	1 kΩ
20		fällt fort!		
21	1	Drahtwiderstand, 2 W	R_5	20 kΩ
23		fällt fort!		
24	1	Drahtwiderstand, 2 W	R_3	30 kΩ
33	2	Blockkondensatoren, induktionsfrei, Betriebsspannung 400 V~	C_{23}, C_{24}	5000 pF
39	1	Blockkondensator, Betriebsspannung 500 V	C_{22}	4 µF
40	2	Blockkondensator, Betriebsspannung 500 V	C_{20}, C_{21}	8 µF
44	5	keramische Röhrenfassungen für stiftlose Röhren	V_1, V_3, V_4, V_5, V_6	achtpolig
46	1	Röhrenfassung, normal	V_7	vierpolig
49	1	Milliamperemeter mit isoliertem Gehäuse	*mA*	200 mA
67	2	Dreipol-Endröhren AD 1 (Gegentakt!)	V_5, V_6	
68	1	Gleichrichterröhre VG 420 bzw. G 2004	V_7	

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Zeichnungen vom Verfasser

Die Selbstaufnahme von Nadeltonfilmen unter besonderer Berücksichtigung des Gleichlaufproblems

Von **Dipl.-Ing. Julius Keßler**

Nachfolgend veröffentlichen wir den zweiten und Schlußteil dieser in Heft 18 begonnenen Bauanleitung.

Der Filmkontakt und die Relaisschaltung

Die Filmkontaktvorrichtung hat, wie schon erwähnt, die Aufgabe, den mit dem Bildprojektor elektrisch — d. h. über den Synchronmotor — gekuppelten Plattenspieler im richtigen Augenblick in Tätigkeit zu setzen. Den Aufbau der eigentlichen Kontaktvorrichtung stellt Abb. 7 a dar, während Abb. 7 b den Anbau dieser Vorrichtung an eine Halterung zeigt.

An dieser Stelle müssen zunächst einige allgemeine Bemerkungen über Filmvorführgeräte eingeschoben werden, obwohl es ja nicht der Zweck dieses Aufsatzes sein kann, diese eingehend zu beschreiben. Die meisten Schmalfilmprojektoren haben einen Filmlauf, wie ihn Abb. 6 zeigt. Aus ihr ist die Bahn, auf der der Film bei seinem Transport durch den Apparat läuft, deutlich erkennbar. Aus der oberen Filmspule FS_1 läuft der Film über eine sogenannte Vorwickeltrommel VW eine Schleife bildend durch das Bildfenster BF. In diesem bleibt er absatzweise stehen, um durch einen Greifermechanismus ruckartig weitergeführt zu werden. Hierauf wird der Film, wieder eine lose Schleife bildend, der sogenannten Nachwickeltrommel NW zugeführt und von der unteren Filmspule FS_2, die einen Friktionsantrieb besitzt, wieder aufgerollt.

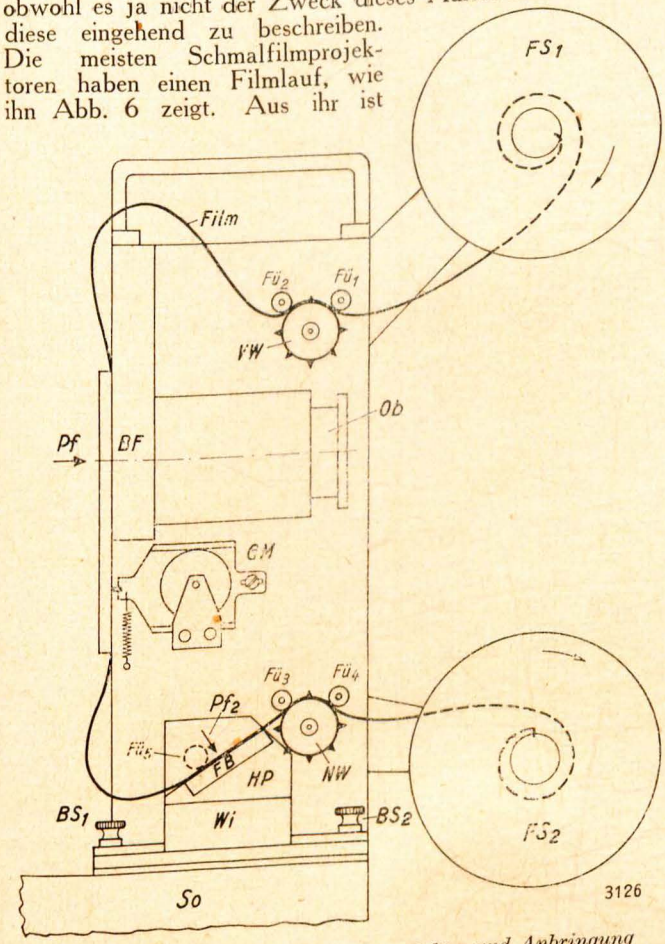


Abb. 6. Skizze des Filmlaufes beim Projektor und Anbringung der Halterung für die Filmkontaktvorrichtung am Transportwerk. FS_1 = obere Filmspule, VW = Vorwicklerzahntrommel, BF = Bildfenster, Ob = Objektiv, GM = Greifermechanismus, NW = Nachwicklerzahntrommel, $Fü_1$ bis $Fü_4$ = Führungsrollen, FS_2 = untere Filmspule, FB = Filmbahn, HP = Halteplatte für diese, Wi = Winkelmessingstück, BS_1 und BS_2 = Befestigungsschrauben für das Filmtransportwerk, So = Sockel für dieses. (Die eigentliche Filmkontaktvorrichtung ist hier nicht gezeichnet, diese ist aus der Abb. 7a und 7b zu ersehen. Die mit $Fü_5$ bezeichnete, gestrichelt dargestellte Führungsrolle ist nicht nur beim Spielen längerer Tonfilmstreifen nötig, sondern soll aus Sicherheitsgründen unbedingt eingebaut werden

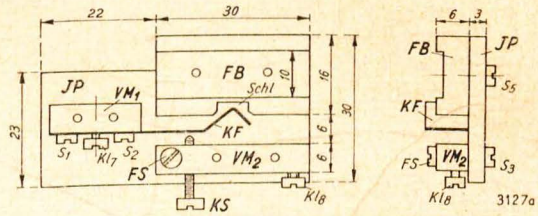


Abb. 7a. Der Filmkontakt nebst Filmbahn. (Ansicht von oben und vorn.) FB = Filmbahn (soll unbedingt wie gezeichnet ausgefeilt werden, damit zur Filmschonung der Film nur mit seinen Rändern bzw. Perforationslöchern die Filmbahn berühren kann), JP = Isolierplatte (Vulkanfiber), VM_1 und VM_2 = Vierkantmessingstücke, KF = Kontaktfeder, KS = Kontaktschraube, FS = Feststellschraube für diese, S_1 und S_2 = Zylinderkopfschrauben mit 2,6 mm Gewinde zur Befestigung von KF, Kl_7 und Kl_8 = Befestigungsschrauben für die Zuführungsdrähte

Da die von den verschiedenen Firmen in den Handel gebrachten Schmalfilmgeräte recht verschiedenartig konstruiert sind, müssen sich die folgenden Ausführungen an ein bestimmtes Fabrikat anlehnen; damit soll aber kein Werturteil abgegeben sein.

Verfasser hatte sich die Aufgabe gestellt, bei der Anbringung sowohl der Kontaktvorrichtung, als auch des Synchronmotors keinerlei Eingriffe[9]) an dem sich zufällig in seinem Besitz befindlichen Projektor vorzunehmen. Die an einer Haltplatte HP (vgl. Abb. 6 und 7) befestigte Kontakteinrichtung wurde daher so angebracht, daß die Filmbahn FB tangential zur Nachwicklertrommel zu liegen kommt und dabei die normale Schleifenbildung nicht hindert.

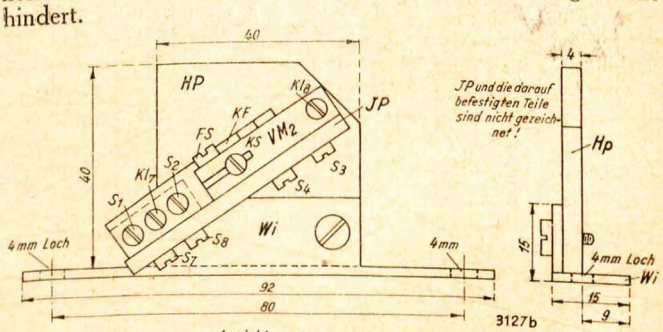


Abb. 7b. Haltevorrichtung für die Filmkontakteinrichtung (Seitenansicht). Die hier angegebenen Maße bzw. die gezeigte Konstruktion für diese Haltevorrichtung gelten nur, falls die Filmkontaktvorrichtung (vgl. Abb. 7a) an dem durch die Abb. 12a wie 12b als Lichtbild wiedergegebenen handelsüblichen Schmalfilmprojektor angebracht werden soll. HP = Halteplatte (Messing), Wi = Winkelmessingstück (aus 2 × 15 × 15 mm Winkelmessing gefertigt). Die wichtige Führungsrolle $Fü_5$ ist hier der besseren Übersicht wegen nicht gezeichnet. Die übrigen Bezeichnungen sind die gleichen wie bei Abb. 7a

[9]) Allgemein ist es Bastlern anzuraten, beim Anbringen von Teilen an fabrikmäßig hergestellten Geräten, soweit angängig, keine Bohrungen oder sonstige mechanischen Änderungen vorzunehmen, damit ihr Aussehen nicht leidet und auch ihr ursprünglicher Zustand wiederhergestellt werden kann.

Die Halteplatte ist an ein geeignet zugerichtetes Winkelmessingstück *Wi* angeschraubt, das mit den beiden Befestigungsschrauben BS_1 und BS_2 des Transportmechanismus zugleich mit diesem unverrückbar auf dem Projektorsockel so gehalten wird. Die Kontaktvorrichtung besteht gemäß Abb. 7 a und 8 a im wesentlichen aus der Filmbahn *FB*, der Kontaktfeder *KF* und der Kontaktschraube *KS*. Sowohl das Vierkantmessingstück *UM*, an dem die Kontaktfeder mittels zweier Zylinderkopfschrauben (2,6-mm-Gw.) befestigt ist, wie auch das die Kontaktschraube tragende Messingstück UM_2 müssen durch eine Isolierplatte *JP* (aus Vulkanfiber oder Hartpapier) sowohl gegeneinander als auch gegen den Projektor isoliert befestigt werden. Dringend ist anzuraten, die Filmbahn (aus einem Stückchen Flachmessing 6 × 16 mm gefertigt) so, wie es Abb. 7 a veranschaulicht, auszufeilen, um ein Zerkratzen des Filmstreifens zu verhüten. Ebenso muß die Führungsrolle $Fü_5$ — es hat sich nämlich bei der nunmehr längeren Benutzung dieser Einrichtung gezeigt, daß diese unbedingt eingebaut werden soll, um ein sicheres Arbeiten der Kontaktvorrichtung zu gewährleisten — derart unterdreht werden, daß der Film nur mit seinen Rändern bzw. Perforationslöchern diese Führungsrolle, die eine Länge von 16 mm, einen Durchmesser von 12 mm und eine Achsbohrung von 4 mm erhalten soll, berühren kann.

Damit die Kontaktfeder die notwendige Bewegungsfreiheit erhält, muß ferner in die Filmbahn der mit *Schl* bezeichnete Schlitz eingefeilt werden. Die Kontaktfeder selbst wird so, wie es die Abb. 7 a und 8 a erkennen lassen, aus einem federharten 0,2 mm starken, 8 mm breiten Phosphorbronzeblechstreifen zurechtgebogen. Diese Feder, die etwas über die Filmbahn ragen muß (vgl. Abb. 7 a rechts), soll, sobald sie durch den Rand des eingelegten

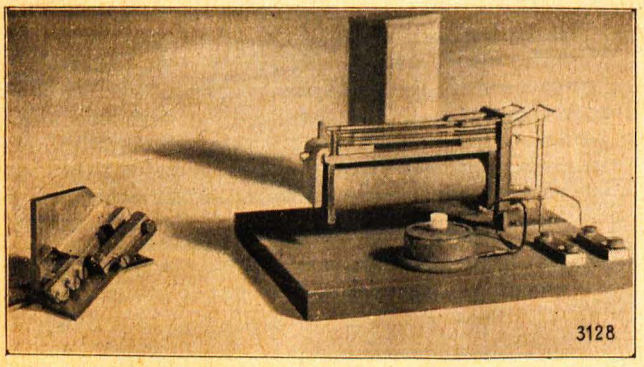


Abb. 8a. Die Filmkontaktvorrichtung (links)
Abb. 8b. Das Relaisbrett (rechts)

Films zur Seite gebogen wird, die Kontaktschraube *KS* berühren. Es muß daher *KS* so einreguliert werden, daß bei eingelegtem Film eine elektrische Verbindung zwischen den Klemmen Kl_7 und Kl_8 herrscht.

Eine Feststellschraube *FS* dient zur Sicherung der einmal gefundenen Einstellung von *KS*; auch eine Gegenmutter könnte zu diesem Zweck benutzt werden. Damit nun diese Kontaktvorrichtung ihre Aufgabe erfüllen kann, muß, sobald sich das Bildstartzeichen gerade im Bildfenster befindet, d. h. an der mit PF_1 bezeichneten Stelle, der kleine Ausschnitt im Filmband gemäß Abb. 5 schon an der Stelle PF_2 angekommen sein. Durch den hindurchlaufenden Film wird dann für 1/16 Sekunde der Kontakt geöffnet und der Plattenspieler über die Relaisschaltung in Tätigkeit gesetzt.

Die in Abb. 9 dargestellte Schaltung hat einen doppelten Zweck zu erfüllen: 1. soll sie verhüten, daß nach der kurzzeitigen Unterbrechung des Stromkreises am Filmkontakt der Kupplungsmagnet wieder erregt wird. 2. muß sie eine größtmögliche Sicherheit der Auslösung der Kupplung gewährleisten.

Das Relais *Re* besitzt, wie es dessen Ansicht in Abb. 8 b zeigt, zwei Federsätze, von denen wir nur die beiden Arbeitskontakte benötigen. Bei den folgenden Betrachtungen sei von einem Zustand ausgegangen, wie er in Abb. 9 gezeichnet ist, d. h. bei dem die Relaiskontakte r_1 und r_2 wie auch der Filmkontakt *FK* noch geöffnet sind. Wird bei dem Einlegen des vorzuführenden Tonfilms der Kontakt *FK* geschlossen, so kann erst durch Betätigung der Drucktaste *DT* (Klingelknopf, vgl. Abb. 8 b und 9) das Relais zum Ansprechen gebracht werden. Läßt man

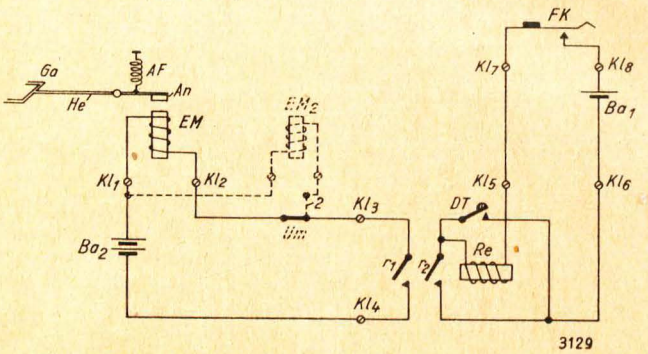


Abb. 9. Die Relaisschaltung. FK = Filmkontakt, Ba_1 = Batterie (von etwa 4 Volt), Re = Relais (100 Ohm), DT = Drucktaste, r_1 und r_2 = Relaiskontakte, Ba_2 = Batterie (von etwa 8 Volt), EM = Elektromagnet (zweipolig), He = Hebel, Ga = Gabel, An = Anker (Weicheisen), AF = Abreißfeder, EM_2 = Elektromagnet eines eventuellen zweiten Plattenspielers, Um = der dann nötige einpolige Umschalter, Kl_1 bis Kl_8 = Klemmschrauben

die Taste wieder los, d. h. öffnet sich der Kontakt *DT*, so hält sich das Relais jetzt fernerhin über seinen eigenen Kontakt r_2. Gleichzeitig wird aber der Kupplungsmagnet erregt (durch das Schließen des Kontaktes r_1); er entkuppelt dadurch Schwungrad und Plattenteller. Wird nun durch das Vorbeilaufen des oben erwähnten Filmeinschnittes *FK* für einen Augenblick unterbrochen, so öffnen sich die Relaiskontakte r_1 und r_2 gleichzeitig. Die Öffnung des Kontaktes r_1 macht *EM* stromlos und betätigt dadurch die Kupplung, während die Öffnung von r_2 verhindert, daß bei dem darauf folgenden Wiederschließen von *FK* das Relais erneut ansprechen kann.

Als Relais können wir ein altes Fernsprechrelais benutzen. Wie wir es für unsere Zwecke praktisch aufbauen können, veranschaulicht Abb. 8 b. Aus nicht näher zu erörternden Gründen ist es vorteilhaft, hier für den Filmkontakt wie für den Elektromagnet-Stromkreis getrennte Batterien zu verwenden (siehe Abb. 9). Dabei zeigt es sich, daß es genügt, für Ba_1 eine normale Taschenlampenbatterie (etwa 4 Volt) und für Ba_2 zwei derartige hintereinanderzuschaltende Trockenbatterien zu benutzen.

Die Nadeltonfilm-Aufnahme

Nachdem in den vorigen Abschnitten die wichtigsten Zubehörteile für die Tonfilmeinrichtung eingehend besprochen wurden (der Selbstbau des Tonfilmverstärkers wurde schon in früheren Veröffentlichungen[10]) geschildert), soll nunmehr der gesamte „Atelier-Aufbau" für unsere Amateur-Tonfilmaufnahme kurz erläutert werden. Dabei sei auf frühere Ausführungen, welche die Vorbereitungen zu Tonfilmaufnahmen betreffen[11]), hingewiesen, um zu weitgehende Wiederholungen zu vermeiden. An dieser Stelle müssen aber noch einige Bemerkungen über die Aufnahmekamera eingeschoben werden.

Es sind nämlich seit einiger Zeit moderne Federwerkkameras für Schmalfilm im Handel, die auch gleichzeitig einen Handkurbelantrieb besitzen und sich daher für unsere

[10]) Vgl. „Funk" 1935, Heft 4 und 6.
[11]) Vgl. „Funk" 1934, Heft 6, Seite 109.

Zwecke hervorragend eignen. Denn diese Aufnahmegeräte können dann auch, wie gewohnt, zu Stummfilmaufnahmen unter Benutzung des dafür so bequemen Federantriebs herangezogen werden, wodurch sich die Anschaffung einer gesonderten Kamera für den letztgenannten Zweck erübrigt.

Als sehr nützlich hat es sich erwiesen, eine kleine Hilfsvorrichtung anzufertigen, die es jederzeit leicht ermöglicht, Kamera und Motor gemeinsam auf einem Photostativ zu befestigen. Dabei soll diese Vorrichtung so gebaut sein, daß sie einerseits ein schnelles Anbringen sowohl der Kamera als auch des Motors (letzterer muß leicht abnehmbar angebracht werden, um ihn bei Bedarf am Kinoprojektor schnell anmontieren zu können) in der richtigen Höhenlage gestattet, und daß sie anderseits bei großer Stabilität möglichst klein ist, um den Transport der Apparate nicht unnötig zu erschweren. Abb. 10 läßt deutlich die Konstruktion dieser Vorrichtung erkennen.

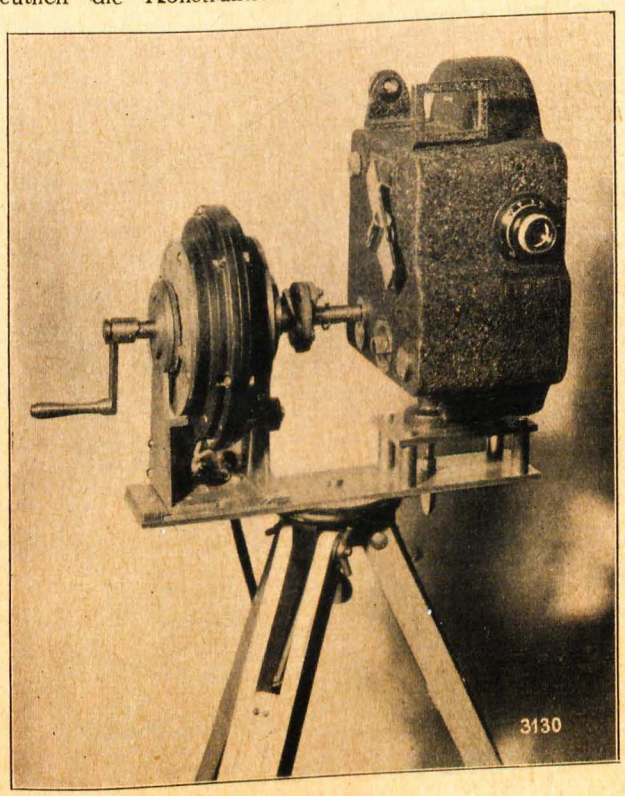
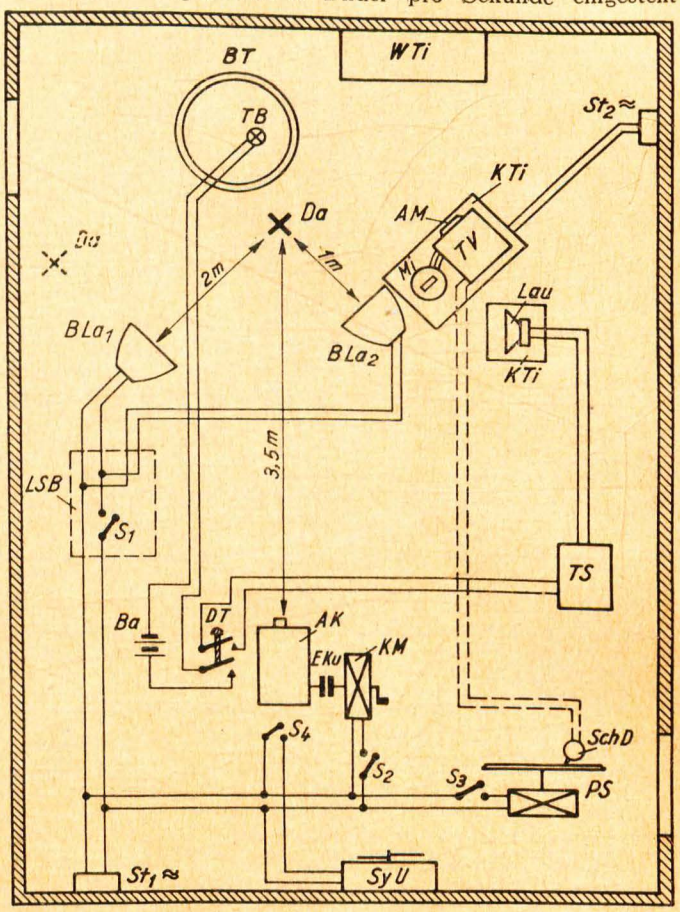


Abb. 10. Verbindungsstück zur unmittelbaren Kupplung der modernen Aufnahmekamera mit dem Synchronmotor. Links auf dieser Hilfsvorrichtung sind die beiden Querschienen, in die der Motorfuß geschoben wird, erkennbar. Rechts befindet sich das Podest zur Erzielung der richtigen Kamerahöhe

Das Verbindungsstück fertigen wir uns einfach aus Flachmessing (4 × 50 × 230 mm) an. Der Synchronmotor wird lediglich in zwei Querschienen geschoben. Dann erst darf die Kamera auf der an der rechten Seite des Verbindungsstückes angebrachten „Erhöhung" mittels einer gesonderten längeren Stativschraube (einem alten hölzernen Photostativ entnommen) befestigt werden. Jene muß hierbei vorgesehen werden, um die Welle des Achtergang-Handantriebes auf die gleiche Höhe wie die Synchronmotorwelle zu bringen. Wie aus Abb. 10 hervorgeht, wird diese „Erhöhung" einfach dadurch gebildet, daß ein Flachmessingstück von der Größe 4 × 50 × 84 mm mittels vier Distanzrohrstücken (aus Messingrohr 10 × 5,5 geschnitten) an der rechten Seite des Verbindungsstückes aufgeschraubt wird. In die Mitte dieses Flachmessingstückes muß ein $^3/_8$-Zoll-Gewinde (normales Photostativgewinde) eingeschnitten werden, damit es, samt den darauf befindlichen beiden Geräten, auf ein geeignetes festes Stativ aufgeschraubt werden kann (vgl. Abb. 10).

Dringend ist anzuraten, bei den Tonfilmaufnahmen den am Federwerk angebrachten Regler für die Aufnahmegeschwindigkeit so einzustellen, daß der Zeiger des Drehknopfes auf etwa 32 Bilder pro Sekunde zeigt. Obwohl hierbei durch den Synchronmotor, der 120 [12]) Umdrehungen je Minute macht, die Aufnahmegeschwindigkeit genau 16 Bilder je Sekunde beträgt, dient eine solche Einstellung des Reglers des hierbei unbenutzten Federwerkes zur Geräuschverminderung. Würde man z. B. irrtümlicherweise den Regler auf 8 Bilder pro Sekunde eingestellt



3131

Abb. 11. Situationsplan für eine Nadeltonfilmaufnahme. WTi = Wandtisch, BT = Blumentisch, TB = Taschenlampenbirne samt Zwergfassung, Da = Darsteller, BLa_1 und BLa_2 = Beleuchtungslampen à 500 Watt, LSB = Lampenschaltbrett (nur skizziert), TV = Tonfilmverstärker (vollnetzbetrieben), AM = Aussteuerungsmesser in demselben, Mi = Kondensatormikrophon nebst Vorverstärker, KTi = kleiner Tisch, Lau = Lautsprecher für Startzeichengabe, TS = Tonsummer, Ba = Batterie (4—6 Volt zur Speisung der Signaltaschenlampenbirne TB), DT = Doppeltaste, AK = Aufnahmekamera, KM = Kamerasynchronmotor, EKu = elastische Kupplung, PS = Plattenschneider, SchD = Schneidedose, SyU = Synchronuhr (selbstanlaufend!), S_1 bis S_4 = Ausschalter, St_1 und St_2 = Steckdosen (Wechselstromanschluß)

lassen, so könnte dann durch dessen stark bremsende Wirkung der Kameramotor leicht stehen bleiben.

In Abb. 11 ist gleich als praktisches Beispiel ein bestimmter Situationsplan für eine Nadeltonfilm-Aufnahme gezeichnet. Es sei bemerkt, daß es sehr vorteilhaft ist, sich von jeder Aufnahmesituation einen solchen schematisierten

[12]) Für unsere Zwecke müssen wir einen Synchronmotor beschaffen, der genau 120 Umdrehungen pro Minute ausführt; solche sind seit einiger Zeit im Handel erhältlich.

Plan aufzuzeichnen, wobei unter anderem auch wichtige Entfernungsmaße einzutragen sind. Man hat es dann bei einer eventuellen Szenenwiederholung leichter, die gleichen Bedingungen wie bei der ersten Aufnahme wieder herzustellen.

Zwar nicht unbedingt nötig, aber recht nützlich ist es, eine Synchronuhr mit großem Sekundenzeiger dem Darsteller gut sichtbar an einer geeigneten Wand aufzuhängen. Dadurch kann dieser leicht sehen, wieviel Zeit ihm noch für seine Spielhandlung zur Verfügung steht. Auch ist es zu empfehlen, den vollnetzbetriebenen Tonfilmverstärker [10]) so aufzustellen, daß der in diesen eingebaute Aussteuerungsmesser ebenfalls vom Darsteller erkannt werden kann; daher ist eine Aufstellung dieses Verstärkers, wie sie die Abb. 11 beispielsweise zeigt, günstig.

Etwas eingehender muß nun noch die so wichtige Startsignalgabe besprochen werden, wofür vielerlei Verfahren geeignet wären; Verfasser möchte aber das nachstehend beschriebene warm empfehlen. Durch eine Doppeltaste *DT* (vgl. Abb. 11) wird, bevor sich der Darsteller im Bildfeld befindet (er steht z. B. noch an der durch ein gestricheltes Kreuz gekennzeichneten Stelle), eine Zwerglampe (Taschenlampenbirne) zum Aufleuchten und gleichzeitig ein hoher Summerton (erzeugt von einem einfachen Röhrensummer) zum Erklingen gebracht. Damit die Zwerglampe das Bild später nicht stört, wird sie z. B. unter Blumen versteckt, aber so, daß das Objektiv der Kamera ihren leuchtenden Wendel noch sehen kann. Selbstverständlich sind auch die Zuführungsdrähte zu dieser Signallampe unsichtbar zu verlegen.

Nach etwa zwei Sekunden werden durch Loslassen der Taste der Ton sowie das Leuchten des Lämpchens gleichzeitig zum Verschwinden gebracht. Nach zwei weiteren Sekunden kann mit der eigentlichen Spielhandlung begonnen werden.

Damit die vielen bei dieser Aufnahmeart erforderlichen Handhabungen zu keiner Verwirrung führen, sei nachstehend die Reihenfolge der Bedienung der einzelnen Geräte aufgestellt:

1. Einzelprobe aller Geräte auf ihr ordnungsmäßiges Arbeiten [13]),
2. Einschalten der Beleuchtungslampen,
3. Anwerfen des Plattentellers am Plattenschneider und Aufsetzen der Schreibedose; dann, gleich darauf
4. Anwerfen des Kameramotors und sofort darauf Einschalten der selbstanlaufenden Synchronuhr (falls eine solche benutzt wird),
5. Drücken der Doppeltaste (zwei Sekunden lang) aber erst nach einer Wartezeit von mindestens sechs Sekunden [14]) (gerechnet von dem Anwerfen des Kameramotors),
6. Nach zwei bis drei Sekunden Pause Beginn des eigentlichen Spiels.

Das beschriebene Verfahren zur Nadeltonfilmaufnahme ermöglicht sogar ohne weiteres die Herstellung von Eigenaufnahmen des Tonfilmamateurs ohne jede fremde Hilfe. Der Amateur braucht sich nur nach der Startsignalgabe vor die Kamera zu begeben, um sich selbst zu tonfilmen. Auch unser Verfahren zur Startsignalabgabe verlangte nicht das Vorhandensein von Hilfspersonen. Wann der Film abgelaufen ist, kann er an der Synchronuhr auch von fern erkennen.

Falls der Filmliebhaber aber noch über Hilfskräfte verfügt und ihm — außer dem „Atelier" — ein diesem nicht unmittelbar benachbarter zweiter Raum zur Verfügung steht, ist es günstiger, den Plattenschneider in diesen Raum aufzustellen. Dort kann gleichzeitig ein Kontrollautsprecher angebracht werden. Damit ist dann ein Abhörraum wie in den großen Filmateliers geschaffen. In diesem Falle wäre es natürlich auch zweckmäßig, zur lautlosen Verständigung zwischen dem Aufnahme- und dem gemeinsamen Schneide- und Abhörraum eine einfache Glühlampen-Signalanlage (Schwachstrombetrieb) einzurichten, die mit bunten Lichtzeichen Anweisungen von einem Raum zum anderen zu übermitteln gestattet.

[13]) Vgl. hierzu auch „Funk" 1934, Heft 6, Aufsatz von Alfred Ehrismann, „Die Selbstaufnahme eines Amateurtonfilms", Seite 110.

[14]) Damit erst der Vorspannfilm (meist aus Papier) ablaufen und der eigentliche lichtempfindliche Film (d. h. der wirkliche Filmanfang) im Inneren der Kamera vor das Objektiv gebracht werden kann, ist eine Wartezeit erforderlich, andernfalls würde es passieren, daß das so sehr wichtige Startzeichen auf dem Bildfilm nicht mit aufgenommen würde. Bei Kassettenkameras ohne Papier-Vorspann kommt die Wartezeit in Fortfall.

Die Wiedergabe des Nadeltonfilms

Der fertig entwickelte und kopierte bzw. umgekehrte Film muß zunächst mit dem Startausschnitt (vgl. Abb. 5) versehen werden. Dazu suchen wir mit Hilfe einer Lupe das Bild auf dem Filmstreifen auf, bei dem die Startlampe gerade wieder erloschen ist. Nun wird der Film in den Projektor fürs erste so eingelegt, daß sich dieses irgendwie am Rande gekennzeichnete Bild genau im Bildfenster, d. h. an der in der Abbildung mit PF_1 bezeichneten Stelle befindet. Die untere Filmschleife wird so gelegt, daß ein sicheres Anliegen des Films an die Filmbahn *FB* erfolgt (vgl. Abb. 6 u. 12a). An der Stelle, an der die Kontaktfeder den Film berührt (sie ist in Abb. 6 mit Pf_2 bezeichnet), wird ein Markierungspunkt angebracht; der Film wird dann wieder aus dem Transportwerk genommen und die markierte Stelle mit dem notwendigen Startausschnitt versehen. Damit ist der Film für die Wiedergabe vorbereitet und kann neuerdings eingelegt werden, wobei sich aber dieses Mal das „Startbild" noch auf der oberen Filmspule FS_1 befinden muß.

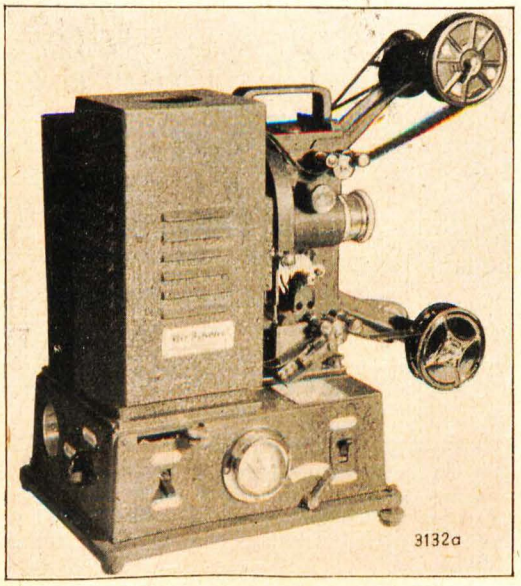


Abb. 12a. Die Anbringung einer selbstgebauten Filmkontaktvorrichtung an einem handelsüblichen Schmalfilmprojektor

Tonfilmaufnahmen sollte man auf Negativfilm herstellen, um sich jederzeit Ersatz für eine event. beschädigte Kopie beschaffen zu können, da ja wegen des Synchronismus kein Bild im Filmstreifen fehlen darf. Da es auch leicht eintreten kann, daß die Schallplatte beschädigt wird, sei dringend angeraten, für die Wiedergabe nicht die Originalplatte zu benutzen, sondern eine elektrisch hergestellte Kopie. Dieses Kopieren muß aber mittels zweier gleichartiger Synchronmotore erfolgen, damit die Schallplattenkopie auch ganz genau dem Original entspricht.

Bei der Wiedergabe muß der Projektormotor natürlich mit der gleichen Drehzahl laufen wie bei der Aufnahme, wobei man für beide Zwecke denselben Motor verwendet. Die Verbindung zwischen Motor und Projektor erfolgt eben-

falls so, daß keinerlei Eingriffe an diesem vorgenommen zu werden brauchen (vgl. Abb. 12 b), und zwar unter Vermeidung einer biegsamen Welle lediglich mittels einer elastischen Kupplung. Beim Antrieb des vom Verfasser benutzten Kinoprojektors trat dadurch eine Schwierigkeit auf, daß dieser zwar einen für Tonfilm vorgesehenen Wellenstumpf besitzt, von dem aus aber wegen der bei diesem Transportwerk verwendeten Spezialzahnrädern der Mechanismus nicht angetrieben werden kann. Der mit diesem Wellenstumpf zu kuppelnde Motor kann daher nur zum Synchronisieren, aber nicht zum eigentlichen Antrieb benutzt werden. Um das zu erreichen, läßt man die Maschine mit dem sowieso vorhandenen Universalmotor anlaufen, wobei man den Motorwiderstand so einregelt, daß bei noch ausgeschaltetem Synchronmotor die Filmgeschwindigkeit etwas über 16 Bilder pro Sekunde beträgt. Schaltet man jetzt auch den Synchronmotor ein, so sorgt dieser nun dafür, daß die Filmgeschwindigkeit auf genau 16 Bilder pro Sekunde (wie bei der Aufnahme) reduziert und fernerhin ständig auf diesem Wert gehalten wird; dabei darf aber der Universalmotor natürlich nicht abgeschaltet werden. Muß nach Beendigung der Vorführung der Mechanismus still gesetzt werden, so soll man zu dessen Schonung beide Motoren gleichzeitig oder wenigstens erst den Synchronmotor und dann den Universalmotor ausschalten.

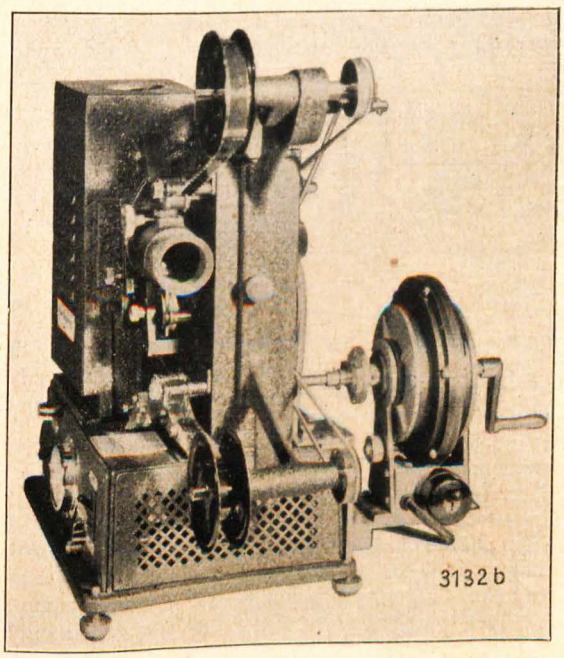


Abb. 12b. Die Anbringung des Synchronmotors am Projektor. Wie das Lichtbild erkennen läßt, erfolgt diese mittels einer selbst anzufertigenden Z-förmigen Haltevorrichtung. Links unten, über dem weißen Sockelschild, ist auch ein Teil der Filmkontaktvorrichtung noch erkennbar

Der besseren Übersicht wegen sei nachstehend die Reihenfolge der Handgriffe auch bei der Wiedergabe eines Nadeltonfilmes aufgestellt:

1. Film in den Projektor einlegen, ohne zu vergessen, die untere Schleife richtig zu bilden und dabei die Kontaktfeder *KF* leicht zur Seite zu drücken, damit der Film auf seiner Bahn *FB* aufliegt.

2. Druckknopf am Relaisbrett (vgl. Abb. 8 b) betätigen und falls der Anker A_n am Plattenspieler nicht angezogen wurde, diesen leicht an die Pole des Elektromagneten drücken, an denen er nun haften bleiben muß.

3. Durch Anwerfen des Schwungrades (am Plattenspieler) mit etwa 80 Umdrehungen pro Minute und gleichzeitig erfolgendes Einschalten des Druckknopf-Starkstromschalters (vgl. Abb. 3) den Synchronmotor des Plattenspielers in Betrieb setzen.

4. Bei noch abgeschaltetem Hauptlautsprecher [15]), aber selbstverständlich schon eingeschaltetem Tonfilmverstärker die Abtastdose auf die Anfangsrille der Schallplatte setzen.

5. Durch langsames Drehen des nunmehr entkuppelten Plattentellers mit der Hand die Rillenstelle auf der Schallplatte suchen, bei der der Startton soeben verstummt. (Dies kann durch den Kontrollautsprecher festgestellt werden.) Diese Stelle wird man zweckmäßig durch einen in radialer Richtung von der Rille nach außen einzukratzenden Strich kennzeichnen.

6. Universalmotor am Projektor einschalten und 1 bis 2 Sekunden später auch den Synchronmotor ans Netz legen.

7. Sofort darauf den Hauptlautsprecher einschalten.

Wie das Schallplattenspiel durch das Vorbeilaufen des Startausschnittes an der Filmkontakteinrichtung eingeleitet wird, wurde schon in den früheren Abschnitten ausführlich geschildert. Zu Punkt 5 sei noch folgendes ausgeführt: Da wir das Startzeichen auf der Schallplatte durch einen hohen Summerton von etwa 800 Hz gekennzeichnet haben, können wir dieses auch bei langsamem Drehen des Plattentellers (etwa eine Umdrehung in 10 Sekunden) als tiefen Brummton von etwa 80 Hz wahrnehmen. Wegen der langsam erfolgenden Drehung der Schallplatte können wir auch recht genau den Plattenteller an dem Punkte festhalten, bei dem der tiefe Ton aufhört. Dieser Punkt ist bei unserem Verfahren der eigentliche Startpunkt. Man könnte diesen zwar, um es noch zu erwähnen, auch mit einer Lupe aufsuchen und die Nadel gleich auf diese Startstelle aufsetzen (wodurch sich der Punkt 5 erübrigen würde), aber der enge Rillenabstand könnte leicht zu einem irrtümlichen Aufsetzen der Wiedergabenadel auf einer Nachbarrille Veranlassung geben. Da hierdurch der Synchronismus zwischen Bild und Ton um fast eine Sekunde verschoben würde, was bei weitem zu viel wäre, glaubt Verfasser das erstgenannte, leider umständliche Verfahren mehr empfehlen zu dürfen.

Das vorstehend ausführlich beschriebene Verfahren zur Aufnahme und Wiedergabe von Nadeltonfilmen ermöglicht es auch, längere Nadeltonfilme pausenlos vorzuführen. Dabei muß schon bei den Aufnahmen sehr darauf geachtet werden, daß die Szenen der Reihe nach, d. h. wie sie benötigt werden, aufgenommen werden, um die bei Beginn dieser Abhandlung geschilderten Schwierigkeiten bei der Nadeltonfilmherstellung zu umgehen. Für das pausenlose Spielen von etwa ½ Stunde Höchstdauer würde man zwar mit einem einzigen Schmalfilmprojektor auskommen (die im Handel erhältlichen 250 m Schmalfilm fassenden Spulen lassen eine so lange Spieldauer zu), aber es wäre dann unbedingt nötig, zwei Plattenspieler zu benutzen, was natürlich nicht jedem Bastler möglich sein dürfte. Ferner müßte dann noch in die Leitung, die von den Klemmen Kl_3 zu Kl_2 (vgl. Abb. 9) führt, ein Umschalter *Um* geschaltet werden.

Sobald am Plattenspieler 1 der Plattenteller eingekuppelt ist, wird der in Abb. 9 punktiert gezeichnete Umschalter in Stellung 2 gelegt und durch abermaliges Drücken von *DT* usw. während des Spielens des 1. Plattenspielers der zweite vorbereitet. Selbstverständlich würde dann im Film auch die entsprechende Anzahl von Startausschnitten angebracht werden sowie auch durch eine elektrische Überblendungseinrichtung (Spannungsteilerordnung) dafür gesorgt werden, daß, sobald der Plattenspieler 2 seinen Teller in Betrieb gesetzt hat, die Abtastdose 1 vom Verstärkereingang weggenommen und dafür die Abtastdose 2 des zweiten Plattenspielers an den Verstärker gelegt wird. Auf diese Weise kann man fortlaufend in der Zeit, in der die eine Schallplatte spielt, den anderen Plattenspieler vorbereiten.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

[15]) Auch hier zeigt sich der große Nutzen, den die Verwendung von zwei getrennten Lautsprechern (Haupt- und Kontrollautsprecher) mit sich bringt (vgl. „Funk" 1935, Heft 4, Seite 116, Punkt 10).

Sichtbarmachung der Seitenbänder bei Amplitudenmodulation

Eine interessante Versuchsanordnung

Von **Dipl.-Ing. E. Dahl**

Vor Jahren, als der amerikanische Wunderempfänger „Stenode-Radiostate" von sich reden machte, tauchte in den volkstümlichen Fachzeitschriften eine sonderbare Aussprache über die Frage auf, ob die sich aus der Rechnung ergebenden mit der Amplitudenmodulation entstehenden Seitenbänder der Trägerfrequenz wirklich existierten, oder ob sie ein Phantasiegebilde unentwegter Theoretiker seien (siehe „Funk" 1930, Heft 25, und 1932, Heft 29). Obwohl wir damals entschieden für die so heftig umstrittenen Seitenbänder eintraten, haben wir gerechte Skeptiker, die nur glauben wollten, wenn sie sahen, nicht restlos überzeugt. Vielleicht ist der nachfolgend beschriebene hübsche Demonstrationsversuch geeignet, den einen oder anderen noch zweifelnden „Thomas" zu überzeugen.

Die Schriftleitung

Mit dem Oszillographen ist die Kurvenform einer amplitudenmodulierten elektrischen Schwingung leicht zu zeigen. Nicht erkennbar werden dabei aber die Summen- und Differenzfrequenzen, die bei Modulation der Trägerfrequenz mit einem ganzen Band von Frequenzen die sogenannten Seitenbänder bilden. Ihre Entstehung mußte als Ergebnis einer Rechnung hingenommen werden [1]). Verfasser hat es nun unternommen, die drei Frequenzen sichtbar zu machen und so die Vorgänge bei der Amplitudenmodulation dem Verständnis näher zu bringen.

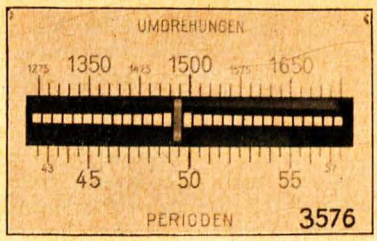


Abb. 1. Unmodulierte Wechselspannung

Verwendet wurde dazu ein Zungen-Frequenzmesser, System Hartmann-Kempf, der mit 30 Zungen einen Frequenzbereich von 42,5 bis 57,5 Hz hat und für eine Spannung von 110 V eingerichtet ist. Es wurde zunächst eine unmodulierte Wechselspannung von 50 Hz auf den Frequenzmesser gegeben, wobei eine dieser Frequenz entsprechende Zunge ausschlug (Abb. 1). Nun wurde diese

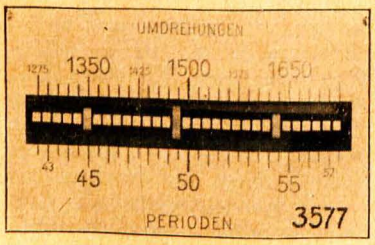


Abb. 2. Modulation der Frequenz 50 Hertz mit 5 Hertz

Spannung fünfmal in der Sekunde ein- und ausgeschaltet, was einer 100 %igen Modulation der Netzspannung mit einer Frequenz von 5 Hz und rechteckiger Kurvenform entspricht. Sofort schlugen neben der Zunge, die der Trägerfrequenz von 50 Hz entsprach, zwei weitere Zungen aus, die ± 5 Hz daneben lagen (Abb. 2). Eine Erhöhung der Modulationsfrequenz auf 6 Hz ließ die ausschlagenden Zungen auseinanderrücken.

Der starke Gehalt an Oberschwingungen, den die rechteckige Modulationsschwingung mit sich bringt, macht sich bei dem gewählten Meßbereich des Frequenzmessers nicht störend bemerkbar, da dieser nur die Grundfrequenzen umfaßt. Um im modulierten Zustand dieselbe Effektivspannung und somit auch dieselben Ausschläge wie im unmodulierten Zustand zu erhalten, wurde der selbsttätige Schalter für die Modulationsfrequenz nicht als einfacher Unterbrecher,

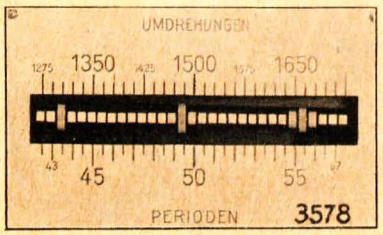


Abb. 3. Modulation mit 6 Hertz

sondern als Umschalter ausgeführt, der zu der Netzspannung von 110 V eine gleich große, einem Transformator entnommene Spannung einmal zu- und einmal gegenschaltete. Abb. 4 zeigt das Schaltbild, Abb. 5 die Ausführung des selbsttätigen Schalters. Letzterer ist aus dem Federsatz eines Fernsprechrelais hergestellt und wird durch eine Scheibe mit

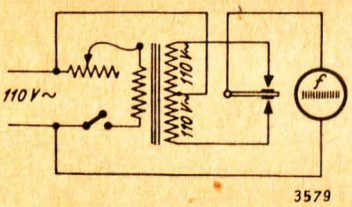


Abb. 4. Schaltbild des selbsttätigen Schalters für die Versuchsanordnung

Zeichnung und Aufnahmen vom Verfasser

vier Nocken betätigt, die auf der Achse eines Schallplatten-Laufwerkes sitzt. Bei Ausführung der Versuche läßt man den selbsttätigen Schalter dauernd laufen, läßt aber den Transformator zunächst primär unerregt. Dann ist in beiden Stellungen des Schalters gleichmäßig nur die Netzspannung wirksam. Erst durch Erregung des Transformators wird der Modulator in Tätigkeit gesetzt, wobei die Effektivspannung unverändert bleibt. Durch einen Widerstand in der Primärwicklung des Transformators läßt sich sogar noch der Modulationsgrad, d. h. das Verhältnis der Modulationsspannung zur Trägerspannung verändern, wodurch die Vorführung noch eindrucksvoller gestaltet werden kann.

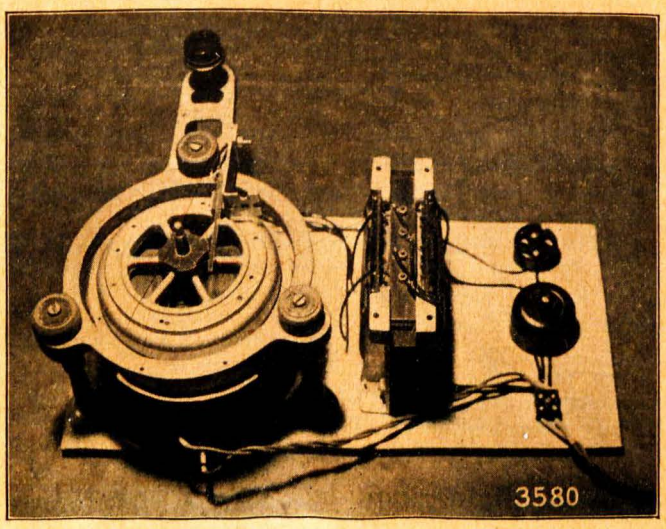


Abb. 5. Der selbsttätige Schalter

[1]) Siehe „Funk" 1927, Heft 19, Seite 291 ff.: „Überlagerung und Modulation".

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Einrichtung zum Messen von Verzerrungen elektroakustischer Geräte

Die an sich bekannten Verfahren zur Messung von Schalldrucken haben zur Entwicklung einer Einrichtung geführt, mit der es möglich ist, die Verzerrungen elektro-akustischer Geräte zu untersuchen und spektrale Analysen vorzunehmen. C. A. Hartmann und H. Jakoby besprechen eine technische Ausführungsform eines solchen Gerätes und seine Anwendungsmöglichkeit für die genannten Zwecke. Die Wirkungsweise der einzelnen im Gerät enthaltenen Teile und ihre Zusammenschaltung für die verschiedenen Anwendungen wird besprochen. *Schr.*

Elektrische Nachrichten-Technik, Berlin, Band 12, Heft 6, Seite 163

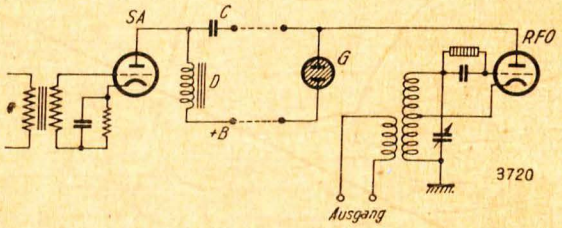
Leistungsanpassung in Hochfrequenzkreisen

Die Aufgabe, einem Verbraucher die ganze von einer Stromquelle zur Verfügung gestellte Leistung zuzuführen, wird in der Hochfrequenztechnik durch einen Transformator zwischen Stromquelle und Verbraucher gelöst, dessen Übersetzung gleich der Wurzel aus dem Verhältnis der Widerstände von Stromquelle und Verbraucher ist. Daneben wird noch ein anderes Verfahren zur Leistungsanpassung benutzt, bei dem die in Schwingkreisen auftretenden Spannungsübersetzungen zur Anpassung dienen. Da bei dieser „Resonanzanpassung" meist ebenfalls gekoppelte Kreise verwendet werden, tritt nicht ohne weiteres klar zutage, daß es sich hier um ein anderes Prinzip handelt. Nach K. Küpfmüller wird bei der einfachsten Form der Resonanzanpassung parallel zu dem einen Widerstand ein Kondensator und in Serie mit dem anderen eine Spule eingeschaltet. Diese Zusatzelemente lassen sich immer so wählen, daß die resultierenden Wirkkomponenten einander gleich werden und die Blindkomponenten einander aufheben, so daß jeder der beiden Widerstände die ganze aus dem anderen entnehmenbare Leistung absorbiert. Infolge der Verluste in den Spulen und Kondensatoren entsteht eine Übertragungsdämpfung. Eine besonders bei höchsten Frequenzen brauchbare Ausführung der Resonanzanpassung besteht darin, daß zur Verbindung von Stromquelle und Verbraucher eine Leitung benutzt wird, deren Länge geeignet abgestimmt ist.

Elektrische Nachrichten-Technik, Berlin, Band 12, Heft 4, Seite 107

Die Verwendung der Neonröhre in der Rundfunktechnik

Eine Arbeit von Ellington zeigt die vielseitige Verwendung, die die Neonröhre in der Rundfunktechnik gefunden hat. Es wird eine große Anzahl Schaltungen gezeigt, in denen die Röhre als niederfrequenter Schwingungserzeuger, als Ausgangs-, Abstimmungs- oder Übersteuerungsmesser arbeitet. Die Verwendung einer Neonröhre als Schaltrelais in einer Senderschaltung zeigt die Abbildung.



Die Niederfrequenzstufe *SA* erhält ihre Anodenspannung über eine Niederfrequenzdrossel *D*. Der Kondensator *C* sperrt die Anode des Senders *RFO* gegen die Gleichspannung ab, solange in der Glimmlampe *G* keine Entladung stattfindet. Wird aber von dem Verstärker *SA* niederfrequente Spannung geliefert, so wird die Spannung an der Drossel so hoch, daß die Glimmlampe in Tätigkeit tritt, dadurch dem Generator Anodenspannung zugeführt wird und hochfrequente Schwingungen erzeugt werden, die nun, niederfrequent moduliert, der Antenne zugeleitet werden. Es wird so erreicht, daß der Generator nur arbeitet, solange das Mikrophon besprochen wird. *Schr.*

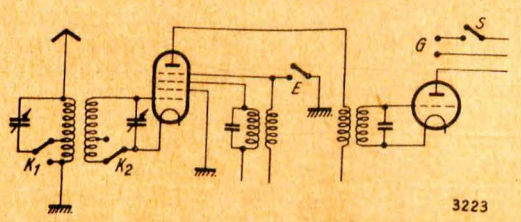
Radio World, New York, Bd. 27, Nr. 4, Seite 37

PATENTSCHAU

Sprechmaschinenanschluß im Überlagerungsempfänger

Nach der französischen Patentschrift 772 890 (Telefunken G. m. b. H.)

Bei Umschaltung eines Empfängers auf Sprechmaschinenwiedergabe muß dafür gesorgt werden, daß der dem Empfang dienende Teil des Gerätes außer Wirksamkeit gesetzt wird. Bei einem Überlagerungsempfänger kann dies dadurch erreicht werden, daß man die Mischröhre so umschaltet, daß sie keine Eigenschwingungen mehr erzeugen kann. Bei der in der Abbildung dargestellten Schaltung



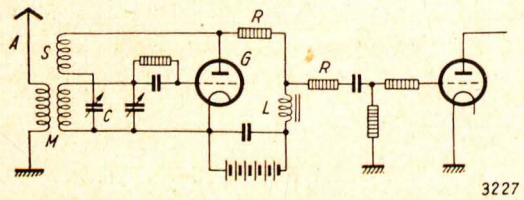
dient der Schalter *E* diesem Zwecke. Bei einer so umgeschalteten Anordnung besteht aber noch die Möglichkeit, daß Schwingungen in der Frequenz, auf die der Zwischenfrequenzverstärker abgestimmt ist, vom Empfänger aufgenommen, verstärkt und demoduliert werden. Um dies zu verhindern, wird empfohlen, gleichzeitig die vor der Mischröhre liegenden Abstimmkreise auf verschiedene Wellenbereiche umzuschalten, also z. B. einen auf kurze und einen auf lange Wellen. Die diesem Zwecke dienenden Schalter K_1 und K_2 können zusammen mit dem Schalter *E* und dem für den Anschluß *G* der Schalldose vorgesehenen Schalter *S* durch den gleichen Knopf betätigt werden.

Empfangsanordnung mit Rückkopplung

Nach der deutschen Patentschrift 106 571, Kl. 21 a 4, Gr. 29/02 — (Telefunken)

Es ist bekannt, daß durch die Steigerung der Selektion beim Anziehen der Rückkopplung eines Empfangsgerätes für drahtlose Nachrichtenübermittlung die Übertragung der höheren Modulationsfrequenzen verschlechtert wird. Dieser Nachteil kann dadurch ausgeglichen werden, daß die Verstärkung für die hohen Modulationsfrequenzen mit zunehmender Rückkopplung selbsttätig erhöht wird. Dies kann dadurch erreicht werden, daß die Resonanz zwischen der zur Kopplung mit einer folgenden Stufe dienenden Drossel und dem zur Regelung der Rückkopplung verwendeten Kondensator so gelegt wird, daß sie an das obere Ende des Frequenzbereiches fällt. In der Abbildung ist *G* die Gleichrichterröhre, der die gleichzurichtende Wechselspannung von der Antenne *A* über den Hochfrequenztransformator *M* zugeführt wird. Im Anodenkreis liegen die zur Kopplung dienende Drossel *L* und ein Widerstand *R*, der ebenso wie ein

in der Zuleitung zum Gitter der folgenden Röhre liegender Widerstand R zur Hochfrequenzsäuberung dient. Die Rückkopplung wird in einem Parallelzweig mit der Spule S und dem Kondensator C vorgenommen.



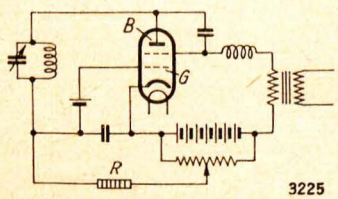
3227

Drossel L und Rückkopplungskondensator C sind nun so bemessen, daß die Eigenfrequenz des aus Drossel und Kondensator gebildeten Schwingungskreises bei loser Rückkopplung außerhalb des übertragenen Frequenzbandes, also oberhalb 10 000 Hz, liegt. Mit zunehmender Vergrößerung der Rückkopplung durch Vergrößerung von C rückt diese Resonanz immer mehr in den Übertragungsbereich hinein, und es ergibt sich dadurch eine Verbeserung der Verstärkung der hohen Frequenzen. Zur Erreichung einer passenden Dämpfung der niederfrequenten Resonanzspitze können die Widerstände R herangezogen werden. *Schr.*

Bremsfeldaudion mit selbsttätiger Lautstärkeregelung

Nach der österreichischen Patentschrift 140 025
(Telefunken G. m. b. H.)

Die Abbildung zeigt einen Empfangsgleichrichter in Bremsfeldschaltung, dessen Wirkungsgrad durch die in ihm selbst erzeugten Gleichspannungen im Sinne eines Lautstärkeausgleiches geregelt wird. Durch den sich ändernden Gleichstrom der Bremselektrode B ändert sich der Spannungsabfall am Widerstand R. Die dadurch bedingte



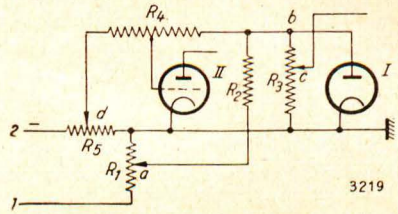
3225

Änderung der Vorspannung des Regelgitters G bewirkt eine Änderung der vor der Kathode angesammelten Raumladung und damit des zur Bremselektrode übergehenden Stromes. Dadurch wiederum ist eine Änderung der Steilheit der Bremskennlinien bedingt, mit anderen Worten, es tritt eine Beeinflussung der Empfindlichkeit des Bremsaudions ein. Der Spannungsabfall am Widerstand R kann auch gleichzeitig zur Steuerung davor oder dahinter liegender Verstärkerröhren benutzt werden. *Schr.*

Lautstärkeregelungs-Anordnung

Nach der französischen Patentschrift 772 620
(N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken)

Der Verstärkungsgrad von Hochfrequenzverstärkern ändert sich bekanntlich mit der Frequenz. Diese Frequenzabhängigkeit der Verstärkung macht sich auch bei Empfängern mit selbsttätiger Lautstärkeregelung bemerkbar. Es ist deshalb erwünscht, in abstimmbaren Empfängern neben der Regelung des Verstärkungsgrades in Abhängigkeit von der Amplitude auch eine solche in Abhängigkeit von der Frequenz einzuführen. Die Abbildung, in der nur die zum Verständnis der Wirkungsweise der Anordnung erforderlichen Teile dargestellt sind, zeigt eine solche Schaltung. Die Betriebsspannungsquelle ist an die Punkte 1 und 2 angeschlossen, die durch den Spannungsteiler R_1 miteinander verbunden sind. Ein Abzweigpunkt a dieses Spannungsteilers ist über die Widerstände R_2 und R_3 mit dem geerdeten Pol der Speiseleitung verbunden. Der Abgriff ist so gewählt, daß die Anode des Gleichrichters I eine geringe positive Vorspannung erhält. Der Spannungsabfall an R_3 wird als Regelspannung für die selbsttätige Lautstärkeregelung benutzt, die Niederfrequenz wird im Punkte c entnommen. In die negative Betriebsspannungsleitung ist ferner ein Widerstand R_5 eingeschaltet, an dem durch einen Schieber d eine gegenüber den geerdeten Kathoden negative Spannung abgegriffen werden kann.



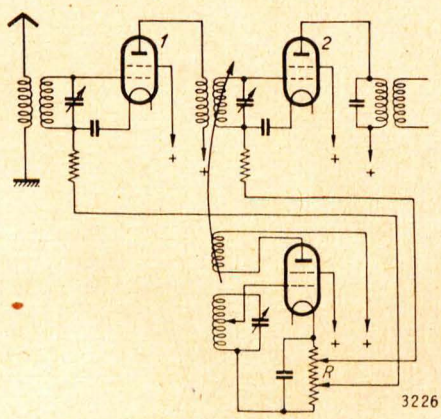
3219

Der Schieber d wird mit den Abstimmitteln derart gekuppelt, daß die zwischen d und Erde liegende Spannung sich so ändert, daß sie, als Gittervorspannung benutzt, die Frequenzabhängigkeit der Verstärkung ausgleicht. Die Gittervorspannung der Hochfrequenzverstärkerröhre muß sich nun sowohl in Abhängigkeit von dem Potential b als auch in Abhängigkeit von dem Potential in d ändern. Zu diesem Zweck ist zwischen b und d ein Spannungsteiler R_4 angebracht, an dem die Gitterspannungen für die Hochfrequenzverstärker II abgegriffen werden. *Schr.*

Anordnung zur Erzielung einer konstanten Verstärkung über den Empfangsfrequenzbereich

Nach der österreichischen Patentschrift 139 992
(Radio Corporation of America)

Es ist bekannt, daß sich der Verstärkungsgrad von Hochfrequenzverstärkern bei Änderung der Abstimmung verändert, also nicht über den gesamten Empfangsfrequenzbereich der gleiche bleibt. Um die Verstärkung des Empfängers frequenzunabhängig zu gestalten, wird der folgende Weg vorgeschlagen:



3226

In dem Empfänger wird ein Generator vorgesehen, dessen Abstimmung in gleicher oder ähnlicher Weise wie die Resonanzfrequenz der Empfangskreise geändert wird. Die Amplitude der örtlich erzeugten Schwingungen wird sich nun in gleicher Weise in Abhängigkeit von der Abstimmung ändern wie der Verstärkungsgrad des Hochfrequenzverstärkers. In gleicher Weise ändert sich auch der Gleichstrom im Anodenkreis des Generators und ein von diesem Gleichstrom in einem Widerstand erzeugter Spannungsabfall. Dieser Spannungsabfall wird zur Steuerung der Gittervorspannung der Hochfrequenzverstärkerröhren benutzt. In Überlagerungsempfängern kann der an sich vorhandene örtliche Generator zur Erzeugung der Steuerspannung benutzt werden. Eine solche Schaltung ist in der Abbildung dargestellt. R ist der Widerstand im Anodenkreis des Generators, an dem die Steuerspannungen für die den Hochfrequenzverstärker 1 und die Mischröhre 2 abgenommen werden. *Schr.*

CQ
MITTEILUNGEN DES DEUTSCHEN AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGS-DIENSTES e. V.
JAHR 1936 (DASD e. V.) JAHR 1936
HERAUSGEBER: DEUTSCHER AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGSDIENST e.V.
ANSCHRIFT: BERLIN-DAHLEM, SCHWEINFURTHSTRASSE 78, FERNRUF: G 6 (BREITENBACH) 49 41/42
DIE BEILAGE „CQ" ERSCHEINT MONATLICH / GESONDERT DURCH DEN DASD e.V. BEZOGEN VIERTELJÄHRLICH 3,— RM

Der Kurzwellen-Amateur auf der Rundfunk-Ausstellung

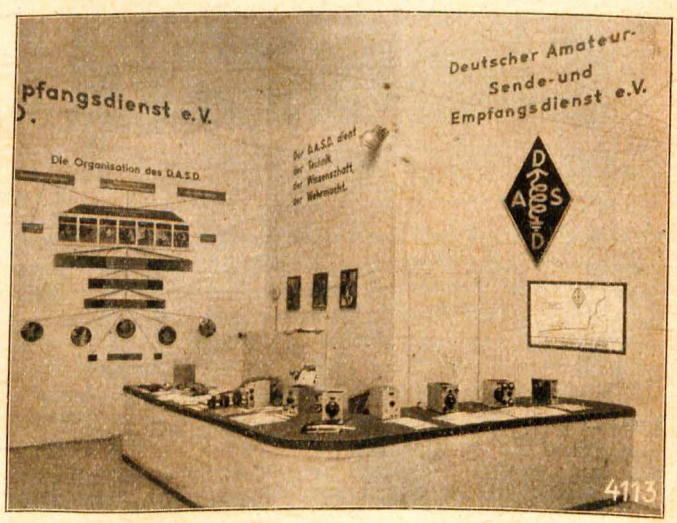
Wer als Kurzwellenamateur mit niedrig geschraubten Erwartungen die Halle der Apparate-Industrie betrat und nicht erwartete, dort — abgesehen von den Rundfunkempfängern „mit Kurzwellenteil" — etwas für die Kurzwelle zu finden, sah sich angenehm überrascht, denn an einem Stande hatten 8 Firmen der deutschen Apparate-Industrie eine Gemeinschafts-Ausstellung ihrer Kurzwellen-Export-Empfänger — mit einer Ausnahme Superhets — aufgebaut. Da weder am Stande selbst noch bei den einzelnen Herstellern ausführliche Unterlagen und Bildmaterial zu erhalten waren, werden wir auf diese Geräte zu einem späteren Zeitpunkt noch einmal gesondert zu sprechen kommen. Hier sei nur vermerkt, daß — wie nicht anders zu erwarten — diese Geräte durchweg speziell für den Kurzwellen-Rundfunkhörer konstruiert wurden und daß auf die Verwendbarkeit für den Telegraphieempfang und den Gebrauch als Amateur-Empfänger keine Rücksicht genommen wurde. Immerhin sind manche Geräte durch einfachen Zusatz eines Zwischenfrequenz-Überlagerers auch für den Amateur-Telegraphieempfang verwendbar.

In der Halle der Deutschen Reichspost konnte man verschiedene Richtstrahlantennen für Kurzwellenübertragungen im Modell bewundern, für den Kurzwellenamateur den Hauptanziehungspunkt dieser Halle bildete natürlich der Stand des Deutschen Amateur-Sende- und Empfangs-Dienstes e. V. (DASD). Eine große Übersichtskarte zog die Aufmerksamkeit auf sich. Dort waren mit verschiedenfarbigen Glühlämpchen die zahlreichen Beobachtungsstationen des DASD (DE's), die Betriebsdienststationen und die Übersee-Spezialstationen markiert, verschiedene Hefte der Verbandszeitschrift „CQ—MB" mit Hinweisen auf die verschiedenen technischen und wissenschaftlichen Arbeitsgebiete und entsprechenden Veröffentlichungen ergänzten das Bild, das die Karte bot. Ein lebendiger Übersichtsplan über die Stellung des DASD innerhalb der staatlichen Einrichtungen und seine Organisation füllte eine große Fläche aus und die Worte „Der DASD dient der Technik, der Wissenschaft und der Wehrmacht", kennzeichneten den Aufgabenkreis unseres Amateurverbandes.

Eine Ausstellung der von der Warenabteilung des DASD geführten Kurzwellen-Spezialteile, die großenteils in Zusammenarbeit der Herstellerfirmen mit dem DASD entwickelt wurden, sowie eine Zusammenstellung der einschlägigen Kurzwellenliteratur schloß sich an die Ausstellung der von der technischen Abteilung entwickelten und in dieser Zeitschrift beschriebenen „Standardgeräte" des DASD an.

Beim Gang durch die Hallen mit den Einzelteilen mußte man schon die Augen offen halten, wenn man irgend etwas finden wollte, was der Beachtung wert war. Wir setzen die verschiedenen Neuheiten hier in der Reihenfolge, wie wir ihre Bedeutung für den Kurzwellenamateur einschätzen.

Der Streit um die Hochfrequenz-Eisenspulen auf Kurzwellen — insbesondere unterhalb 80 m — war bisher noch nicht entschieden, da es an ausreichend umfangreichen Meßergebnissen fehlte. Wir fanden bei der Firma J. K. Görler G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg, Unterlagen für deren neue Kurzwellenspulenkörper (Abbildung 1), aus denen hervorgeht, daß die bisher für Rundfunkzwecke entwickelten Hochfrequenz-Eisenspulen bei anwachsender Frequenz ein starkes Anwachsen der Verluste aufweisen, daß es aber mit einer Spezial-Eisensorte gelungen ist, dies für Wellen bis zu 6 m herunter zu vermeiden. Mit diesem Material wurde — unter Verwendung von Amenit, einem sehr verlustarmen Isoliermaterial — ein Kurzwellenspulenkörper entwickelt, der folgende technische Eigenschaften hat. Ein achtpoliger Außenkontaktsockel gibt außer sicherem Kontakt die Möglichkeit, allein durch den Spulenwechsel verschiedene Umschaltungen durch entsprechende Sockelschaltung vorzunehmen. Auf diesen Sockel wird der eigentliche Spulenkörper als zweiter Teil aufgesetzt, er enthält auch den Eisenkern mit Abgleichvorrichtung, die eine Änderung der Induktivität um etwa 30 % gestattet. Wie wichtig gerade die Möglichkeit einer einfachen Induktivitätsänderung — noch dazu ohne Erhöhung der Verluste — ist, weiß jeder, der einmal Einknopfempfänger gebaut hat. Der große Regelbereich wird auch bei Superhets die Abgleichung der Oszillatorspule erheblich vereinfachen. Ein sinnreiches Nutensystem auf dem eigentlichen Spulenkörper erleichtert den Spulenbau sehr, weil weder zum Festlegen der Wicklung noch zur Befestigung von deren Enden Bohren oder Kleben nötig ist. Eine praktische Schutzkappe, die nach Fertigstellung der Spule mit dem Sockel verschraubt wird, bietet nicht nur mechanischen Schutz, sondern läßt auch noch Platz für den Einbau kleiner keramischer Blockkondensatoren und gestattet — auf dem Etikett im Deckel — eine Markierung des erfaßten



Aufnahme Heinrich Lichte & Co

Wellenbereiches. Der Induktivitätsabgleich kann bei aufgesetzter Kappe vorgenommen werden.

Einige neuere Kurzwellen- und Ultrakurzwellenkondensatoren waren bei Dr. phil. Max Ulrich G. m. b. H., Leipzig, zu finden. Neben besonderen Präzisionskondensatoren, wie sie in erster Linie für Meßeinrichtungen (Frequenzmesser, Kapazitätsbrücken usw.) in Betracht

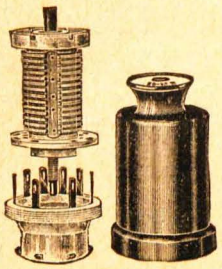


Abb. 1. Teile des Görler-Kurzwellenspulenkörpers mit Induktivitätsabgleich mittels Eisenkern

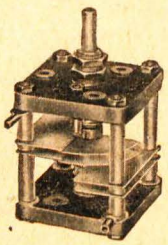


Abb. 2. Ulrich-Drehkondensator für Ultrakurzwellen

kommen, sind besonders bemerkenswert drei kleinere Typen für den Einbau in Empfänger, Kleinsender usw. Als normaler Drehkondensator ist die Type Nr. 20 mit 80 pF Maximalkapazität gebaut, während Nr. 21 ein Kondensator mit zwei um 180° gegeneinander versetzten Statoren und Rotoren ist (Abb. 2). Der Rotor hat keinerlei Stromzuführung, die Anschlüsse des Kondensators erfolgen an den beiden Statoren, so daß sich eine sehr geringe Kapazitätsvariation von 5 pF (zwischen 3 und 8 pF) ergibt. Die dritte Type, Nr. 22, hat zwei Statorplatten, an denen die Stromzuführung erfolgt. Sie haben gegeneinander eine Kapazität von rund 2 pF. Dreht man die geerdete Rotorplatte zwischen sie, so verringert sich die Kapazität (!), um bei voll eingedrehtem Rotor auf 0,8 pF zu sinken. Dieser Kondensator ist also speziell für Ultrakurzwellengeräte brauchbar.

Blockkondensatoren für höhere Belastungen, größere Betriebsspannungen und mit geringen Verlusten werden speziell im Senderbau benötigt. Hier gab es für den Kurzwellenamateur bisher nur recht wenig brauchbares Material, so daß es um so mehr zu begrüßen ist, daß die Firma Hescho,

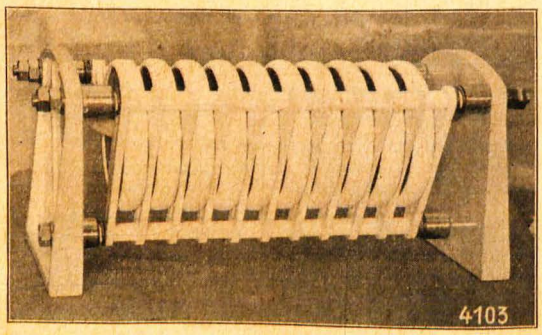


Abb. 3. Hescho-Hochspannungskondensator aus keramischen Kondensatorscheiben

Hermsdorf, Thür., nunmehr keramische Kondensatoren mit aufgebrannten Silberbelägen für Sendezwecke herausgebracht hat. Die bereits bekannten Kondensatorplatten für hohe Betriebsspannungen und Belastungen werden nunmehr auch zu vollständigen Blocks — in Parallelschaltung für sehr hohe Stromstärken, in Serienschaltung (Abb. 3) für sehr hohe Spannungen — geliefert, vor allen Dingen sind aber die kleineren Rohrkondensatoren (Abb. 4) interessant, die bei Belastungen bis zu 1 kVA 1 kV Hochfrequenzspannung vertragen, ferner eine Type mit einer Belastbarkeit von 5 kVA bei 500 V Betriebsspannung. Ganz neuartig sind keramische Kondensatoren (ebenfalls mit aufgebrannten Belegungen), die in Topfform ausgeführt sind (Abb. 5) und in Kapazitäten bis zu 10 000 pF mit sehr hohen Betriebsspannungen geliefert werden.

Die eine Hauptforderung des deutschen Amateur-Betriebsdienst-Netzes — nämlich die Unabhängigkeit vom Lichtnetz als Stromquelle — läßt sich bei einigermaßen wirtschaftlichem Betrieb insbesondere der Sender nur mit Umformern, die aus großen Akkumulatorenbatterien betrieben werden, erfüllen. Umformer, die — unter Zuhilfenahme eines Transformators und eventuell einer Gleichrichterröhre — 6 bzw. 12 Volt in höhere Spannungen von etwa 200 bis 300 V umzuformen gestatten, liefert neuerdings die Firma Nürnberger Schraubenfabrik und Façondreherei, Nürnberg (NSF). Sie

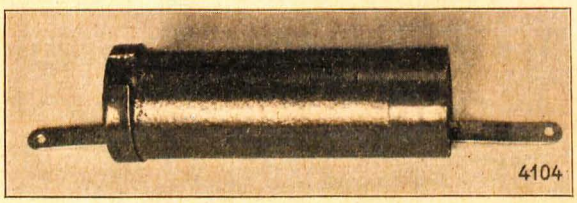


Abb. 4. Hescho-Rohrkondensator für mittlere Leistungen

vertragen eine Belastung bis zu 25 Watt primär und sind in insgesamt vier Typen erhältlich. Zwei Typen — für 6 und 12 V — haben nur einfache Kontakte, die den Gleichstrom zerhacken, so daß er hochtransformiert werden kann, zwei andere Typen haben auf der gleichen Schwingarmatur Zerhackerkontakte und Gleichrichterkontakte, so daß man mit dem gleichen Aggregat Gleichstrom zerhacken und den

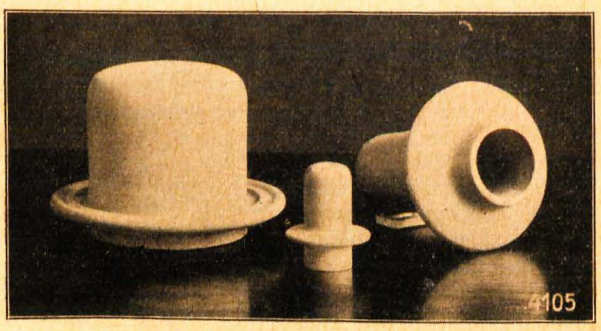


Abb. 5. Hescho-Anodenkondensatoren für Sender in Topfform

hochtransformierten Strom wieder gleichrichten kann. Für größere Sender sind zwei neue Drehkondensatorentypen mit keramischer Isolation und versilberten Platten (ein Einfach- und ein Doppelkondensator) erhältlich, die auch den höchsten Anforderungen hinsichtlich Spannungsfestigkeit und Verlustarmut im Amateurbetrieb genügen dürften. Die Stromabnahme erfolgt mittels kräftiger Klemmen, die Stromzuführung zum Rotor mittels kräftiger Schleiffedern.

Für Messungen aller Art, insbesondere für den Einbau in sehr hochwertige Frequenz- und Kapazitäts- sowie Verlustwinkel-Meßapparaturen, ist der neue, von der Firma Hochohm G. m. b. H. Berlin (HOGES) entwickelte Präzisionskondensator mit Mikrometertrieb (Abb. 6) wertvoll. Er ist für einen Kapazitätsbereich von 2 bis 25 pF eingerichtet und einer ganzen Umdrehung des Triebes (100 Skalenteilen) entspricht eine Kapazitätsvariation von nur 1 pF, so daß damit im Differenzverfahren also auch kleine Röhren- und Schaltkapazitäten gemessen werden können.

Drehkondensatoren für Kurzwellen in verschiedener Ausführung, die auch mit Eichkurven erhältlich sind, zeigte die Firma Karl Hopt & Co., Schörzingen. Für Zweikreisempfänger usw. sind Doppelkondensatoren mit zwei

gleichen Plattensätzen erhältlich, während für Spezialzwecke auch Kondensatoren mit einer großen und einer kleinen, variablen Kapazität lieferbar sind. Für Sender werden keramisch isolierte Luft-Blockkondensatoren verschiedener Kapazitäten und Spannungsfestigkeiten sowie ein neuer Sendekondensator (ebenfalls mit keramischer Isolation) mit normal 2,5 mm gegenseitigem Plattenabstand hergestellt.

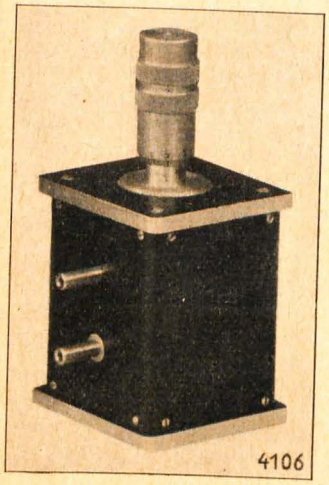


Abb. 6. Hoges - Präzisionskondensator mit Mikrometer-Feintrieb

Eine sehr nette Neuerung findet sich bei Ing. Dr. Paul Mozar, Düsseldorf (Mentor), nämlich ein kleiner Feinstellknopf, der ohne weiteres überall dort, wo man eine gewisse, feinere Regelungsmöglichkeit wünscht, wie ein normaler Drehknopf montiert werden kann. Dieser „Mentor — Fein — Grob — Einstellknopf" wird insbesondere für die Rückkopplungsbedienung, für die man nicht extra eine ganze, große Feinstellskala verwenden will, zweckmäßig sein. Verschiedene Calit - Nockenschalter dieser Firma mit auswechselbaren und verstellbaren Achsen sind ebenso erwähnenswert wie die normalen Wellenschalter mit keramischer Isolation.

Als besonders interessante Neuerung auf dem Gebiete der Meßtechnik muß noch das netzbetriebene Röhrenvoltmeter der Firma Leybold und von Ardenne Oscillographengesellschaft m. b. H., Berlin, erwähnt werden, das mit einer ganz neuartigen Zweipolröhre arbeitet. Diese Röhre hat einen federnden Glaskolben besonderer Form (Abb. 7), so daß der Abstand zwischen Anode und Kathode reproduzierbar auf $^5/_{1000}$ Millimeter (!) verringert werden kann. Die genaue Einstellung erfolgt mittels einer Art Mikroskop-Antrieb. Durch diese erhebliche Verkleinerung des Abstandes kann der Fehler, der bei Messungen durch den Einfluß der Elektronen-Laufzeiten auftritt, beispielsweise bei einer Meßspannung von 10 V und einer Meßfrequenz von 10^9 Hertz (entsprechend 30 cm Wellenlänge!) auf 1 % reduziert werden. Bei einer Anodenzuleitung von nur 14 mm Länge beträgt die Anodenkapazität 0,4 pF. Der Meßbereich liegt zwischen 0,5 und 140 V bei Frequenzbereichen von 25—1,5 · 10^9 Hz, 25—7 · 10^6 Hz oder 10—2 · 10^7 Hz.

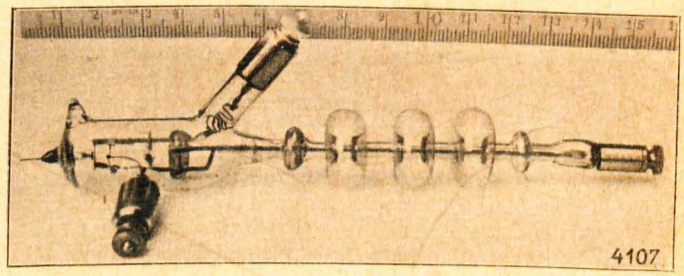


Abb. 7. Leybold-von Ardenne Glasfederdiode für die Messung von Spannungen bei sehr hohen Frequenzen

An sonstigen Teilen sind noch die auswechselbaren Spulensätze für Wellen zwischen 5 und 60 m auf keramischem Material von G. Budich G. m. b. H., Berlin, eine Baueinheit mit Umschalter, die auch für Kurzwellen verwendbar ist, von Radix, Berlin, und einige Kurzwellenspulen (T 56 für einen Bereich von 15 bis 50 m ohne Umschaltung, T 57 umschaltbar in drei Bereichen für 18 bis 80 m) von Dipl.-Ing. A. Cl. Hofmann, Berlin (AKE), sowie ein Spulensatz für Wellen zwischen 10 und 120 m von Undy-Werke G. m. b. H., Frankfurt a. M., zu erwähnen.

Abb. 1—7 Werkbilder *Rolf Wigand*

Nochmals „Die tote Viertelstunde"

Einen weiteren Beitrag zum Problem des „Dellinger-Effekts" liefert die Magnetwarte Huancayo (Peru) des Carnegie-Instituts in Washington. Am 8. April d. J., der vom Verfasser als mutmaßlicher Störungstag bezeichnet worden ist[1]), konnte mit dem Spektrohelioskop um 16.45 Uhr Weltzeit am Rande eines Sonnenflecks, der das bedeutendste Glied eines jungen, aus mehreren Kernen bestehenden, 23 Grad nördlich des Sonnenäquators befindlichen Gruppe darstellte, die den Zentralmeridian vor nicht ganz einem Tag überschritten hatte, die Aufhellung einer Flocke bemerkt werden. Die Intensität der Eruption nahm in den folgenden zwei Minuten beträchtlich zu, und es beteiligten sich sodann noch weitere drei kleinere Flecke der Gruppe. Um 16.50 Uhr war das Intensitätsmaximum der Störung erreicht, und die Erscheinung ließ bald nach. Der Normalzustand war um 17.03 Uhr wieder hergestellt.

Dieselbe Station hat gleichzeitig Echolotungen[2]) vorgenommen, und die Beobachter waren überrascht, als ab 16.45 Uhr W.-Z. die Reflexion ausblieb. Ahnungslos wurde, wie das offenbar noch die Regel zu sein scheint, die Sendeeinrichtung auf mutmaßliche Fehler hin untersucht, aber weder hinsichtlich der Apparatur noch der Antennenanlage ergab sich eine Beanstandung. Nach der Prüfung, die bis 17.02 Uhr dauerte, wurde die Registrierung fortgesetzt, welche aber den normalen Verlauf zeigte: die Echos traten wieder auf. Es ist noch zu bemerken, daß auch im Beobachtungsabschnitt 15.30 bis 16.40 Uhr das normale Echo festgestellt wurde.

Weitere Beobachtungen der Magnetwarte Huancayo erstreckten sich auf das Verhalten der irdischen Magnetelemente[3]), und zwar wurden die Stärke der erdmagnetischen Kraft in horizontaler und vertikaler Richtung und die Mißweisung der Magnetnadel fortlaufend registriert. Um 16.46 Uhr W.-Z. setzte ganz plötzlich eine Störung ein, die um 16.51 Uhr in horizontaler Richtung ihren Höhepunkt erreichte und allmählich an Wirkung abnahm; die größte Stärke wurde mit 108 Gamma[4]) gemessen. Die Deklinationsänderung betrug 2.1 nach Osten mit 11 Gamma.

Zwei andere Apparate, deren einer in Huancayo, der andere 3 km östlich davon aufgestellt waren, verzeichneten die vorhandenen Erdströme. Diese Apparate registrierten die Komponenten, die in der N-S- und der O-W-Richtung verlaufen. Bis 16.45 Uhr hatten die Kurven die normale Form; plötzlich setzte eine so starke Störung ein, daß zwei Zeiger über den Rand der Papierrolle ausschlugen und bis 17.03 Uhr keine Messung zuließen. Ein N-S-Zeiger gab eine Potentialänderung von — 3 auf + 20 Millivolt, ein O-W-Zeiger eine solche von — 35 auf — 20 Millivolt an. Nach 17.05 Uhr waren keine Störungen mehr zu verzeichnen.

Eine merkwürdige Tatsache bildet der Umstand, daß auch im vorliegenden Fall wieder die 54tägige Periode in Erscheinung tritt. Es fällt nicht leicht, jetzt noch an eine

[1]) CQ 1936 6.
[2]) CQ 1935 9.
[3]) CQ 1934 9/10.
[4]) 1 Gamma = 0.00001 CGS-Einheiten.

Auswahlwirkung zu glauben: man wird wohl 54 Tage als Periode der Erscheinung annehmen müssen.

Sonderbar verhält sich in diesem Falle die Laufzeit der Störstrahlung, die mit Lichtgeschwindigkeit die Erde erreicht haben muß, wenn, das muß vorausgesetzt werden, die Zeitangaben der peruanischen Beobachter stimmen. Es ist fraglich, ob man dann noch Korpuskularstrahlung annehmen kann.

Dieser jüngste Fall läßt noch erkennen, daß der Störung der Ionisation der hohen Atmosphäre Störungen der Erdströme und des irdischen Magnetfeldes nebenherliefen.

Dem Verfasser ist nicht bekannt, ob der Effekt auch von Amateuren oder kommerziellen Stationen bemerkt worden ist. Inwieweit die Klage, die ein Mitglied der British Astronomical Association (Mr. Stranger) auf einem Meeting in London im Februar d. J. vorbrachte, „daß von den 250 000 aus 78 Ländern in der World Radio Research League vereinigten Amateuren nur etwa 5000 tätigen Anteil nähmen und daß von diesen auch wieder nur ein Teil wertvolles Beobachtungsmaterial liefere", berechtigt ist, kann Verfasser nicht entscheiden, aber es hat den Anschein, als ob es der Mehrzahl der Kurzwellenamateure schwer fällt, sich an sinnreichen systematischen Beobachtungen zu beteiligen.[5]) Der Hinweise wurden schon viele gegeben! Was den „Dellinger-Effekt" anlangt, muß allerdings zur Ehrenrettung der Amateure gesagt werden, daß über diese Erscheinung bislang noch fast nichts bekannt war und vor allem die Art und Weise der Auswirkung des Effekts derart sonderbar ist, daß, wie auch der oben beschriebene Fall beweist, fast immer auf eine Störung in der Apparatur geschlossen wird.

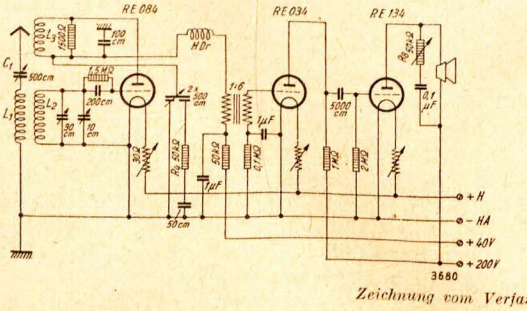
Die folgenden kritischen Zeiten sind die Tage um den 14. Oktober, 10. November, 7. Dezember 1936.

O. Morgenroth, D 3 FPL.
Universitätssternwarte Berlin-Babelsberg, Abt. Sonneberg

Ein Empfänger für 5 bis 200 m

Im nachstehenden soll ein Gerät beschrieben werden, das gestattet, mit einfachen Mitteln den Wellenbereich von 5 bis 200 m zu bestreichen. Von teuren Kunstschaltungen wurde hier grundsätzlich Abstand genommen. Das Gerät habe ich an den verschiedensten Antennen unter oft entgegengesetzten Verhältnissen erprobt, und es hat die besten Ergebnisse gezeigt.

Durch die Kapazität C_1 wird ein einfacher Angleich der Antenne an das Gerät erreicht. Die Selbstinduktionen werden so gewählt, daß die Bänder auf den ganzen Kondensatorbereich verteilt sind. Der Abstimmkapazität von 10 cm liegt ein veränderlicher Bandkondensator von 30 cm parallel. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, die Bänder nach Bedarf zu verschieben.



Zeichnung vom Verfasser

Besondere Sorgfalt wurde zur Ausbildung der Rückkopplung verwendet. Der Widerstand, der unbedingt induktions- und kapazitätsarm sein muß, flacht die Eigenwelle der Rückkopplungsspule ab und gibt über den gesamten Wellenbereich einen gleichmäßigen Schwingungseinsatz. Durch den zur Regelung benutzten Differential-Drehkondensator wird ein besonders weicher Schwingungseinsatz erzielt. Über R_4 und den 50-cm-Block arbeitet die Rückkopplung nahezu frequenzunabhängig.

Die folgenden Verstärkerstufen sind in Transformator- und Widerstandskopplung ausgeführt[1]). Das Gerät ist mit einer vorzüglich arbeitenden Tonblende ausgestattet. R_8 muß eine log. Kennlinie aufweisen, die am besten dem Uhrzeigersinn entgegengerichtet ist. Ist ein solcher Widerstand nicht zu erhalten, so nehme man ein log. Potentiometer, das am Mittelgriff und einem Ende so angeschlossen wird, daß die Klangfarbe bei Rechtsdrehung gleichmäßig verdunkelt.

Der Empfänger arbeitet an jeder beliebigen Antenne und gibt durchwegs Lautsprecherempfang.

Meter	Spulendaten: Gitter	Rückkopplung
10 m	1	3
20 m	4	3
40 m	9	8
80 m	22	16

E. Blaß DE 4080/R

Die Naturwissenschaftliche Forschungsstelle des DASD berichtet:

Unter dieser Rubrik werden wir auf Arbeiten in der einschlägigen Fachliteratur hinweisen, in denen die NWF des DASD solche Ergebnisse bekanntgibt, die infolge des der „CQ" nur beschränkt zur Verfügung stehenden Raumes entweder gar nicht oder nur stark gekürzt in der „CQ" mitgeteilt werden konnten. Auf diese Weise können interessierte DASD-Mitglieder stets selbst die hier angezeigten Arbeiten aufsuchen und nachlesen. *Die Schriftleitung*

1. Sind Hagelschläge luftelektrisch bedingt?

Es haben sich bemerkenswerte Parallelen ergeben in der Folge der Tage mit starken Hagelschlägen und den Verkehrsbedingungen auf dem 10 m-Band, indem beide Ereignisreihen einen ziemlich deutlichen Rhythmus von etwa 5½ Tagen erkennen lassen. Starke Hageltage und gute 10 m-Verkehrstage schließen sich weitgehend gegeneinander aus. Es erscheint möglich, daß für beide Erscheinungen in gleicher Weise luftelektrische Verhältnisse ausschlaggebend sind; dann würde man vielleicht in einer geringen Leitfähigkeit der Luft eine Hagelursache zu suchen haben.

Endgültig sind diese Ergebnisse noch nicht; sie bedürfen noch weiterer Kontrollen auf Grund eines erweiterten statistischen Materials. *(Meteorolog. Ztschr. 1936, Heft 1.)*

2. Rhythmische Wiederkehr von Hagelschlägen am gleichen Ort.

In gewissem Sinne eine Fortführung der vorgenannten Arbeit. Während aber in jener die 10 m-Ergebnisse aus dem ganzen Reich und die Hagelschläge ebenfalls der größten Teile des Reiches zusammengefaßt waren, wird in dieser Arbeit die Wechselbeziehung beider Erscheinungen am gleichen Ort auf sehr eng umgrenztem Raum untersucht. Dabei ergibt sich zunächst eine erneute Bestätigung des etwa 5½tägigen Rhythmus. Ebenso finden sich auch an diesem Material von einem einzigen Beobachtungsort die Wechselbeziehungen zwischen den Hagelschlägen und

[5]) Das dürfte in erster Linie darauf zurückzuführen sein, daß fast jeder Amateur noch eine „Nebenbeschäftigung" — sprich: Beruf — hat und daß es an registrierenden Meßgeräten fehlt. Hier könnte sich die deutsche Industrie noch Verdienste erwerben. *Die Schriftleitung*

[1]) Es dürfte sich empfehlen, der Endröhre RE 134 eine negative Gittervorspannung von — 12 V zu geben, da in der vom Verfasser angegebenen Schaltung die Röhre unter allen Umständen binnen kürzester Frist defekt wird (Verlustleistung ist etwa 3 W!). *Die Schriftleitung*

der Hörbarkeit der 10 m-Wellen deutlich wieder im Sinne der vorigen Arbeit. Hinzu kommt auch noch eine Einbeziehung der Fadingverhältnisse auf dem 20 m-Band nach Beobachtungen in der gleichen Gegend, wobei sich herausstellt, daß die durch Hagelschlag ausgezeichneten Tage fast durchweg sehr erhebliche Fadings aufzuweisen hatten. Danach erscheinen Hageltage fadingreich und für den 10 m-KW-Verkehr schlecht geeignet.

Die ursächlichen Zusammenhänge sind in ihren Einzelheiten noch nicht geklärt; Zweck der Arbeit ist vielmehr die Mitteilung der Beobachtung.

(Meteorolog. Ztschr. 1936, Heft 5.)

Zerhackerumformer für Senderspeisung

Zur Erzeugung des Anodenstroms aus Niederspannungsbatterien von 6 bzw. 12 Volt kamen bisher in der Hauptsache rotierende Umformer zur Anwendung. Entweder trieb man durch einen Niederspannungsmotor den Anodenspannungsgleichstromgenerator an, oder verwandelte in einem Einankerumformer den Gleichstrom in Wechselstrom, der dann nach Bedarf hochtransformiert und gleichgerichtet wurde. Derartige Einrichtungen sind in der Anschaffung verhältnismäßig kostspielig, insbesondere wenn sie einen hohen Wirkungsgrad haben sollen, so daß der Amateur im allgemeinen keinen Gebrauch davon machen kann. Die zweite Art der Hochspannungserzeugung auf dem Umweg über den Wechselstrom läßt sich bei kleinem Leistungsbedarf aber auch mit Hilfe eines selbst unterbrechenden mechanischen Umschalters an Stelle des rotierenden Umformers durchführen. Die Anwendung derartiger Zerhackerumformer, die man schon während des Weltkrieges, insbesondere zur Herstellung von 500periodigem Wechselstrom zur Senderspeisung benutzte, ist erst in der letzten Zeit gelegentlich des Baues von Autoempfängern in weiteren Kreisen bekanntgeworden. Über die Betriebsbedingungen derartiger Einrichtungen ist jedoch bis jetzt in der Fachliteratur nur sehr wenig zu finden.

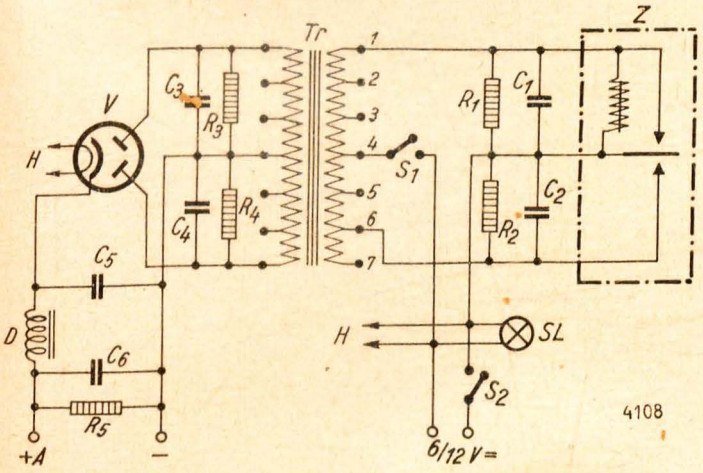


Abb. 1

Die Wirkungsweise des Zerhackerumformers ist im Schaltbild Abb. 1 zu ersehen. Der eigentliche Zerhackerteil, auch „Vibrator" genannt, ist dort strichpunktiert umrahtm. Er besteht aus einer einseitig eingespannten Kontaktzunge (s. Abb. 2), an deren freiem Ende ein Ankerstück gefestigt ist, das nach Art der Freischwingerlautsprechersysteme vor dem Pol des Erregermagneten hin- und herpendeln kann.

Der Mitte der Zunge steht auf jeder Seite ein Unterbrecherkontakt gegenüber. Die Kontakte sind so eingestellt, daß die Zunge in der Ruhelage den im Schaltbild unten gezeichneten Kontakt dauernd berührt. Zwischen die Zunge und den anderen Kontakt ist die Erregerspule geschaltet.

Wird durch Schließen der Schalter S_2 und S_1 der Primär-Stromkreis an die Batterie gelegt, so wird der untere Teil der Primärwicklung des Transformators Tr von einem starken Strom durchflossen, während über den oberen Teil der Primärwicklung die Zerhackererregerspule Strom bekommt, die die Kontaktfeder auf die andere Seite zieht. Der untere Teil der Primärentwicklung von Tr ist jetzt abgeschaltet, statt dessen fließt ein starker Strom in entgegengesetzter Richtung durch den oberen Teil der Primärwicklung von Tr. Hierbei ist aber die Erregerspule des Vibrators kurzgeschlossen worden, so daß diese den Anker wieder losläßt, der nun wieder in seine Ruhelage zurückfedert. Jetzt beginnt das Spiel von neuem, und zwar mit einer Frequenz, die im wesentlichen durch die Eigenschwingung der Vibratorfeder gegeben ist. Der Transformator wird innerhalb jeder Schwingung des Vibrators zweimal in verschiedener Richtung aufmagnetisiert, so daß auf seiner Sekundärseite eine von der Primärspannung und dem Übersetzungsverhältnis abhängige Wechselspannung von der Frequenz der Vibratorschwingungen entsteht.

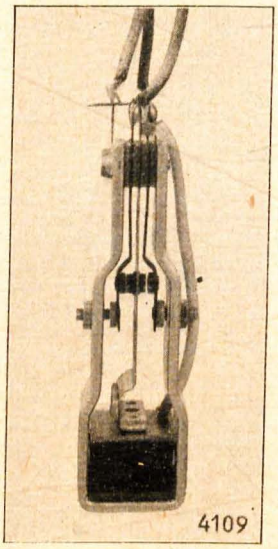


Abb. 2

Die Sekundärseite des Transformators ist in bekannter Weise in der Mitte aufgeteilt und speist einen normalen Doppelweggleichrichter mit der anschließenden Siebkette C_5, D, C_6.

Zur Löschung der Schaltfunken des Zerhackers und zur gleichzeitigen Verminderung der dabei auftretenden Hochfrequenzstörungen sind parallel zu den Kontakten die Widerstände R_1 R_2 und die Kondensatoren C_1 und C_2 gelegt. Auf der Sekundärseite des Transformators liegen über den beiden Teilwicklungen zur Abflachung von Spannungsspitzen und zur Erzielung einer gewissen Glättung der nicht sinusförmigen Sekundärspannung die Kondensatoren C_3 und C_4 und die Dämpfungswiderstände R_3 und R_4. Über den Ausgangsklemmen liegt der Belastungswiderstand R_5, der eine Überbeanspruchung der Siebkondensatoren beim Leerlauf des Geräts verhindern soll.

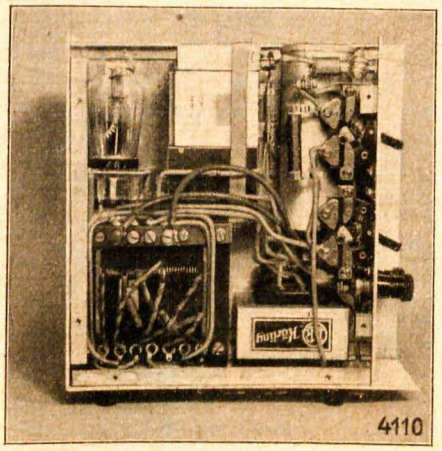
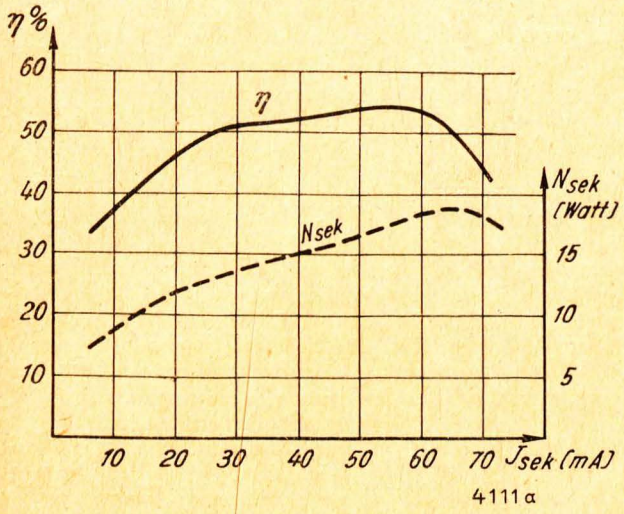
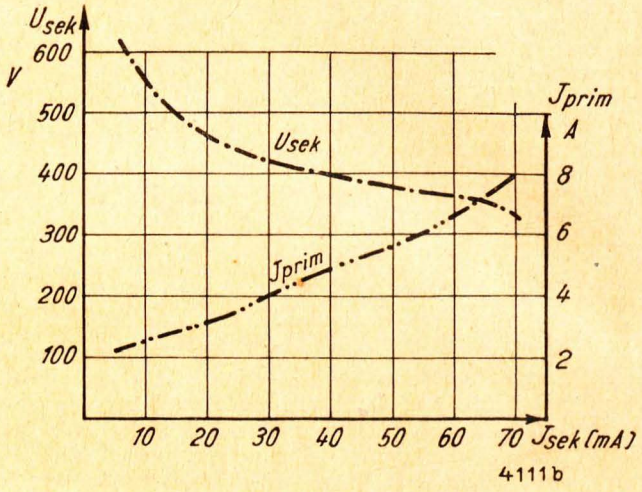


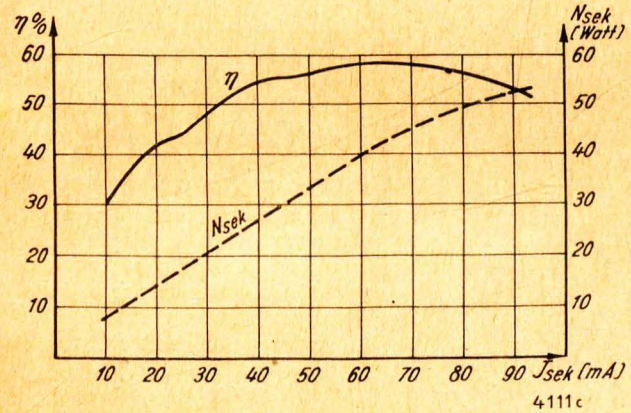
Abb. 3



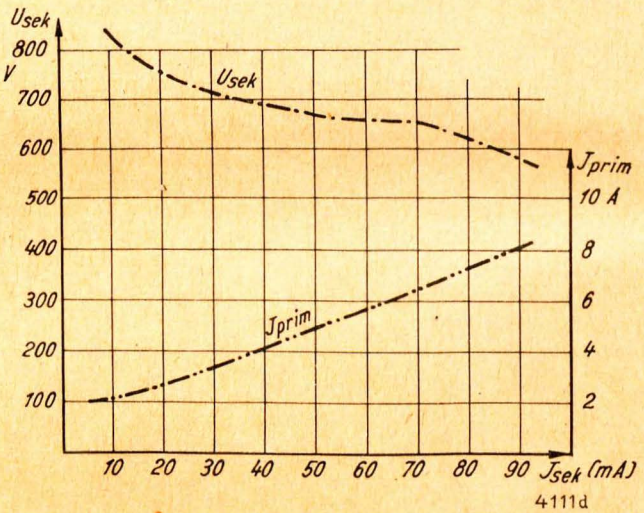
a



b



c



d

Abb. 4

Die Gleichrichterrohre ist indirekt geheizt, da deren Kathode auf Plus-potential liegt, während der Heizfaden direkt an die Speisebatterie angeschlossen wird. Wegen der langen Anheizzeit der indirekten Röhre ist durch die Schalter S_1 und S_2 eine getrennte Einschaltung der Gleichrichterheizung und des Vibrators vorgesehen. Der Vibrator darf auf keinen Fall eingeschaltet werden, bevor die Gleichrichterröhre voll aufgeheizt ist, da die im unbelasteten Zustand der Sekundärseite des Transformators auftretenden erheblichen Spannungsspitzen leicht zu Überschlägen in der Röhre und zu einer Zerstörung der Kathode führen können.

Durch Umsetzen der Anzapfungen auf der Primärseite des Transformators kann das Gerät für 12-Volt- bzw. 6-Voltbatterie geschaltet werden. Zum Ausgleich des durch die Erregerspule des Vibrators fließenden Gegenstroms muß in dieser Schaltung der untere Teil der Primärwicklung immer einige Windungen weniger haben als der obere Teil. Es ist somit für 12 Volt an die Punkte 1, 4 und 6 und für 6 Volt bei 2, 4 und 5 anzuschließen. Die Notwendigkeit des unsymmetrischen Anschlusses entfällt, wenn der Zerhacker zwei Erregerspulen bekommt. Für den hier erforderlichen Transformator haben sich folgende Wickeldaten als günnstig erwiesen:

Primär	1—2 und 6—7 je 12 Wdg 1,3 CuL 2—3 und 5—6 je 12 Wdg 1,6 CuL 3—4 und 4—5 je 24 Wdg 1,8 CuL
Sekundär	2 × 2 700 Wdg 0,18 CuL
Kernquerschnitt	20 × 35 mm

Das ganze Gerät ist in einem halben UASV-DIN-A-5-Kasten (Außenmaße 74×210×214 mm) untergebracht. Dieses Format ist auch für transportable Zwecke besonders geeignet (Abb. 3). Die eigentliche Frontplatte, die die Anschlußklemmen der Batterie, die Ausgangsanschlüsse, die beiden Schalter und eine Signallampe trägt, ist um die Höhe der beiden Primärklemmen eingelassen, damit nichts nach außen aus dem Kasten hervorsteht und beim Transport beschädigt werden kann. Im Innern sind zur Erhöhung der Standfestigkeit Transformator und Siebdrossel auf dem Boden montiert, während die übrigen Teile wie in der Abb. 3 ersichtlich, an der rechten Seitenwand befestigt sind. Der eigentliche Zerhacker befindet sich in einem Blechgehäuse, das, mit einem Hexodenstecker versehen, in eine auf einer Konsole angebrachten Fassung gesteckt werden kann. Es ist zu beachten, daß der gesamte Primärkreis wegen der auftretenden hohen Stromspitzen mit verhältnismäßig dickem Draht (1,2 bis 1,5 mm) geschaltet werden muß.

Die Leistung dieses Geräts wurde unter den verschiedenen Betriebsbedingungen untersucht. Die maximal entnehmbare Leistung ist hier in der Hauptsache durch die Belastbarkeit der Gleichröhre begrenzt. Bei einer Berücksichtigung von 50 mA Dauerlast bei der EZ 1 können bei 6 Volt 17 Watt entnommen werden (Abb. 4 d), wobei sich nach Abb. 4 b eine Spannung von 370 Volt und ein Primärstrom von 4,6 A. einstellt. Der Gesamtnutzeffekt des Geräts ist hierbei 54 %, d. h. von der auch der Batterie entnommenen Leistung bis zu der an den Ausgangsklemmen abgegebenen Leistung.

Die Kurvenbilder 4 c und 4 d zeigen die entsprechenden Werte für 12-Volt-Speisung unter Verwendung der Gleichrichterröhe FZ 1. Wegen der geringeren Primärverluste lassen sich hier wesentlich höhere Leistungen entnehmen. Der Gesamtwirkungsgrad steigt jedoch nur unerheblich. Bei 50 mA Sekundärbelastung ergab sich eine Anodenspannung von 670 Volt und damit eine Leistung von 33 Watt bei einem Primärstrom von 5 Amp. Der Gesamtnutzeffekt liegt hier bei 56 %. Kurvenbild 4 c zeigt, daß bei einer Belastung von 65 mA ein optimaler Nutzeffekt von fast 59 % zu erreichen ist.

Das Absinken der Ausgangsspannung bei zunehmender Belastung bleibt durchaus in dem auch sonst bei netzgespeisten Gleichrichtern üblichen Rahmen, so daß man bei der Senderspeisung auch hier mit den bekannten Maßnahmen zur Tastentsstörung auskommt.

Die Kurven wurden aufgenommen, nachdem das Gerät durch zweistündigen Betrieb mit mittlerer Last seine normale Arbeitswärme erreicht hatte. Die Belastungswerte über 50 mA wurden nur zur allgemeinen Orientierung aufgenommen, im Interesse der Lebensdauer der Gleichrichterröhre darf deren maximale Belastung jedoch nicht für längere Zeiten überschritten werden. Nötigenfalls sind zwei Gleichrichterröhren parallel zu schalten.

Versuche an Zerhackern mit mechanischen Wiedergleichrichtern, bei denen die Röhre durch einen Pendelgleichrichter ersetzt wird, dessen Kontakte ebenfalls mit auf der Primärzerhackerzunge sitzen, haben gegenüber der Röhrengleichrichtung keine Vorteile gezeigt. Der Wirkungsgrad läßt sich bei der mechanischen Gleichrichtung insbesondere wegen des Wegfalls der Röhrenheizung etwas höher treiben, jedoch ist die Einstellung der Kontakte äußerst kritisch, was sich ungünstig auf die Betriebsicherheit der Anordnung auswirkt. Außerdem bringen die Gleichrichterkontakte eine neue Quelle von Hochfrequenzstörungen mit sich.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser *E. Graff*

Bemerkungen zum Nordamerika- und Kanada-Empfang

18. Bericht der Naturwissenschaftlichen Forschungsstelle des DASD.

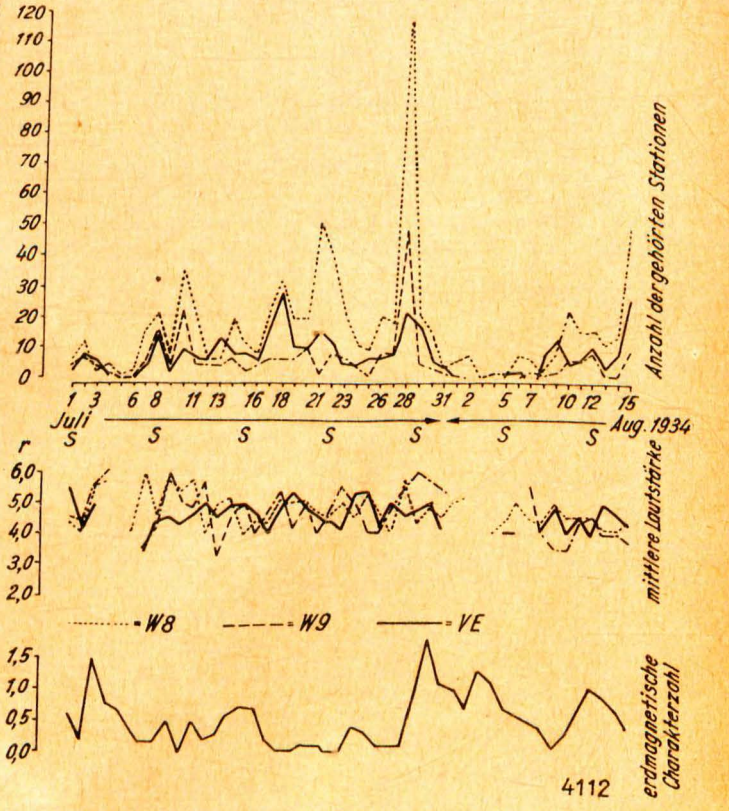
Von **Walter Jaehkel und Gerhard Kunze**

Bei der Auswertung der Log-Blätter, die der DASD-Leitung zur Auswertung eingereicht werden, zeigt sich sehr oft in der Spalte der „Bemerkungen" ein Vermerk der DEs, wonach aus einem bestimmten Gebiet Europas oder auch von Übersee zwar sehr viele Stationen im Band seien, jedoch fast durchweg mit unzureichenden Lautstärken auftreten.

In solchen Fällen entsteht für die Auswertungsarbeit naturgemäß eine akute methodische Schwierigkeit, da man einerseits zwar den Standpunkt vertreten kann, daß die große Zahl der hörbaren Stationen ein Beweis guter Empfangsmöglichkeiten sei, während umgekehrt aber auch gesagt werden kann, daß deren sehr geringe Lautstärke einen Gegenbeweis für unzureichende Betriebsmöglichkeiten darstelle. Es bleibt hier also zu entscheiden, ob man dem quantitativen Gesichtspunkt (nach der Stationsanzahl) oder dem mehr qualitativen (nach der Lautstärke) den Vorzug geben soll. Die gleiche Schwierigkeit, wenn auch nicht in so akuter Form, liegt naturgemäß jeglicher Auswertungsarbeit überhaupt bis zu einem gewissen Grade zugrunde. Wir haben es deshalb unternommen, für einen Zeitraum von 1½ Monaten (Juli bis Mitte August 1934) für einige Landeskenner die täglich gehörten Stationszahlen und darunter Vergleichsweise die durchschnittlichen täglichen Lautstärken, mit denen diese drei Sendergruppen von unseren deutschen DEs gehört wurden, auch in Kurvenform zu setzen.

Wir haben hierzu W 8 und W 9, außerdem VE ausgewählt, um dabei auch zugleich eine gewisse räumliche Vergleichsmöglichkeit durch die nicht allzu große Entfernung der drei Bezugsdistrikte zu gewinnen. Vergleicht man nun zunächst einmal die oberen drei Kurven für die Zahl der gehörten Stationen, so sieht man, daß im großen ganzen zwar eine tendenzmäßige Übereinstimmung im Kurvenverlauf vorhanden ist, daß in den Einzelheiten aber doch schon verschiedene Unterschiedlichkeiten zu bemerken sind. Vor allen Dingen fallen uns die Diskrepanzen am 18. und 21. Juli sowie am 10. August auf, wo in dem Kurvenverlauf jegliche Übereinstimmung verloren ist; denn während beispielsweise am 21. Juli für W 8 ein sehr beachtenswertes Maximum festgestellt wurde, sinkt W 9 fast auf den Nullpunkt, also zu einem einwandfreien Minimum ab, und VE verhält sich gewissermaßen neutral ungefähr in der Mitte. Allgemein ist zu sagen, daß W 8 und W 9 noch am ehesten übereinstimmen, während VE oft einen abweichenden Gang seiner Kurve bzgl. der Lage der Maxima und Minima erkennen läßt (so am 13. Juli, wo sein Maximum einem W-Minimum gegenübersteht; am 23. Juli, wo das VE-Minimum schon zwei Tage vor dem W-Minimum liegt, und auch noch in der Zeit vom 8. bis 11. August).

Setzt man nun zur weiteren Auswertung und Beurteilung der Empfangsmöglichkeiten etwa noch die Werte der erdmagnetischen Charakterzahlen aus dem gleichen Zeitabschnitt hinzu (vgl. die unterste Kurve), so hat man natürlich jetzt verschiedene Möglichkeiten zur Aufsuchung von (tatsächlichen und auch vermeintlichen) Wechselbeziehungen. Wer sich z. B. auf die W 8 - Kurve allein stützt, hat am 21. Juli ein großes Maximum zu beachten, wer nur die VE-Kurve auswertet, wird von einem Hörmaximum nur am 18. Juli sprechen können, und wer die W 9 - Kurve als ausschlaggebend ansieht, der hat in diesem Zeitabschnitt überhaupt kein Maximum, sondern ein Mini-



mum am 21. Juli und wird nie auf den Gedanken kommen, hier von guten Bedingungen zu reden.

Unter der Reihe der Tagesdaten haben wir auch der Einfachheit halber noch die Sonntage durch ein großes S gekennzeichnet, um auch diesen auswertungsstatistischen Gesichtspunkt nicht zu vergessen. In der mittleren Kurvengruppe finden sich die mittleren Lautstärken für die drei ausgewählten Distrikte W 8, W 9 und VE; sie ist sicher weniger von Zufälligkeiten abhängig (z. B. vom vermehrten Wochenendverkehr usw.) als die Kurvengruppe der Stationszahlen.

Gleichwohl zeigt sich auch hier keine restlose Übereinstimmung; vielmehr sind hier die Verschiedenheiten von Tag zu Tag sogar beinahe größer als in der oberen Kurvengruppe. In dem Zeitraum vom 6. bis zum 17. Juli hinkt die W 9-Kurve immer einen Tag hinter der W 8-Kurve nach, ebenso in der Lage des Maximums am 28. bzw. 29. Juli, und am 9. August stehen sich endlich Maximum und Minimum gegenüber. Will man auch die VE-Kurve berücksichtigen, so zeigt sie sich zeitweise nochmals um etwa einen Tag gegen die W 9-Kurve verzögert, zu anderen Zeiten läßt sie gar keine Verbindung mit den W-Kurven erkennen. Es zeigen sich also auch gerade in den Veränderungen und Schwankungen der erreichbaren Lautstärken Unterschiedlichkeiten, die man für eine exakte Auswertung nicht unberücksichtigt lassen darf. Zumindest hat man aber in der Hinzunahme der Lautstärken eine gewisse Kontrollmöglichkeit, ob etwa das eine oder andere zahlenmäßige Hörmaximum nur dem verstärkten Wochenendbetrieb zuzuschreiben sein wird oder ob es sich um ein „echtes" Maximum handelt.

Diese Kontrollmöglichkeit ist z. B. gerade am 28. Juli, einem Sonnabend, recht wertvoll. Denn man könnte leicht auf den Gedanken kommen, daß es sich hier um ein nicht echtes Maximum handelt. Wir sehen aber zugleich, daß gerade für den 28. und 29. Juli außerordentlich hohe Durchschnittslautstärken von fast r 6 beobachtet wurden, soweit W 8 und W 9 in Frage kommen. VE hatte hingegen nicht so gute Lautstärken aufzuweisen, hatte aber ein nicht entfernt so stark betontes zahlenmäßiges Maximum aufzuweisen. Somit kann man also mit gutem Grund sagen, daß dieses Maximum durchaus echt, d. h. durch äußere — geophysikalische oder meteorologische — Faktoren bedingt sein wird. Für das am 21. Juli für W 8 beobachtete zahlenmäßige Maximum wird man hingegen zu einer anderen Ansicht kommen müssen; auch der 21. Juli ist ein Sonnabend gewesen. Er bringt aber im Gegensatz zum 28. Juli nur durchschnittliche Lautstärken von etwa r-4, 5! Aus ihnen sprechen also wesentlich schlechtere Empfangsbedingungen, was noch durch den völlig andersartigen Verlauf der W 9- bzw. VE-Kurven bestätigt wird. Bei diesem W 8-Maximum handelt es sich also offensichtlich um eine lediglich durch den stärkeren Wochenendverkehr bedingte zahlenmäßige Zunahme, aber um kein echtes Maximum der Hörmöglichkeiten.

Wir wollen aus Rücksichten auf den begrenzten Raum hier nicht auch noch die anderen Wochenenden in gleicher Weise erörtern und abwägen; das möge dem interessierten Leser überlassen bleiben. Was uns zusammenfassend für die Auswertungsarbeiten wichtig erscheint — gleichgültig, ob es sich um unsere eigenen in der Forschungsstelle oder um diejenigen anderer OMs handelt —, ist dies:

1. ist es keinesfalls angängig, die Frage nach dem Einfluß des verkehrsmäßig aktiven Wochenendes allein nach der Zahl der gehörten Stationen positiv oder negativ zu beurteilen und zu entscheiden; denn sonst müßte man z. B. am 4. und 6. August auch noch von dem Nullergebnis einen erhöhenden Wochenendeinfluß absetzen und käme dabei schließlich auf durchaus nergative Hörmöglichkeiten!

2. Zur Kontrolle sind in solchen Fragen stets die mittleren Lautstärken hinzuzuziehen, und zwar im Vergleich mit den vorhergehenden und auch den nachfolgenden Tagen.

3. können großzügige Überblicke für die Auswertung wenig nützen, weil sie verwischend wirken; jeder hat die Möglichkeit, den gezeigten Kurven für W 8, für W 9 oder für VE andere Wechselbeziehungen zur Stärke der erdmagnetischen Störungen herauszulesen. Hier ist exakte Differenzierung unerläßlich.

Zeichnung vom Verfasser

Erdmagnetischer Bericht

für die Zeit vom 1. Juni bis 30. Juni 1936

Zeiten in mittlerer Greenwicher Zeit

1. Juni 0 unruhig. 16.45 plötzliche Störung (W. Z.). Amplitude bei D = 5′, bei H = 77 γ, bei Z = 18 γ. 20.30—21.30, D, ∪, 14′; 21.05—21.30, Abfall in H um 51 γ.
2. Juni 0 gestört. Stärkere Bewegung in der Zeit von 9.00 bis 21.00. Besonders auffallend bei H die schnellen, scharfen Ausschläge, die Amplituden bis 75 γ aufweisen.
3. Juni 0 leicht bewegt. 22.45—23.45, H, ∩, 30 γ.
4. Juni 0 leicht bewegt.
5. Juni 0 ruhig.
6. Juni 0 ruhig.
7. Juni 0 leicht bewegt.
8. Juni 0 unruhig. 17.15—18.25, H, ∩, 56 γ; 22.30—24.00, H, ∩, 51 γ; 22.30—23.50, D, ∩, 10; 22.30—22.45, Z, Abfall um 22 γ.
9. Juni 0 stark unruhig. Besonders gestört von 12.00—19.00. 13.06—13.55, H, ∪, 77 γ; 16.06—16.16 steiler Abfall in H um 116 γ; 16.16—17.53, H steigt um 163 γ.
10. Juni 0 unruhig. 14.00—17.25, H, sin-förmig, Amplituden bis 47 γ; 19.30—20.45, H, ∩, 42 γ; 19.00—20.30, D, ∪, 11′.
11. Juni 0 leicht bewegt.
12. Juni 0 ruhig.
13. Juni 0 leicht bewegt.
14. Juni 0 leicht bewegt. 16.25—17.45, H, sin-förmig, Ampl. 42 γ.
15. Juni 0 unruhig. 17.05—18.35, H, ∩, 51 γ; 17.25—18.05, D, ∪, 6′.
16. Juni I leicht bewegt. 5.00—13.00 auffallend schnelle, wenn auch geringe Bewegung in allen Elementen.
17. Juni 0 ruhig.
18. Juni 0 bewegt. 22.30 plötzlich beginnende Störung in allen Elementen. 23.10—24.00, H, ∪, 56 γ.
19. Juni 0 gestört. 2.35—3.20, Abfall in H um 89 γ; 3.18—4.08, Abfall in Z um 66 γ; 3.30—4.05, D, ∩, 23′; 3.45X4.55, H, ∩, 75 γ; 4.55—7.05, D, sin-förmig, Amplituden bis 23′; 7.45—8.30, D, ∪, 9½′. Ab 8.00 ebbt Störung ab. Unruhe bis Ende des Tages.
20. Juni 0 ruhig.
21. Juni 0 ruhig.
22. Juni 0 ruhig.
23. Juni 0 ruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen in allen Elementen.
24. Juni 0 leicht bewegt.
25. Juni 0 ruhig.
26. Juni 0 leicht bewegt. 15.00—16.20, H, ∪, 54 γ.
27. Juni 0 ruhig.
28. Juni 0 ruhig.
29. Juni 0 ruhig.
30. Juni 0 ruhig.

Prof. Dr. R. Bock

Alle Abbildungen in diesem Heft, die keinen Urhebervermerk tragen, wurden nach Angaben der Schriftleitung hergestellt

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für „CQ": Rolf Wigand, Berlin. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. DA II. Vj. 1936 = 8466. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G., Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94, Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78. Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung.
Nachdruck sämtlicher Artikel verboten.

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

15. Oktober 1936 Heft 20

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungsunkosten von 1 Pfg. enthalten. Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Die Schallanlage des Deutschen Opernhauses in Berlin

Von

Dr.-Ing. A. Mainka

Das Deutsche Opernhaus in Berlin-Charlottenburg wurde durch einen großzügig durchgeführten Ausbau umgestaltet. Der Bauplan sah aber nicht nur bautechnische und architektonische Veränderungen der Bühnen- und Gesellschaftsräume vor, sondern er umfaßte vor allem die bühnentechnischen Einrichtungen des Opernhauses. Von den zahlreichen technischen Neuerungen ist die Schallanlage deshalb erwähnenswert, weil sie nach Art und Umfang etwas ganz Neuartiges für den Bühnenbetrieb bedeutet.

Die Aufgaben der Schallanlage

Die überraschend großen Fortschritte, die man in der Schallübertragungstechnik in den letzten acht bis zehn Jahren gemacht hat und die zur raschen Entwicklung der Schallplatten- und Tonfilmtechnik in so großem Maße beigetragen haben, konnten auch für die Bühnentechnik nicht ungenutzt bleiben. Die Theatertechniker haben technischen Fortschritten und Neuerungen von jeher größte Aufmerksamkeit geschenkt, denn ihnen fällt ja die Aufgabe zu, das Bühnenwerk außer durch die künstlerische Gestaltung auch durch den Einsatz technischer Mittel nach dem Wunsch und dem Willen des Dichters den Zuschauern zu vermitteln. Wie groß der Unterschied zwischen einer Aufführung und den Angaben des Textbuches oft ist, das wird wohl jeder von uns schon oft genug mit Bedauern festgestellt haben.

Die Versuche, Schallübertragungsanlagen auf einer Opernbühne einzusetzen, sind nicht erst in jüngster Zeit gemacht worden. Das Deutsche Opernhaus erhielt bereits 1928 eine solche Anlage, also schon zu einer Zeit, als die Rundfunktechnik gerade erst Verstärker und Lautsprecher geschaffen hatte, die uns die Rundfunkübertragungen zu einem bescheidenen Kunstgenuß werden ließen. Andere Theater folgten; so ergänzten die Opernhäuser in Frankfurt a. M. und in München ihre technischen Bühneneinrichtungen gleichfalls durch Schallverstärkungsanlagen.

Der erste Einsatz dieser Anlagen war erfolgversprechend. Es ließen sich manche bis dahin unerfüllbar erscheinende Wünsche der Regisseure und Bühnentechniker verwirklichen. Vor allem ermutigten die ersten Erfahrungen dazu, Schallanlagen mehr und mehr zur Gestaltung der aufzuführenden Werke einzusetzen, einmal, um das aufgeführte Werk künstlerisch zu bereichern, dann aber auch, um dem Spielleiter, den Künstlern und allen Mitwirkenden das Arbeiten zu erleichtern. Bedenken, die von manchen Opernbesuchern gegen die Verwendung von Schallübertragungsanlagen im Bühnenbetrieb geäußert werden, entbehren jeder Grundlage. Die Schallanlage soll nicht den unmittelbaren künstlerischen Eindruck zu einer Übertragung herabmindern. Sie soll auch nicht mittelmäßigen und schwachen Stimmen zu Schmelz und Fülle verhelfen und dadurch die Unterschiede der künstlerischen Leistung verwischen. Im Gegenteil, durch ihren Einsatz sollen all die nachteiligen Einflüsse, die sich aus der Technik des Bühnenbetriebes ergeben, beseitigt werden.

Die Hörsamkeit der Theaterhäuser ist, soweit sie den Zuschauerraum betrifft, im allgemeinen gut. Hier decken sich überlieferte Bauform und Ausstattung mit den heute gestellten Anforderungen für eine gute Schallausbreitung. Das Bühnenhaus selbst aber, von dem aus Sprache, Gesang und Musik nach dem Zuschauerraum hin verbreitet werden, ist nicht nach akustischen Gesichtspunkten für eine günstige Schallabstrahlung, sondern in allen bekannten Fällen nur nach bühnentechnischen Zweckmäßigkeitsgründen gebaut. Die zahlreichen, über dem Bühnenboden hängenden Kulissen und Vorhänge, die aus Pappe und Holz hergestellten Requisiten, die wie Schwalbennester an den Wänden hängenden Beleuchtungs-, Beobachtungs- und Arbeitsgalerien, die Theatermaschinen und die verschiedenen bühnentechnischen Hilfsmittel, die den Raum hinter dem Vorhang füllen, tragen zur Belebung des auf der Bühne gesungenen oder gesprochenen Wortes nicht bei. Verlangen Szenen auch noch eine akustisch ungünstige Aufstellung der Künstler und Mitwirkenden auf der Bühne, so stehen Spielleiter und Künstler vor der kaum zu lösenden Aufgabe, eine deutliche und der Handlung des Stückes entsprechende Wirkung des gesungenen oder gesprochenen Wortes zu erzielen.

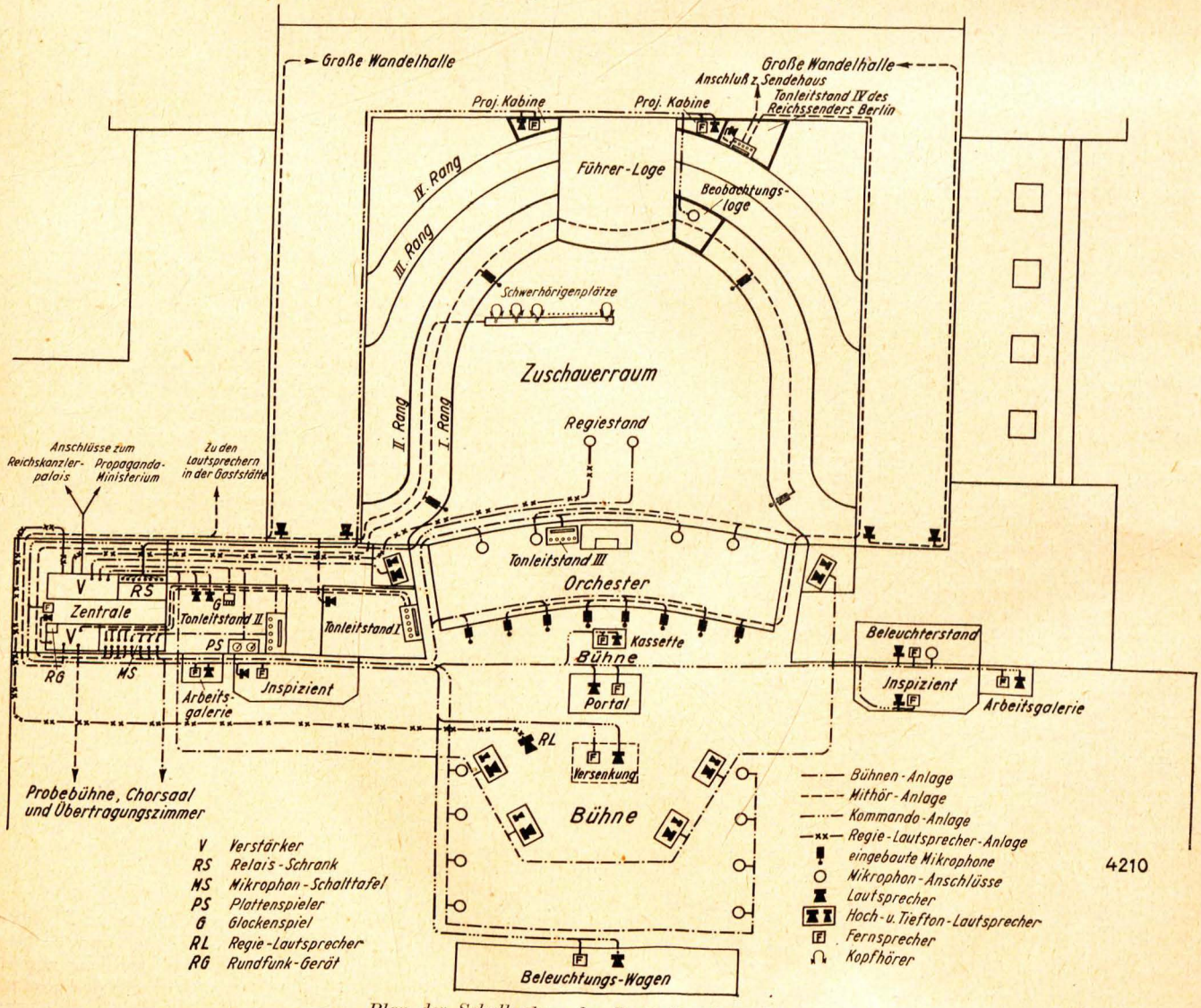
Bei manchen Opernaufführungen werden die von der Bühne kommenden Klänge durch die Tonfülle des Orchesters benachteiligt. Die aus dem Orchesterraum quellenden Schallwellen riegeln den Zuschauerraum gleichsam gegen die Bühne ab, so daß die Sänger und Sängerinnen oft zu übergroßer Stimmentfaltung genötigt werden. Durch einfache akustische Hilfsmittel lassen sich heute solche Zwangslagen vermeiden, ohne vom Orchester allzu große Zurückhaltung und von den Künstlern auf der Bühne einen allzu großen Kräfteeinsatz zu verlangen.

Durch akustische Anlagen lassen sich ferner Lauteffekte erzielen, die in Verbindung mit dem Bühnenbild zu einer sehr wahrheitsgetreuen Darstellung mancher Szenen führen können. Wird auf der Bühne eine Szene aus einer Kathedrale dargestellt, so wird der Eindruck auf die Zuschauer sehr viel wirksamer sein, wenn auch ein den Kirchen eigentümlicher Nachhall vorhanden ist. Bei den verhältnismäßig kleinen Abmessungen der Bühne und mit den Pappkulissen ist aber diese Wirkung nicht zu erzielen. Man kann jedoch Chöre in einem akustisch hierfür besonders hergerichteten Raum an beliebiger anderer Stelle des Gebäudes singen lassen und von dort den Schall nach der Bühne übertragen. Geisterstimmen z. B. werden, wenn sie nur durch einen Schalltrichter gesprochen werden, nie die Wirkung auslösen, wie wenn sie wirklich aus der Höhe oder der Tiefe des Bühnenraumes klingen. Solche Lauteffekte lassen sich aber ohne große Schwierigkeiten mit Hilfe von Schallübertragungsanlagen erzeugen. Erfahrungen auf dem Gebiete hat man bei Hörspielübertragungen aus Rundfunkhäusern und beim Tonfilm in großer Zahl gesammelt.

Mit einfacheren und in ihrer Wirkung viel besseren Mitteln kann man heute die bei manchen Aufführungen benötigte Geräuschkulisse erzeugen, als es mit den bis dahin üblichen Theatermaschinen möglich war. Wind, Regen, Donner, Glockengeläute, Stimmengewirr usw. können jetzt für jede Aufführung von Schallplatten abgespielt und in die Spielhandlung eingeblendet werden. Gerade auf diesem Gebiete verfügt man über große Erfahrungen von den Rundfunkübertragungen her.

Für die Aufführung neuzeitlicher Bühnenwerke mußten auch die notwendigen schalltechnischen Einrichtungen geschaffen werden, denn bei solchen Bühnenstücken spielt eine unserer Zeit eigentümliche Geräuschkulisse eine wesentliche Rolle. Hierzu gehören vor allem Rundfunk- und Lautsprecher-Übertragungen, Arbeitslärm aus Fabriken und Werkhöfen, Kraftwagenrennen, Stimmengewirr riesiger Menschenmassen usw. Mit den bis dahin im Theaterbetrieb üblichen Einrichtungen sind aber solche Lauteffekte kaum zu erzielen. Diese wenigen Beispiele sollen nur den Umfang der Aufgaben in großen Zügen zeichnen, deren Lösung von den Schalltechnikern erwartet wurde.

Die Auflockerung und Umgestaltung des Bühnenbetriebes durch die Verwendung von Schallübertragungsanlagen machte den Ausbau von Mithör- und Übertragungsanlagen an verschiedenen Stellen des Hauses notwendig. Solosänger und Chöre, die den Zuschauern un-



Plan der Schallanlage des Deutschen Opernhauses

sichtbar bleiben sollen, werden zweckmäßigerweise in anderen Räumen des Hauses und nicht hinter den Kulissen versammelt. Um aber das Spiel verfolgen und zur richtigen Zeit einsetzen zu können, mußten Mithör- und Übertragungsanlagen in den in Betracht kommenden Räumen vorgesehen werden. Mit den gleichen Einrichtungen sollten auch die Räume des Intendanten, der Spielleiter und die Garderoben der Mitwirkenden ausgestattet werden, damit jederzeit ein gehörmäßiges Verfolgen der Spielhandlung möglich ist. Selbstverständlich sollte auch der Reichssender Berlin über eine feste Verbindung dauernd an das Opernhaus angeschlossen werden.

Eine so grundlegende Neugestaltung des Bühnenbetriebs durch die Schallübertragungsanlagen bedingte den Einbau einer elektroakustischen Kommandoanlage, die eine schnelle Verständigung aller bei einer Aufführung mitwirkenden Stellen des Hauses untereinander zuläßt.

Den drei in großen Zügen beschriebenen Aufgaben entsprechend entstand durch verständnisvolle Zusammenarbeit der technischen Leitung des Deutschen Opernhauses mit Telefunken eine Schallanlage, die geradezu einzigartig in ihrer Vollkommenheit und Vielseitigkeit ist. Sie verwirklicht nicht nur zahlreiche Wünsche der Bühnenfachleute, sondern dürfte darüber hinaus für die Entwicklung und den Ausbau der Bühnentechnik richtungweisend sein.

Im folgenden sollen der technische Aufbau und die Wirkungsweise der drei Teilanlagen, aus denen sich die gesamte Schallanlage zusammensetzt, erläutert werden.

Die Bühnenanlage

Eine Übersicht über die Ausdehnung der gesamten Schallanlage im Deutschen Opernhaus gibt der Schaltplan [1]). Die Bühnen-, Mithör- und Kommandoanlage sind in ihren wesentlichen Einzelheiten aufgeführt, die Lage der Mikrophonanschlußstellen, der Tonleitstände, der einzelnen Arbeitsstellen usw. sind so eingezeichnet, wie sie der Aufplanung im Deutschen Opernhaus entsprechen. Zur besseren Unterscheidung der drei Teilanlagen wurden die Leitungen durch verschiedene Stricharten gekennzeichnet.

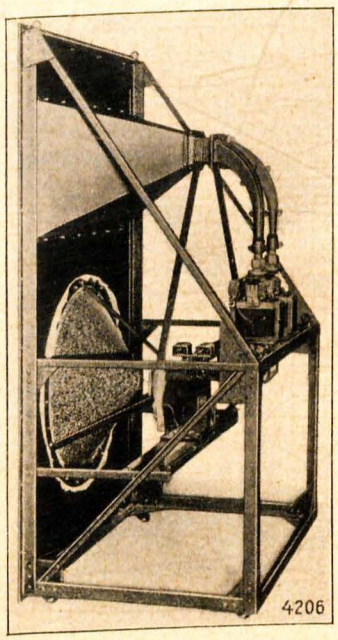


Die Kondensator-Mikrophone an der Bühnenrampe sind, um sie gegen Erschütterungen zu schützen, mit ihren Verstärkerkapseln in Gummi gelagert. Das Ganze ist in einen mit Blei gepanzerten Sperrholzkasten eingebettet

[1]) Der Grundriß des Planes enthält nicht die genaue Lage aller Räume des Deutschen Opernhauses. Er wurde mit Absicht so gezeichnet, damit die Übersicht über die Schallanlage erhalten bleibt. Ferner wurden die große Wandelhalle, die Probebühne und der Chorsaal fortgelassen.

Für die Schallübertragung von der Bühne aus wurden im hinteren Bühnenraum 8 Mikrophonanschlüsse so verlegt, daß selbst bei Inanspruchnahme des gesamten Raumes die Anschlußstellen zugänglich bleiben. Je nach Wahl und Eignung wird man hier die Mikrophone zwischen den Kulissen und Bühnenaufbauten stehend oder hängend anbringen. Die Unterbringung macht keine Schwierigkeiten und bleibt für den Zuschauer völlig unsichtbar, da ausschließlich die bekannten Kondensatormikrophone Verwendung finden.

Für die Übertragung des an der Bühnenrampe gesprochenen oder gesungenen Wortes mußten die Mikrophone dort, um für die Zuschauer unsichtbar zu bleiben, in den Bühnenboden versenkt werden. Acht Mikrophone, von denen vier ausschließlich für die Übertragung auf den Rundfunk dienen, sind dort verlegt. Die Verstärkerflaschen der Kondensatormikrophone sind in Metallkästen gebettet und abgedeckt. Nur die etwa 15 cm hohen Schwanenhälse, die am Ende die Mikrophonkapseln tragen, ragen aus dem Bühnenboden hervor. Die empfindlichen und sehr hellhörigen Mikrophone wurden gegen Trittschall durch Schwammgummilager und Bleibelege geschützt. Gegen elektrische Störungen der zahlreichen Leitungen der Rampenbeleuchtung wurden die Kästen d mit Metallbelegen abgeschirmt.



Hoch- und Tiefton-Lautsprecher der Bühnen-Schallanlage

Zwei weitere Mikrophonanschlüsse sind im Orchesterraum vorhanden. Hier können Mikrophone angeschlossen werden, wenn z. B. Soloinstrumente besonders hervorgehoben oder Lauteffekte erzielt werden sollen.

Alle Mikrophonleitungen der Bühnenanlage münden in einer Schalttafel in der Zentrale, und von da aus können die Mikrophone einzeln oder gruppenweise an das Mischpult im Tonleitstand II geschaltet werden, wo die Bedienung und Regelung der Bühnenanlage erfolgt. Hier versieht der Tonmeister seinen Dienst am Regeltisch, der aus vier verzerrungs- und geräuschfrei arbeitenden Einzelreglern und einem Summenregler besteht. Die Übertragung überwacht er mit Hilfe eines optischen Aussteuerungsmessers, der ebenfalls in den Regeltisch eingebaut ist. Über einen Lautsprecher hört er die Übertragung ab, denn seine Kabine ist vom Zuschauerraum und der Bühne schallsicher getrennt. Eine Öffnung im Mauerwerk gibt ihm freie Sicht auf die Bühne, so daß er die Lautstärke allen szenischen Veränderungen auf der Bühne entsprechend einstellen kann.

Auf diesem Tonleitstand werden auch über einen Doppelplattenspieler die zur Untermalung der Handlung gehören-

den Klänge und Geräusche erzeugt. Die Schallplatte spielt, wie schon eingangs erwähnt, im Bühnenbetrieb eine wichtige Rolle. Man nimmt dort, wo es besonders wichtig ist, die zu einer Aufführung geeigneten Tonuntermalungen auf Schallplatten auf und blendet sie in das Spiel ein. Auf diese Weise gewinnt die Aufführung an Natürlichkeit. Für Szenen, die z. B. am Meere spielen, wird man das Rauschen des Windes und des Wassers auf Tonfolien an der Meeresküste schneiden. Die Wiedergabe wird dann bei den Zuschauern den gewünschten Eindruck hervorrufen, besser jedenfalls, als es Wind- und Geräuschmaschinen vermögen.

Der Doppelplattenspieler ist mit Tonarmen ausgestattet, die mit Lichtzeigern gekoppelt sind. Mit Hilfe dieser Einrichtung kann man die Tonarme auf die Rille genau auf die Platte aufsetzen. Diese Einrichtung ist dort von Nutzen, wo Teile einer Schallplatte mehrere Male wiederholt werden müssen.

Im Tonleitstand ist ferner ein Glockenzeichengeber vorhanden, mit dem man Glockenklänge übertragen kann. Beim Niederdrücken der Tasten geraten Metallsaiten in Schwingungen, die in den darüber angordneten Wicklungen der Magnete Wechselspannungen hervorrufen, die dann verstärkt und den Lautsprechern zugeleitet werden. Der Glockenklang ist in Stärke und Tonfärbung regelbar.

Ein weiterer Tonleitstand ist noch im Orchesterraum neben dem Dirigentenpult vorhanden. Er hat ebenfalls vier Einzelregler und einen Summenregler. Von hier aus kann die gesamte Bühnenanlage gesteuert werden. Dieses Regelpult wird aber nur dann eingesetzt, wenn die Bühnenlautsprecheranlage gleichsam als Instrument des Orchesters mitwirken soll. Das ist dann der Fall, wenn z. B. Gesang von Chören, die in anderen Räumen des Opernhauses untergebracht sind, eingeblendet werden muß. In einem solchen Falle werden die Orchesterklänge nach diesen Räumen übertragen, damit die Mitwirkenden die Aufführung abhören können. Den Einsatz gibt der Dirigent bzw. der Tonmeister durch einen optischen Taktgeber. Beim Niederdrücken der Tasten des Zeichengebers leuchten in den Übertragungszimmern Ziffern auf. Der Tonmeister regelt nach erfolgtem Einsatz nur noch die Lautstärke.

Die Übertragung nach dem Zuschauerraum erfolgt über sechs Hoch- und Tiefton-Lautsprecher. Vier dieser Lautsprecher werden auf der Bühne eingesetzt, während die beiden anderen in den obersten Proszeniumlogen aufgestellt sind. Diese haben etwa 6 qm große Schallwände. Der Aufstellungsort dieser Lautsprecher ist sehr vorteilhaft; die Schallwellen strahlen ungehindert in den Zuschauerraum. Die eingangs erwähnten Nachteile, daß manchmal das Orchester die Stimmen der Künstler zu stark verdeckt, konnten auf diese Weise behoben werden.

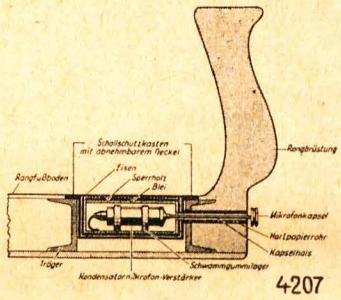
Die Mithöranlage

Die Aufgaben der Mithöranlage sind bei der Besprechung der Bühnenanlage schon zum Teil erwähnt worden. Sie dient in erster Linie zum Verfolgen der Spielhandlung in den Räumen, aus denen Übertragungen nach dem Zuschauerraum von unsichtbar zu bleibenden Mitwirkenden erfolgen sollen. Das sind vor allem die Probebühne, der Chorsaal und das Übertragungszimmer. Darüber hinaus wurden aber auch die Zimmer des Intendanten, der Spielleiter, der technischen Leitung und die Umkleideräume der Künstler, Künstlerinnen und Mitwirkenden an die Mithöranlage angeschlossen, so daß man sich von all diesen Räumen aus jederzeit auf das Bühnenhaus umschalten kann.

Durch den Einbau von Lautsprechern in den Wandelgängen und dem großen Gesellschaftsraum hat die Leitung des Opernhauses Rücksicht auf Zuspätkommende genommen. Die Ouvertüren werden auf die Mithöranlage übertragen, so daß die verspäteten Opernbesucher nicht benachteiligt sind. Der große Gesellschaftsraum erhielt vier in den Wänden untergebrachte Lautsprecher, die von außen her nur durch einen schmalen Rahmen und ein Metallgitter angedeutet sind. Die Übertragung in der Gaststätte im Erdgeschoß erfolgt durch Ampellautsprecher.

Die Schallversorgung dieser Räume bietet den Vorteil, Mitteilungen über Umbesetzung der Rollen, über Pausenzeiten usf. schnell allgemein bekanntzumachen. Dadurch ist auch eine das ganze Haus umfassende Gemeinschaftsanlage geschaffen worden, die bei wichtigen und feierlichen Anlässen durch einen Schalterdruck in Betrieb genommen werden kann.

Die Übertragung aus dem Zuschauerraum erfolgt über vier Kondensatormikrophone, die ähnlich wie die Rampenmikrophone der Bühnenanlage in der Brüstung des ersten Ranges fest eingebaut sind. Von außen sind nur die kleinen Schallfänger mit der Mikrophonkapsel sichtbar. Bei der räumlich verschiedenen Staffelung der vier Mikrophone hat man alle Möglichkeiten in der Hand, durch geeignete Auswahl der Mikrophone für eine gute Raumwirkung zu sorgen.



Schnitt durch die Rangbrüstung mit eingebauten Kondensatormikrophonen

Die Leitungen der Mikrophone münden ebenfalls in der Mikrophonschalttafel der Zentrale, von wo aus sie mit Hilfe von Steckern auf das Regelpult im Tonleitstand I geschaltet werden können. Der Tonmeister regelt von diesem Tonleitstand aus, der durch ein Fenster freie Sicht auf die Bühne hat, die Lautstärke. Mit dem optischen Aussteuerungsmesser überwacht er die Übertragung, deren Güte er auch noch gehörmäßig beurteilen kann.

Eine Neuerung im Theaterbetrieb wird vor allem von schwerhörigen Opernbesuchern begrüßt werden: In der 19. Parkettreihe wurden 20 Plätze mit Anschlüssen für Kopfhörer ausgerüstet, deren Lautstärke einzeln geregelt werden kann.

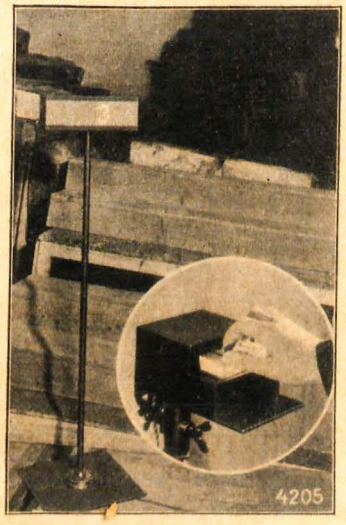
Für Rundfunkübertragungen ist eine ständige Anlage geschaffen worden. Mit vier von den acht Rampenmikrophonen und mit zwei Mikrophonen, die im Orchester aufgestellt werden können, hat der Reichssender Berlin die Möglichkeit, Opern zu übertragen. Ein Tonleitstand, von dem aus die Mikrophone geschaltet und geregelt werden, wurde im vierten Rang errichtet. Dieser Tonleitstand ist vom Zuschauerraum völlig abgeschlossen. Der Tonmeister sieht zwar die Bühne, verfolgt aber die Handlung nur über einen Lautsprecher und steuert dementsprechend die Mikrophone am Regelpult. Will der Reichssender Berlin nur Teilausschnitte aus einer Oper oder z. B. für seine Echosendungen nur Einzelheiten bringen, so kann er sich jederzeit auf die Bühne schalten und im Funkhaus Tonfolien von der Übertragung schneiden.

Auch das Reichskanzlerpalais und das Propaganda-Ministerium sind über Kabel dauernd an die Mithöranlage des Deutschen Opernhauses angeschlossen.

Die Kommandoanlage

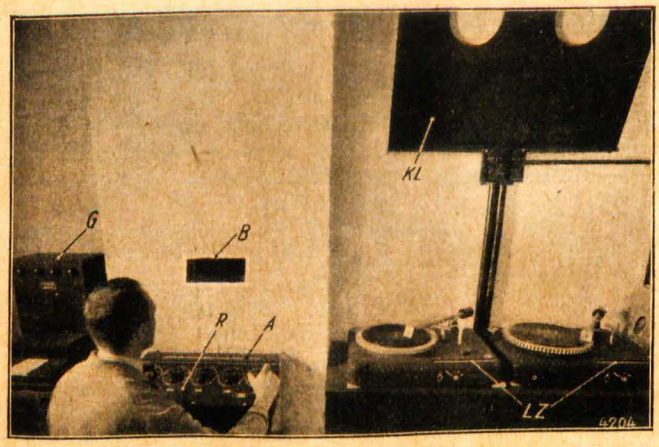
Für die Verständigung der vielen Arbeitsstände des Deutschen Opernhauses, die zum Gelingen einer Aufführung beitragen, ist eine gut arbeitende Signalanlage notwendig. Mit Fernsprechern allein ist aber in einem großen Theaterbetrieb kaum auszukommen, weil die Herstellung der Verbindung, selbst wenn sie selbsttätig erfolgt, und auch die

Bedienung der Fernsprecher manchmal noch zu zeitraubend ist. Die Telefunken-Ingenieure haben deshalb für diejenigen Arbeitsstände des Deutschen Opernhauses, die während einer Aufführung Hand in Hand arbeiten, eigens eine sog. Kommandoanlage entwickelt und eingebaut, deren Aufbau noch kurz erläutert werden soll.



Optischer Zeichengeber

Für die Spielleitung wurde eine Regie-Lautsprecheranlage geschaffen. Die Anweisungen des Regisseurs, der die Proben vom Zuschauerraum aus leitet, werden über ein Mikrophon mit nachgeschaltetem Verstärker einem auf der Bühne stehenden Lautsprecher zugeleitet. So ist eine mühelose Verständigung zwischen Spielleiter und den Mitwirkenden möglich. Über ein zweites Mikrophon kann sich der Regisseur über die Kommandoanlage mit all denjenigen technischen Stellen in Verbindung setzen, die für den Ablauf der Aufführung verantwortlich sind.



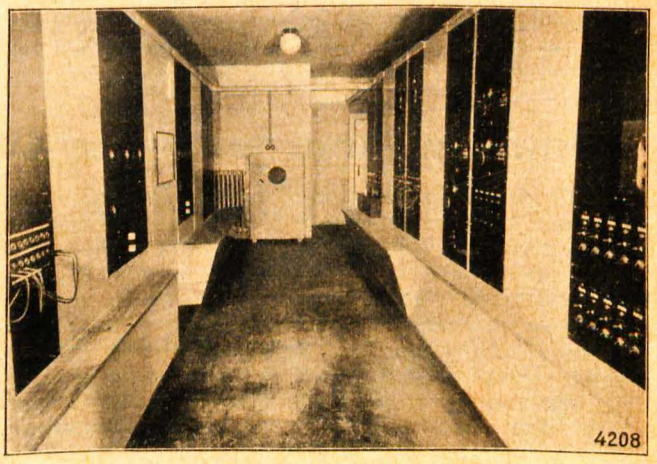
Blick in den Tonleitstand II. Rechts der Doppelplattenspieler mit den Skalen der Leuchtzeichen LZ, darüber der Doppel-Überwachungslautsprecher KL. Links das Regelpult R mit den Regelknöpfen und der Skala des Aussteuerungsmessers A, darüber die Blicköffnung B, links der Glockenzeichengeber G

Die dreizehn technischen Stände sind in Haupt- und Nebenstationen unterteilt. Zu den Hauptstationen zählen das Regiepult, die Beobachtungsloge, die im ersten Rang für die Beobachtung des Bühnenbildes eingerichtet ist, und der Beleuchterstand. Sie sind mit Hebellinienwähler-Fernsprechern ausgestattet, über die sie alle anderen Stände erreichen können. Außerdem haben sie je ein Kommandomikrophon. Der Beleuchterstand ist überdies noch mit einem Lautsprecher ausgerüstet. Über die Kommandomikrophone können die Hauptstationen die anderen Stände nach Drücken einer am Mikrophon angebrachten Taste und der zugehörigen Linientasten einzeln oder auch mehrere gleichzeitig erreichen. Die Kommandomikrophone sind über ein Relaissystem mit dem Kommandoverstärker verbunden, dessen Ausgang beim Drücken der Linientasten mit dem betreffenden Stationslautsprecher zusammengeschaltet wird. Signallampen zeigen an, ob der Kommandoverstärker für die Besprechung frei ist. In gewissen Fällen ist es notwendig, daß die mit Lautsprechern ausgerüsteten Haupt- und Nebenstationen ihre Lautsprecher abschalten, um die Aufführung nicht zu stören. Das wird jeder Hauptstation ebenfalls durch eine Signallampe angezeigt.

Zu den Nebenstationen zählen die Inspizientenstände, der Beleuchterstand oberhalb der Bühnenöffnung, „Kassette" genannt, der Beleuchtungswagen, der Beleuchterstand „Portal", die Projektionskabinen, die in den Rängen des Zuschauerraumes eingebaut sind, die Arbeitsgalerien und die Versenkung. Sie alle sind außer dem Stand „Kassette" mit kleinen Lautsprechern ausgerüstet. Außerdem besitzen sie Hebellinienwähler-Fernsprecher mit fünf Linientasten. Die Nebenstationen können sich im Gegensatz zu den Hauptstationen nur mit 3 bis 5 anderen Ständen in Verbindung setzen. Der Anruf der Nebenstationen erfolgt durch eine Schnarre, die auch abgeschaltet und durch eine Anruflampe ersetzt werden kann.

Die Ausrüstung der Zentrale

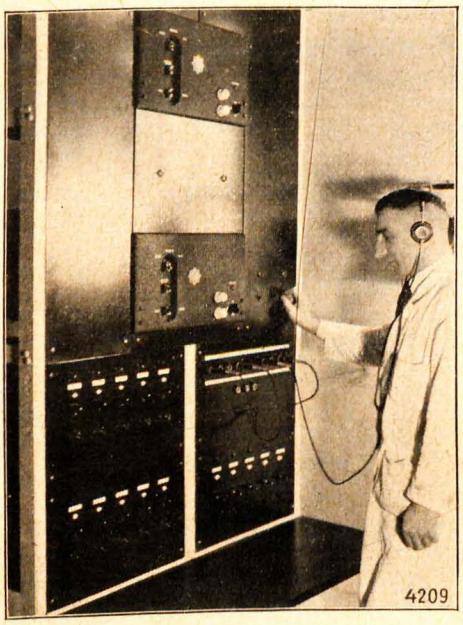
In dem Gehirn der Anlage, der Verstärkerzentrale, sind übersichtlich an Winkeleisen-Rahmengestellen, wie wir sie von Verstärkerämtern her kennen, alle Schalter, Verstärker, Instrumente und Hilfseinrichtungen nach wohlüberlegten Plänen angeordnet. Die Bühnen- und die Mithöranlage sind schaltungsmäßig in vier Umschaltfelder eingeteilt,



In der Verstärkerzentrale sind die Verstärker und Zusatzeinrichtungen übersichtlich an den beiden Längsseiten angeordnet — im Hintergrund ein Überwachungs-Lautsprecher

zwischen denen die Verstärkung der Mikrophonspannungen erfolgt. Die von den Tonleitständen kommenden und bereits geregelten Mikrophonspannungen werden drei Hauptverstärkern zugeleitet, wo eine 400fache Verstärkung auf etwa 0,4 Volt erfolgt. Die niederohmigen Ausgänge der drei Hauptverstärker können wahlweise mit drei Zusatzverstärkern oder drei Leistungsverstärkern zusammengeschaltet werden. Die Zusatzverstärker erhöhen die Mikrophonspannung auf etwa 4 Volt. Der eine dieser Verstärker speist die 20 Kopfhörer der Schwerhörigen-Plätze, der zweite ist für Außenübertragungen über Postleitungen bestimmt und der dritte dient als Reserve für die beiden anderen. An Leistungsverstärkern sind je zwei zu je 70 Watt Leistung für den Betrieb der Mithöranlage des Hauses bestimmt.

Zwei 100-Watt-Verstärker speisen die bei der Aufführung mitwirkenden Bühnenlautsprecher. Mit Rücksicht auf die hohen Ansprüche, die man gerade an die Bühnenanlage stellt, wurden diese Verstärker mit größter Sorgfalt gebaut. Sie können ein Frequenzband von 30 bis 10000 Hz einwandfrei übertragen, wobei der Klirrgrad kleiner als 2 % bleibt.



Verstärkergestell und Abhörstelle in der Verstärkerzentrale

Die Aussteuerungsanzeiger in den Tonleitständen werden aus je einem Hilfsverstärker und einem Gleichrichter, der eine logarithmische Kennlinie besitzt, gespeist. Diese Hilfseinrichtung ist notwendig, um eine dem Höreindruck entsprechende Anzeige des Aussteuerungsmessers zu erhalten.

Eine für den Betrieb der Mithöranlage sehr wichtige Einrichtung ist der Dynamikregler. Er verkleinert die Lautstärkeunterschiede auf das für die Übertragungsanlage zulässige Maß. Wenn die Lautstärke im Tonleitstand I auf den gewünschten Grad eingestellt worden ist, nimmt er die weitere Regelung selbsttätig vor.

Für den Betrieb der Kommandoanlage sind nur drei kleinere Verstärkereinheiten notwendig. Der Lautsprecher für die Regieführung hat einen eigenen Verstärker, und auch die eigentliche Kommandoanlage wird aus einem Verstärker betrieben, der bei einem etwaigen Ausfall durch eine Relaisschaltung abgetrennt und durch einen Reserveverstärker ersetzt wird.

Für die Überwachung der Übertragung ist in der Zentrale ein Kontrollautsprecher mit eingebautem Verstärker vorhanden. Es ist die gleiche Ausführung, die in den deutschen Rundfunk-Sendehäusern zur Überwachung der Übertragungen eingesetzt wird. Außerdem ist ein DAF-Empfänger vorhanden, der z. B. bei Gemeinschaftssendungen oder bei der Übertragung wichtiger Mitteilungen und Reden die Anlagen des Hauses mit dem Rundfunk verbindet.

Die Rahmengestelle enthalten ferner Batterieüberwachungs- und Ladegeräte für 16 Kondensatormikrophone nebst den dazugehörigen Einschalttasten und Schauzeichen, ferner Netzanschlußgeräte, Verstärkungsregler, Klangfarbenregler, Signaleinrichtungen und alles zu einer so weit verzweigten Schallanlage gehörige Zubehör.

Die Schallanlage wurde bereits im vergangenen Jahr bei der Eröffnung des umgestalteten Opernhauses in Betrieb genommen und arbeitet seit dieser Zeit bei jeder Opernaufführung und bei den sonstigen Veranstaltungen mit. Die Erfahrungen, die man bis dahin mit der Anlage gesammelt hat, sind überaus befriedigend, aber noch keinesfalls nach allen Richtungen hin ausgeschöpft. Sie läßt immer wieder neue Möglichkeiten erkennen, die für den Bühnenbetrieb vorteilhaft ausgenutzt werden können. Als Schallverteileranlage ist sie richtungweisend für gleiche Anlagen, die in anderen Opernhäusern geplant sind.

Werkbilder: Telefunken, Siemens. Schaltplan vom Verfasser

Einfache Anordnung zur Demonstration des Fernsehens

Schon mehrfach sind im „Funk" einfache Demonstrationsgeräte zur Veranschaulichung der Vorgänge beim Fernsehen beschrieben worden (Heft 41 [1934]; 21 [1935]). Die dort beschriebenen Apparaturen arbeiten mit zwei Nipkowscheiben. Dadurch ist man in der Lage, Bilder in einem Zimmer zu zerlegen und in einem anderen zusammenzusetzen. Begnügt man sich aber damit, beide Vorgänge in einem Zimmer sich abspielen zu lassen, dann kann die Apparatur noch mehr vereinfacht werden. Die Synchronisierung kann dann, worüber auch schon berichtet wurde, fortfallen, wenn man beide Nipkowscheiben auf eine Achse setzt.

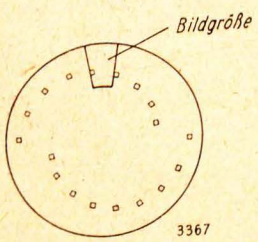


Abb. 1. Lochscheibe

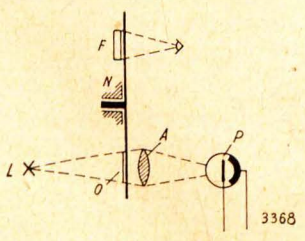


Abb. 2. Versuchsanordnung unter Verwendung nur einer Lochscheibe

Ich bin nun bei meinen Versuchen mit der Vereinfachung noch weiter gegangen und habe die beiden Nipkowscheiben in eine vereinigt (Abb. 1 und 2). Während die untere Lochreihe das Bild zerlegt, setzt es die obere zusammen. Die Verstärkerschaltung zeigt Abb. 3. Bei Verwendung einer Cäsopreßzelle genügt eine Röhre RE 134. Die erhaltenen Bilder sind ausgezeichnet klar. Trotz der geringen Verstärkung kann man mit 2-mm-Löchern auf der Nipkowscheibe auskommen. Bei einer weniger empfindlichen Photozelle kann man auch 4-mm-Löcher wählen. Natürlich gibt

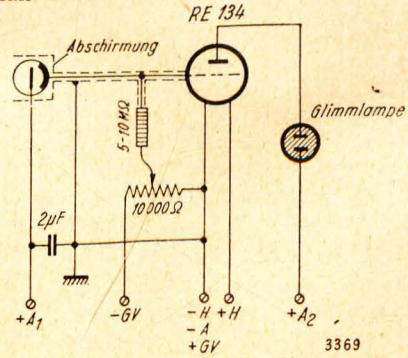


Abb. 3. Schaltung des elektrischen Teils der Versuchsanordnung

ein so grober Raster dann auch grobe Bilder, so daß man nur einfache Zahlen und Buchstaben „übertragen" kann. Zur Demonstration der Fernsehvorgänge leistet die Anordnung aber beste Dienste, weil sie so einfach ist und klaren Überblick gestattet. Die Scheibe kann auch fertig bezogen werden [1]).

Dr. Johannes Kahra

[1]) Die Herstellerfirma wird auf Anfrage von der Schriftleitung mitgeteilt.

12. Deutscher Physiker- und Mathematikertag in Bad Salzbrunn

Das physikalische Programm des diesjährigen Physiker- und Mathematikertages stand mehr denn je im Zeichen der technischen Physik. In über 80 Vorträgen erfuhr man von der Arbeit der Hochschul- und Industrie-Laboratorien, man sah vor allem die vielen neuen Anwendungen der Physik in Beleuchtungs- und Filmtechnik, in der Elektroakustik, im Fernseh- und Funkwesen. Es ist dies alles nur der Ausdruck dafür, daß wir sozusagen in einer Zeit der Ernte dessen stehen, was Generationen vor uns in mühsamer Forscherarbeit haben reifen lassen. Geheimrat Zenneck gab in seinem wundervollen Begrüßungsvortrag diesen Gedanken Ausdruck. Wenn man bedenkt, daß früher etwa die Piezoelektrizität oder der Elektronenaustritt aus Metallen in den Lehrbüchern „ganz hinten" gestanden haben, so darf man auch heute nicht diesen oder jenen Forschungszweig als unwichtig ablehnen; die reine, ohne Rücksicht auf praktischen Nutzen betriebene Forschung ist die Forschung auf weite Sicht.

Wenn man heute beim Bau der neuesten Lichtquellen auf die Physik der Gasentladungen zurückgreift, so kann man sich dabei auf eine längere wissenschaftliche Tradition und eine ausgebaute Theorie stützen. Der Direktor der Osram-Gesellschaft, Dr. Mey, zeigte die neuen Strahler in seinem interessanten Experimentalvortrage: Natrium- und Neonröhren, Quecksilber-Hochdruck- und Tellur-Lampen. Sie alle übertreffen mit ihrer hohen Energieausnutzung die alten Glühlampen bei weitem an Wirtschaftlichkeit und an Helligkeit. Die störende Färbung des Lichtes hat man mit Erfolg bekämpfen können, indem man dem Füllmaterial Fremdstoffe zusetzte oder die Glaswand mit fluoreszierenden Stoffen belegte, die durch das ausgestrahlte Ultraviolett zu hellem Leuchten gebracht werden. Die neueste Quecksilber-Fluoreszenz-Lampe hat das Aussehen einer gewöhnlichen Opalglas-Birne, gibt aber helleres, fast rein weißes Licht, so daß sie wahrscheinlich vielfach an deren Stelle treten wird.

Über eine Neuentwicklung auf optischem Gebiet, den Berthon-Siemens-Farbfilm, seien an dieser Stelle ein paar Worte angefügt. Bei diesem sogenannten Linsenrasterverfahren erhält man durch einen Kunstgriff — dessen Prinzip hier nicht näher erläutert weden kann — von bunten Gegenständen einen schwarz-weißen Film. Erst durch das eigenartige Projektionsverfahren erscheinen die Bilder auf der Leinwand bunt. So bestechend der Grundgedanke des Verfahrens ist, seiner praktischen Durchführung standen geradezu unvorstellbare Schwierigkeiten im Wege. Das zeigte der Vortrag von Dr. Gretener-Berlin-Siemensstadt deutlich. Die überraschende Natürlichkeit und Plastik des anschließend vorgeführten Farbenfilms bewiesen aber auch, daß diese Schwierigkeiten heute schon fast restlos überwunden sind.

„Geometrische Elektronenoptik" hieß das erste Hauptthema der Tagung, über das die maßgebendsten Fachleute, wie Professor Busch-Darmstadt, Dr. Brüche-Berlin-Reinickendorf u. v. a., berichteten. Aus den zahlreichen Vorträgen, Vorführungen und einer interessanten Ausstellung gewann man die Überzeugung: dieser junge Zweig der Physik hat noch eine ganz große Zukunft vor sich. Begriffe, wie Elektronen-Mikroskop, Elektronen-Bildwandler, Elektronen-Vervielfacher, sind ja sozusagen erst gestern aufgetaucht, und heute ist man schon vielfach über das Prinzipielle hinaus. Fragen der Photozellen, der Verstärker- und Oszillographenröhren, des Fernsehens, sie alle können heute elektronenoptisch behandelt werden. Man erkennt, daß hier die allerstärksten Querverbindungen zur Funktechnik liegen [1]).

Das gleiche gilt für die Akustik, das zweite Hauptthema der Tagung, die ja eigentlich erst durch die Fragen der elektrischen Schallübertragung neu belebt wurde. Wie Professor E. Meyer-Berlin ausführte, muß man heute fast stets Akustik gleich Elektroakustik setzen; denn nicht nur die modernen Meßverfahren sind durchweg elektrisch, auch fast die ganze Theorie ist wortwörtlich aus der Theorie des Wechselstromes abgeleitet. Schallerzeuger und -verbraucher werden wie elektrische Zweipole durch ihren komplexen Widerstand nach Betrag und Phase gekennzeichnet; es werden heute akustische Bandfilter, Siebketten, Widerstandsmeßbrücken usw. gebaut. Ein Vortrag von Dr. Cremer-Berlin über Raumakustik zeigte, daß auch auf diesem Gebiete derartige Vergleiche möglich sind. Gewisse Wandverkleidungen können — wie in der Elektrotechnik Drosseln und Kondensatoren — den Frequenzgang eines Raumes beeinflussen, indem etwa mitschwingendes Material (Sperrholz) vorzugsweise die tiefen, poröses Material besonders die hohen Töne absorbiert. Die akustische Parallele zur Hochfrequenz ist der Ultraschall. Professor Bergmann-Breslau gab einen ausgezeichneten Überblick über dieses Gebiet, das die Schwingungen oberhalb der Hörgrenze von 20 bis etwa 200 000 kHz umfaßt. Mit schwingenden Magnetostriktions-Stäben und Piezoquarzen werden heute in einfachster Weise Ultraschallwellen erzeugt und durch Gase, Flüssigkeiten und feste Körper gestrahlt. Sind diese Körper durchsichtig, so kann man den Ultraschall sogar optisch nachweisen und so etwa von schwingenden Kristallen Lichtbeugungs-Figuren erhalten, die Punkt für Punkt die inneren elastischen Verhältnisse widerspiegeln. Von den sehr zahlreichen weiteren Anwendungen der Ultraakustik seien hier nur wenige genannt: die Echolotung, die Prüfung von Werkstücken auf innere Fehler, die Verringerung der Korngröße bei photographischen Emulsionen durch dieses „hochfrequente Durchschütteln" und schließlich die zellenzerstörende Wirkung mit ihren denkbaren Auswirkungen auf Medizin und Biologie [2]).

Der vierte zusammenfassende Vortrag über Akustik, von Dr. von Braunmühl-Berlin gehalten, galt der elektrischen Sprach- und Musikübertragung. Das Endziel aller Schallübertragung, die Wiedergabe dem Original gleichzumachen, und die dem entgegenstehenden technischen Notwendigkeiten führen hier, wie überall, zu einem Kompromiß, der es notwendig gemacht hat, systematisch zu untersuchen, welche Veränderungen des Klangbildes man eben noch zulassen darf, welche Forderungen an die Übertragungsglieder zu stellen sind. Über die Klanggüte bei Musik- und die Silbenverständlichkeit bei Sprachübertragung in ihrer Abhängigkeit von Frequenzband und nichtlinearer Verzerrung geben experimentelle Kurven Auskunft. Merkwürdigerweise hat sich gezeigt, daß es nicht nur zwecklos, sondern sogar schädlich ist, ein Zuwenig an hohen oder tiefen Tönen durch ein Zuviel auf der anderen Seite des Frequenzbandes ausgleichen zu wollen; vielmehr muß der Frequenzbereich um einen gewissen Mittelpunkt ausbalanciert sein ($f_{min} \cdot f_{max} = 400\,000$). Für die nichtlinearen Verzerrungen lassen sich Zahlen schwer angeben, da es noch vom Tonhöhebereich abhängt, ob sie zu hören sind oder nicht. 6 % maximal dürfte — bei der relativen Seltenheit der Spitzenaussteuerungen — das höchstzulässige Maß sein. Weiter ist bei der Übertragung auch der Lautstärkeumfang ganz erheblich eingeschränkt. Zum Glück hat sich aber gezeigt, daß eine Verengung des Lautstärkebereichs von selbst 1 : 100 gegen das Original noch als ausgezeichnete Wiedergabe empfunden wird. Grundsätzlich verschieden ist schließlich jede Originaldarbietung von jeder normalen Wiedergabe durch ihre räumliche Wirkung. Das Raumhören kommt bekanntlich dadurch zustande, daß die ins rechte und linke Ohr gelangenden Klänge Phasen-

[1]) Über diese Fragen soll ein Sonderaufsatz ausführlicher berichten. *Die Schriftleitung*

[2]) Ein Aufsatz von Prof. Bergmann über diese Fragen befindet sich in Vorbereitung.

verschiebungen gegeneinander aufweisen. Eine plastische Musikwiedergabe läßt sich mithin durch zwei getrennt gespeiste Kopfhörer oder Lautsprecher ohne weiteres erreichen. Der praktischen Verbreitung steht aber die Notwendigkeit zweier getrennter Übertragungskanäle im Wege.

Die Umwandlung von akustischer in elektrische Energie und umgekehrt durch Mikrophone und Lautsprecher stellt ein außerordentlich wichtiges elektroakustisches Problem dar. Die Mikrophone — und ähnlich auch die Lautsprecher — lassen sich in Druckempfänger und Druckgradientempfänger einteilen. Beim ersten Typ ist die Membran einseitig mit dem Außenraum in Verbindung, die Richtcharakteristik ist, solange die Schallwellen groß gegen die Membranabmessungen sind, ein Kreis (räumlich gesprochen eine Kugel). Im zweiten Falle hat die Membran beiderseitig mit der Außenluft Verbindung, die Richtcharakteristik bilden zwei Kreise, die sich in der Membranfläche berühren. Interessant ist nun, daß mit höher werdender Frequenz, sobald also die Schallwellenlänge in die Größenordnung des Membrandurchmessers kommt, die Kreise sich bei beiden Typen in die Länge strecken und somit eine ausgesprochene Richtwirkung eintritt. Bei höchsten Frequenzen nimmt ein Mikrophon nur von vorn auf, strahlt ein Lautsprecher nur nach vorn.

Fragen der Richtwirkung spielen dort eine wichtige Rolle, wo die Aufgabe gestellt ist, große Stadien, Freilichtbühnen usw. mit Schallenergie zu versorgen. Denn der Schall soll ja stets aus der Richtung des Sprechers, der Aufführung usw. herkommen, auch dann noch, wenn man genötigt ist, mehrere in die Tiefe gestaffelte Lautsprecherbatterien aufzustellen. Hier muß man außerdem die einzelnen Aggregate nacheinander mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung speisen, damit ein weitab sitzender Zuschauer die weiter vorn liegenden Lautsprecher nicht infolge der Schalllaufzeit später ansprechen hört. Als frequenzunabhängiger Lautsprecher wird wohl der Exponentialtrichter wieder aufgenommen werden; allerdings in einer geschickteren Form, die die unbequemen Ausmaße eines großen Trichters weitgehend vermeidet.

Ein neues Kondensatorsystem mit festem Dielektrikum, das als Hochtonlautsprecher hervorragend geeignet erscheint, zeigte Dr. Sell-Berlin-Siemensstadt. Der Grundgedanke ist einfach der, auf eine dünne Isolierschicht zwei Elektrodenplatten fest anzubringen und sie elektrostatisch durch genügend hohe Wechselspannungen in Schwingungen zu versetzen. Die außerordentlich hohen Rückstellkräfte, die bei dieser Anordnung zunächst jedes intensivere Schwingen verhindern, werden nun in genial einfacher Weise vermindert, indem man die als Membran dienende Elektrode aufrauht. Diese Platte liegt jetzt nur noch mit feinen elastischen Spitzen auf dem Dielektrikum auf; die eigentliche Kondensatorschicht wird von dem zwischenliegenden Luftpolster gebildet. Nach diesem Prinzip lassen sich nicht nur Lautsprecher, sondern auch Mikrophone bauen, die die Einfacheit und große mechanische Festigkeit des Kohlemikrophons mit den guten Eigenschaften des elektrostatischen Mikrophons verbinden.

Viel weniger weit als der Funktechniker geht der Fernsprechtechniker mit seinen Mindestforderungen an die Übertragung. Ihm genügt es, wenn die Sprache eben noch verständlich bleibt, wenn er sich von irgendeiner Einschränkung eine bessere Ausnutzung der Kabel und Verstärker verspricht. Dr. Strecker-Berlin-Siemensstadt berichtete über Versuche, neben der Frequenz auch die Amplitude der Sprache nach oben und unten zu begrenzen. Tatsächlich gelingt es, ohne Einbuße an Verständlichkeit kleine Amplituden ganz zu unterdrücken und so das Nebensprechen völlig zu verhindern. Noch erstaunlicher aber ist das Ergebnis bei Begrenzung nach oben: Bis auf 10 % der Maximalamplitude kann man die Sprechspannung „wegschneiden", und doch ist dieses völlig verstümmelte Klangbild noch einwandfrei verständlich! Ein großer Erfolg, wenn man bedenkt, welche Entlastung das für die Verstärker bedeutet.

Zum Schluß sei noch ein speziell funktechnisch interessierendes Referat erwähnt. Der Vortragende, Dr. v. Schmidt-Berlin, nahm die Erschütterungswellen zum Ausgangspunkt, die, von einer Sprengung als Zentrum ausgehend, an der Grenze zwischen einem dünneren und einem dichteren Medium entlanglaufen und dabei dauernd Reflexionen in das dünnere Medium zurückstrahlen. Es wäre nun denkbar, diese Erfahrungen auch auf den Mehrfachumlauf der Kurzwellen um die Erde anzuwenden, die Wellen würden dann an der Grenze der — viel umstrittenen — Ionosphäre verlaufen. Mehr als eine Anregung soll der Gedanke nicht sein; immerhin gibt eine erste Rechnung die Umlaufszeit zahlenmäßig gut wieder.

Mit dem 19. September war die 12. Deutsche Physiker- und Mathematikertagung beendet. Ihr umfangreiches Programm, das hier nur in wenigen Punkten berührt werden konnte, hat auch diesmal wieder von schönen Erfolgen und dem steten Fortschritt deutscher Wissenschaft berichten können.

Hans Joachim Goehlich

Rundfunkfreude in Mittelamerika

Aus Santiago de Cuba lief kürzlich ein Brief ein, der ganz wilde Rundfunkzustände enthüllte; die gegenseitigen Belästigungen durch Lautsprechermusik sind hier so stark, daß man sich kleine rückgekoppelte Sender baut, die man auf die vom Nachbar empfangene Welle einstellt, um ihm den Empfang und damit die Lautsprecherwiedergabe unmöglich zu machen. Dieses Verfahren, sich Ruhe zu verschaffen, erscheint den Cubanern aber noch zu umständlich und außerdem nicht ausreichend; deshalb wird die Anregung an die deutsche Industrie gegeben, ein Gerät zu schaffen, mit dem man auf drahtlosem Wege den Empfänger des Nachbarn einfach stillsetzen kann. Hier scheint noch ein aussichtsreiches Betätigungsfeld für phantasiebegabte Funktechniker zu liegen! Wir wollen den Brief in seinem wesentlichen Inhalt folgen lassen, damit unsere Leser sehen, welche „Segnungen" der Rundfunk, wenn er bar jeder Ordnung auf die Menschheit einwirkt, zur Folge haben kann:

„Mir sei die Anfrage gestattet, ob es irgendein Gerät gibt, das nachbarliche Rundfunkempfänger stillsetzt. Es handelt sich dabei um die unerträglichen Verzapfungen, die sich die örtlichen Langwellensender leisten. Hierzulande bestehen leider keine Gesetze, die den Bewohner vor der Unvernünftigkeit des Nachbarn schützen, der einem den ganzen lieben langen Tag die Ohren vollplärren kann mit allerlei unausstehlicher Negermusik und Propagandarede und noch dazu mit größtmöglicher Lautstärke. Die Stadt Santiago hat sich dadurch in ein fortwährendes Oktoberfest verwandelt, wo man sein eigenes Wort nicht mehr versteht. Ich habe mir vorerst einen kleinen Oszillator aufgestellt, der jedoch nur halbe Dienste leistet, indem die jeweilige Wellenlänge, die der Nachbar empfängt, erst eingestellt werden muß, damit der nachbarliche Empfänger zu schnarren anfängt. Da aber immer drei oder vier Sender auf einmal arbeiten, schaltet der liebe Nachbar auf einen anderen Sender um, der dann auch wieder erst aufgesucht werden muß, um gestört werden zu können. Ich bin kein Funkfachmann, um sagen zu können, ob ein in der Nachbarschaft befindlicher Empfänger durch irgendein Gerät einfach stillgelegt werden kann; ein solcher Apparat könnte hier aber flott verkauft werden, weil in meiner Lage viele andere Bewohner sind, die sich die unwillkommene Musik gern vom Halse schaffen wollen. — Leider ist man hier in vielen Dingen recht unvernünftig, und da keine Schutzgesetze bestehen, muß sich der einzelne eben selbst helfen. Es würde daher entschieden ein Geschäft herausschauen, wenn ein Störapparat gebaut werden könnte, der auf die oben skizzierte Weise arbeitet; er wäre um so leichter verkäuflich, je billiger er ist."

Neue Stromvervielfältigungsröhren

Der Multipactor von P. T. Farnsworth und die T-Röhre von Arturo Castellani

Von Dr. Saic

Der Effekt der „Sekundärelektronen" ist nun schon etwa 30 Jahre bekannt. Er wurde bis vor nicht langer Zeit als höchst unwillkommene Erscheinung in Entladungsröhren betrachtet, und man versuchte deshalb, ihn auf bekanntem Wege möglichst unschädlich zu machen. Ausgenommen sind vielleicht die Dynatronschaltungen, um die sich Hull, Tatuo Hayasi, F. M. Gager und Fink verdient gemacht haben, ohne sie aber in dieser Form zu bleibender Bedeutung bringen zu können. Allerdings finden sich vereinzelt schon vom Jahre 1919 an Bestrebungen, den Sekundärelektronen in der Entladungsröhre jene Stellung zuzuweisen, die sie nun nach den Arbeiten von Zworykin, Morton und Malter und anderen beinahe plötzlich erlangt haben, allerdings vorerst nur theoretisch und im Laboratoriumsversuch. Zu diesen Wegbereitern zählen mehrere gute deutsche Namen, z. B. Lenard, von Beyer und andere. Von Amerikanern seien hier genannt: Slepian, Jarvis und Blair, Jams und Salzberg.

Über die Zworykin-Röhre ist in diesen Blättern schon berichtet worden [1]), so daß es sich erübrigt, auf sie nochmals einzugehen. Über deutsche Arbeiten in dieser Richtung zu berichten — auch solche liegen vor —, ist im Augenblick noch nicht möglich. Nun hat aber Farnsworth im Institut der Radio-Ingenieure in New York am 4. März 1936 eine neue Röhre vorgeführt, die er Multipactor nennt und die eine ganz überraschend hohe Leistung zeigt. Die Arbeitsgrenzen sollen bei 100 kHz und bei 300 000 kHz liegen. Das bedeutet einen Wellenbereich von 3000 m herab bis zu einem Meter.

Der Aufbau der Farnsworth-Röhre hat Ähnlichkeit mit den Versuchsanordnungen, wie sie von den genannten Forschern ursprünglich zum Studium des Sekundär-Elektroneneffektes benutzt wurden. Wenn in einem Entladungsgefäß (z. B. einer Verstärkerröhre) ein Elektron, dem durch ein elektrisches Beschleunigungsfeld eine bestimmte Geschwindigkeit erteilt wurde, auf einen emissionsfähigen Stoff trifft, so schlägt es aus diesem „Sekundärelektronen" heraus, deren Zahl bestimmt ist durch die Größe der Geschwindigkeit, die dem Elektron erteilt wurde, und durch die Fähigkeit des getroffenen Stoffes, „Sekundärelektronen" zu bilden. Die Zahl der von einem Elektron freigesetzten Elektronen schwankt zwischen 3 und 10. Nehmen wir nun an, daß in einem Entladungsgefäß mehrere „Kathoden" verschiedener Spannung vorhanden wären, so daß die folgende Kathode stets die höhere negative Spannung gegenüber der vorhergehenden hätte, so wird, wenn der Vervielfältigungsfaktor 10 ist, ein primäres Elektron also dann 10 sekundäre Elektronen erzeugen, bei n Kathoden auf das 10^n fache verstärkt. Das heißt: bei 6 Kathoden hat sich der ursprüngliche Strom (verlustloses Arbeiten der Röhre angenommen) vermillionenfacht.

Die letzte Elektrode dient als Sammelanode, von der der verstärkte Strom abgenommen werden kann. Der ungewöhnlich große Fortschritt einer derartigen Stromverstärkung liegt darin, daß es bei Verwendung solcher Stromvervielfacher-Röhren nicht mehr nötig ist, mit Hilfe des aus einer Röhre erzeugten Anodenstromes erst einen Spannungsabfall zu bilden und den Spannungsunterschied in einer nächsten und auf gleichem Wege in folgenden Röhren zu verstärken. Dieser Umweg wird erspart und der Strom direkt verstärkt.

[1]) „Funk" 1935, Heft 6, Seite 185 ff.

Farnsworth zeigte nun drei neue Typen solcher Vervielfältiger, die sich von den bisher bekannten wesentlich unterscheiden, vor allem in der Leistung. Die stärkste Röhre, die Farnsworth gebaut hat, hat eine Leistung von 4 Kilowatt!! Die bisher bekannten Zworykin-Röhren haben eine wesentlich „geringere" Leistung. Dabei ist diese größte Farnsworth-Röhre von verhältnismäßig kleinen Ausmaßen, sie ist nämlich kaum 34 cm lang und hat einen Durchmesser von etwa 10 cm.

Die enorme Leistungssteigerung des Multipactors beruht hauptsächlich auf der Verwendung eines neuen Sekundärelektronen abgebenden Stoffes von außerordentlich hoher Temperaturbeständigkeit. Der Multipactor arbeitet ohne Schwierigkeiten mit rotglühenden Kathoden. Der emittierende Stoff bzw. die Oberflächenbedeckung der Farnsworth-Röhre und ihre besondere Sensibilisierung sind noch nicht näher bekannt, sie weichen aber grundsätzlich von der Silber-Silberoxyd-Caesiumschicht Zworykins ab.

Der zweite grundlegende Unterschied zwischen dem Multiplyer (Zworykin) und dem Multipactor (Farnsworth) besteht in der Anordnung der Kathoden. Farnsworth benutzt nämlich nur zwei Kathoden, er erspart also den Spannungsteiler vollkommen.

Der Arbeitsvorgang ist nun folgender: Legt man zwischen die „Kathoden" einer solchen Röhre (Abb. 1) eine hohe Hochfrequenzspannung, so wird im Rhythmus der Frequenz

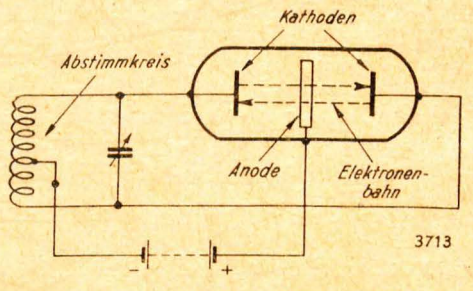


Abb. 1. Multipactor erster Form mit magnetischer Ablenkung des Elektronenstromes

dieser Spannung einmal die eine, dann wieder die andere positiv. Der Elektronenstrom geht nun nur in Richtung zu der positiven Kathode vor sich, er folgt also der Frequenz: er wird durch die Frequenz gesteuert. Bei jedem Hin- und Herfluten des Stromes aber vergrößert sich dieser multiplikativ in der soeben dargestellten Weise.

Nun ist in der Röhre noch eine Anode zur Abnahme der Energie vorgesehen. Sie liegt an einer positiven Spannung. Um zu verhindern, daß diese positive Anode ihrerseits auf den Elektronenstrom einwirkt, wird dieser magnetisch abgelenkt, an der Anode vorbeigeleitet, und zwar so, daß er nur zwischen den beiden vorerwähnten Kathoden auftreten kann. Wie in einer gewöhnlichen Verstärkerröhre und in genau denselben Abhängigkeiten bildet sich nun mit steigender Stromstärke eine Raumladung in der Röhre um die beiden Kathoden aus. Es stellt sich dann in bekannter Weise ein Gleichgewichtszustand ein, der aber durch die Anode gestört wird, wenn an ihr nun die gewonnene Energie abgenommen wird.

Die Anordnung hat einen Nachteil: sie bedingt die Verwendung eines zusätzlichen Magnetfeldes. Deshalb wurde

eine Abart dieser Röhre entwickelt, die Abb. 2 zeigt. Die Kathode wird hier durch einen äußeren zylindrischen Mantel gebildet, der an seiner Innenseite sensibilisiert ist. Der emittierende Stoff wird also auf der Innenseite dieses Kathodenzylinders aufgetragen. In Richtung nach der Achse der Röhre folgt nun die Anode. Sie gleicht einem normalen Gitter, jedoch in steilerer Wicklung. Die Steigung dieser Anodenspirale ist deshalb groß, weil die Elektronen von einer Seite der Kathode kommend und auf die gegenüberliegende zufliegend durch die Anodenspirale hindurchgehen müssen. Die aufzudrückende Hochfrequenz liegt bei der Röhre nach Abb. 2 zwischen Erde und Kathode, wie aus

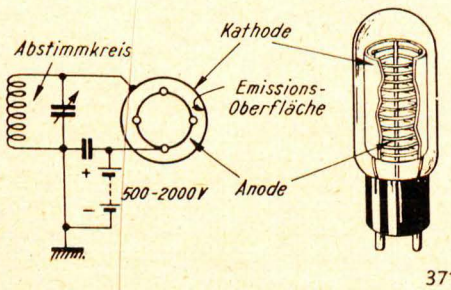


Abb. 2. Multipactor zweiter Form, ohne Magnetfeld arbeitend

dem Bild leicht erkenntlich ist. Die Frequenz der Hochfrequenzspannung wird nun unter Berücksichtigung der Elektronenlaufzeit so gewählt, daß die Elektronen viele Male den Weg zwischen den beiden Kathoden zurücklegen müssen, bevor sie zufolge des auftretenden Raumladegleichgewichtes von der Anode als vielfach verstärkter Strom abgenommen werden können.

Wenn die Hochfrequenzspannung im Multipactor von der Röhre selbst geliefert werden soll, wenn sich also die Röhre selbst erregen soll, so genügt zum Schwingungsanstoß das plötzliche Anlegen der Anodenspannung. So entsteht dann ein selbsterregter Oszillator außerordentlich hoher Ergiebigkeit, der seine Energie aus der Anodenbatterie bezieht, die natürlich entsprechend leistungsfähig sein muß. Nach Angaben des Erfinders soll es möglich sein, auf diesem Wege und durch Änderung der Betriebsbedingungen Frequenzen zwischen 100 kHz und 300 000 kHz zu erzeugen. In einem Versuch wurde die hohe Leistungsfähigkeit dieser Röhre unter Beweis gestellt:

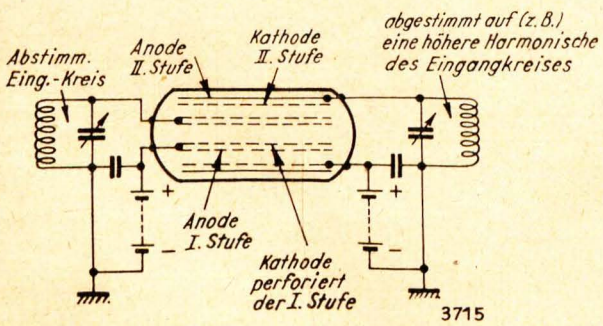


Abb. 3. Multipactor als Hochfrequenzverstärker

Ein „Gerät", bestehend aus einem Multipactor, wurde zur Musikübertragung verwendet. Die Trägerfrequenz der Röhre von etwa 10 000 kHz wurde durch die Tonfrequenz eines einfachen, normalen Tonabnehmers anodenmoduliert. Die Ausgangsleistung der Röhre wurde dann mit 25 Watt gemessen.

Ein weiterer Vorteil ist der, daß diese Röhren auch kristallgesteuert zu betreiben sind. Zufolge der ungeheuren Leistung ist es so zum Beispiel möglich, den Kreis durch einen Kristall auf eine tiefere Frequenz abzustimmen und erst beliebig hohe Harmonische zu verwenden, die noch immer stark genug sind. Außerdem hat man es in der Hand, die Röhre zur Bildung solcher Harmonischen besonders einzurichten, zum Beispiel durch die Kurvenform der Hochfrequenzspannung bei Fremderregung. Weiterhin soll die Röhre aber auch als Hochfrequenzverstärker erprobt worden sein. Für diesen Zweck ist es erforderlich, die Eingangsenergie zu kontrollieren. Das kann auf zwei Wegen geschehen:

1. Der Multipactor kann in zwei Stufen aufgebaut werden — beide Systeme in einem Kolben —, wobei die erste Stufe die Eingangsenergie für die zweite Stufe liefert. Abb. 3 zeigt einen solchen Aufbau.

2. Die Röhre kann in hoher Annäherung an den Aufbau gewöhnlicher Verstärkerröhren mit einer zusätzlichen geheizten Kathode und einem Steuergitter ausgerüstet werden. Die Eingangsspannung wird dann wie gewöhnlich zwischen Kathode und Gitter gelegt. Die Elektronen fliegen aber nun durch das Gitter hindurch und treffen die Sekundärkathode, welche dann die Stromvervielfältigung aufnimmt, und endlich (bei eingetretenem Raumladungsgleichgewicht) gibt die Anode die gewonnene Energie an den abgestimmten Kreis ab. Solche Verstärker sollen einen Wirkungsgrad von annähernd 90 v. H. haben.

Während die Zworykin-Röhre zunächst nicht als Ersatz normaler (Dreipol-) Verstärkerröhren gedacht war, trifft diese Beschränkung bei der neuen Entwicklung von Farnsworth nicht mehr voll zu.

Insbesondere im Gebiete der ultrahohen Frequenzen erscheinen durch diese Röhre neue Möglichkeiten erschlossen zu werden. Grundsätzlich ist auch der Multipactor ein Schwingungserzeuger im Sinne Barkhausens und Habanns. Die erzeugte Frequenz hängt von der Elektronenlaufzeit ab. Da diese aber im Falle der Farnsworth-Röhre durch entsprechend hohe Spannungen und geeigneten mechanischen Aufbau sehr klein gehalten werden kann, erscheint es dem Erfinder möglich, zu Grenzwerten zu kommen, die bei etwa 1 000 000 kHz und darüber liegen. Sicher ist aber, daß im Gebiete des Fernsehens die Bedeutung dieser Neukonstruktionen, ob nun von Zworykin oder Farnsworth, nicht übergangen werden kann. Die Multipliers liefern nicht nur die erforderlich hohe Frequenz in jeder gewünschten Konstanz, sondern auch das breite übertragbare Frequenzband, das eine nicht wegzudenkende Voraussetzung für eine befriedigende Bildwiedergabe stets bleiben muß.

Auch in normalen Rundfunkempfängern wurden die Farnsworth-Röhren versucht, und zwar in Überlagerungsempfängern. Die erhaltene „einröhrige" Zwischenfrequenzverstärkung soll nahezu 10 000 betragen haben, so daß sich eine zweite Verstärkerröhre für diese Zwecke mehr als erübrigte.

Zusammenfassend muß gesagt werden, daß es den Anschein hat, als ob wir am Beginn einer neuen Epoche hinsichtlich der Verstärkertechnik zunächst hoch- und höchstfrequenter Energie stehen würden. Nicht vergessen darf allerdings dabei werden, daß sich die Berichte auf Laboratoriumsversuche stützen. Von da zur industriellen Fertigung ist noch ein weiter Weg. Der Erfinder selbst gibt an, daß die Röhren hinsichtlich der Lebensdauer und der noch zu komplizierten Herstellung der Emissionsschichten und endlich der mangelnden Gleichmäßigkeit im Ausfall der Röhren noch keineswegs fabrikationsreif wären.

Zum Schluß sei noch die Castellani-Röhre aus Mailand erwähnt. Sie gleicht in der Form auffallend der Zworykinschen T-Röhre. Soviel bekannt wurde, wird diese Röhre schon industriell hergestellt und für Fernsehzwecke — den Berichten nach mit Erfolg — verwendet.

Zeichnungen vom Verfasser

Ein Achtkreis-Fünfröhren-Superhet

mit selbsttätig anzeigender Senderskala für Wechselstrom

Von

Rudolf Schadow

Die in Heft 24 des „Funk" 1935 veröffentlichten grundsätzlichen Ausführungen über den Aufbau von Skalen mit selbsttätiger Senderanzeige sollen durch den folgenden Aufsatz ihre praktische Ergänzung finden. Das vorliegende Gerät stellt zwar an den Bastler in mechanischer Hinsicht große Anforderungen. Sicher aber gibt es noch zahlreiche Funkfreunde, die gerade nach solchen Aufgaben suchen, weil ihre Verwirklichung allein dem Bastler vorbehalten ist.

Für den Aufbau des zur Beschreibung kommenden Empfängers war die selbsttätige Senderskala leitender Gesichtspunkt. Vergegenwärtigen wir uns daher noch einmal kurz die Grundprinzipien dieser Skala: Die zweckmäßig untereinander angeordneten Sendernamen werden von einem Lichtanzeiger angezeigt, der als Resonanzzeiger ausgebildet ist. Die Skala läßt sich daher nur in Empfängern anwenden, die mit einer selbsttätigen Lautstärkenregelung versehen sind und bei denen sich ein Abstimmanzeiger anbringen läßt. Als praktische Form für den Resonanzzeiger kommt nur die Glimmlampe mit gewissen, in der Eigenart ihrer Verwendung liegenden, konstruktiven Änderungen in Betracht. Der Abstimmvorgang auf der Skala soll derart sein, daß das Ruhelicht der Zeigerröhre zunächst nur die Wellenlängen- bzw. Frequenzskala bestreicht, und zwar je nach Wellenschalter-Stellung die des Mittelwellen- oder des Langwellenbereichs. Bei der Einstellung eines ausreichend starken Senders spricht die Glimmröhre an und dehnt ihre Lichtsäule nach der Richtung hin aus, wo sich später die Sendernamen des eingestellten Wellenbereichs befinden müssen bzw. wo jetzt der Name des augenblicklich gehörten Senders stehen muß. Da die Sender auf dem Mittelwellenbereich sehr gedrängt liegen, ist aus Eindeutigkeitsgründen eine präzis arbeitende Resonanzanzeige zu fordern, damit zwischen allen Sendern ein Rückgang des Lichtzeigers feststellbar ist.

Die Anforderungen an den Empfänger hinsichtlich Trennschärfe und selbsttätigen Lautstärkenausgleichs sind daher ausgesprochen hoch. Sie führten zum Bau eines 8-Kreis-Superhets, dessen technische Anordnung aus dem Schaltbild Abb. 1 hervorgeht. Der Entwurf des Empfängers liegt bereits einige Zeit zurück, weil die seinerzeit beschriebenen selbsttätigen Skalenkonstruktionen zum größten Teil an diesem Gerät entwickelt wurden; in ihm befinden sich auch noch die älteren Röhrentypen mit Stecksockel. Indessen haben sich die neueren Röhren hinsichtlich ihrer elektrischen Daten und Eigenschaften gegenüber den entsprechenden vorjährigen Typen kaum geändert, so daß man wohl sagen kann, daß der Empfänger auch nach dem heutigen Stande keine Verbesserung erfahren könnte. Andererseits besteht die Gewähr, daß im Laufe der einjährigen Entwicklung alle aufgetretenen Mängel erkannt und abgestellt worden sind. Die Verwendung der Röhren mit stiftlosem Sockel ist außerdem bei Beachtung der entsprechend andersartigen Anschlüsse ohne weiteres durchführbar.

Verfolgen wir an Hand der Abb. 1 das Schaltbild des Empfängers, so erkennen wir zwei Sechspol-Regelröhren und eine Dreipol-Sechspol-Mischröhre in der Hochfrequenzstufe, der Mischstufe und der Zwischenfrequenzstufe. Als Empfangsgleichrichter arbeitet eine Zweipol-Verbundröhre. Der Eingangskreis sieht ein Bandfilter vor, um die erste Regelröhre vor jeder Übersteuerung durch wellenbenachbarte Sender großer Feldstärke zu sichern, die in vielen Fällen für das Auftreten von Pfeiftönen verantwortlich zu machen ist. Der Aufbau des Vor- und Überlagererkreises in der Mischstufe bietet ebenso wie die Zwischenfrequenzstufen gegenüber den bekannten Schaltungen nichts wesentlich Neues.

Beim Aufbau des Überlagerers waren in erster Linie die Gesichtspunkte für die praktische Anordnung der Abgleichelemente ausschlaggebend, durch die erreicht werden sollte, daß jeder Wellenbereich weitgehend unabhängig voneinander abgleichbar ist. Dadurch wird dem Übelstand abgeholfen, daß bei späterer Eichkorrektur eines Wellenbereichs auch der andere Bereich nachzustimmen ist, wenigstens, soweit es sich auf den am schwierigsten abzugleichenden Oszillator bezieht. Weiterhin wurde eine Schaltung gewählt, bei der die geringste Anzahl von Schaltkontakten erforderlich ist, da bekanntlich die Schalterfrage eine der mißlichsten Angelegenheiten des Empfängerbaues darstellt. Die endgültige Lösung nach Abb. 1 benötigt nur zwei Schalter für den Überlagerer und insgesamt fünf für die übrigen Hochfrequenzkreise. Zwei weitere Schalter haben nur niederfrequente Bedeutung und sind einesteils der Schallplatten-Umschaltung und andererseits der Leuchtrichtungs-Umschaltung der Zeigerröhre zugeordnet.

Die Überlagerer-Schaltung verwendet eine aperiodische Spannungszuführung durch einen Hochohmwiderstand W_{11} in der Größenordnung von 10 000 Ohm oder eine Sperrdrossel hoher Selbstinduktion. Die einzelnen Schwingungskreise können daher mit dem zugehörigen Verkürzungskondensator direkt zwischen Schwinganode und Masse gelegt werden, ohne daß eine Umschaltung der Anodenspannungszuführung erforderlich wäre. Wichtig sind bei Anwendung einer Dreipol-Sechspol-Mischröhre die Verlegung des abgestimmten Kreises in den Anodenkreis und die möglichst knappe Bemessung der im Gitterkreis befindlichen Rückkopplungswicklung, damit das Gitter in Anbetracht seiner größeren Empfindlichkeit nicht übersteuert werden kann. Die Gitterspule L_6 für den Langwellenbereich mußte für Mittelwellen kurzgeschlossen werden, obwohl das ursprünglich nicht beabsichtigt war. Es zeigte sich jedoch auf dem Mittelwellenbereich eine empfangsschwache Zone zwischen 360 und 450 m, die durch Sperrwirkung der Langwellen-Oszillatorspule verursacht wurde; die Dämpfung des Langwellenteils durch Kurzschluß der Rückkopplungswicklung beseitigte die erwähnte Erscheinung, jedoch war gleichzeitig eine größere räumliche Entfernung zwischen den beiden Spulengruppen erforderlich. Diese aufgetretenen Fehler werden deshalb ausführlich behandelt, weil der Bastler dadurch in der Lage ist, in ähnlichen Fällen Rückschlüsse zu ziehen.

Die Schwund-Regelung erfolgt wie üblich von dem Belastungswiderstand der Zweipolröhre aus und berücksichtigt in der Schaltung besonders die Abstimmverhältnisse des Eingangs-Bandfilters und des hiermit auf Gleichlauf gebrachten 3. Vorkreises. Da nämlich der Abstimmbereich der beiden ersten Kreise durch den Bandfilter-Kopplungskondensator C_{10} verkürzt wird, muß auch der Abstimmbereich des 3. Kreises durch eine gleich große Kapazität (C_{12}) begrenzt werden. Die beiden genannten Kapazitäten sind jedoch zu klein, um sie gleichzeitig als Zeitkonstantenglieder für die Regelung heranzuziehen. Außerdem ist die doppelte Siebung der Regelspannung zur Vermeidung von unerwünschten Rückkopplungen zweckmäßig. Die Regelung der Zwischenfrequenzröhre, die sich unmittelbar vor dem Gleichrichter befindet, darf nur in geringen Grenzen erfolgen, um eine gute Wiedergabe zu gewährleisten. Es ist daher ein

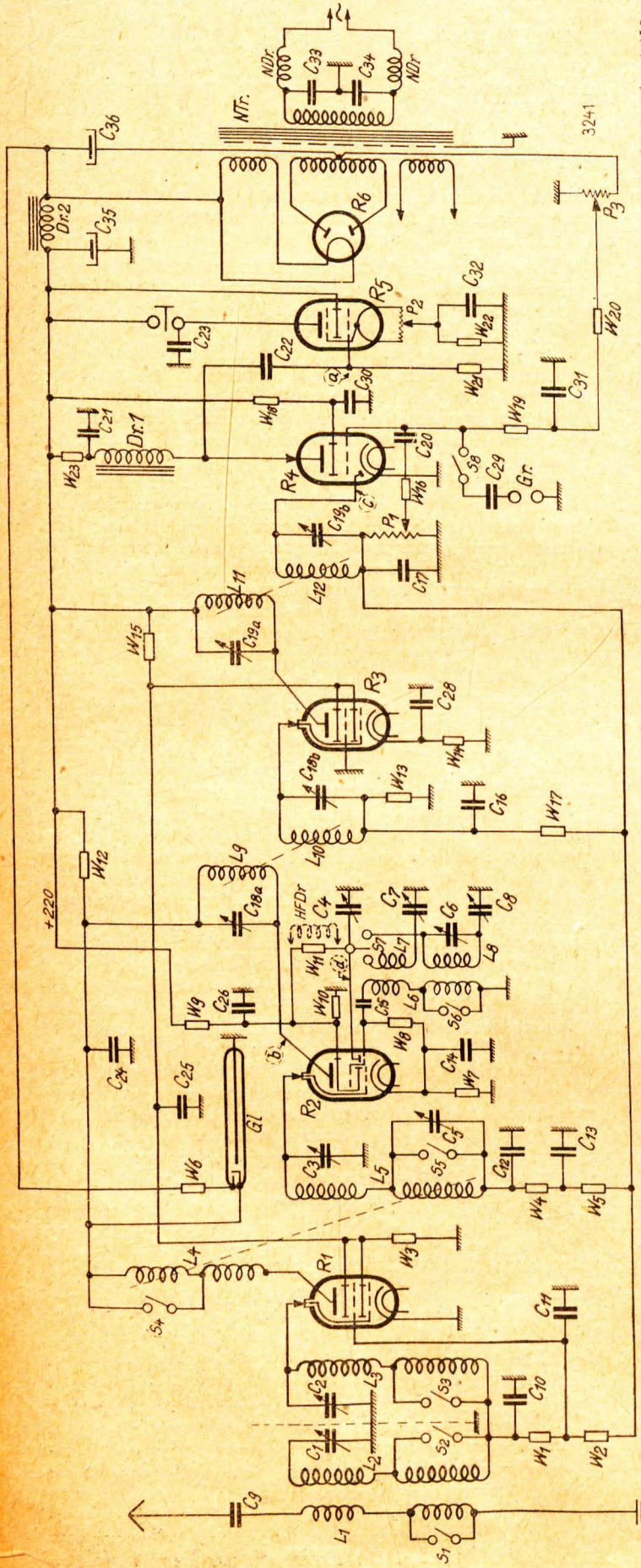


Abb. 1. Schaltbild des Fünfröhren-Superhets

Spannungsteiler vorgesehen, durch dessen Verhältnis das Maß der Regelung bestimmt werden kann.

Die Resonanzröhre, auf deren einwandfreies Arbeiten wir besonderen Wert legen, liegt im Anodenkreis der Eingangs-Sechspol-Regelröhre und der Dreipol-Sechspol-Mischröhre, die den Widerstand W_{12} gemeinsam als Spannungsabfall-Widerstand haben. Die Sechspol-Regelröhre im Zwischenfrequenzteil wird in den Anzeige-Stromkreis nicht eingeschlossen, da ihre amplitudenmäßige Beeinflussung des Anodenstroms gering ist.

Niederfrequenzmäßig bietet die Schaltung nur in der Lautstärkeregelung eine gewisse Abweichung. Sie erfolgt an dem gleichzeitig als Belastungswiderstand vorgesehenen Spannungsteiler P_1 über den üblichen Hochfrequenz-Sperrwiderstand W_{16}. Die Anschaltung der Abtastdose kann hierbei nicht vor dem Regler vorgenommen werden; der Schallplattenanschluß führt vielmehr direkt zum Niederfrequenzgitter der Verbundröhre. Soll der Anschluß vor dem Regler erfolgen, so ist der Gleichrichter (Zweipolröhre) durch einen Umschalter von dem Dreh-Spannungsteiler abzuschalten und dafür die Abtastdose heranzuführen.

Die Gittervorspannung wird als Spannungsabfall an einem Widerstand in der Minus-Leitung des Gleichrichters gewonnen, von dem die Höhe der benötigten Spannung durch einen Schleifer abgegriffen wird. Im Anodenkreis der Verbundröhre liegt eine Niederfrequenzdrossel hoher Selbstinduktion. Dadurch läßt sich eine höhere Niederfrequenzverstärkung erzielen und gleichzeitig eine gewisse Bevorzugung der hohen Frequenzen, die bei einem derart trennscharfen Gerät anzustreben ist. Wird besonderer Wert auf einseitige Bevorzugung tiefer Frequenzen gelegt, so kann an die Stelle der Drossel ein Hochohmwiderstand in der Größenordnung von 50 kΩ treten; jedoch ist eine gewisse Lautstärkenverminderung in Kauf zu nehmen.

Aufbau-Gestaltung

Das vorliegende Gerät sieht den Selbstbau sämtlicher Spulen und Hochfrequenztransformatoren vor, was jedoch keineswegs die Verwendung industrieller Transformatoren ausschließt. Überlegen muß man sich allerdings vorher, ob sich die für den Nachbau ausersehenen Spulen der Schaltung in der Bandfilterspule anpassen. Es kann nämlich vorkommen, daß der Bandfilterwiderstand W_1 herstellungsmäßig an dem Abschirmkörper liegt oder daß andererseits die Antennenspule mit dem Ende der Gitterspule zusammen herausgeführt wird. Auf jeden Fall muß man sich vorher über die Art der Wellenumschaltung an fertigen Spulen Klarheit verschaffen.

Ein hochfrequenzmäßig günstiger Aufbau bezweckt in erster Linie, daß alle zusammengehörenden Abstimmelemente einschließlich ihrer Umschalter möglichst eng zusammenliegen. Als Schalter dient daher ein besonders zusammengestellter Nockenschalter, wobei die Schalter gruppenweise so angeordnet sind, daß die einzelnen Kontakteinheiten unmittelbar an den Spulenzuführungen liegen. Der Abstimmkondensator, eine Viergangausführung, ist unterhalb des Metallgestells angebracht, damit oberhalb des Gestells ein freier Raum für den später an dieser Stelle vorgesehenen Lautsprecher bleibt. Es erhält zu diesem Zweck eine Art Kröpfung, d. h. es wird ein Stück in der Größe des Mehrfachkondensators an einer Seite herausgebogen und über dem eingelassenen Kondensator wieder zurückgebogen und an ihm befestigt. Die Lagerung des Kondensators gewinnt so außerordentlich an Sicherheit; außerdem sind die Statoranschlüsse bequem zugänglich. Abb. 2 zeigt den eingelassenen Mehrfachkondensator mit den leicht zugänglichen Abgleichtrimmern. Auf der gehobenen Platte über dem Kondensator befindet sich der Oszillator-Spulensatz. Er ist weit genug nach hinten versetzt, daß ein Einbau-Lautsprecher der heute üblichen Abmessungen vorn Platz

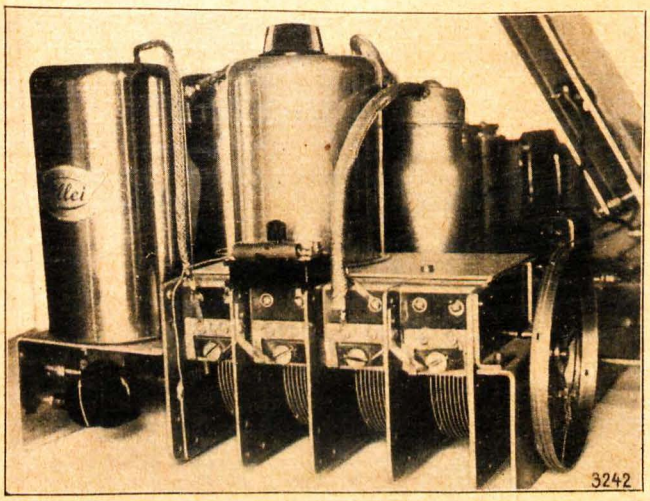


Abb. 2. Ansicht des Gestells von der linken Seite

finden kann. Sämtliche Hochfrequenzspulensätze sind abgeschirmt und oberhalb des Gestells eingebaut, ebenso der erste Zwischenfrequenzsatz. Der zweite Zwischenfrequenztransformator ist unterhalb des Zwischenbodens angebracht und erhält keine besondere Abschirmung. Eine Schwingneigung ist in der letzten Stufe nicht zu befürchten, und die Aufnahme von Störsendern kann keinerlei Einfluß ausüben, da jede erforderliche Verstärkung fehlt.

Herstellung der Spulen

Die technischen Daten für die benötigten Spulen sind folgende:

1.	Bandfilter-Antennentransformator	200 — 600, 800 — 2000 m
2.	Bandfilter-Gitterspule	200 — 600, 800 — 2000 m
3.	Mischtransformator	200 — 600, 800 — 2000 m
4.	Überlagerer-Transformator	153 — 320, 365 — 510 m
5.	Zwischenfrequenz-Transformator	680 m = 440 kHz

Der Aufbau und die Wickeldaten gehen aus den Abb. 4, 5, 6 und 7 eindeutig hervor. Als Wickelkörper verwenden wir für die Spulen 1 bis 3 (Abb. 4) Hartpapierkörper, die für die Langwellenwicklung mit Schlitzen zur Ausführung einer Sternwicklung versehen sind. Für die Wicklung ist Hochfrequenzlitze $20 \times 0{,}05$ Lack-Seidenisolation vorgesehen, und zwar für beide Wellenbereiche. Es ist natürlich möglich, für den Langwellenbereich an Stelle der Litze gewöhnlichen Draht zu verwenden, wobei die Windungszahlen im Langwellenteil um 24 Windungen zu verringern sind. Die Anschlußenden der Spulen werden frei aus dem Metallboden herausgeführt, die gleichzeitig die Fassung für die abnehmbare Abschirmhaube bildet. Es empfiehlt sich, die Anschlüsse durch Überziehen mit farbigem Rüschrohr vorher eindeutig zu kennzeichnen und nicht die dünnen Litzen

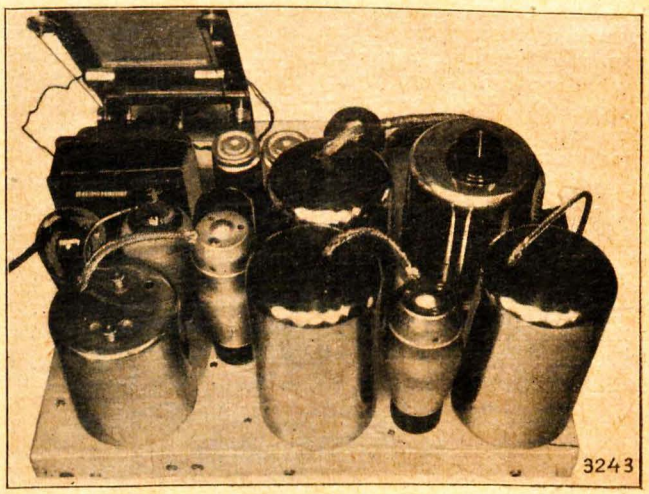


Abb. 3. Draufsicht auf den Empfänger. Im Hintergrund links die Abstimmskala mit dem Glimmlichtzeiger zwischen den Seilführungen

selbst herauszuführen. Zweckmäßig verfährt man so, daß man für die Anschlüsse 1 mm-Schaltdraht verwendet, der an dem Wickelkörper ebenso wie Anfang und Ende der Wicklung festgelegt und hierauf mit den Spulenenden verlötet wird. Die oben am Wickelkörper angebrachte Lötöse ist für die Herausführung der Gitterleitung aus dem Abschirmbecher bestimmt. Die Gitterleitung wird abgeschirmt aus dem Abschirmbecher geführt und erhält später Abschirmkappen für die Röhren (vgl. Abb. 3). Da das Panzerkabel mit dem Abschirmbecher eine zuverlässige

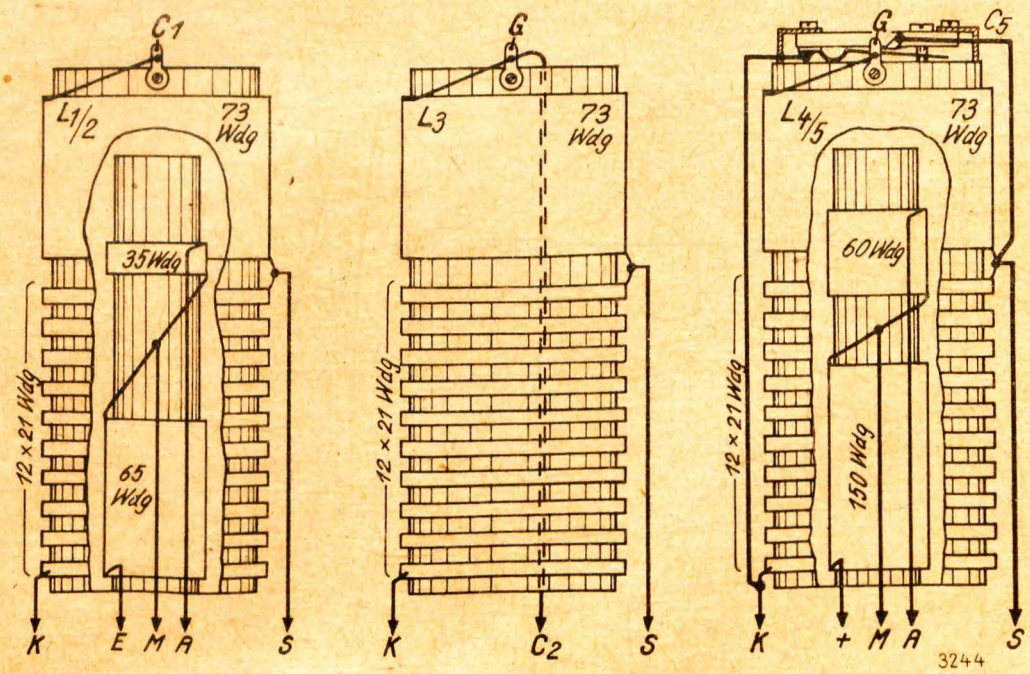


Abb. 4. Wickelschema für die HF-Spulensätze

Erdverbindung eingehen muß, die Kupfertöpfe sich aber schwer löten lassen, befestigt man neben dem heraufgeführten Panzerkabel am besten eine Lötöse, die nachher leicht an das Panzerkabel gelötet werden kann. — Die Antennen- und Anodenwicklungen in den Spulen L_2 und L_5 dürfen von der räumlichen Anordnung nach Abb. 4 nicht erheblich abweichen, da sich damit die günstigsten Ergebnisse erzielen ließen.

Die Wickeldaten sollten genauestens eingehalten werden, damit sich eine besondere Abgleichung der Langwellenwicklung erübrigt. Am besten gelingt das, wenn die Selbstinduktion durch eine elektrische Abgleich-Meßvorrichtung kontrolliert wird. Für die Spule L_5 ist jedoch für alle Fälle eine Ausgleich-Vorrichtung angezeigt, die zweckmäßig über dem Wickelkörper anzubringen ist, damit durch eine Bohrung im Abschirmtopf die Abgleichschraube leicht zugänglich ist.

Abb. 5 zeigt den Aufbau des Überlagerer-Spulensatzes, bei dem aus praktischen Gründen von der Zylinderspulenform abgegangen wurde; die kleinen Honigwabenspulen erlauben eine bequeme Einstellung des günstigsten Kopplungsgrades, was für die gute Arbeitsweise des Überlagerers ausschlaggebend ist. Die Abgleichtrimmer sind wie folgt verteilt: Für den Mittelwellenbereich wird der Paralleltrimmer auf dem Mehrfachkondensator C_4 benützt, für

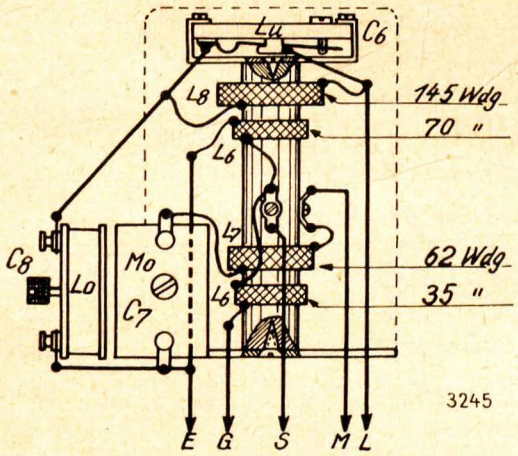


Abb. 5. Der Spulensatz mit Abgleich-Elementen für den Überlagerer

Langwellen befindet sich die Parallelkorrektur oben in der Abschirmhaube des Spulensatzes. In den Abb. 2, 3 und 9 ist der Langwellentrimmer an dem Drehknopf auf dem Überlagerer sichtbar. Natürlich kann der an dieser Stelle vorgesehene Drehkondensator auch durch einen Quetschkondensator ersetzt werden. Die Verkürzungskondensatoren C_7 und C_8 sind außerhalb des Spulentopfes, jedoch oberhalb des Zwischenbodens angeordnet. Verwendet werden hierfür Schraubkondensatoren hoher Kapazität (500 und 750 cm), die durch einen feinen Gewindegang eine leichte Einstellung und Stabilität der Abgleichung gewährleisten. Da sich sämtliche Einstellschrauben auf Masse-Potential befinden, ist die Einstellung durch metallische Schraubenzieher möglich.

Der Aufbau des Zwischenfrequenz-Transformators I geht aus Abb. 6 hervor. Auch hier ist die Verwendung der Wabenspulen angebracht, damit die erforderliche räumliche Entfernung praktisch durchführbar ist. Metallscheiben zwischen den Spulen werden nicht verwendet, dafür sind ein hoher Abschirmbecher und eine große Entfernung der Spulen vorgesehen. Man muß jedoch auf einen genügend freien Raum ober- bzw. unterhalb der Spulen achten, damit dadurch nicht unerwünschte Dämpfungen eintreten. Auch der Durchmesser des Abschirmzylinders ist zwecks Vermeidung zusätzlicher Dämpfungen besonders groß (80 mm) gewählt worden. Als Körper für die Spulen ist ein Stück Rundholz zu verwenden, das an eine Metallschiene geschraubt wird. Die Metallschiene erhält die gleichen Bohrungen wie der Zweifach-Trimmmer (C_{18a} / C_{18b}); Schiene und Trimmer werden der Abb. 6 entsprechend durch zwei Gewindebolzen im vorgeschriebenen Abstand zusammengehalten. Der zugehörige Abschirmbecher erhält ebenfalls Bohrungen im Abstand

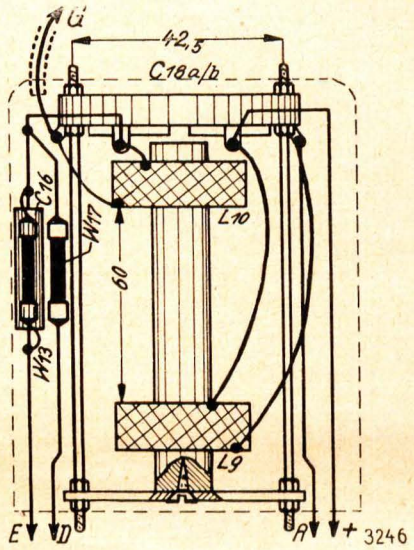


Abb. 6. Aufbauschema für den ZF-Transformator I Die Abschirmhaube ist gestrichelt angedeutet

der Gewindebolzen, ebenso das Gestell an der Stelle, an der die Befestigung erfolgen soll; die Montage ist daher sehr leicht vorzunehmen. Der Abschirmbecher muß jedoch noch zwei Bohrungen für die Einstellschrauben der Trimmer und eine Bohrung für das Abschirmkabel der Gitterleitung erhalten.

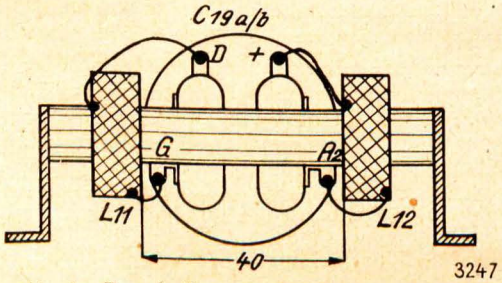


Abb. 7. Der Aufbau des ZF-Transformators II

Die Zusammenstellung des Zwischenfrequenz-Transformators II nach Abb. 7 erfolgt ebenfalls auf einem Rundholzkörper mit zwei Befestigungswinkeln. Die Befestigung des Spulensatzes unterhalb des Zwischenbodens und die Anbringung des Zweifach-Trimmers C_{19a}/C_{19b} an der Gestellrückseite mit den erforderlichen Bohrungen für die Einstellschrauben werden an Hand von Abb. 8 bewirkt.

Der Zusammenbau

Nach der Herstellung der Spulensätze kann der Aufbau der Einzelteile auf dem Gestell begonnen werden; wir nehmen ihn an Hand der Abb. 8 und der Aufnahmen Abb. 2 und 3 vor. Eine Aufbauskizze oberhalb des Gestells wird nicht gegegeben, da der Bastler in vielen Fällen doch andere Teile oder eine andere Raumverteilung vornimmt. Im übrigen geht aber die Lage der Einzelteile auf dem Gestell schon daraus hervor, wenn die in Abb. 8 gezeigten Teile untergebracht sind. Die Gleichrichterröhre findet ihren Platz über dem Netztransformator, auf dem wir eine kleine Hartpapierplatte befestigen.

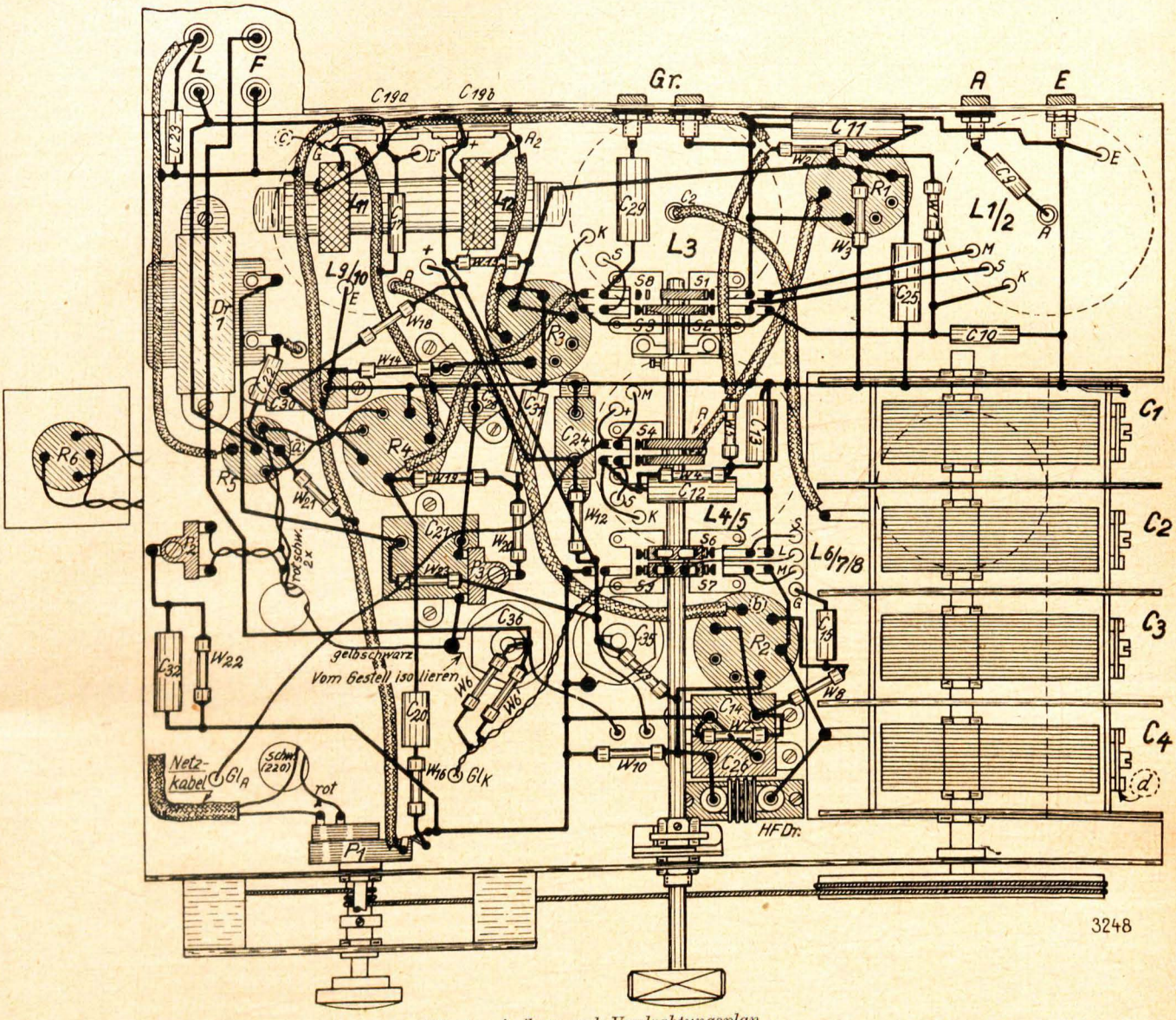


Abb. 8. Aufbau und Verdrahtungsplan

Die Abstimmskala

Hinsichtlich des Aufbaues der selbsttätig anzeigenden Abstimmskala wird auf die Abb. 8 des Aufsatzes „Skalen mit selbsttätiger Senderanzeige“ [1]) hingewiesen und auf die dort gemachten näheren Angaben. Die benötigten Zeigerröhren sind als Spezialtyp erhältlich und besitzen die Abmessungen: 13 mm ⌀ × 130 mm Länge. Abzüglich der 2×25 mm Anschlußkappe erhalten wir eine Nutzfläche von 80 mm Länge für die gesamte Lichtsäule. Für die Mittelwellen ist eine Lichtsäule von 50 mm, für die Langwellen eine Glimmbedeckung von 30 mm vorgesehen. Die Entfernung „*a*“ in Abb. 8 des oben erwähnten Artikels beträgt ca. 90 mm und der Eichweg „*l*“ ca. 175 mm bei einem Durchmesser der Kondensator-Trommel von 110 mm.

Die Umschaltung der Leuchtrichtung erfolgt mit dem Wellenschalter nach Abb. 10, so daß nur ein zweipoliger Umschalter erforderlich ist. Die Hilfsspannung liegt selbsttätig stets an der gegenüberliegenden Kathode, die augenblicklich frei ist. Der Kurzschluß der Hilfsspannung über den Vorwiderstand von 1 MΩ kann unbedenklich vorgenommen werden. In dem Verdrahtungsplan Abb. 8 erkennen wir die beiden Vorwiderstände in W_6 und W_6'.

Selbstverständlich kann an Stelle der vorgesehenen Sonderskala auch jede andere im Handel befindliche Ausführung in dem beschriebenen Gerät zur Verwendung kommen. Dann

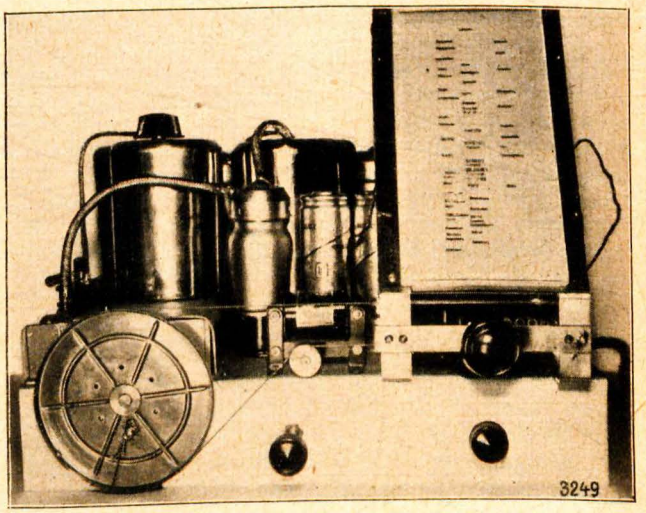
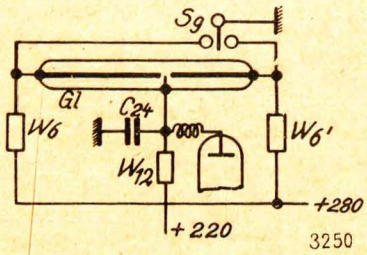


Abb. 9. Ansicht des Superhets mit selbsttätig anzeigender Senderskala

[1]) „Funk“ 1935, Heft 24.

wird sich trotzdem der Einbau einer Abstimmröhre empfehlen, die dann einfach nach Abb. 1 zu schalten ist. — Die Bemessung der Glimmlampen-Vorwiderstände ist im einzelnen empirisch zu ermitteln, da beim Nachbau des Empfängers Abweichungen in den Gleichspannungsverhältnissen unvermeidlich sind und auch Unterschiede zwischen den verschiedenen Glimmröhren ausgeglichen werden müssen.



3250

Abb. 10
Die Umschaltung der Leuchtrichtung an der Zeigerröhre

Die Inbetriebnahme

Wollte man behaupten, daß ein nach den gegebenen „Rezepten" nachgebauter Empfänger, vor allem ein solcher mit selbstgebauten Spulen, Zwischenfrequenzsätzen usw., sofort arbeiten müßte, wenn er in seiner Gesamtheit in Betrieb gesetzt wird, würde man sich einer großen Enttäuschung aussetzen. Es besteht andererseits die Gefahr, daß man nie die bestmögliche Leistung des Superhets erzielt. Wenn es sich aus praktischen Gründen empfiehlt, den mechanischen Aufbau und die Verdrahtung im Ganzen vorzunehmen, so ist es in elektrischer Hinsicht angebracht, bei der Inbetriebnahme etappenmäßig vorzugehen. Wir beginnen zweckmäßig mit der Endstufe, und zwar stellen wir eine elektrische Schallplatten-Einrichtung bereit; im Notfall genügt ein Kopfhörer. Die Abtastdose legen wir zur Prüfung der Endstufe einmal an die Erdklemme des Empfängers, andererseits an das Gitter der Endröhre (Punkt *a* in Abb. 8). Die Verstärkung ist zwar gering, trotzdem werden wir die einwandfreie Funktion der Endstufe abschätzen können. Daraufhin prüfen wir die Schallplattenverstärkung an dem Anschluß „Gr", nachdem auch der Wellenschalter in die richtige Stellung gebracht wurde. Tritt ein Fehler auf, so wird es bei dieser Begrenzung des Fehlerortes leicht sein, den Mangel zu erkennen und abzustellen.

Bei dieser Gelegenheit erfolgt die Einstellung der Gittervorspannung für die Verbundröhre an dem Spannungsteiler P_3, bis eine unverzerrte Wiedergabe erreicht ist. Eine Nachstellung von P_3 kann später beim Rundfunkempfang erfolgen; zunächst wird aber der Zweck verfolgt, die Arbeitsweise der Niederfrequenzverstärkung sicherzustellen.

Die Einstellung der Hochfrequenzkreise bei der Inbetriebnahme der jetzt folgenden Stufen wird am besten mit einem behelfsmäßigen Abgleichsender vorgenommen. Jeder einkreisige Rückkopplungsempfänger ist hierzu geeignet, und es ist ratsam, die gegebenen Abgleichanweisungen genau zu befolgen. Vor der Abgleichung müssen wir jedoch die Anzeigelampe zum einwandfreien Arbeiten bringen. Zu diesem Zweck wird der Widerstand W_{12} vorläufig entfernt und die Vorwiderstände W_6 und W_6' (je nach Umschaltung) werden so bemessen, daß das Glimmlicht ca. 1 cm hoch ist. Ohne Antennen- und Erdanschluß wird jetzt der Widerstand W_{12} eingesetzt und solange durch Auswechseln verändert, bis die Lichtsäule das Ruhelicht von 1 cm k a u m übersteigt.

Zunächst gehen wir an die Abgleichung der Zwischenfrequenzstufen. Es ist leider nicht möglich, die letzte Stufe, den Gleichrichter, für sich in Betrieb zu nehmen und abzugleichen, da hierzu der Rückkopplungsempfänger zu wenig Leistung hergibt. Da die Zwischenfrequenzwelle von 680 m am Empfänger nicht hergestellt werden kann, benutzen wir zur Abgleichung die Harmonische und stellen auf dem Langwellenbereich des Hilfsempfängers den Sender Motala ein bzw. stimmen den Empfänger — gleichgültig ob Empfang vorhanden ist oder nicht — auf die Welle 1360 m ab. Die Rückkopplung wird bis zum sicheren Einsatz der Schwingungen eingedreht, so daß der Empfänger jetzt als Sender wirkt. Vorausgesetzt, daß wir es mit einem Einkreiser zu tun haben, führen wir die an diesem befindliche Antenne über einen Kondensator von 50 cm an das Gitter der Mischröhre (Gitterkappe) und leiten das Gitter mit einem Widerstand von 100 bis 300 kΩ zur Erde ab. Wenn der Empfänger sich durch die Entfernung der Antenne nicht erheblich verstimmt, ist es selbstverständlich besser, nur eine Verbindung vom Empfänger zum Gitter der ACH1 herzustellen, die Fehlabgleichungen durch direkte Aufnahme von Sendern aus der Antenne verhindert. Da der Sender nicht moduliert ist (er ist moduliert, wenn eine Antenne verwendet wird und der Sender Motala zu empfangen ist), kann die Einstellung der Trimmer von $C_{18}a/b$ und $C_{19}a/b$ nur nach der Resonanzröhre erfolgen. Die Abgleichung beginnt man vorteilhaft am Zwischenfrequenztransformator I und stellt der Reihe nach alle Trimmer mehrmals ein, um eine möglichst hohe Glimmsäule zu erzielen. Schließlich kontrolliert man, ob die Abgleichung auch auf dem gewünschten Sender erfolgte, indem man die Abstimmung des Hilfssenders verändert und bei der Glimmröhre eine Abstimmkurve erhält, deren Spitze sich auf der ursprünglichen Einstellung des Rückkopplungsempfängers befinden muß.

Obwohl die Abgleichung der Hochfrequenzstufen die geringsten Schwierigkeiten verursacht, ist es angebracht, die Vorstufen vorerst als Geradeausempfänger in Betrieb zu nehmen und eine vorläufige Abstimmung auf Gleichlauf durchzuführen. Am einfachsten und ohne große Veränderungen an den bestehenden Schaltungen ist die Überbrückung der Anode der Mischröhre (Punkt *b* in Abb. 8) mit der Anode der Zweipolröhre (Punkt *c*) durch einen Kondensator von ca. 100 cm. Die bestehenden anderweitigen Verbindungen an diesen Punkten bleiben unverändert, lediglich die Gitterkappe von der ersten Zwischenfrequenzröhre (R_3) wird abgenommen und der Überlagererkondensator (Punkt *d*) mit einem Kondensator von 50 000 cm gegen Erde überbrückt, der als hochfrequenter Kurzschluß wirken soll. Die Kreise C_1, C_2 und C_3 lassen sich daraufhin an Hand des Fernempfangs oder wieder unter Zuhilfenahme des Rückkopplungsempfängers abgleichen, wobei wir eine Abgleichung des Mittelwellenbereichs in der Gegend um 250 m (Frankfurt) durchführen. Auch in dieser Schaltung kann die Glimmlampe ohne weiteres als Indikator verwendet werden, so daß die Abgleichung trotz der primitiven Mittel bei einiger Geschicklichkeit als zuverlässig anzusehen ist. Es ist vorteilhaft, sich bereits jetzt für einige Sender Marken auf der Abstimmskala anzubringen, an denen später der Gleichlauf mit dem Überlagerer kontrolliert werden kann. Die obige Abgleichung ging bei der Wellenschalterstellung „Mittelwellen" vor sich; die Abgleichung in der Stellung „Langwellen" nehmen wir etwa auf dem Sender Kalundborg an dem Trimmer C_5 für den Mischkreis vor. Auf jeden Fall müssen wir bei der provisorischen Schaltung einen Empfang auf beiden Wellenbereichen — wenn auch nur leise — feststellen, ehe die endgültige Inbetriebnahme erfolgen kann.

Für die schwierigste Arbeit, die wir uns mit der Abgleichung des Überlagerers vorbehalten haben, können wir jetzt immerhin folgendes voraussetzen: 1. Die Hochfrequenz-Empfangskreise sind betriebsfähig und abgeglichen. 2. Die Zwischenfrequenzverstärkung arbeitet und befindet sich auf der richtigen Zwischenfrequenz. Die jeweilige Überlagererfrequenz bildet die Differenz zwischen beiden; ein auftretender Fehler bleibt mithin innerhalb gewisser Grenzen auf den Überlagerer beschränkt. Wir wollen aber noch vorsichtiger sein und auch den Überlagerer zunächst soweit abgleichen, wie das mit unseren Mitteln praktisch möglich ist. Der Überlagerer ist ein Hilfssender, der Schwingungen erzeugt, die wir mit unserem Rückkopplungsempfänger feststellen können, womit wir jetzt einmal den umgekehrten

Weg beschreiten. Laut unseren obigen Angaben muß der Überlagerer für den Mittelwellenbereich die Welle 153 m bis 320 m bestreichen; 153 m können wir leider nicht mit unserem Hilfsempfänger aufnehmen, wohl aber die Endstellung 320 m. Wir gehen daher mit unserem Einkreiser auf Empfang und versuchen den Sender Breslau zu empfangen evtl. nur anzupfeifen. Die Antenne führen wir zugleich an den Punkt b (Abb. 8) zur Anode der Mischröhre, und zwar über einen Kondensator von ca. 100 cm. Den Trimmer von C_4 stellen wir so ein, daß er drei Drehungen vor der Endstellung liegt, und drehen nun den Mehrfachkondensator voll ein. Nunmehr betätigen wir den Trimmer C_7, bis der schwingend eingestellte Empfänger von einem Pfeifen überlagert wird, das sich mit der Einstellung an C_7 verändert. Die Bedingungen für eine Übereinstimmung aller Hochfrequenz-, Zwischenfrequenz- und Überlagerkreise wären damit im oberen Abstimmbereich für die Mittelwellen erfüllt, so daß ein Empfang zu erwarten ist. Dasselbe kann später für die Langwellen ausgeführt werden, wo es möglich ist, beide Trimmer, C_6 und C_8, einzustellen; vorher muß jedoch eine Abgleichung von C_4 für den Mittelwellenbereich durchgeführt sein.

Die Abgleichung des Überlagerers kann jetzt bei angeschlossener Antenne und Erde nach zuverlässigen Fernsendern erfolgen. Als unterster Abgleichpunkt empfiehlt sich wiederum die Stellung 250 m, d. h. ungefähr der Sender Frankfurt. Hatten wir uns die 250-m-Welle bei der Abgleichung der Hochfrequenz-Kreise markiert, so nehmen wir jetzt die gleiche Einstellung vor und drehen den Trimmer C_4 solange, bis der Sender Frankfurt erscheint. Der Sender wird sich einfach finden lassen, da er bei den drei Vorkreisen absolut der lautstärkste sein wird. Die Abgleichung an C_7 muß am Abstimmkondensator in der Gegend von Prag korrigiert werden, wobei man unter Beobachtung des Glimmlichtes auch die Abstimmung geringfügig nachstellt, bis ein endgültiges Maximum erreicht wird. Die Einstellung von C_7 erfordert wiederum eine Korrektur von C_4 auf dem Sender Frankfurt, bis größere Abweichungen bei der Einstellung der Trimmer nicht mehr auftreten. Die letzte Einstellung erfolgt stets durch C_4, wobei zugleich die Trimmer C_1 bis C_3 nachgestimmt werden. Anschließend kann auf dem gleichen Sender eine Nachgleichung der Zwischenfrequenz-Transformatoren auf größten Ausschlag des Resonanzzeigers erfolgen. Der Langwellenteil ist analog den gegebenen Anweisungen an den Trimmern C_6 und C_8 für den Überlagerer und an C_5 für den Vorkreis abzustimmen; eine verstimmende Rückwirkung auf die Mittelwellen findet nicht statt.

Nach der feststehenden Abgleichung kann die Eichung der Abstimmskala vorgenommen werden, die in der früheren Beschreibung[1]) nachzulesen ist. Beim Einbau in ein Gehäuse wird der Lautsprecher links neben der Skala (vgl. den freien Raum in Abb. 9) angeordnet.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 1	Größe
1	3	Spulen-Einzelteile, bestehend aus: Sternspulenkörper mit zwölf Schlitzen, Unterteil ohne Anschluß-Schrauben, Abschirmhaube, HF-Litze 20 × 0,05 mm	$L_1 \div L_5$	
2	4	kleine Honigwabenspulen mit HF-Litze	$L_6 \div L_8$	
3	4	desgl. mit 250 Wdg.	$L_9 \div L_{12}$	
4	2	Abschirmhauben		80 ⌀ × 110 mm
5	1	Hochfrequenzdrossel 2000 m	*HF-Dr*	
6	1	Viergang-Drehkondensator	$C_1 \div C_4$	4 × 500 cm
7	2	Trimmer auf Calitplatte	C_5, C_6	0 ÷ 80 cm
8	1	Varioblock	C_7	max. 750 cm
9	1	desgl.	C_8	max. 500 cm
10	2	Zweifach-Trimmer	$C_{18a/b}$, $C_{19a/b}$	0 ÷ 80 cm
11	2	Wickelkondensatoren (Glimmer)	C_9, C_{17}	100 cm
12	3	Wickelkondensatoren, 1500 Volt	C_{10}, C_{12}, C_{20}	20000 cm
13	5	desgl.	C_{11}, C_{13}, C_{22}, C_{29}	50000 cm
14	1	desgl., Glimmer	C_{15}	50 cm
15	1	Wickelkondensator 1500 Volt	C_{23}	5000 cm
16	2	desgl.	C_{33}, C_{34}	10000 cm
17	1	Becherkondensator 1000 Volt	C_{21}	2 µF
18	5	desgl.	C_{14}, C_{24}, C_{26}, C_{28}, C_{30}	0,5 µF
19	1	desgl.	C_{25}	0,1 µF
20	2	Elektrolytkondensatoren 35 Volt	C_{31}, C_{32}	25 µF
21	1	desgl. 450 Volt	C_{35}	8 µF
22	1	desgl. 450 Volt	C_{36}	16 µF
23	6	Hochohmwiderstände 0,5 Watt	W_1, W_2, W_4, W_5, W_{18}, W_{21}	0,5 MΩ
24	2	desgl. 1 Watt	W_3, W_{10}	50 kΩ
25	3	desgl. 0,5 Watt	W_6, W_6', W_{19}	1 MΩ
26	1	desgl. 0,5 Watt	W_7	300 Ω
27	1	desgl. 0,5 Watt	W_8	10 kΩ
28	2	desgl. 1 Watt	W_9, W_{15}	40 kΩ
29	1	desgl. 1 Watt	W_{11}	50 kΩ
30	2	desgl. 1 Watt	W_{12}, W_{23}	25 kΩ
31	1	desgl. 0,5 Watt	W_{13}	0,8 MΩ
32	2	desgl. 1 Watt	W_{14}, W_{22}	500 Ω
33	2	desgl. 0,5 Watt	W_{16}, W_{20}	0,2 MΩ
34	2	desgl. 0,5 Watt	W_{17}, W_{19}	2 MΩ
35	1	Dreh-Spannungsteiler mit Netzschalter	P_1	0,5 MΩ
36	2	Entbrummer	P_2, P_3	100 Ω
37	3	Schalter-Kontakteinheiten, einfach, mit Silberkontakten	$S_{1/2}$, $S_{3/8}$, $S_{4/5}$	
38	2	Umschalte-Kontakteinheiten mit Silberkontakten	$S_{6/7}$, S_9	
39	5	Schaltnocken doppelt		
40	1	Schaltnocke 1/6		
41	1	Trägerlager mit Gewindebuchse	Schalter-Bauteile	
42	1	einfaches Trägerlager		
43	1	Rastscheibe		
44	1	Rastfeder		
45	1	Achse 260 mm lang		
46	1	Stellring 5 mm ⌀		
47	1	Anschlagscheibe		
48	1	Niederfrequenzdrossel	*Dr 1*	
49	1	Netzdrossel in Serienschaltung	*Dr 2*	
50	1	Netztransformator	*NTr*	
51	1	kombinierte Netz-Hochfrequenzdrossel	*NDr*	
52	2	fünfpolige Röhrenfassungen		
53	4	siebenpolige Röhrenfassungen		
54	3	Gitterkappen für Röhren		
55	1	Stck. Aluminiumblech 370 × 390 mm		
56	1	Skalen-Zeigerröhre, Sondertyp	*GL*	
		Röhren:		
57	2	Sechspol-Regelröhren RENS 1234 bzw. X 4123	R_1, R_3	
58	1	Mischröhre ACH 1	R_2	
59	1	Verbundröhre RENS 1254 bzw. AN 4126	R_4	
60	1	Endröhre RES 964 bzw. L 496 D	R_5	
61	1	Gleichrichterröhre RGN 1064 bzw. G 1064	R_6	

Neue Pausenzeichen im Rundfunkbetrieb

Von **Dipl.-Ing. G. Guttwein**

Seit einigen Wochen benutzt der Reichssender Berlin als Pausenzeichen die Tonfolge c-g-e, gespielt von einem Förster-Elektrocord-Flügel. Bei der Einführung dieses Zeichens wurde mitgeteilt, daß die Wiedergabe auf einem neuen, von der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft geschaffenen Gerät erfolge, bei dem der Ton auf lichtelektrischem Wege erzeugt werde.

Wie sieht ein solches Gerät aus und wie arbeitet es? Im Prinzip ist die Wirkungsweise folgende: Das Pausenzeichenmotiv wird auf lichtelektrischem Wege auf eine Glasplatte aufgenommen und eine solche Platte in das Wiedergabe-Gerät eingesetzt. Hier wird der Tonträger abgespielt, und zwar in der Weise, daß nach jeder Wiedergabe eine Pause bestimmter Länge eintritt und danach der Abspielvorgang von neuem beginnt.

Wir wollen zunächst den Vorgang bei der Aufnahme einer Pausenzeichenplatte betrachten. In Abb. 1 ist die dazu notwendige Einrichtung dargestellt. Man erkennt ein Gerät, das einer sogenannten Wachsmaschine — d. h. einer Maschine, wie sie in der Rundfunk- und Schallplattentechnik zur Aufnahme von Wachsplatten benutzt wird — sehr ähnlich ist. Tatsächlich ist sie auch durch Umänderung einer solchen entstanden. Die aufzunehmende Platte wird auf den Plattenteller *T* gelegt. Es handelt sich dabei um eine kreisrunde Glasplatte von 30 cm Durchmesser und etwa 3 mm Dicke, die — genau wie eine normale Photoplatte — mit einer lichtempfindlichen Schicht versehen ist.

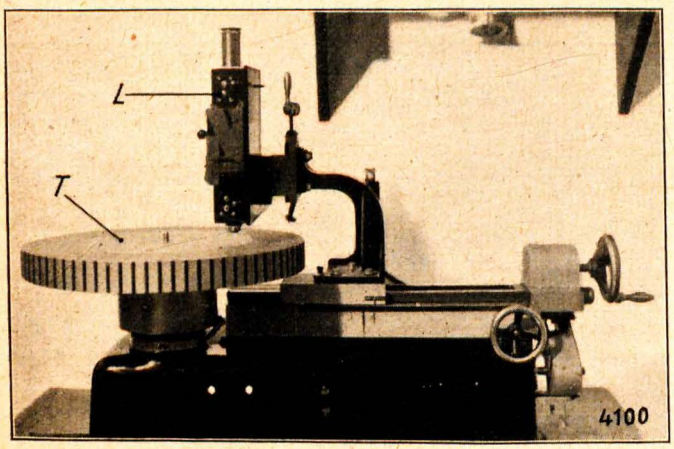


Abb. 1. Aufnahmegerät für die Pausenzeichen-Tonplatten

Auf diesen Tonträger muß nun die Modulation aufgezeichnet werden. Dazu dient das mit *L* bezeichnete Lichtsteuerorgan, der sogenannte „Lichthahn". In ihm wird das Licht einer Glühlampe durch einen Spiegel gesteuert, welcher auf einer durch den Modulationsstrom erregten schwingenden Saite sitzt. Der Vorgang entspricht fast genau dem der Aufnahme eines Tonfilms, nur daß bei der Filmaufnahme das Filmband ständig am ruhenden Lichtsteuerorgan vorbeiläuft, während hier Lichthahn und Platte bewegt werden. Der Plattenteller läuft mit normaler Schallplattengeschwindigkeit (78 Umdr./min) um, und der Lichthahn wird in radialer Richtung von innen nach außen über die Platte geführt. Es entsteht daher auf der Platte eine Tonaufzeichnung in Form einer Spirale — wie bei einer normalen Schallplatte. Nur ist bei der Schallplatte die Spiralsteigung sehr klein. Bei unserem Verfahren beträgt die Tonspurbreite dagegen 2,4 mm, es muß also eine wesentlich höhere Spiralsteigung angewendet werden. Wir können dementsprechend auch weniger Windungen auf der 30-cm-Platte unterbringen, d. h. die Spieldauer ist geringer. Man erhält eine Wiedergabezeit von 10 Sekunden, wenn man die Aufzeichnung nur in dem Gebiet zwischen den Radien 10 cm und 14 cm vornimmt. Für Pausenzeichenzwecke ist diese Zeit ausreichend.

In Abb. 2 ist ein Ausschnitt aus einer solchen Tonaufzeichnung dargestellt. Man erkennt die mit einem gewissen Zwischenraum aufeinanderfolgenden Windungen der Tonspirale und die aufgezeichnete Modulation, die sich durch eine Folge von dunklen und hellen Querlinien ausdrückt.

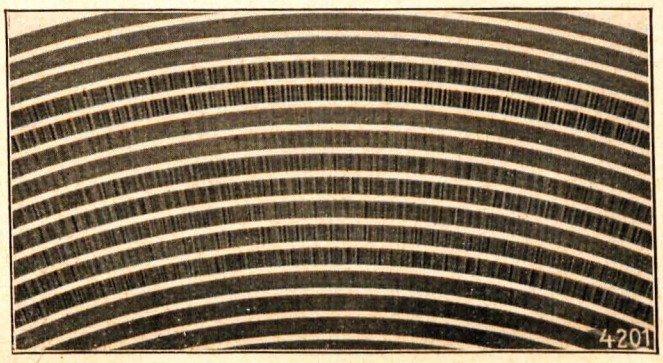


Abb. 2. Ausschnitt aus einer Pausenzeichen-Platte

Was hat man zu tun, um diesen Tonträger abzuspielen? Man muß die Schicht durchleuchten und den auf diese Weise gesteuerten Lichtstrom auf eine Photozelle wirken lassen. Die naheliegendste Bauart eines dazu geeigneten Gerätes wäre folgende: Man schafft eine Einrichtung, bestehend aus Lampe mit dazugehöriger Optik und Photozelle, und sorgt dafür, daß sie mit einer bestimmten Geschwindigkeit, die sich aus der Steigung der aufgezeichneten Spirale ergibt, radial über die rotierende Platte geführt wird. Für ein Pausenzeichengerät kommt eine weitere Bedingung hinzu: Wenn der Tonträger einmal abgespielt ist, das Abtastorgan beim Lauf über die Platte also außen angekommen ist, muß es wieder nach innen geführt werden, um zum nächsten Abspielvorgang bereit zu sein, welcher nach einer gewissen Pause einsetzen muß. Bei der Rückführung darf eine Tonwiedergabe nicht eintreten. Die Ausführung eines Gerätes, das den Abtastvorgang in der beschriebenen Weise durchführt, würde großen mechanischen Aufwand erfordern, und eine betriebssichere Gestaltung wäre wegen des komplizierten Aufbaues schwierig.

Es gibt aber eine andere Möglichkeit zur ununterbrochenen Abtastung solcher Lichttonaufzeichnungen. Sie gestattet einen ungleich einfacheren mechanischen Aufbau, und sie ist deshalb bei den Pausenzeichengeräten angewendet worden. Die Prinzipsskizze des Gerätes ist in Abb. 3 gegeben. *P* ist die Glasplatte mit der Tonschrift. Sie wird durch den Synchron-Motor *M* über die Achse *A* in Drehung versetzt und von dem Licht der Tonlampe *L* durchleuchtet. Die Optik ist so eingerichtet, daß von der Lampe über den Spiegel *Sp* ein Spaltbild von 40 mm Länge und 25μ Breite auf der Platte abgebildet wird. Dieses Spaltbild liegt zwischen den Radien 10 cm und 14 cm, d. h. es bestreicht das ganze für die Tonaufzeichnung benutzte Gebiet. Auch die Photozelle *Z* mit einer optisch wirksamen Länge von 40 mm erfaßt dieses Gebiet. Sie sitzt unmittelbar über *P*.

Mit der oben beschriebenen Anordnung könnte man die Platte noch nicht einwandfrei abspielen, denn es würden alle Spuren gleichzeitig durchleuchtet werden. Es ist aber erforderlich, die spiralförmige Tonspur Windung für Windung abzutasten, entsprechend dem Vorgang bei der Aufnahme. Diese Wirkung läßt sich erzielen, wenn man eine

Blende *B* in den Strahlengang einfügt. Sie gibt jeweils das Licht nur für die gerade abzutastende Tonspur frei und deckt alle anderen ab. *B* ist eine runde Blechscheibe von 30 cm Durchmesser, in die drei Schlitze *S* eingeschnitten sind. Die Form der Schlitze geht aus Abb. 3 hervor. *B* läuft langsam unterhalb *P* um. Ihr Antrieb erfolgt von der Achse *A* über das Zahnradvorgelege *D*. Die Blendenachse *C* ist hohl, damit sich Achse *A* darin drehen kann. Steht ein Schlitz so, daß sein Anfang (*a*) im Lichtspalt liegt, so wird der Beginn des auf *P* aufgenommenen Zeichens durchleuchtet. *S* bewegt sich nun ständig mit einer solchen Geschwindigkeit, daß der hindurchgelassene Lichtspalt genau der auf *P* aufgezeichneten Tonspirale folgt. Die Form von *S* ergibt sich aus der Plattengeschwindigkeit, der Spiralsteigung und der Blendengeschwindigkeit. Wenn sich das Ende des Schlitzes *S* (in Abb. 3 mit *b* bezeichnet) über den Lichtspalt hinweggedreht hat, kann *P* nicht mehr belichtet werden, d. h. es tritt eine Pause in der Wiedergabe ein. Sie dauert solange, bis sich *B* so weit gedreht hat, daß der Anfang des 2. Schlitzes in den Lichtspalt eintritt. Jetzt beginnt der Abspielvorgang von neuem, dann folgt abermals eine Pause und so fort. Die Untersetzung zwischen Blendenachse und Plattenachse ist 60 : 1. Nach ein Drittel Drehung von *B* hat also die Platte genau 20 Umdrehungen ausgeführt, d. h. jeder Schlitz beginnt den Abtastvorgang an der gleichen Stelle von *P*.

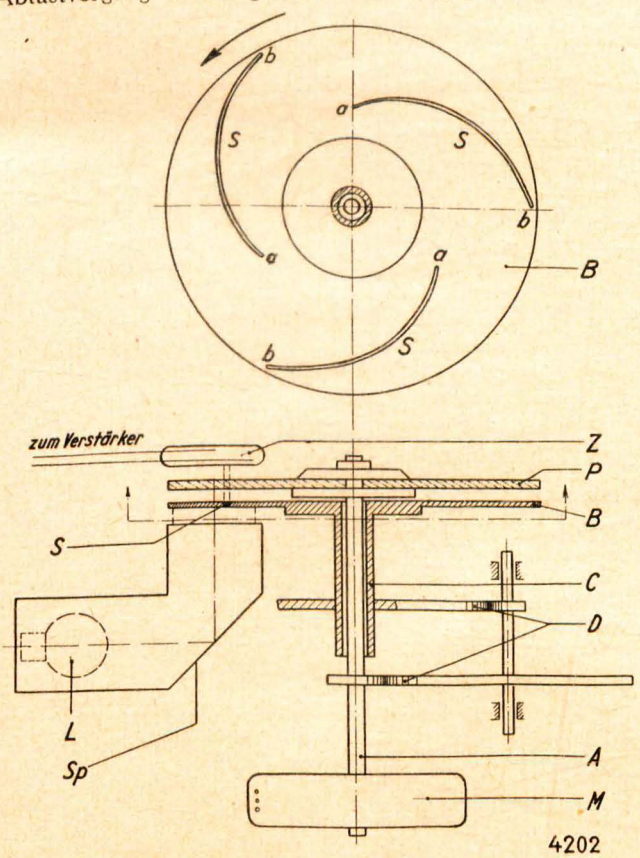


Abb. 3. Aufbau und Wirkungsweise des Wiedergabegerätes

Nähere Einzelheiten über die Ausführung des Pausenzeichens sind aus Abb. 4 zu erkennen. Das Gerät [1]) ist für Gestelleinbau und Vollnetzbetrieb gebaut. Die Abbildung zeigt eine Ansicht schräg von hinten. Mit *P* ist die Platte, mit *B* die Blende, mit *L* die Tonlampe und die Optik bezeichnet. Aus Gründen besserer Raumausnutzung ist der Strahlengang durch einen Spiegel um 90° geknickt, wie es in Abb. 3 angedeutet wurde. Bei *Z* erkennt man das Gehäuse für die Photozelle. Weiterhin ist das Photozellenkabel sichtbar, das über ein Kupplungsstück zu dem mit *V* bezeichneten Vorverstärker führt. Es handelt sich dabei um einen netzbetriebenen Zweiröhren-Verstärker, in dessen Ausgangsseite ein Dreh-Spannungsteiler zum Einregeln der abzugebenden Modulationsspannung vorgesehen ist. *M* ist ein selbstanlaufender Synchron-Motor. Der Anlauf erfolgt durch eine Asynchronwicklung. Ist die betriebsmäßige Drehzahl erreicht — was man an der in der Abbildung sichtbaren stroboskopischen Teilung beobachten kann —, so schaltet man durch Umlegen eines Kippschalters die asynchrone Wicklung aus und die synchrone ein. Der Motor läuft jetzt synchron weiter.

[1]) Die Geräte wurden hergestellt von der Fa. Georg Neumann, Berlin SO 16.

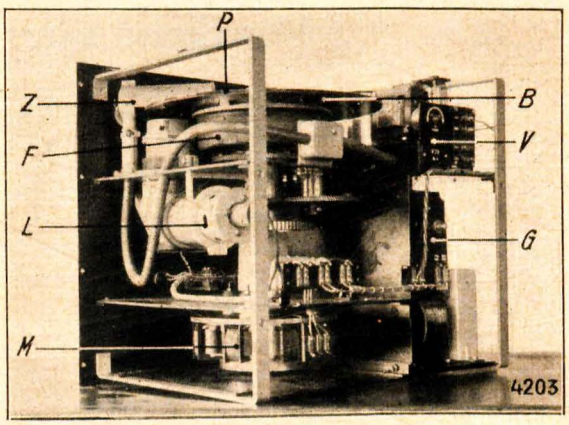


Abb. 4. Ansicht des Pausenzeichen-Wiedergabegeräts

In Abb. 4 ist ferner ein mit *G* bezeichneter Gleichrichter zu erkennen; er dient zur Erzeugung des Heizstromes für die Tonlampe. Da ein unbedingt brummfreier Betrieb erforderlich ist, sind die Siebmittel sowohl des Tonlampen-Gleichrichters als auch des Verstärkers sehr reichlich bemessen.

Ein weiterer Punkt ist bei der konstruktiven Ausführung des Gerätes von erheblicher Bedeutung: der einwandfreie Gleichlauf der Platte. Selbst sehr geringe Schwankungen der Drehzahl machen sich bei vielen Darbietungen, wie z. B. den reinen Tönen des Berliner Pausenzeichens, schon als sehr störende Tonhöhenänderungen bemerkbar. Es war deshalb erforderlich, die — schon an sich sehr geringen — Drehzahlschwankungen des Motors von der Platte fernzuhalten. Zu diesem Zweck ist zwischen Motorachse und Plattenachse ein mechanisches Filter eingebaut. Es besteht aus einer elastischen Verbindung zwischen den beiden Achsen und einer Öldämpfung. Der Öltopf des Filters ist bei *F* in Abb. 4 erkennbar.

Welches sind nun die Vorteile einer Erzeugung des Pausenzeichens mit dem beschriebenen Gerät? Betrachten wir zunächst die Verfahren, die bisher für Pausenzeichenwiedergabe im Rundfunkbetrieb benutzt wurden. Das älteste Verfahren verwendet ein mechanisches Gerät zur Erzeugung des gewünschten Motivs; es besteht aus abgestimmten Stäben oder Zungen, die von einem Klöppel angeschlagen werden und deren Schwingungen man im allgemeinen eletromagnetisch abtastet. Die musikalische Ausdrucksfähigkeit, die sich mit solchen Mitteln erreichen läßt, ist beschränkt. Man ging deshalb in Fällen, in denen erhöhte Ansprüche an die musikalische Qualität des Zeichens gestellt wurden, zu einem anderen Verfahren über: Man nahm das Motiv auf eine Schallplatte und spielte diese jedesmal ab, wenn das Pausenzeichen gebraucht wurde. Diese Art der Pausenzeichenerzeugung ist als behelfsmäßig anzusehen, denn es muß ständige Bedienung vorhanden sein, und Nadel und Platte nutzen sich ab und müssen öfters erneuert werden.

Das neue Verfahren vereint die Vorteile der beiden eben skizzierten, ohne ihre Nachteile aufzuweisen. Es ist jedes

beliebige Motiv denkbar, denn alles, was mit einem Mikrophon aufzunehmen ist, kann von der Tonplatte wiedergegeben werden. Das lichtelektrische Aufzeichnungverfahren ermöglicht eine gute Wiedergabequalität. Sein wesentlichster Vorzug ist aber der, daß der Abtastvorgang durch den Lichtstrahl mit einer starren Platte als Tonträger keinerlei mechanische Abnutzung mit sich bringt. Die Konstruktion des Gerätes ist so getroffen, daß nur sich drehende Teile verwendet werden und alle hin- und hergehenden Bewegungen vermieden worden sind. Sie konnte also ebenfalls möglichst abnutzungsfrei gestaltet werden.

Eine Änderung des Motivs ist durch Auswechseln der Platte leicht möglich. Von einer Aufnahme lassen sich auf photographischem Wege Kopien herstellen. Man spielt normalerweise nicht die bei der Aufnahme erhaltene wertvolle Originalplatte, sondern eine Kopie von ihr ab. Außerdem erhält man dadurch in einfacher Weise das gleiche Motiv für mehrere Wiedergabegeräte. Von dieser Möglichkeit wurde während der Olympiade Gebrauch gemacht. Es standen Pausenzeichengeräte an verschiedenen Kampfstätten, mit denen Kopien des gleichen Negativs wiedergegeben wurden. *Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser*

Versuche über Leistungsanpassung

In den Schaltungen der modernen Rundfunkempfänger findet man häufig, daß das Gitter des Gittergleichrichters (Audion) nicht wie sonst üblich mit dem festen Plattensatz des Abstimmkondensators, also mit dem spannungführenden Ende des Schwingungskreises verbunden ist, sondern an einer Anzapfung der Abstimmspule liegt. Die Ursache hierfür ist folgende:

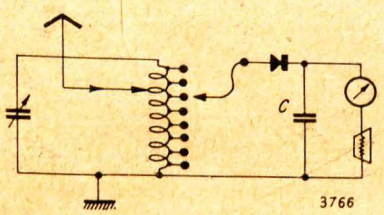


Abb. 1. Schaltung der Versuchsanordnung

Wenn man die Gitter-Kathoden-Strecke der Audionröhre parallel zu dem Abstimmkondensator legt, wird damit parallel zum Resonanzwiderstand des Kreises ein wesentlich kleinerer Verbraucherwiderstand geschaltet. Hierdurch brechen sowohl die Resonanzspannung als auch die an das Audion abgegebene Leistung zusammen. Orientierende Versuche hierüber lassen sich in der Nähe starker Sender leicht mit Detektorgeräten, in größerer Entfernung mit Gittergleichrichtern ohne Rückkopplung durchführen. Über Versuche, die in 6 km Abstand vom Tegeler Sender an einer Hochantenne durchgeführt wurden, soll kurz berichtet werden.

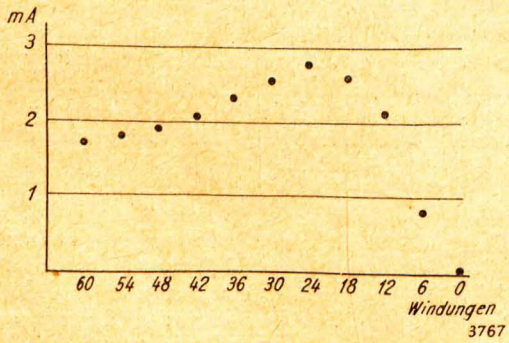


Abb. 2. Ströme in Abhängigkeit von der Windungszahl

Benutzt wurden: Ein H-Kern (Sirufer) mit 60 Windungen, Hochfrequenz-Litze 25 × 0,07 mm, von 6 zu 6 Windungen angezapft, ein Luftdrehkondensator 500 cm, als Dektor ein fest eingestellter Sirutor, als Meßinstrument ein Mavometer (5 mA-Bereich) in Serie mit einem Lautsprecher (Fünfpol-Endröhren-Anpassung), ein Festkondensator $C = 5000$ cm.

Die Schaltung ist in Abb. 1 gezeigt. Der Aufbau war möglichst verlustarm.

Zunächst wurde der durch den Lautsprecher fließende Gleichstrom für die einzelnen Anzapfungen der Spule gemessen; hierbei wurde jedesmal der Abstimmkondensator nachgestimmt. Die Ströme sind in Abb. 2 in Milliampere aufgetragen. In diesem Falle liegt die günstigste Anpassung bei 24 Windungen; der gemessene Strom steigt hierbei auf das 1,65 fache gegenüber dem Strom bei 60 Windungen. Die abgegebene Leistung steigt proportional dem Quadrat des Stromes.

Das Verhältnis der abgegebenen Leistung zu der Leistung bei 60 Windungen (also Detektorkreis parallel dem Abstimmkondensator) ist in Abb. 3 dargestellt. Die Leistung stieg fast auf das Dreifache. Das Gesetz: „Größte

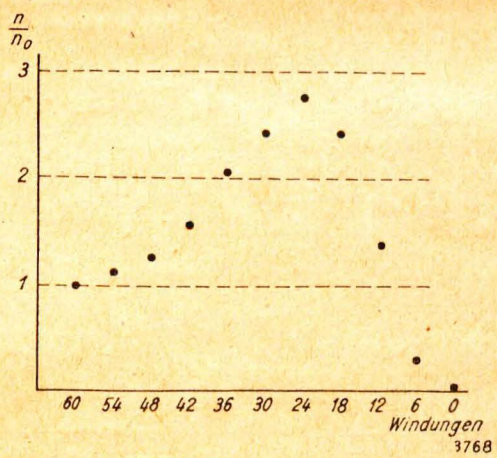


Abb. 3. Verhältnis der abgegebenen Leistung zu der bei größter Windungszahl (60 Windungen)

Leistungsabgabe, wenn innerer Widerstand = Verbraucherwiderstand mal Quadrat des Übersetzungsverhältnisses" stimmt größenordnungsmäßig. Der Verbraucherwiderstand betrug 12 kΩ, der Resonanzwiderstand des Abstimmkreises 90 kΩ, das Übersetzungsverhältnis 1:2,5.

In Abb. 4 sind die Resonanzkurven für die beste (24 Windungen) und für ungünstigste (60 Windungen) Anpassung dargestellt.

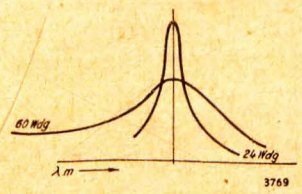


Abb. 4. Resonanzkurve bei bester (24 Wdg.) und ungünstigster (60 Wdg.) Anpassung

Die sinngemäße Übertragung dieser Messungen auf Schwingkreise, die Verbraucher, wie Gittergleichrichter, Zweipolstrecken usw. speisen, zeigt den Weg zu den modernen trennscharfen und leistungsfähigen Empfängern. Die entsprechenden Einzelteile sind leider nicht im Handel zu haben. *Zeichnungen vom Verfasser* G. F.

Verbesserungen am Dreiröhren-Dreikreis-Allstrom-Empfänger

Von

Herbert Lennartz

Zahlreichen Anregungen aus dem Leserkreis folgend sollen nachstehend einige Verbesserungsvorschläge zu dem hier [1]) beschriebenen Dreiröhren-Dreikreis-Alltrom-Empfänger gemacht werden. Es soll hierbei das Gerät zunächst mit einem Schwundausgleich versehen werden, außerdem soll die Möglichkeit der Anwendung der neuen Endröhre CL 4 behandelt werden. Die in diesem Sinne abgeänderte Schaltung zeigt Abb. 2.

An und für sich bestehen zur Erzielung eines einwandfreien Schwundausgleichs eine große Anzahl Schaltungsmöglichkeiten; so wäre es ohne große Änderungen möglich, die Regelspannung von der Audionröhre CF 7 zu beziehen. Diese äußerst einfache Lösung arbeitet nach folgendem Prinzip (Abb. 1):

Die CF 7 arbeitet nicht mehr als Fünfpol-Schirmröhre, sondern wird in ein Dreipolsystem und in ein Zweipolsystem aufgeteilt. Schirmgitter und Bremsgitter werden dabei miteinander verbunden und arbeiten als Anode. Die eigentliche Anode der Röhre wirkt zusammen mit der Kathode als Zweipolsystem. Die Hochfrequenzspannung wird in der üblichen Weise zugeführt und die Regelspannung als Spannungsabfall, der bei der Gleichrichtung entsteht, abgenommen. In der Hochfrequenzstufe ist dann allerdings eine Fünfpolregelröhre CF 3 zu verwenden.

Die angedeutete Lösung scheint auf den ersten Blick verblüffend einfach zu sein. Bei näherer Betrachtung ist es jedoch fraglich, ob die Röhre alle Anforderungen, die an sie gestellt werden, erfüllen wird. Zunächst einmal ist die Hochfrequenzverstärkung des Gerätes nicht so groß, daß es in allen Fällen möglich erscheint, eine genügend große Regelspannung zu erhalten. Dies war der Grund, warum beim Originalgerät der Schwundausgleich überhaupt nicht eingebaut wurde. Immerhin zeigte es sich, daß bei guter Antenne die Feldstärke der einfallenden Sender so groß war, daß ein Schwundausgleich wenigstens für die meisten europäischen Sender angebracht erschien. Wenn aber an und für sich bereits die Verstärkungsreserve nicht

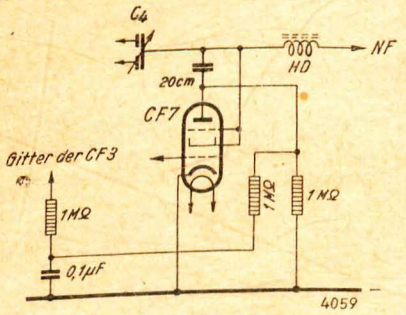


Abb. 1. Lieferung der Schwund-Regelspannung durch eine CF 7

besonders groß ist, dürfte es unzweckmäßig sein, die Vorzüge der Fünfpolschirmröhre im Empfangsgleichrichter zugunsten einer höchst kritischen Anordnung fallen zu lassen. Selbst wenn auf die angedeutete Art und Weise eine genügend große Regelspannung zur Verfügung stände, würde die Niederfrequenzverstärkung kaum ausreichen, um die geforderte Ausgangsleistung sicherzustellen. Es wäre hier allerdings möglich, durch Einführung der neuen Endröhre CL 4 den Verlust an Verstärkung wieder wettzumachen.

[1]) „Funk" 1936, Heft 12, Seite 373 ff.

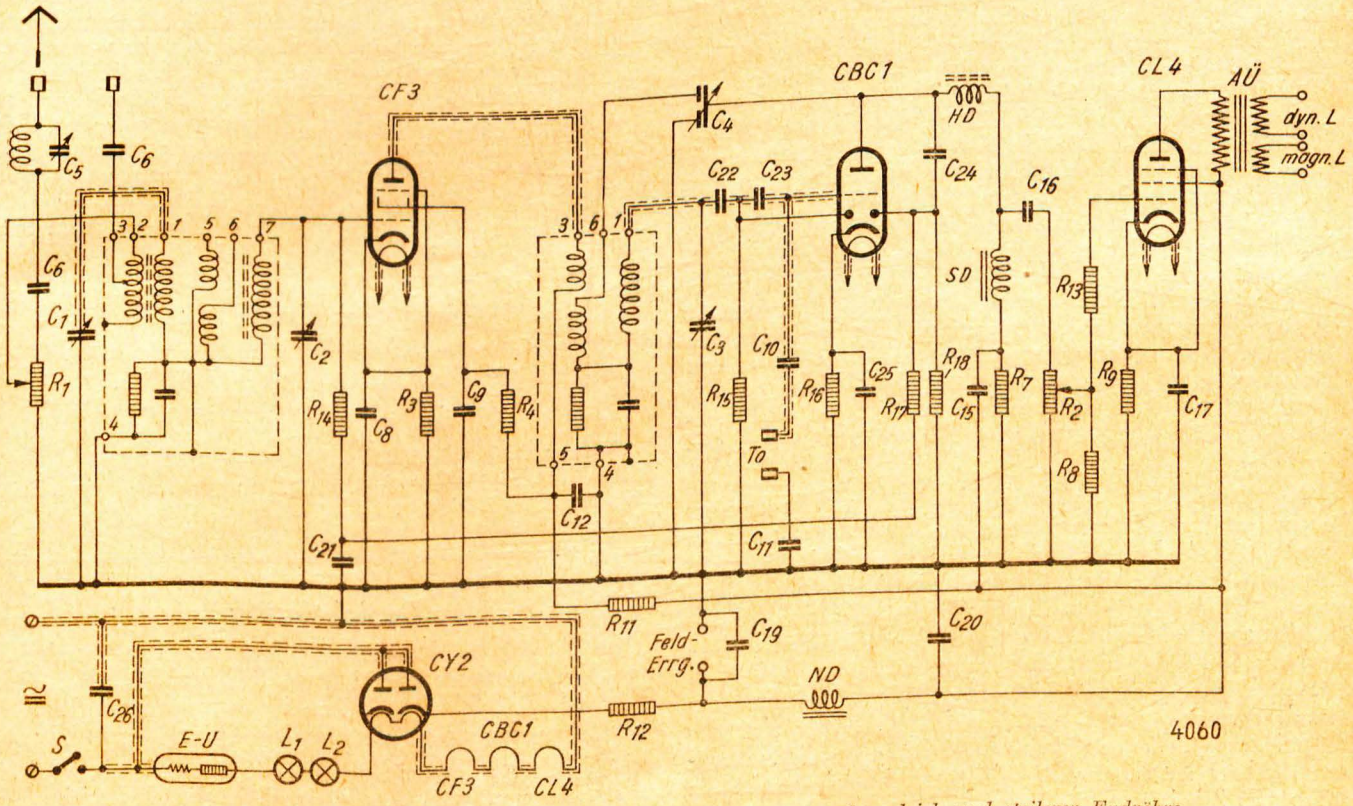


Abb. 2. Umschaltung des Empfängers zu einem Gerät mit Schwundausgleich und steilerer Endröhre

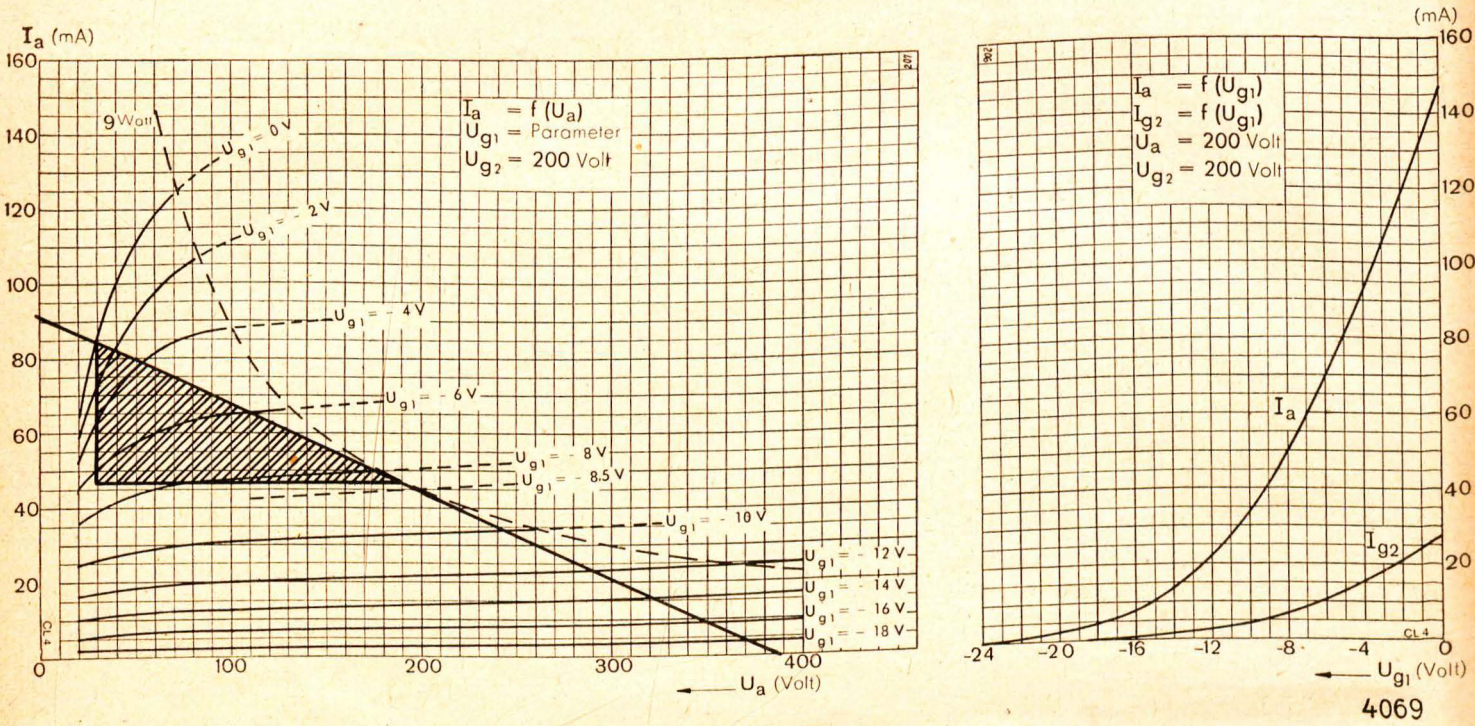


Abb. 3. Arbeitskurven und Leistungsdreieck der CL 4

Wenden wir uns nun einmal der Anordnung nach Abb. 2 zu. Es wird hier als zweite Röhre nicht die CF 7, sondern die CBC 1, eine Doppel-Zweipol-Verbundröhre, verwendet. Diese Röhre ist eigens für den angegebenen Zweck geschaffen und dürfte sich in unserem Falle wohl besser zur Erzeugung der Regelspannung eignen als die CF 7. Ganz abgesehen davon, daß die Röhre sich im Preise von der CF 7 fast gar nicht unterscheidet, weist sie noch verschiedene Vorteile auf, die zu einer Verbesserung der Wiedergabe führen können. Zur Gleichrichtung wird die eine Zweipolstrecke benutzt. Dadurch fallen die im allgemeinen bei Gittergleichrichtung entstehenden Verzerrungen durch den Gitterstrom fort. Wie bekannt sein dürfte, ist die Erzielung einer einwandfreien Rückkopplung bei dieser Schaltung kein Problem. Die Regelspannung wird durch die zweite Zweipolstrecke wie üblich erzeugt. Abgesehen von der Verbesserung der Wiedergabe und der größeren Eindeutigkeit der Schaltung dürfte die Verstärkung mit der CBC 1 etwas größer sein, als in der angegebenen Anordnung mit der CF 7. Wir entscheiden uns aus diesem Grunde für die Schaltung nach Abb. 2. Die Zuführung der Regelspannung zum Gitter der Hochfrequenzröhre kann ohne weiteres in der angegebenen Weise erfolgen. Der zum Schwingungskreis parallel liegende Widerstand von 1 MΩ liegt größenordnungsmäßig weit über dem Resonanzwiderstand des dem Gitter angeschlossenen Schwingungskreises.

Als zweiter Punkt wäre die Endröhrenfrage zu behandeln. Es wurde seinerzeit als Endröhre die CL 2 eingebaut. Als besonderer Vorteil war hierbei die große Leistungsfähigkeit dieser Röhre bei niedriger Anodenspannung festgestellt worden. Leider besitzt die neu herausgekommene Endröhre CL 4 diesen Vorteil nicht. Während die CL 2 bei einer Anodenspannung von 110 Volt etwa 1,2 Watt abgibt, gibt die CL 4 bei derselben Anodenspannung nur etwa 0,6 Watt ab! Wer also das beschriebene Gerät am 110-Volt-Netz ohne Spannungsverdoppelung betreiben will, behält zweckmäßigerweise die Röhre CL 2 bei.

Da wir jedoch durch die Einführung des Schwundausgleichs einen gewissen Verlust an Verstärkung zu verzeichnen haben, ist die Einführung der CL 4 unbedingt zu empfehlen, falls eine Anodenspannung von etwa 220 Volt zur Verfügung steht. Wie in der Originalarbeit angedeutet wurde, ist es möglich, diese Anodenspannung auch bei 110-Volt-Wechselstromnetzen durch Verwendung der Gleichrichterröhre CY 2 in Spannungsverdopplerschaltung zu erhalten. Die CL 4 ist aus zwei Gründen empfehlenswert: 1. wegen der höheren Verstärkung, 2. wegen der größeren Endleistung. Der durch die Einführung der CBC 1 bedingte Verstärkungsverlust wird durch die größere Verstärkung der CL 4 vollauf wieder wettgemacht (Verstärkung der CL 4 = 33fach, der CL 2 nur 13fach). Auf eine richtige Anpassung der CL 4 an den Lautsprecher bzw. Ausgangsübertrager muß geachtet werden, da sich der Innenwiderstand der CL 4 wesentlich von dem der CL 2 unterscheidet.

Zeichnungen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Abgeänderte bzw. neue Einzelteile zu Schaltung Abb. 2

R_9 = 170 Ohm, R_{14}, R_{15}, R_{17}, R_{18} = 1 Megohm, R_{16} = 100 Ohm, C_{21} = 0,1 µF, C_{22}, C_{24} = 100 pF, C_{23}, C_{26} = 10 000 pF, C_{25} = 25 µF (20 Volt).

Röhren: CF 3, CBC 1, CL 4.

Alle in Heft 12, 1936, S. 373 bis 377 angegebenen übrigen Teile behalten ihre Gültigkeit.

Berichtigung

Im Aufsatz „Aluminium in der Hochfrequenztechnik" von Dr. L. Rhode und Dr. H. Schwarz (Funk 1936, Heft 17, Seite 543 ff.) sind zwei Fehler richtigzustellen.

Auf Seite 543 ist in der zweiten Spalte oben der Mindestreingehalt von Aluminium mit 95 % statt mit 99,5 % angegeben und auf Seite 546 muß im Kopf der Tafel 4 der Gütefaktor statt mit WL/R mit ωL/R bezeichnet werden.

Trennschärfe und Röhrenwiderstand

Von
Dipl.-Ing. Helmut Pitsch

Man verlangt heute von einem Empfänger neben einer guten Wiedergabe eine hohe Trennschärfe (Selektivität). Aus diesem Grunde ist es erforderlich, die Schwingungskreise verlustarm zu bauen, wodurch die Resonanzkurve steile Flanken erhält. Die Verlustarmut wird durch Verwendung von Eisenkernen, Hochfrequenzlitze und verlustarmen Isolierstoffen erzielt.

Eine hohe Trennschärfe ist aber nicht nur durch die Güte der Schwingungskreise bedingt, sondern auch durch den inneren Widerstand (Wechselstromwiderstand) [1]) der vorhergehenden Röhre. Der Röhrenwiderstand muß zur Erzielung einer hohen Trennschärfe groß gegenüber dem Hochfrequenzwiderstand des nachfolgenden Schwingungskreises sein. Aus diesem Grunde erzielt man mit Fünfpol-Schirmröhren, die ja einen hohen inneren Widerstand besitzen, eine höhere Trennschärfe als mit Vierpol-Schirmröhren.

Um diese Zusammenhänge verstehen zu können, muß man zunächst daran denken, daß ein Schwingungskreis ein frequenzabhängiger Widerstand ist, der bei der Abstimmung auf die Empfangsfrequenz, also bei Resonanz, am größten ist und für die benachbarten Frequenzen um so mehr abfällt, je weiter die Frequenzen von der Resonanzfrequenz abliegen. Ferner muß man sich erinnern, daß ein im Anodenkreis befindlicher Widerstand (W in Abb. 1) — in diesem Falle der Schwingungskreis — bezweckt, die Anodenwechselströme in Wechselspannungen umzusetzen, denn es lassen sich ja Ströme nicht weiterverstärken, sondern nur Spannungen.

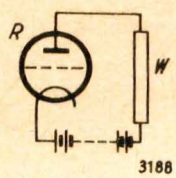


Abb. 1. Röhre R und Außenwiderstand W

Die verschieden großen Anodenwechselströme rufen natürlich an dem Anodenwiderstand entsprechend verschiedene Wechselspannungen hervor. Andererseits verursachen aber Widerstandsänderungen nicht in jedem Falle entsprechende Spannungsänderungen. Dies bedeutet, auf den Schwingungskreis angewendet, daß die verschieden großen Widerstände, welche ein Schwingungskreis für zwei benachbarte gleichzeitig empfangene Senderfrequenzen besitzt, nicht in jedem Falle entsprechend verschiedene Spannungen hervorrufen. Dies ist ja nichts anderes als eine mangelnde Trennschärfe, die, wie gesagt, auf den zu kleinen inneren Röhrenwiderstand zurückzuführen ist.

Das bisher Gesagte kann man dahingehend zusammenfassen, daß eine Röhre mit kleinem inneren Widerstand die Widerstandsänderungen des Schwingungskreises nicht unterscheiden kann, also keine entsprechende Spannungsänderungen am Schwingungskreis entstehen läßt, und deshalb die Trennschärfe des Schwingungskreises nicht zur Geltung kommen kann (über die eigentliche Ursache werden wir unten noch Näheres erfahren).

Bei dieser Betrachtungsweise faßt man die Röhre als Stromerzeuger (Generator) auf, d. h. man betrachtet die Verhältnisse so, als ob die Röhre nicht gitterseitig gesteuert, sondern von sich aus den Wechselstrom erzeugen würde. Dann kann man die Röhre leicht mit anderen Stromerzeugern vergleichen, weil man nur die beiden Anschlüsse Kathode und Anode in Betracht zu ziehen braucht, und wird dabei feststellen, daß die Eigenschaft einer mehr oder weniger guten „Unterscheidungsfähigkeit" des Stromerzeugers für verschieden große Belastungswiderstände bei jedem Stromerzeuger, ganz gleich, ob er Gleichstrom oder Wechselstrom liefert, vorhanden ist.

Schließt man an einen Akkumulator verschieden große Widerstände an, so bleibt die Spannung (Klemmenspannung) im wesentlichen gleich groß, weil der innere Widerstand klein ist. Dagegen ist ein Netzanschlußgerät für Wechselstromnetze gegen Belastungsänderungen wegen seines hohen inneren Widerstandes sehr empfindlich, denn bekanntlich sinkt bei höherer Belastung die Gleichspannung gegenüber dem Leerlauf beträchtlich ab.

Alle diese Erscheinungen, auch der Einfluß des Röhrenwiderstandes auf die Trennschärfe, lassen sich mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes erklären, wie wir im folgenden sehen werden.

Zunächst wollen wir uns nicht um Stromerzeuger und innere Widerstände kümmern, sondern annehmen, wir hätten nach Abb. 2 einfach zwei in Reihe geschaltete Widerstände R und W an eine konstante Spannung gelegt. Die zwischen den Punkten 1 und 3 liegende Gesamtspannung verteilt sich auf die beiden Widerstände in der Weise, daß an dem kleineren Widerstand auch die kleinere Spannung herrscht, oder genauer gesagt: die Teilspannungen verhalten sich zueinander wie die Widerstände. Die Abstände der Punkte 1, 2 und 3 geben deshalb ungefähr die Größe der an den Widerständen herrschenden Spannungen an [2]).

In dem Beispiel der Abb. 2 ist der Widerstand R viel größer, nämlich 10 mal größer als der Widerstand W. Eine Änderung des Widerstandes W in kleinen Grenzen (d. h. er muß immer klein gegenüber R bleiben) hat deshalb auf die in dem Stromkreis fließende Stromstärke kaum einen Einfluß. Dies ist insofern wichtig, als bei einer Widerstandsänderung von W sich die an diesem Widerstand herrschende Teilspannung fast genau entsprechend ändert. In Abb. 3 herrscht also an dem Widerstand $W/2$ ungefähr die halbe Spannung wie an dem Widerstand W in Abb. 2. Wenn man dies verstehen will, muß man daran denken, daß nach dem Ohmschen Gesetz eine Spannung (auch eine Teilspannung, meist „Spannungsabfall" genannt) gleich Stromstärke mal Widerstand ist. Bei festgelegter Stromstärke entspricht also die an einem Widerstand herrschende Spannung genau der Größe des Widerstandes.

[1]) Siehe „Funk" 1935, Heft 1, Seite 21, H. Pitsch: „Was versteht man unter dem inneren Röhrenwiderstand?"

[2]) Siehe „Funk" 1936, Heft 7, Seite 213, H. Pitsch: „Die Spannungsverteilung wird sichtbar gemacht."

Die Abb. 4 und 5 zeigen dagegen den Fall, daß der Widerstand R klein gegen den Widerstand W ist. In Abb. 4 ist R halb so groß wie W, und deshalb herrscht zwischen den Punkten 1 und 2 die halbe Spannung von der, welche zwischen den Punkten 2 und 3 besteht. Wir

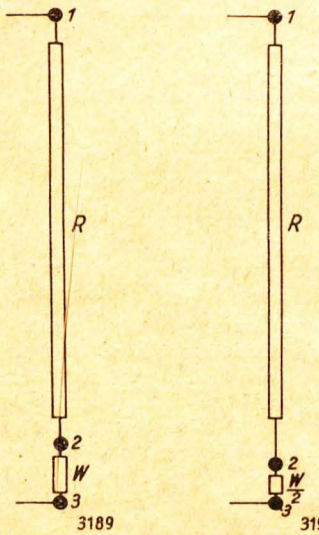


Abb. 2

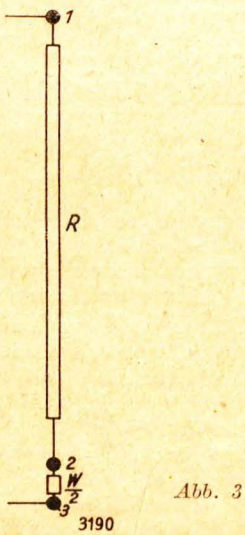


Abb. 3

R ist groß gegen W. Deshalb entstehen große Spannungsänderungen an W bei Änderungen von W

verkleinern nun wieder den Widerstand W auf die Hälfte und stellen fest, daß die Spannung zwischen den Punkten 2 und 3 nicht auf die Hälfte gesunken ist, sondern viel weniger. Die Widerstände R und $W/2$ sind in diesem Beispiel einander gleich groß, weshalb an ihnen gleiche Teilspannungen herrschen.

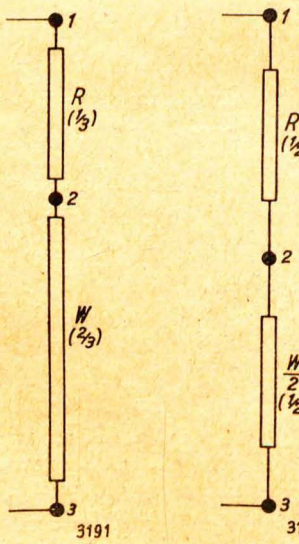


Abb. 4

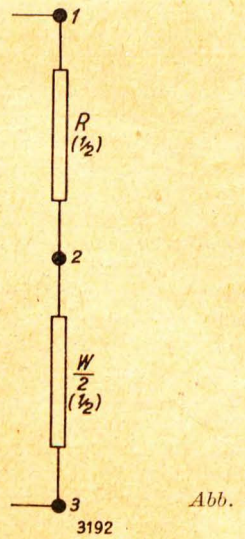


Abb. 5

R ist klein gegen W. Deshalb entstehen kleinere Spannungsänderungen an W, als den Änderungen von W entspricht

Wollen wir die Spannungen zwischen den Punkten 2 und 3 in den Abb. 4 und 5 vergleichen, so müssen wir berücksichtigen, daß an W (Abb. 4) ⅔ der Gesamtspannung herrschen und an $W/2$ (Abb. 5) ½ der Gesamtspannung. Um die beiden Größen ⅔ und ½ miteinander vergleichen zu können, bringen wir sie auf gleichen Nenner und erhalten die Werte $^4/_6$ und $^3/_6$, die sich zueinander wie 4 zu 3 verhalten. Die Spannung an W/2 (Abb. 5) ist mit anderen Worten ¾ der Spannung an W (Abb. 4), obwohl der Widerstand W auf die Hälfte verkleinert ist. An diesem Beispiel ist also klar zu erkennen, daß Widerstandsänderungen von W nicht entsprechende Spannungsänderungen zur Folge haben, weil der Widerstand R nicht groß genug gegen W ist.

Damit sind wir am Schluß unserer Gedankengänge angelangt, denn wir brauchen nur für R den inneren Widerstand eines Stromerzeugers, insbesondere einer Röhre, einzusetzen und für W den äußeren Widerstand. Wir erkennen dann den Einfluß der Größe des inneren Widerstandes R auf die Unterscheidungsfähigkeit eines Stromerzeugers für verschieden große Außenwiderstände W, also den Einfluß des inneren Widerstandes auf die Trennschärfe. Zwischen den Punkten 1 und 3 in den Abb. 2 bis 5 liegt also die elektromotorische Kraft und zwischen den Punkten 2 und 3 die Klemmenspannung, welche im Falle einer Röhre gleich der Anodenwechselspannung ist.

Daß in Abb. 4 der Widerstand W größer ist als in Abb. 2, soll nicht bedeuten, daß der Widerstand W im Falle der Abb. 4 tatsächlich größer sein muß, sondern es kommt nur auf das Verhältnis von R zu W an. In Abb. 4 wurde W nur deshalb größer dargestellt, um die Zeichnung übersichtlicher zu gestalten. Man kann sich also die Abb. 4 und 5 so weit verkleinert vorstellen, daß die Widerstände W in den Abb. 2 und 4 einander gleich groß sind.

Die gute Unterscheidungsfähigkeit einer Röhre mit hohem inneren Widerstand für verschieden große Außenwiderstände macht sich auch noch in anderer Hinsicht bemerkbar. Bei solchen Röhren kommt nämlich nicht nur die Trennschärfe eines Schwingungskreises erst richtig zur Geltung, sondern der Unterschied zwischen einem schlechten und guten Schwingungskreis tritt auch besser in Erscheinung. Das liegt ebenfalls an der besseren Unterscheidungsfähigkeit für verschieden große Widerstände, die also in diesem Falle zur Folge hat, daß die schnellere Widerstandsänderung eines guten Schwingungskreises in Abhängigkeit von der Frequenz erst richtig in Erscheinung tritt.

In der Literatur findet man die bessere Trennschärfe einer Röhre mit hohem inneren Widerstand zuweilen in der Weise erklärt, daß der innere Widerstand der Röhre parallel zum Schwingungskreis liegt, also nicht in Reihe, wie hier angenommen wurde. Im Endergebnis läuft diese Erklärungsweise tatsächlich auf dasselbe hinaus und ist sogar leichter zu übersehen. Sie hat aber den Nachteil, daß sie bei der Anwendung auf den Niederfrequenzteil eines Empfängers nicht so übersichtlich ist.

Von einem Niederfrequenzverstärker verlangt man im Gegensatz zum Hochfrequenzverstärker eine möglichst geringe Trennschärfe, also ein möglichst breites Frequenzband. Die Röhre im Niederfrequenzverstärker darf also zwischen verschieden großen Außenwiderständen (bei verschiedenen Frequenzen) nur sehr wenig unterscheiden können, damit die einzelnen Frequenzen gleichmäßig verstärkt werden. Aus diesem Grunde muß der innere Widerstand einer Röhre im Niederfrequenzverstärker klein gegenüber dem Außenwiderstand sein. Verwendet man also eine Röhre mit hohem inneren Widerstand (Vierpol-Schirmröhre oder Fünfpol-Schirmröhre), so muß der Außenwiderstand besonders groß sein (Hochohmwiderstand, Spezialdrossel oder Spezialtransformator) oder z. B. durch Parallelschalten eines genügend kleinen Ohmschen Widerstandes möglichst frequenzunabhängig gemacht werden.

Die Frequenzunabhängigkeit des Außenwiderstandes im Niederfrequenzverstärker beruht auf der Verwendung von Induktivitäten und Kapazitäten. Der induktive Widerstand sinkt mit der Frequenz, weshalb der induktive Widerstand für die tiefste zu übertragende Frequenz noch genügend groß gegenüber dem inneren Röhrenwiderstand sein muß.

Die Parallelkapazitäten schwächen dagegen die hohen Frequenzen, wenn der kapazitive Widerstand nicht groß genug gegenüber dem inneren Röhrenwiderstand ist.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

FUNK-Werkstattpraxis
Monatsbeilage für die Funkwerkstatt
4

Oszillographengeräte für die Funkpraxis

Die Kathodenstrahlröhre, die in der Fernsehtechnik einen wahren Triumphzug durchlaufen hat, eroberte sich als Meß- und Untersuchungsgerät in wenigen Jahren die Laboratorien, und sie ist jetzt dabei, auch in die Praxis in größerem Maße Eingang zu finden. Mehrere Firmen haben Oszillographengeräte mit Elektronenstrahlröhren durchgebildet, die leichte, sinnfällige Bedienung mit universeller Anwendungsmöglichkeit und Preiswürdigkeit vereinen. Dem Funkpraktiker bringen diese Geräte nicht nur eine bedeutende Erleichterung seiner Arbeit, sondern sie ermöglichen ihm zahlreiche neue Untersuchungen, sie gestatten ihm vor allem einen schnellen und überzeugenden Überblick über Vorgänge, von denen er sich sonst nur durch umständliche und zeitraubende Messungen eine Vorstellung verschaffen kann.

Die neuen Oszillographengeräte stellen den Zusammenbau einer Braunschen Meßröhre — meist einer Hochvakuumröhre — mit dem Netzanschlußgerät und einem Zeitablenkungsgerät (Kippgerät) dar; in sie ist außerdem in der Regel ein Verstärker für die Meßfrequenz eingebaut, der allerdings oft nur aus einer Stufe besteht. Sie sind mit einer Bedienungsplatte ausgestattet, auf der sich zahlreiche Regelknöpfe befinden, um die Punktschärfe, die Größe der Meßspannung, die Kippfrequenz und andere Werte weitgehend verändern zu können. Außer durch die Größe der Braunschen Röhre und damit durch die Schirmbildgröße unterscheiden sich die Oszillographen durch den Frequenzumfang des Verstärkers und des Kippgerätes und damit schließlich durch die Frequenzen, die man mit ihnen untersuchen kann. Zwischen der Kippfrequenz und der zu untersuchenden Frequenz besteht bekanntlich ein enger Zusammenhang; um die einzelnen Kurvenzüge einwandfrei beobachten zu können, sollte man möglichst nicht mehr als höchstens zehn nebeneinander auf dem Schirm der Röhre haben, d. h. die zu untersuchende Frequenz sollte möglichst nicht mehr als das Zehnfache der Kippfrequenz betragen. Ein Oszillographengerät, dessen Kippteil z. B. Frequenzen bis zu 5 kHz liefert, kann zur Untersuchung von Schwingungen bis zu 50 kHz dienen, sofern man Wert darauf legt, die Schwingungen unmittelbar zu sehen. Noch höhere Meßfrequenzen lassen die einzelnen Kurvenzüge immer dichter zusammenrücken, so daß schließlich ein leuchtendes Band entsteht, dessen obere und untere Begrenzungslinie durch diejenige Frequenz bestimmt wird, mit denen die hohe Frequenz moduliert ist.

Die Tafel auf Seite 651 gibt einen Überblick über die auf der Funkausstellung gezeigten neuen Oszillographengeräte, soweit sie für die Verwendung in der Funkpraxis geeignet sind. Der erste Teil der Tafel stellt die Daten zweier einfacher Geräte zusammen, die sich dadurch auszeichnen, daß für die zeitentsprechende Ablenkung des Elektronenstrahls in waagerechter Richtung kein Kippgerät vorgesehen ist, sondern hierfür die Netzfrequenz von 50 Hz benutzt wird. Man spart also beim Aufbau das Kippgerät und kommt infolgedessen zu einer besonders preiswerten Anordnung, die für viele Untersuchungen — besonders in der Starkstromtechnik, wo die zu untersuchenden Vorgänge mit der Netzfrequenz ablaufen — ausreichend ist. Da man aber ferner von allen ganzzahligen Vielfachen der Netzfrequenz stehende Bilder auf dem Schirm erzielt, bietet das Gerät auch in der Niederfrequenz- und Rundfunktechnik viele Anwendungsmöglichkeiten. Das Philips-Gerät dieser Art, Oszilloskop genannt, ist mit einer Hochvakuumröhre ausgerüstet, im Frequenzbereich also nicht beschränkt, das Leybold-Gerät mit einer gasgefüllten Kathodenstrahlröhre, die eine Untersuchung von Schwingungen zwischen 250 und 20 000 Hertz zuläßt. Natürlich fallen bei einer Zeitablenkung mit 50 Hertz sehr viele Schwingungen nebeneinander auf den Schirm (Meßfrequenz: 50), wodurch die Auswertungsmöglichkeit dieser Geräte ganz allgemein eingeschränkt wird. Unbedingt notwendig ist bei diesen Oszilloskopen eine Verdunkelung des Rücklaufs, da der Kurvenzug sonst noch einmal auf dem Schirm erscheinen und das gewünschte Bild stören würde. Für die Ablenkung wird im übrigen der sinusförmige Teil der Netzschwingung benutzt; die Amplitude wird so groß gewählt, daß die Krümmungen aus dem Schirmbild herausfallen. Bei diesen Geräten können die Ablenkplatten für die Zeitablenkung auch von der Netzfrequenz abgeschaltet und an besondere Klemmen gelegt werden, um ein normales Kippgerät für die Ablenkung verwenden zu können; in diesem Fall ist es möglich, die Zeitablenkung mit beliebigen Frequenzen, wie sie das Kippgerät liefert, vorzunehmen.

Die im zweiten Teil der Tafel aufgeführten Oszillographengeräte sind durchweg solche mit eingebautem Kippgerät, mit denen die Ablenkung in der waagerechten Zeitachse vorgenommen wird; in zwei Geräten finden Thyratrons zur Erzeugung der Kippschwingung Anwendung — die Kippfrequenz reicht infolgedessen nur bis 20 000 Hertz herauf —, in den übrigen Hochvakuumröhren, mit denen man Kippfrequenzen von 100 000 und 300 000, ja von 1 Million Hertz herstellen kann. Das heißt, daß man bei der Frequenz der Wellenlänge 300 m noch eine einzelne Schwingung auf den Schirm bringen kann! Vier von den aufgeführten sieben Geräten weisen einen eingebauten Verstärker für die Meßfrequenz auf, und zwar ist dieser bei einem Gerät einstufig, bei den übrigen zweistufig. Der Frequenzbereich ist verschieden je nach dem Preis des Gerätes; bei der teueren Ausführung reicht er bis 1 Million Hertz

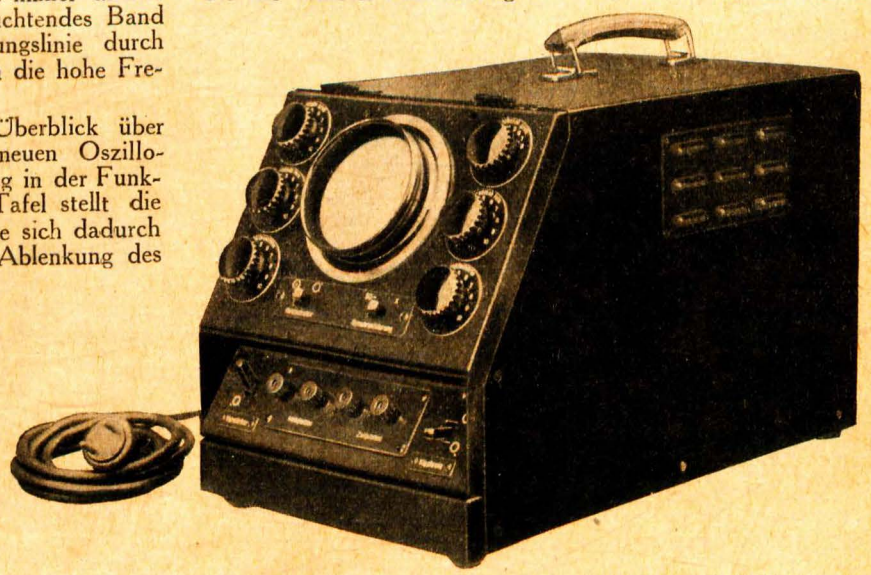


Abb. 1. Tragbarer Elektronenstrahl-Oszillograph EOH 11

herauf, bei Benutzung nur der symmetrischen Endstufe allein sogar bis 2 Millionen Hertz. In die drei Leybold-Geräte sind Verstärker nicht eingebaut, mit Ausnahme einer symmetrischen Endstufe in dem Gerät TO 1; die Herstellerfirma liefert aber getrennte Oszillographenverstärker sehr großen Frequenzbereiches. Selbstverständlich sind diejenigen Oszillographengeräte, die einen eingebauten Verstärker aufweisen, so eingerichtet, daß man die Ablenkplatten für die Meßspannung auch an besondere Klemmen legen bzw. die Anschlußklemmen umschalten kann, so daß das Gerät auch einen Betrieb ohne Verstärker zuläßt. Das ist wichtig für die Untersuchung größerer Spannungen oder von Verstärkern an sich.

Wir wollen uns nunmehr mit den einzelnen Oszillographen und ihren Eigenschaften befassen, soweit sie aus unserer Tafel nicht hervorgehen. Abb. 1 zeigt den Elektronenstrahl-Oszillographen EOH 11 mit einstufiger Verstärkerstufe, der als EOH 11 spez. auch mit zweistufigem Verstärker für einen breiteren Frequenzbereich geliefert wird. Auffällig ist zunächst die Form; sie ermöglicht leichtes Tragen bei einwandfreiem Schutz der Röhre und der Bedienungsgriffe, da dieser durch eine angepaßte Kappe (aus Abb. 1 nicht ersichtlich) vorgenommen wird. Obgleich der Leuchtpunkt eine sehr große Helligkeit besitzt, ist ein ausziehbares Lichtschutzrohr vorhanden, mit dem man Reflexe und Schatten vom Leuchtschirm fernhalten kann. Sechs Drehgriffe ermöglichen es, die Amplitude der zu untersuchenden Spannung durch je einen Grob- und

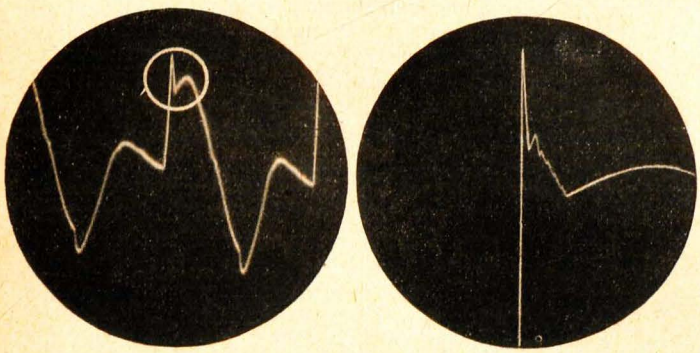


Abb. 2. Durch Verschiebung der Zeitlinienhöhe und Einstellung einer entsprechenden Verstärkung läßt sich ein Teil aus dem Kurvenzug gewissermaßen vergrößern

Feinregler genau einzustellen, die Zeitlinienhöhe zu verändern, die Punktschärfe auf den Bestwert einzuregeln und schließlich den Zeitmaßstab durch Grob- und Feinregler auf den notwendigen Wert einzustellen. Unter der Röhre sitzen zwei Schalter für die Einschaltung des Gerätes und für Umschaltung der Zeitablenkung auf die Netzfrequenz und die Meßfrequenz. Die Stärke der Synchronisierung mit der Meßfrequenz ist fest und nicht veränderlich; das Gerät zeichnet sich dadurch aus, daß für die Verstärkung der Synchronisierspannung eine zusätzliche Röhre vorgesehen wurde, die eine genügend große Steuerspannung für das Thyratron herstellt. Ein Einfluß der Synchronisierung auf die Amplitude der Meßfrequenz ist nicht vorhanden; bei Umlegen des Synchronisierschalters auf Meßfrequenz findet also kein Rückgang der Amplitude statt.

Durch die Änderung der Zeitlinienhöhe ist es möglich, bestimmte Kurventeile, die infolge sehr großer Amplituden der Meßspannung nicht mehr auf den Schirm fallen würden, sichtbar zu machen; Abb. 2 zeigt, wie sich die Einstellung der Zeitlinienhöhe praktisch auswirkt. Wir sehen links eine verzerrte Wechselspannung, in der bestimmte, durch einen Kreis gekennzeichnete Oberschwingungen interessieren; durch Verschieben der Zeitlinienhöhe und Einstellung einer größeren Verstärkung kann man die Oberschwingung so sichtbar machen, wie in Abb. 2 rechts dargestellt. Bei dem Gerät der Abb. 1 läßt sich die für die Verschiebung der Zeitlinie erforderliche Gleichspannung in ihrer Größe stetig nach beiden Richtungen hin ändern, so daß sich die waagerechte Achse mit einem Regelgriff nach oben und unten verschieben läßt, ohne daß zusätzliche Umschalter oder Spannungsquellen notwendig wären oder die Symmetrierung der Meßplatten gestört würde.

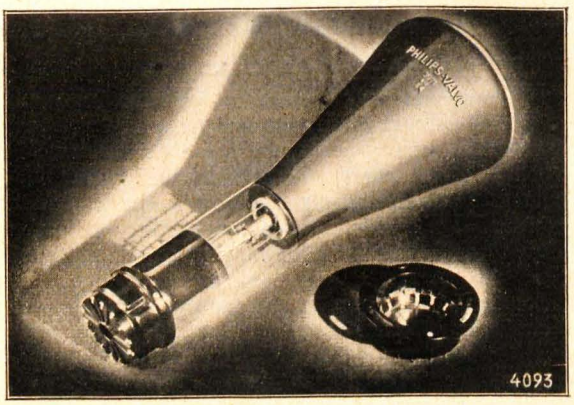


Abb. 3. Elektronenstrahlröhre für Meßzwecke neuester Bauart mit Außenkontaktsockel, Fassung danebenliegend

In Abb. 1 sind unten zwei Schalter sichtbar, mit denen sich Verstärker und Kippkreis getrennt einschalten lassen; dazwischen befinden sich zwei Klemmenpaare zum Anschluß der Meßspannung und einer Spannung für die Zeitablenkung. An diese beiden Klemmen werden die Zeitplatten der Röhre gelegt, wenn man die Ablenkspannung für die waagerechte Achse von außen zuführen will.

Die beiden Oszillographengeräte GM 3150 und KG 160 stimmen in ihrem grundsätzlichen Aufbau weitgehend überein; beide verwenden Kathodenstrahlröhren neuartigen Aufbaues, bei denen sich sämtliche Anschlüsse an einem Sockel befinden, der ähnlich ausgebildet ist wie die neuen Außenkontakt-Röhrensockel (Abb. 3); beide haben eingebautes Kippgerät und eingebauten zweistufigen Verstärker. Die Endstufe ist bei beiden Geräten symmetrisch ausgeführt. Die Kippspannung kann durch die Meßspannung synchronisiert werden, und zwar ist die Stärke der Synchronisierung veränderlich. Man kann die Zeitablenkplatten aber auch auf die Netzfrequenz schalten oder sie an besondere Klemmen führen, so daß man eine Synchronisierungs-

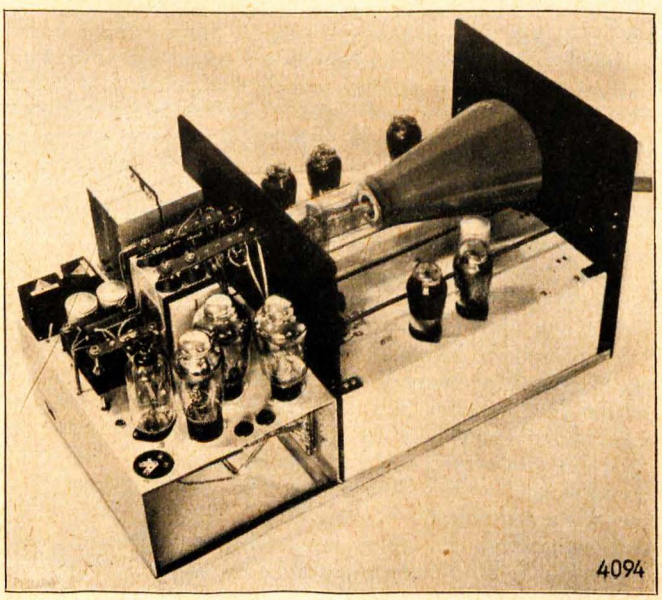


Abb. 4. Innenansicht des Elektronenstrahl-Oszillographengerätes KG 160

spannung von außen zuführen kann. Auch das Ablenksystem für die Meßspannung kann unmittelbar auf Buchsen geschaltet werden, um große Meßspannungen unter völliger Umgehung des Verstärkers an das Gerät legen zu können. Die Oszillographen lassen folgende Regelungen zu: Schärfe und Helligkeit des Leuchtfleckes, Umschaltung des Verstärkerteils auf eine und zwei Stufen oder unmittelbare Verbindung der Eingangsklemmen mit den Ablenkplatten, Grob- und Feinregelung der Kippfrequenz, Regelung der Kippspannungsamplitude, Umschaltung des Zeitablenkteils auf Meß- oder Netzspannung oder eine äußere Synchronisierspannung, Regelung der Synchronisier-Amplitude. Bei dem großen Gerät KG 160 ist außerdem eine stetig regelbare Verdunkelung des Rücklaufs vorgesehen; außerdem ist das Helligkeitssteuer der Elektronenstrahlröhre über einen kleinen eingebauten Blockkondensator nach außen geführt, um die Strahlhelligkeit abhängig von einem äußeren Vorgang ändern zu können. Eine Innenansicht des großen Gerätes KG 160 bietet Abb. 4.

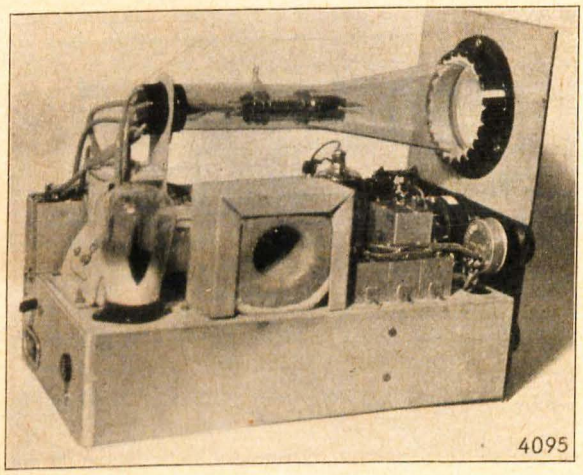


Abb. 5. Innenansicht eines neuen billigen Oszillographengerätes mit Kippspannungsgerät, aber ohne eingebauten Verstärker (Typ TO 3)

Die drei an letzter Stelle aufgeführten Oszillographengeräte haben, wie schon erwähnt, keinen eingebauten Verstärker; der Typ TO 1 ist mit einer Endstufe versehen, die der Symmetrierung dient, während ihre Verstärkung vernachlässigt werden kann. Die Ablenkempfindlichkeit gilt bei diesen Geräten also nicht nur unmittelbar an den Ablenkplatten der Braunschen Röhre, sondern gleichzeitig an den Eingangsklemmen für die Meßspannung. Eine Neuentwicklung stellt vor allem der preiswerte Typ TO 3 dar, der kaum teurer ist als das Gerät mit Netzsynchronisierung, aber schon ein eingebautes Röhren-Kippgerät besitzt. Die Daten der drei TO-Geräte haben mehr Übergangscharakter, da sich diese Geräte in der Umkonstruktion befinden. Über die neuen Geräte werden wir nach Erscheinen berichten. Interessant ist, daß das große Gerät TO 1 wahlweise auch mit einer Doppelstrahlröhre geliefert werden kann, die zur gleichzeitigen Aufzeichnung von zwei verschiedenen Vorgängen geeignet ist. Abb. 6 zeigt den Systemaufbau einer solchen Röhre; besonders umfangreiche Arbeit war darauf zu verwenden, jede gegenseitige Beeinflussung der beiden Systeme zu verhindern. Die Wehneltzylinder wurden getrennt herausgeführt, so daß man den beiden Kurvenzügen verschiedene Helligkeit erteilen kann, um die Unterscheidung der beiden Kurven zu erleichtern.

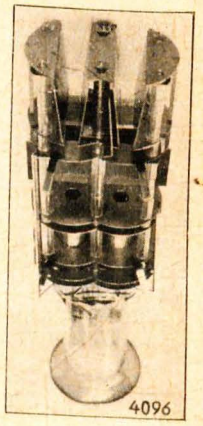


Abb. 6. Systemaufbau einer Doppelstrahlröhre

Auf der Rundfunkausstellung wurde ferner von der Radioaktiengesellschaft Loewe ein Doppelstrahl-Oszillograph gezeigt, der ebenfalls in der Form eines für den Funkpraktiker geeigneten Gerätes hergestellt wird; das Gerät wird aber erst in einigen Monaten lieferbar, die technischen Daten können deshalb noch nicht mitgeteilt werden. Es zeichnet sich u. a. durch einen Aufbau nach dem Baukastensystem aus; Netzteil, Kippgeräte und Verstärker sind in Form abgeschlossener Einheiten aufgebaut und können leicht ausgewechselt werden. So ist es möglich, den Oszillographen dem jeweiligen Stand der Technik anzupassen.

Der vorstehende Bericht zeigt, daß diejenige Funkwerkstatt, die über Prüfsender, Schwebungssummer, Meßverstärker, Röhrensummer und alle weiteren für die Empfängerprüfung erforderlichen Meßgeräte bereits verfügt, durch die Neuentwicklung an Oszillographengeräten nunmehr in die Lage gesetzt ist, ihre Arbeitsmöglichkeiten durch die Beschaffung eines Oszillographen zu erweitern. Derjenige Techniker, der Freude am Selbstbau solcher Geräte hat, ist heute hierzu ebenfalls in der Lage, da von verschiedenen Seiten Hochvakuum-Kathodenstrahlröhren in den Handel gebracht werden, die technisch allen Anforderungen entsprechen und bequem zu verwenden sind. So ist z. B. eine Braunsche Röhre mit zwei Ablenkplattenpaaren und Elektronenoptik mit einem Schirmdurchmesser von 70 mm bereits für 60 RM erhältlich. Diese Röhre kommt mit einer Anodenspannung von 500 Volt aus und erreicht trotzdem eine Ablenkempfindlichkeit von 0,28 bzw. 0,35 Volt.

Werkbilder *E. Schwandt*

Firma	Typ	Oszillographen-Röhre: Schirm ⌀ mm	Art (Gas oder HV)	Leuchtfarbe	Eingebauter Verstärker: Stufenzahl	Linearer Frequenzbereich Hertz	Größte Verstärkung	Eingebautes Kippgerät: Thyratron oder HV	Frequenzumfang	Ablenkempfindlichkeit in mm/V an der Röhre	Spannungsbedarf am Eingang des Verstärkers in V für 1 mm Ablenkung	Ist das Gerät synchronisierbar: auf Meßfrequenz	auf Netzfrequenz	Ist Rücklaufunterdrückung vorgesehen?	Äußere Abmessungen des Gerätes mm	Gesamtgewicht kg	Listenpreis mit Röhren RM	Preis der Röhren allein RM
Deutsche Philips-G. s.	KO 70	70	HV	grün oder blau	nicht vorhanden			nicht vorhanden		0,35	—	—	ja	ja	230×190×165	4,2	360,—	65,—
Leybold und v. Ardenne	TO 22	100	Gas	weiß	nicht vorhanden			nicht vorhanden		0,4	—	—	ja	ja	200×380×480	13	320,—	100,—
AEG	EOH 11 / EOH 11spez.	70	HV	grünlich-gelb	1 / 2	5...20 000 / 5...150 000	100	Thy	5...20 000	0,25	0,04	ja	ja	nein	400×250×235	17,5	steht noch nicht fest	
Deutsche Philips-Ges.	GM 3150	95	HV	grün oder blau	2	30...500 000 [1]	2000	HV	8...150 000	0,49	0,0005	ja	ja	nein	440×290×275	25,5	800,—	224,75
	KG 160	160	HV	grün oder blau	2	30...1 000 000 [2]	2000	HV	10...1000 000	0,28	0,001	ja	ja	ja	690×360×360	38	1600,—	306,50
Leybold und v. Ardenne	TO 1	130/180	HV/G	blau	nur Symmetriestufe			HV	10...100 000	0,34/0,6	—	ja	nein	nein	310×830×310	47	1500,—	235,50 [3]
	TO 3	75	HV	weiß	nicht vorhanden			HV	10...100 000	0,4	—	ja	nein	nein	190×320×290	12	385,—	89,50
	TO 21	100	HV	weiß	nicht vorhanden			HV	10...300 000	0,2	—	ja	nein	nein	280×480×390	26	800,—	182,25

[1]) Wird die symmetrische Endstufe allein benutzt, so erhöht sich der Frequenzbereich auf 1 Million Hertz — [2]) Symmetrische Endstufe allein = 2 000 000 Hertz
[3]) Dieser Preis gilt für Hochvakuumröhre. Bei einer Gasröhre liegt er um 25 RM niedriger

Das alte Gerät

Verbesserungen an veralteten Empfängern

Die Strom-Sparschaltung

In diesem Jahr finden wir die Strom-Sparschaltung bei drei verschiedenen Typen von Wechselstromempfängern angewandt, nachdem im vergangenen Jahr ein Gerät dieser Art das Interesse der Hörerschaft für diese Neuerung erkundet hat. Es läßt sich schon heute sagen, daß die Strom-Sparschaltung vertriebsmäßig einen bedeutenden Erfolg erzielt hat; die Möglichkeit, bei der Beschränkung auf eine leisere Wiedergabe rund 40 v. H. der Leistungsentnahme aus dem Netz einsparen zu können, ist vielen Hörern sehr sympathisch. Das von einer Fabrik für einen Empfänger mit Strom-Sparschaltung geprägte Werbewort „Er verdient sich seine Röhren selbst" kennzeichnet den Vorteil dieser Geräte sehr treffend.

In der beistehenden Zahlentafel sind die Ergebnisse von Messungen zusammengestellt, die an den drei verschiedenen Empfängertypen vorgenommen wurden; da jeweils nur ein Gerät gemessen wurde, handelt es sich bei diesen Messungen natürlich nicht um Durchschnittswerte, sondern nur um Einzelbeispiele. Wir erkennen aus dieser Zahlentafel zunächst, daß die Leistungsersparnis in der Sparschaltung je nach Empfängertyp 38,7 bis 45,4 v. H. beträgt; das ist ein recht bedeutender Betrag, um den sich die Mehrkosten, die mit dem Einbau der Sparschaltung verbunden sind, schon lohnen. Erzielt wird diese Leistungsersparnis einfach dadurch, daß man die Anoden-Wechselspannung, die an der Netz-Gleichrichterröhre liegt, entsprechend herabsetzt, und zwar auf rund die Hälfte ihres Normalwertes. Damit sinken sowohl die Anodenspannung des Gerätes als auch die an der Feldspule liegende Spannung. Die Folge ist ein entsprechender Rückgang des durch die Endröhre fließenden Stromes und vor allem der von der Lautsprecher-Feldspule aufgenommenen Leistung. Mit andern Worten: man setzt den Wirkungsgrad des dynamischen Lautsprechers und die Leistung der Endröhre herab, um die gewünschte Leistungsersparnis zu erzielen.

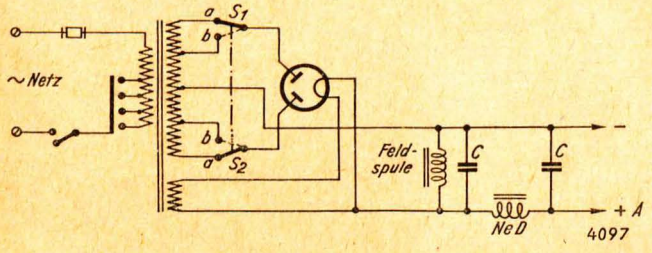


Abb. 1. Strom-Sparschaltung durch Umschaltung der Anodenspannung des Netztransformators

Die praktische Ausführung der Strom-Sparschaltung hat die Verwendung eines Netztransformators zur Voraussetzung, dessen Anodenspannungs-Wicklungen etwa in der Mitte je eine Anzapfung tragen; die Schaltung ist dabei die der Abb. 1. Ist das Gerät auf volle Leistung geschaltet, so liegen die beiden miteinander gekuppelten Schalter S_1 und S_2 in den Stellungen *a*, bei Sparschaltung liegen die Schalter in den Stellungen *b*. Benutzt man spannungssichere Schalter, so kann die Umschaltung während des Betriebes geschehen. Bei einer anderen Empfänger-Bauart wird die Schaltung nach Abb. 2 benutzt; der Schalter schaltet hierbei nicht die äußeren, sondern die inneren Enden der Transformatorwicklung um. In diesem Fall kann der eine Pol des Schalters ständig an Erde bzw. Masse liegen.

In der einfachsten Anordnung der Strom-Sparschaltung beschränkt man sich auf die Umschaltung der Anoden-Wechselspannung; irgendwelche weiteren Änderungen werden nicht vorgenommen. Dadurch, daß man die Anodenspannung der Endröhre herabsetzt, ändern sich Schirmgitter- und Steuergitterspannung im gleichen Sinne, aber auch die Anoden- und Schirmgitterspannung der übrigen Röhren sinken entsprechend ab, was einen gewissen Rückgang der Empfindlichkeit zur Folge hat. Bei einem Einkreis-Audionempfänger ist das eventuell tragbar, bei einem Gerät mit Hochfrequenzverstärkung dagegen erscheint es wünschenswert, die Schirmgitterspannung der Hochfrequenzstufe auch in der Sparschaltung auf der normalen Höhe zu halten. Das ist möglich, indem man mit dem Netztransformator-Umschalter einen weiteren Schalter zusammenbaut, der in der Sparschaltung einen Teil des Vorschaltwiderstandes, der — in der Schirmgitterleitung liegend — die Anodenspannung auf die Schirmgitterspannung herabsetzt, kurzschließt (Abb. 2).

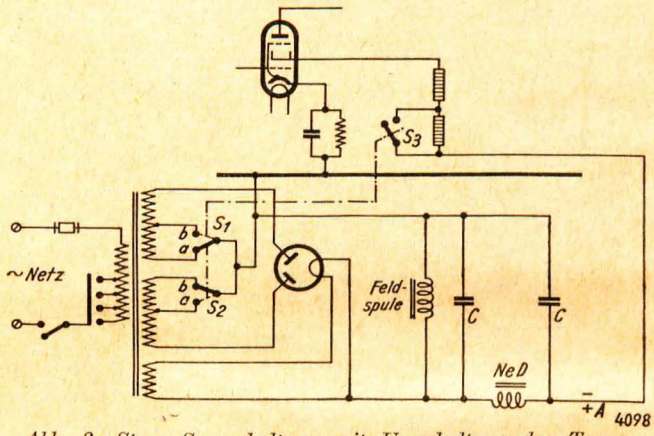


Abb. 2. Strom-Sparschaltung mit Umschaltung des Transformator-Nullpunktes und Änderung des Schirmgitter-Vorschaltwiderstandes

Es wird immer wieder die Frage an uns gerichtet, ob es möglich ist, einen vorhandenen Empfänger nachträglich mit Sparschaltung auszurüsten. Diese Möglichkeit ist technisch durchaus gegeben, aber die Umänderung kann nur in einer Auswechslung des Netztransformators gegen ein solchen mit angezapften Anodenwicklungen (Werte siehe Zahlentafel) und im Einbau eines doppelpoligen Starkstrom-Umschalters mit Momentschaltung bestehen (ein Schalter ohne Springschaltwerk ist unbrauchbar, da bei langsamem Schalten Funken gezogen und die Kontakte verschmoren würden). Ehe man diese Umänderungen vornimmt, muß man aber erproben, ob der in dem Empfänger vorhandene dynamische Lautsprecher bei der Herabsetzung der Feldleistung auf etwa ein Drittel überhaupt noch eine brauchbare Wiedergabe liefert und ob auch die Endstufe nach Herabsetzung der Anodenspannung noch ordentlich arbeitet. Es empfiehlt sich deshalb, zunächst an der aus Abb. 3

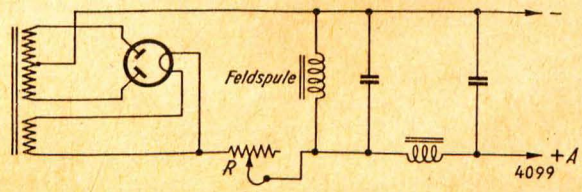


Abb. 3. Versuchsweise Herabsetzung der Anodenspannung durch einen Widerstand R, um festzustellen, ob sich für einen Empfänger die Sparschaltung eignet

hervorgehenden Stelle einen großen Schiebewiderstand (rund 3000 Ω, 0,05 Amp.) einzubauen und diesen so einzustellen, daß die Spannung an der Feldspule und die Anodenspannung der Endstufe nur noch etwa 120 bis 150 Volt betragen; die Lautstärke und Güte der Wiedergabe, die man dann erhält, würde das Gerät auch nach der Umschaltung auf Sparschaltung aufweisen.

Alle anderen hier und da empfohlenen Mittel, z. B. die Anwendung eines Autotransformators vor dem Empfänger

oder gar eines Blockkondensators zur Herabsetzung der Netzspannung von z. B. 220 auf 150 Volt, sind völlig untauglich, denn die Herabsetzung der Leistung durch Maßnahmen v o r dem Empfänger verringern auch stets die Heizspannung, stellen damit das Arbeiten der Röhren in Frage (die Schwingröhre im Superhet z. B. setzt völlig aus) und gefährden ferner die Lebensdauer der Röhren. Die Gleichrichterröhre vor allem fängt bei Unterheizung sehr bald zu streiken an.

Zeichnungen vom Verfasser

Empfängertyp	Anodenwechselspannung in Volt		Gleichspannung an der Feldspule in Volt		Feldleistung in Watt		Anodenspannung an der Endröhre in Volt		Anodenstrom der Endröhre in mA		Leistungsentnahme aus dem Netz in Watt		Leistungsersparnis in der Sparschaltung
	Normal	Spar	Normal	Spar	Normal	Spar	Normal	Spar	Normal	Spar	Normal	Spar	v. H.
I	2×275	2×140	275	140	10,0	3,0	220	120	35	18	55	30	45,4
II	2×285	2×150	265	145	10,0	3,0	220	120	32	16	62	38	38,7
III	2×405	2×210	315	165	7,5	2,0	275	150	35	18	55	33	40

Anpassungs- und Trennglied für Strom- und Spannungszeiger

Für genauere Ausgangsmessungen an Empfängern bedient man sich nicht der auf einen festen Widerstand abgeglichenen Ausgangs-Leistungsmesser (Output-Meter), sondern des Tonfrequenz-Strom- und Spannungszeigers Rel. mse. 48 a; sein Vorteil liegt in der Möglichkeit einer genauen Strommessung und in seinem hohen inneren Widerstand für Spannungsmessungen (Meßbereich 0,15 Volt = 830 Ω, 0,5 Volt = 580 Ω, 1,5 Volt = 1400 Ω, 5 Volt = 4500 Ω, 15 Volt = 13 000 Ω, 50 Volt = 43 600 Ω, 150 Volt = 130 000 Ω, 300 Volt = 260 000 Ω). Bei Benutzung des Tonfrequenz-Strom- und Spannungszeigers hat man deshalb die Möglichkeit, die Ausgangs-Leistungsmessung unter Benutzung beliebig hoher Widerstände durchzuführen; man kann an jeden Empfänger den zu der verwendeten Endröhre am besten passenden Widerstand anschalten. Um eine Vergleichsmöglichkeit zu haben, ist man übereingekommen, bei Dreipol-Endröhren einen Belastungswiderstand von 2 *Ri*, bei Fünfpol-Endröhren einen solchen von *Ri*/2 anzuwenden.

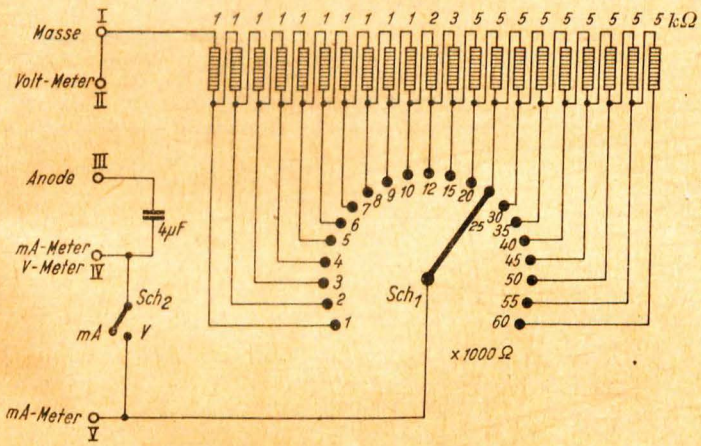


Abb. 1. Schaltung des Anpassungs-Trennngliedes für Strom- und Spannungszeiger

Der Tonfrequenz-Strom- und Spannungszeiger kann nicht unmittelbar an den Empfänger angeschaltet werden; der Anschluß muß mit Hilfe eines Kondensators gleichstromfrei erfolgen. Außerdem muß der Belastungswiderstand angeschaltet werden; man mißt dann den durch diesen fließenden Strom bzw. den an ihm entstehenden Spannungsabfall. Belastungswiderstand und Trenn-Kondensator vereinigt man zweckmäßig in einem handlichen Gerät, das so ausgebildet werden kann, daß es sowohl für Spannungs- als für Strommessungen geeignet ist; Abb. 1 zeigt seine Schaltung. Der Anpassungs- bzw. Belastungswiderstand besteht aus insgesamt 21 Hochohmstäben (Masse-, k e i n e Drahtwiderstände, um auch für hohe Frequenzen völlig selbstinduktionsfrei zu sein!), die durch einen Stufenschalter umgeschaltet werden können; so lassen sich alle Widerstandswerte zwischen 1 und 60 kΩ einstellen und damit alle Werte, wie sie bei den verschiedenartigsten Endröhren in Frage kommen. Der Bereich ist absichtlich sehr weit gezogen, um das Gerät auch für reine Laboratoriumszwecke verwenden zu können.

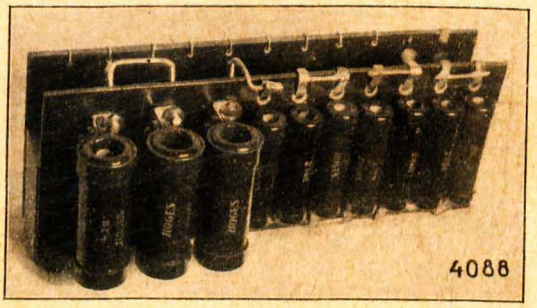


Abb. 2. Widerstandseinheit

Die Abbildungen zeigen die Einzelheiten des Aufbaues. Als Grundplatte dient eine 1,5 mm starke Platte aus Duralumin von 150×220 mm Größe. Diese zwar etwas teuere, aber besonders harte Aluminiumart wurde gewählt, weil

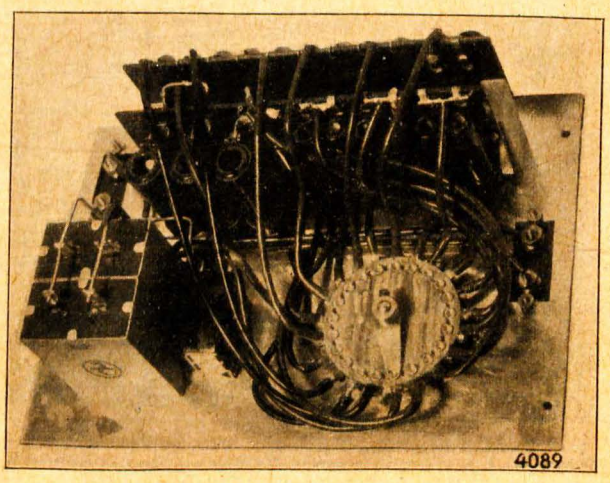


Abb. 3. Ansicht des Anpassungs-Trennngliedes von der Unterseite

sie sich erheblich leichter bearbeiten läßt als das gewöhnliche Aluminium, und weil vor allem die Gravierung besser durchzuführen ist. Die Einzelteile sind sämtlich isoliert anzubringen, d. h. die Aluminiumplatte darf nicht als Verbindung dienen, die darf auch nicht mit der Masse-Klemme

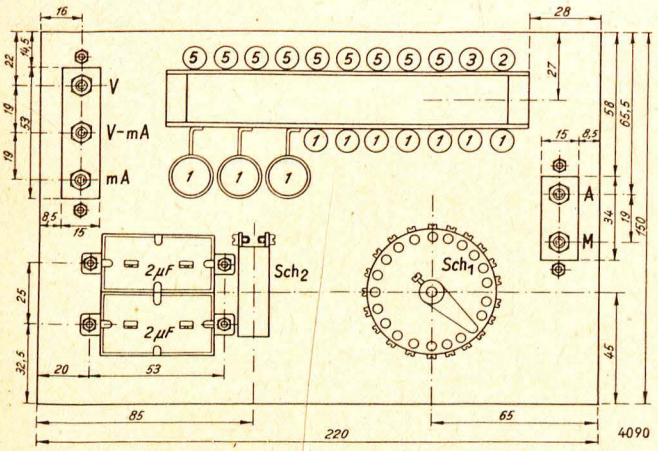


Abb. 4. Lage der Einzelteile (Ansicht von unten). Die beiden Kondensatoren von je 2 µF an Stelle eines Kondensators 4 µF wurden nur verwendet, weil sie gerade vorhanden waren

verbunden werden, da dieser Anschluß bei manchen Empfängern (Allstrom und Gleichstrom) Spannung gegen Erde führen kann.

Die 21 Hochohmstäbe werden an zwei Hartpapierplatten angebracht, die mit zwei kleinen Holzklötzchen zu

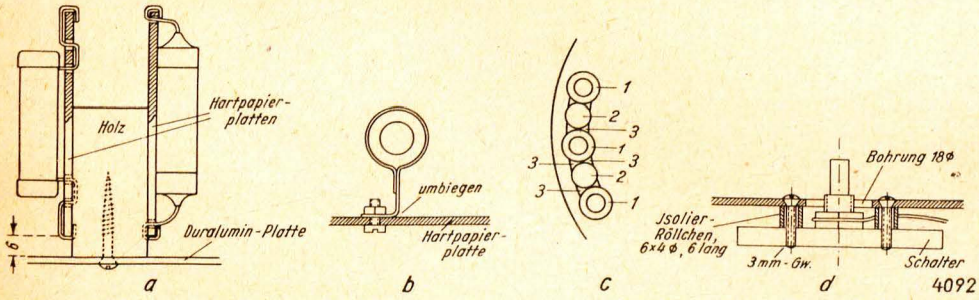


Abb. 6. Aufbau-Einzelheiten. a) Anbringung der 2-Watt-Widerstände an den Hartpapierplatten, und zwar links eines Widerstandes mit flachen Enden, rechts eines solchen mit Drahtenden. b) Anbringung eines 3-Watt-Widerstandes. c) Änderung des Schalters zu unterbrechungslosem Übergang von einem Kontakt zum anderen. Zwischen den Kontakten 1 sind Löcher 2 einzubohren; die Ecken 3 sind mit einem scharfen Messer wegzustechen. d) Isolierte Anbringung des Stufenschalters an der Aluminiumplatte

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

einer Einheit zusammengeschraubt werden (Abb. 2). Es kommen Widerstände mit Drahtenden zur Anwendung; die Enden werden, wie es das Teilbild a der Abb. 6 zeigt, durch Bohrungen in der Platte gesteckt und scharf umgebogen, so daß die Widerstände auf diese Weise festgelegt

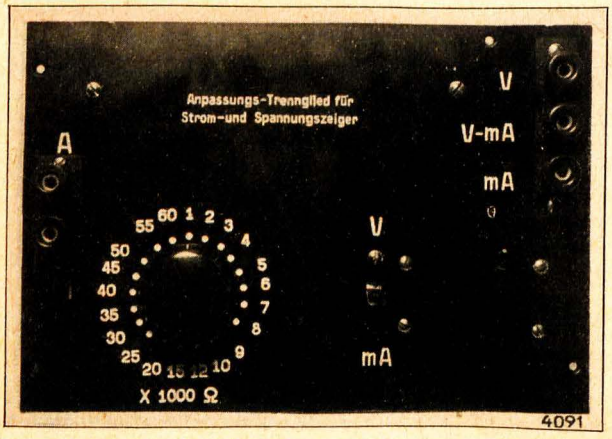


Abb. 5. Die Bedienungsplatte. Die Beschriftung ist eingraviert. Die Teilpunkte des Umschalters werden mit einem 2-mm-Spiralbohrer etwa 1 mm tief eingebohrt

werden. Die Enden der Widerstände werden sinngemäß miteinander verlötet (Abb. 1). Um eine Belastungsreserve zu haben, werden durchweg 2-Watt-Stäbe benutzt, die drei Widerstände links in Abb. 1 besitzen eine Belastungsfähigkeit von 3 Watt. Sie haben Anschlüsse aus Flachmessing, die man umbiegt und mit Schrauben an der Hartpapierplatte befestigt. Einzelheiten sind aus Abb. 3 ersichtlich, während Abb. 4 die Verteilung der Einzelteile skizziert. Auf einen Verdrahtungsplan kann verzichtet werden; die einfache Verdrahtung ist genügend genau aus Abb. 3 zu ersehen. Es ist zweckmäßig, für die Verbindungen zwischen dem Schalter und den Widerständen 0,5 mm starken Kupferdraht zu benutzen, der mit Isolierschlauch überzogen wird; an die unten liegenden Anschlüsse der Widerstände sind genügend lange Drähte vor der Befestigung der Widerstandseinheit anzulöten, da man später nicht mehr an diese Anschlüsse heran kann.

Als Umschalter dient ein Stufenschalter mit 21 Kontakten. Beim Übergang von einem Kontakt zum anderen darf keine Stromunterbrechung stattfinden, um zu verhindern, daß der Strom- und Spannungszeiger bei Spannungsmessungen während der Umschaltung unzulässig stark ausschlägt. Der benutzte Schalter wies diese Eigenschaft von vornherein nicht auf; sie wurde herbeigeführt, indem zwischen den Kontakten Löcher eingebohrt wurden. Der Bohrer muß gerade so stark sein, daß er die Kontakte beiderseitig berührt. Der Schleifer kann dann beim Umschalten nicht auf der Isolierplatte des Schalters gleiten, sondern er drückt auf die beiden Kontakte. Um das sicher zu erreichen, müssen mit einem scharfen Messer auch die kleinen Ecken weggeschnitten werden, damit der Schleifer wirklich nur auf Metall aufliegt. *Schw.*

Liste der Einzelteile

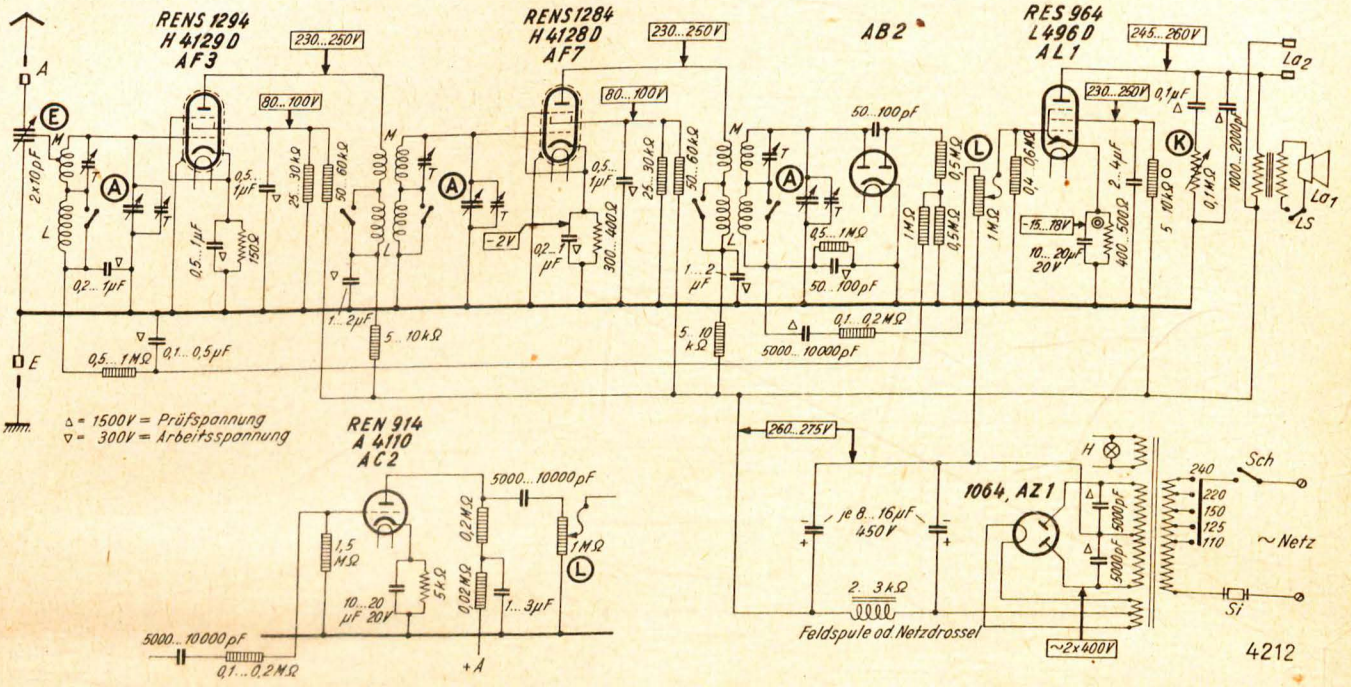
Nr.	Stück	Einzelteil	Größe
1	3	Hochohmwiderstände (Masse) 3 Watt	1 kΩ
2	7	desgl. 2 Watt	1 kΩ
3	1	desgl. 2 Watt	2 kΩ
4	1	desgl. 2 Watt	3 kΩ
5	9	desgl. 2 Watt	5 kΩ
			sämtlich ± 2%
6	1	Stufenschalter mit 21 Kontakten	
7	1	Knopf dazu	
8	1	Kippschalter (Ausschalter)	
9	1	Wickelkondensator 350 Volt Betriebsspannung	4 µF
10	5	Knopfklemmen	
11	1	Duralumin-Platte	150 × 220 × 1,5 mm
12	2	Hartpapier-Platten	60 × 150 × 2 mm
13	2	Klötze aus Holz oder Isolierstoff	20 × 40 × 10 mm
14	1	Hartgummiplatte für Eingangsklemmen	18 × 50 × 6 mm
15	1	desgl. für Ausgangsklemmen	18 × 70 × 6 mm
16	1	Holzkasten	Innen: 150 × 220 × 75 mm

Verschiedene Schrauben, Muttern, Schaltdraht, Isolierschlauch.

Die Aluminiumplatte ist zu gravieren oder anderweitig zu beschriften (siehe Abb.5) und schwarz zu lackieren; Gravierung weiß auslegen.

Die Schaltung des Funkpraktikers

Dreikreis-Dreiröhren-Empfänger für Wechselstrom



Die vorstehende Schaltung ist geeignet, um einen der früheren Dreikreis-Empfänger mit drei oder vier Röhren nachträglich mit Schwundausgleich zu versehen und ihm durch Einbau der linearen Zweipolröhren-Gleichrichtung eine bessere Wiedergabe zu verleihen. Sie ist als Dreiröhren-Schaltung gezeichnet, kann aber auch ohne weiteres mit vier Röhren bestückt werden; zwischen der Zweipolröhre und der Endröhre wird einfach eine Dreipolröhre eingeführt, wie links unten skizziert. Die Schaltung ist vollkommen rückkopplungsfrei; sie besteht aus zwei Hochfrequenzstufen, dem Doppel-Zweipol-Gleichrichter und einer bzw. zwei Niederfrequenzstufen.

Eingangsschaltung: Es kommt ein Dreiplatten-Drehkondensator zur Anwendung, mit dem sich eine weitgehende Änderung der dem Empfänger zugeführten Hochfrequenzspannung vornehmen läßt, ohne daß eine nennenswerte Dämpfung eintritt.

Hochfrequenzstufen: Die erste Hochfrequenzstufe ist mit einer Fünfpol-Regelröhre bestückt; sie arbeitet in Schwundregel-Schaltung. Die zweite Röhre ist mit fester Gitterspannung versehen; es kommt eine Fünfpol-Schirmröhre zur Anwendung. Die Regelung auch der zweiten Röhre empfiehlt sich nicht, weil die Verstärkungsreserve des Empfängers hierfür nicht ausreichend ist. Die Kopplungen zwischen den Röhren sind induktiv. Besonderer Wert ist auf eine einwandfreie gegenseitige Abschirmung der Röhrenstufen und der Schwingkreise zu legen, damit eine Selbsterregung vermieden wird.

Empfangsgleichrichter: Als Empfangsgleichrichter dient eine Doppel-Zweipolröhre, um eine vollkommen verzerrungsfreie Gleichrichtung zu erhalten. Sie wird in beiden Systemen ausgenutzt, und zwar liefert das eine System die Niederfrequenzspannung, die an die Endstufe oder an die Niederfrequenz-Vorstufe weitergegeben wird, und das zweite System die Schubspannung für den Schwundausgleich, die in üblicher Weise über Niederfrequenz-Sperrglieder an die erste Stufe geführt wird.

Niederfrequenzteil: Kommt eine Niederfrequenz-Vorstufe zur Anwendung, so macht man im Interesse der Verzerrungsfreiheit und leicht erzielbarer Stabilität zweckmäßig von einer Dreipolröhre Gebrauch, an die die Endstufe durch Widerstände und Kondensator angekoppelt wird. Die Endstufe ist eine Fünfpolröhre; die Bemessung der Schaltung gilt für die AL 1 bzw. für die entsprechende Röhre mit Stiftsockel, um die durch eine steilere Röhre evtl. auftretenden Schwierigkeiten der Selbsterregung zu vermeiden. Natürlich kann man auch eine AL 4 verwenden, muß dann aber die bekannten Stabilisierungsmaßnahmen treffen. Die Schallplattenverstärkung ist nicht eingezeichnet; sie hat nur Sinn, wenn zwei Niederfrequenzstufen vorhanden sind, und zwar geht man dann zweckmäßig über einen Übertrager an das Gitter der ersten Niederfrequenzröhre, um die Endröhre durchsteuern zu können. Es ist aber auch eine Anordnung ausführbar, die eine Umschaltung der zweiten Niederfrequenz-Röhre als Schallplattenverstärker vornimmt; die Umschaltung ist jedoch ziemlich umständlich, da nicht nur der Tonabnehmer ans Gitter gelegt, sondern auch ein Hochohmwiderstand in die Anodenleitung geschaltet werden muß, und außerdem ist dessen anodenseitiges Ende mit dem Kopplungsblock von 5000 ... 10 000 pF zu verbinden. Immerhin ist auch diese Aufgabe durchaus einwandfrei zu lösen.

Netzteil: Er weist nichts Besonderes auf; die Siebkette besteht aus zwei Elektrolyt-Kondensatoren und einer Netzdrossel, an deren Stelle auch die Feldspule des dynamischen Lautsprechers Anwendung finden kann. Die Feldspule wird in diesem Fall mit 4 bis 5 Watt erregt. Wünscht man eine größere Feldleistung von z. B. 10 Watt, so setzt man die Transformatorspannung auf 2 × 500 Volt herauf, man vergrößert ferner den Ohmschen Widerstand der Feldspule auf das Doppelte und wählt schließlich als ersten Kondensator der Siebkette einen solchen aus, der eine Betriebsspannung von 600 Volt sicher erträgt.

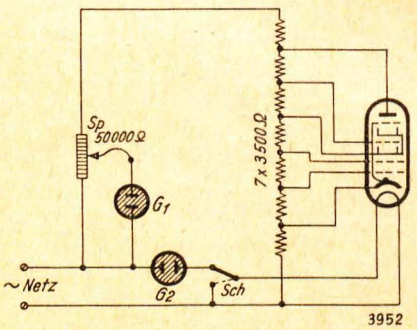
Blick in die Händlerpresse

Einfacher Röhren-Vorprüfer

Ein Vorprüfgerät für Rundfunkröhren kann man sich leicht selbst bauen, besonders, wenn man sich der beistehenden Schaltung bedient. Man braucht hierzu nur 7 Widerstände von je 3500 Ω, 0,5 Watt, einen Drehspannungsteiler mit linearer Kennlinie von 50 000 Ω, 2 Signalglimmlampen 220 Volt mit Fassungen dazu, einen Umschalter sowie mehrere Röhrenfassungen. So sieht man je eine Stiftfassung mit fünf und sieben Kontakten sowie je eine Außenkontaktfassung mit fünf und acht Kontakten, außerdem Buchsen für die Kolbenanschlüsse vor. Die Röhrenfassungen werden so, wie es auch in Röhrenmeßgeräten üblich ist, parallel geschaltet.

Das Gerät arbeitet nach folgendem Grundsatz: Den Vakuumstrecken in der Röhre liegen Widerstände parallel; die Röhre mit den Widerständen ist in einen Glimmlampenstromkreis (Glimmlampe G_1) eingeschaltet. Die Spannung wird mit Hilfe eines Drehspannungsteilers so eingeregelt, daß die Glimmlampe G_1 noch nicht zündet. Stöpselt man jetzt eine Röhre ein, in der einzelne Pole kurzgeschlossen sind, so verringert sich der Gesamtwiderstand um mindestens einen Teilwiderstand, und die Glimmlampe zündet.

Bei der Prüfung geht man so vor, daß man den Drehspannungsteiler bei leeren Röhrenfassungen des Vorprüfers so einstellt, daß die Glimmlampe G_1 gerade zündet; dann dreht man ein wenig zurück, so daß die Lampe erlischt. Diese Einstellung bleibt unverändert bestehen; die Glimmlampe ist so auf größte Empfindlichkeit eingestellt. Die



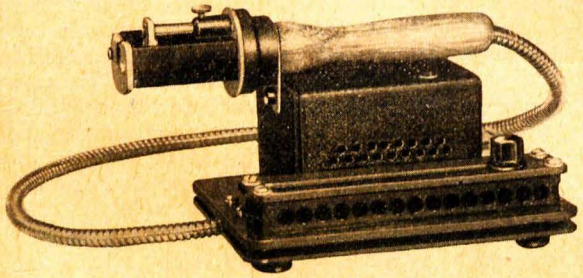
einwandfreie Arbeitsweise kann man erproben, indem man zwei in der Röhre benachbarte Pole an der betreffenden Fassung kurzschließt; die Glimmlampe G_1 muß dann aufleuchten.

Mit dem Umschalter Sch kann man auch auf Fadenbruchprüfung schalten; bei einwandfreiem Faden muß die Glimmlampe G_2 brennen. *Philips Radio-Wellen*

Werkzeuge und Hilfsmittel

Abbrenngerät für Schaltdrähte

Nimmt man das Abisolieren von Schaltdrähten mit Hilfe von Schneidwerkzeugen vor, so besteht immer die Gefahr, daß die Seele des Drahtes beschädigt wird. Das kann leicht zu späterem Drahtbruch führen, einem bei Rundfunkempfängern besonders unangenehmen Schaden. Um ihn zu vermeiden, wurde ein Abbrenngerät herausgebracht, mit dem die Isolation des Schaltdrahtes ohne jede Beschädigung der Drahtseele mit Hilfe einer glühenden Widerstandsschleife weggebrannt wird.

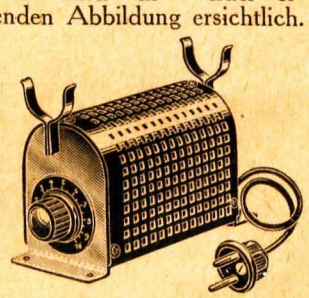


Wie die beistehende Abbildung zeigt, besteht dieses Gerät aus einer Grundplatte, auf der ein Transformator mit getrennten Wicklungen und ein Schiebewiderstand angeordnet sind; der Transformator wird mit Hilfe einer Steckerschnur an das Wechselstromnetz angeschlossen. Seine Niederspannungswicklung liegt mit der Abbrennschleife und mit einem Schiebewiderstand in Reihe. Die aus Nickelindraht bestehende Abbrennschleife ist in einem Handgriff untergebracht, der gemäß der Abbildung auf die Schutzkappe des Transformators aufgeschraubt werden kann. Sie ist auswechselbar eingerichtet, und außerdem ist ein verstellbarer Anschlag vorgesehen, um eine beliebige Abbrennlänge einzustellen, d. h. um die Schaltdrähte auf eine Länge von einigen Millimetern bis auf etwa 25 mm abisolieren zu können.

Mit Hilfe des Schiebewiderstandes läßt sich die Spannung, die an der Abbrennschleife liegt, zwischen etwa 0,7 und 0,9 Volt ändern, und damit ändert sich auch die Temperatur des Drahtes. Sie läßt sich auf diese Weise praktisch allen Draht- und Isolationsarten anpassen. Die mittlere Stärke des durch die Abbrennschleife fließenden Stromes beträgt 17 Ampere, die Leistungsentnahme aus dem Netz etwa 40 Watt.

Sparableger für Lötkolben

Ein Sparableger für elektrische Lötkolben ähnlich dem kürzlich beschriebenen[1]) ist jetzt auch im Handel erschienen; er ist aus der beistehenden Abbildung ersichtlich. Ein perforiertes Blechgehäuse umschließt ein durch einen Drehknopf in seinem Ohmwert veränderliches Widerstandsgitter, das in den Lötpausen als Vorschaltwiderstand für den Lötkolben dient. Es wird eingeschaltet, sobald man den Lötkolben auf die Gabel legt, die einen Schalter betätigt. An dem Drehknopf kann man den günstigsten Wert des Lötkolben-„Ruhestromes" einstellen. Das Gerät ist für Netzspannungen von 110 bis 220 Volt und für Kolbenleistungen von 50 bis 100 Watt geeignet; die Regelmöglichkeit beträgt mindestens 35 % des Stromes.



[1]) Siehe „Funk-Werkstattpraxis" 3 (Beilage zum „Funk" Heft 18), Seite 589.

*

Die Herstellerfirmen aller besprochenen Neuerungen werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Alle Abbildungen in diesem Heft, die keinen Urhebervermerk tragen, wurden nach Angaben der Schriftleitung hergestellt

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. — DA III. Vj. 1936 = 8700. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G. Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 88378, Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung. — Nachdruck sämtlicher Artikel verboten

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

1. November 1936 Heft 21

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungskosten von 1 Pfg. enthalten. Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Elektronenstrahler und Elektronenoptik

Ein Hauptteil der diesjährigen Physikertagung in Bad Salzbrunn war dem Thema „Elektronen-Optik" gewidmet. Der nachstehende Aufsatz bringt eine allgemeine Übersicht über die Grundlagen sowie über Ziel und Zweck dieses noch verhältnismäßig jungen Arbeitsgebietes und über seinen heutigen Entwicklungsstand nach den bei der Tagung gehaltenen Vorträgen.

Die Elektronenoptik bildet zusammen mit der Optik des sichtbaren und unsichtbaren Lichtes die Grundlage für den heutigen Stand und — soweit übersehbar — die zukünftige Entwicklung der Fernsehtechnik. Eine praktische Elektronenoptik gibt es erst seit etwa fünf Jahren, und doch gelang es in dieser kurzen Zeit schon in weitem Umfange, technische Aufgaben unter Zuhilfenahme neuartiger theoretischer Erkenntnisse zu lösen, deren zum Teil bereits länger vorliegende Grundgedanken auf einer Übertragung von Begriffsbildungen der Optik auf Probleme der Elektronenbewegung fußen.

Jedem ist die Vorstellung von Lichtstrahlen geläufig. Die elektromagnetische Lichttheorie baut sich auf dem Begriff der Lichtwelle auf. Je nachdem der eine oder der andere Begriff zur Beschreibung einer optischen Erscheinung dient, spricht man von Wellenoptik oder von Strahlenoptik. Auch auf das Gebiet der Elektronenoptik ist diese Zweiteilung zu übertragen. Erscheinungen wie z. B. die Elektronenbeugung haben eine wellenoptische Deutung gefunden und haben auch schon technische Bedeutung erlangt. Umfangreicher und für den Ausbau der Fernsehtechnik und benachbarter Zweige wichtiger ist jedoch vorläufig das Gebiet der Elektronen-Strahlenoptik oder geometrischen Elektronenoptik.

Gegenstand der Betrachtung in der geometrischen Elektronenoptik sind zunächst die Kathodenstrahlen; da sie aus negativen elektrischen Elementarladungen, den Elektronen, bestehen, spricht man heutzutage auch von Elektronenstrahlen. Das Anwendungsgebiet der Ergebnisse elektronenoptischer Arbeiten umfaßt demgemäß alle technischen Vorrichtungen, in denen schnell bewegte Elektronen eine Rolle spielen, insbesondere also Braunsche Röhren (Kathodenstrahloszillographen), Bildwandler und Elektronenvervielfacher — das sind für die Fernsehtechnik in den letzten Jahren geschaffene neuartige Anordnungen —, ferner Empfangs- und Senderöhren, Röntgenröhren, schließlich eines der interessantesten Werkzeuge, dessen Verwendungsbereich in seiner Größe nach gar nicht abzuschätzen ist, das Elektronenmikroskop.

Bei der Untersuchung von elektrischen Entladungen in verdünnten Gasen entdeckte Plücker 1858 die Kathodenstrahlen [1]), deren Auftreten sich durch Fluoreszenzerscheinungen an den von ihnen getroffenen Stellen der Glaswand der Entladungsgefäße nachweisen ließ. Hittorf, Crookes, Goldstein und Lenard haben alle Grundeigenschaften der Kathodenstrahlen erforscht. Die für die Elektronenoptik wichtigsten sind:

1. Die gradlinige Ausbreitung der Kathodenstrahlen im leeren, feldfreien Raum,
2. ihre Ablenkbarkeit durch elektrische und magnetische Felder.

Auf der Ablenkbarkeit der Kathodenstrahlen beruht bekanntlich die Verwendung der Braunschen Röhre für die Beobachtung und Aufzeichnung schnell verlaufender elektrischer Vorgänge. Hierzu sind Strahlenbündel von kleinem Querschnitt erforderlich, die man, wie in Abb. 1 dargestellt, durch Ausblenden mittels einer Lochblende herstellen kann. Man erkennt auch hier die äußere Ähnlichkeit mit den Verhältnissen bei Lichtstrahlen.

Die Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen oder, was dasselbe ist, die Geschwindigkeit der Elektronen ist von der zwischen Kathode und Anode liegenden Spannung abhängig. Die aus der Kathode austretenden Elektronen bewegen sich innerhalb des elektrischen Feldes längs der elektrischen Kraftlinien [2]), die von einer Elektrode zur anderen verlaufen. Im homogenen elektrischen Feld, das durch parallel laufende Kraftlinien gekennzeichnet

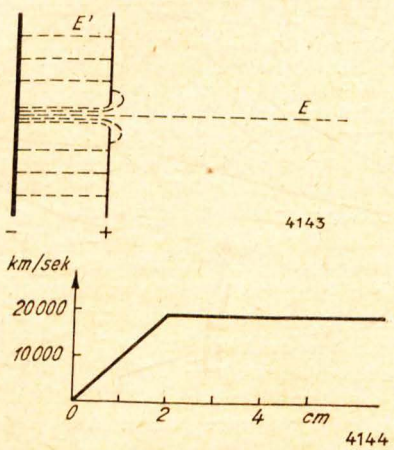


Abb. 1. Geschwindigkeitsverlauf eines Elektrons in einem homogenen elektrischen Feld und anschließenden feldfreien Raum. (Die Öffnung der Hochblende ist klein gegen den Plattenabstand)

[1]) Von Plücker „Magnetisches Licht" genannt. Der Name „Kathodenstrahlen" stammt von Goldstein, dem Entdecker der Kanalstrahlen.

ist, folgt die Bewegung eines Elektrons den gleichen Gesetzen wie der freie Fall eines Körpers im Schwerefeld der Erde. Die Geschwindigkeit nimmt auf dem Wege von der Kathode zur Anode je Zentimeter Weglänge um einen konstanten Betrag zu. Ein längs der Linie E fliegendes Elektron tritt durch die Blendenöffnung hindurch und bewegt sich, sofern der anschließende Raum feldfrei ist, infolge seiner Trägheit mit konstanter Geschwindigkeit v weiter. Diese Geschwindigkeit v, mit der ein z. B. längs der Kraftlinie E' fliegendes Elektron auf die Anode aufprallt, ist berechenbar nach der Formel

$$v = 594 \sqrt{E} \text{ km/sec},$$

worin E die angelegte Spannung (auch Beschleunigungsspannung genannt) in Volt ist.

Ein Elektron, das eine Potentialdifferenz von 400 V durchlaufen hat, erreicht demnach eine Geschwindigkeit von $594 \times \sqrt{400} = 594 \times 20 = 11\,880$ km/sek. Bei einer Beschleunigungsspannung von 10 000 V ist die Endgeschwindigkeit $v = 59\,400$ km/sek. Auf Grund des in der obigen Formel gegebenen eindeutigen Zusammenhanges zwischen der Bewegungsgeschwindigkeit der Elektronen und der Potentialdifferenz E kann man auch E als Maß für die Geschwindigkeit setzen, man spricht dann von „Voltgeschwindigkeit" und sagt, die Elektronen oder die Kathodenstrahlen haben eine Geschwindigkeit von 10 000 V; das bedeutet, sie erreichen nach dem Durchlaufen dieser Potentialdifferenz die nach der Formel sich ergebende Geschwindigkeit von 59 400 km/sek. (Zum Vergleich: Die Lichtgeschwindigkeit beträgt 300 000 km/sek.) Wegen der Wurzelabhängigkeit entspricht der doppelten Geschwindigkeit die vierfache Voltgeschwindigkeit.

Die eigentliche elektronenoptische Technik besteht nun darin, elektrische und magnetische Felder aufzubauen, die den Strahl formen und lenken, so daß er dem gewollten Zweck dient. Als Strahl wollen wir dabei auch die Bahn eines einzelnen Elektrons bezeichnen.

Ob die Elektronenstrahlen aus einer kalten Kathode unter Anwendung hoher Spannungen ausgelöst werden, oder ob es sich um Elektronen handelt, die von einer Glüh- oder einer Photokathode ausgesendet werden, ist auf die geltenden elektronenoptischen Gesetzmäßigkeiten natürlich ohne Einfluß. In gasgefüllten Entladungsgefäßen ergeben sich verwickeltere Verhältnisse als im Hochvakuum, da die Elektronen z. B. mit Gasmolekülen zusammenstoßen und dadurch aus ihrer Bahn abgelenkt werden; andererseits kann bei geeigneter Wahl des Druckes die Gasfüllung der Röhre eine Strahlkonzentration bewirken, von der man vorwiegend in Braunschen Röhren, die mit niedrigen Anodenspannungen arbeiten, Gebrauch macht. Die Entwicklung der letzten Jahre führte allerdings im Kathodenstrahl-Oszillographenbau immer mehr zu Hochvakuumröhren mit folgerichtiger Anwendung elektronenoptischer Anordnungen für die Strahlkonzentration.

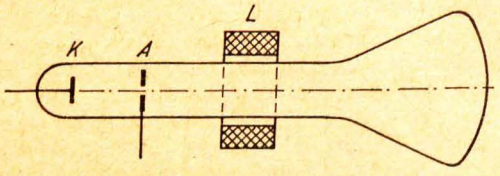


Abb. 2. Braunsche Röhre mit Konzentrierungsspule. K = Kathode, A = Anode (Anodenblende), L = Konzentrierungsspule (magnetische Linse). Ein Ablenksystem ist der Übersichtlichkeit halber nicht gezeichnet

Im Jahre 1927 veröffentlichte Busch eine Arbeit „Über die Wirkungsweise der Konzentrierungsspule bei der Braunschen Röhre", die grundlegende elektronenoptische Erkenntnisse enthält. Zur Erzielung eines genügend feinen Schreibfleckes des Kathodenstrahles benutzte man schon seit langem bei Braunschen Röhren — die damals fast ausschließlich für hochspannungstechnische Untersuchungen Verwendung fanden — eine von Gleichstrom durchflossene Spule, deren Achse mit der Richtung des unabgelenkten Kathodenstrahles zusammenfällt (Abb. 2). Das Magnetfeld dieser Spule bewirkt, wie die Erfahrung gezeigt hatte, eine Strahlenkonzentration. Ausbaufähige theoretische Grundlagen für diese Erscheinung gab die oben genannte Arbeit.

Busch, der auf der Salzbrunner Tagung in einem einführenden Vortrag einen Überblick über das neu erschlossene Gebiet gab, erinnerte daran, daß schon in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts Hamilton die Idee hatte, die Bahn von Massenpunkten in bestimmten Kraftfeldern und der Verlauf von Lichtstrahlen durch die gleiche Beschreibungsweise zu erfassen. Die Elektronenoptik erschöpft sich aber nicht in der Übertragung dieser Idee auf Elektronen (an Stelle der Massenpunkte) und elektrische Kraftfelder, es kommen die magnetischen Felder hinzu, die bekanntlich auf bewegte elektrische Ladungen (Elektronen) ebenfalls Kräfte ausüben. Andererseits findet eine Abgrenzung des Gebietes in der Weise statt, daß nur solche Elektronenbahnen Gegenstand der elektronenoptischen Betrachtungsweise sind, die zu einer Abbildung führen. Gehen also z. B. Elektronenstrahlen von einem Punkte aus — den wir den Objektpunkt nennen können — und treffen sie sich nach dem Durchlaufen geeignet geformter Ablenkfelder wieder in einem Punkte, so liegt eine Abbildung vor; der Treffpunkt der Strahlen ist der ihrem gemeinsamen Ausgangspunkt zugeordneten Bildpunkt.

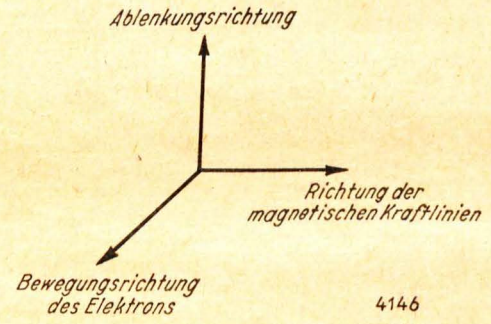


Abb. 3. Ablenkung eines Elektrons im Magnetfeld

In einer wirklichen Konzentrierung ist notwendig, daß alle Strahlen eines Strahlenbündels im gleichen Punkt vereinigt werden. Es ist leicht einzusehen, daß dazu die äußeren Strahlen des Bündels stärker abgelenkt werden müssen als die inneren, der Achse zunächst liegenden; die elektrischen oder magnetischen Kräfte, die die Elektronen nach der Achse hin vereinigen (Radialkräfte), müssen mit dem Abstand von der Achse zunehmen.

Die theoretischen Untersuchungen führten zu der grundlegenden Erkenntnis, daß jedes beliebige, d. h. homogene oder inhomogene magnetische oder elektrische Feld, sofern es nur Rotationssymmetrie zur Achse des Strahlenbündels aufweist, auf enge Bündel, d. h. achsennahe Strahlen, eine konzentrierende Wirkung ausübt. Es ist bekannt, daß ein Magnetfeld auf bewegte Elektronen mit Kräften wirkt, die senkrecht zu der jeweiligen Bewegungsrichtung der Elektronen und senkrecht zur Kraftlinienrichtung verlaufen (Abb. 3). Ein unter einem beliebigen Winkel in das Magnetfeld der Konzentrierungsspule hineingeschossenes Elektron durchläuft unter dem Einfluß dieser Radialkräfte eine Schraubenlinie. Abb. 4 veranschaulicht derartige Bahnen achsennaher Elektronen, die, von einem Punkte A ausgehend, im Punkte B gesammelt werden. Parallel einfallende Strahlen wurden in einem

[2]) Senkrecht zu den Äquipotentialflächen.

Punkte F wie in einem Brennpunkt konzentriert. Die zunächst nur qualitativ durch die Vorgänge der Konzentration und der Abbildung nahegelegten Vergleiche mit

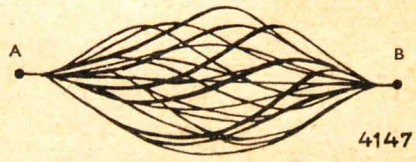


Abb. 4. Schraubenförmige Elektronenbahnen im homogenen magnetischen Längsfeld

der Optik erfahren nun eine wichtige quantitative Festigung. Es zeigt sich nämlich, daß für eine kurze Spule und achsennahe Strahlen zwischen der „Gegenstandsweite" a und der „Bildweite" b sowie der „Brennweite" f dieselbe Beziehung gilt wie für eine dünne Linse in der Lichtoptik:

$$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f}$$

Eine stromdurchflossene Spule kann also elektronenoptisch als Linse oder Linsensystem aufgefaßt werden (Abb. 5 und 6). Die Ablenkung im Magnetfeld hängt

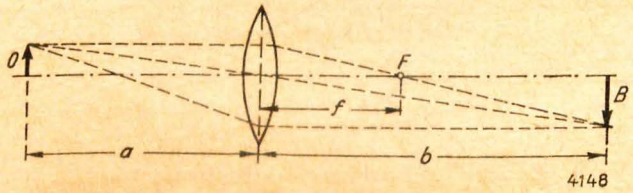


Abb. 5. Abbildung durch eine einfache optische Linse

naturgemäß von der Stärke des die Spule durchfließenden Stromes ab; die Brennweite der magnetischen Linse ist dementsprechend von der Stromstärke abhängig. Im Gegensatz zur Lichtoptik, bei der ja die Brennweite durch die geometrischen Abmessungen der Linse festliegt, haben wir in der magnetischen Linse ein elektronenoptisches System mit veränderbarer Brennweite vor uns.

1931 und 1932 erkannten Brüche und Johannson und, unabhängig von ihnen, Davisson die Möglichkeit, elektrische Sammel- oder Zerstreuungslinsen zu bauen. Etwa gleichzeitig begann die Reihe der Arbeiten zur Verwirklichung der bis dahin im wesentlichen nur grundsätzlich erkannten Möglichkeiten. Eine einfache elektrische Linse zeigt Abb. 7. Den Weg, den die Elektronen in dem durch eine solche Anordnung bestimmten elektrischen Kraftfeld nehmen, kann man nach Brüche sehr gut veranschaulichen durch Potentialgebirge. Die den Strahl bildenden Elektronen rollen gewissermaßen über das Potentialgebirge hinweg.

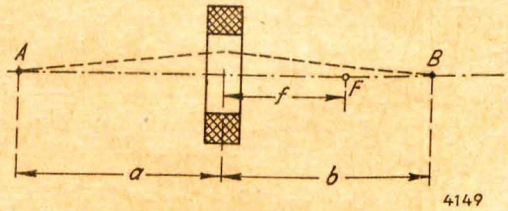


Abb. 6. Kurze Spule als Sammellinse.
(Innerhalb des magnetischen Feldes bewegen sich die Elektronen auf Schraubenlinien)

Eine „Übersicht über die experimentelle Elektronenoptik und ihre Anwendungen" brachte Brüche in seinem Vortrag. Eine wirkungsvolle und aufschlußreiche Ergänzung zu diesem Vortrag und den Ausführungen mehrerer anderer Redner bildete eine Ausstellung, die viele interessante Demonstrationsobjekte, namentlich auch aus der Geschichte der Elektronenoptik brachte. Das Reichspostzentralamt und Firmen zeigten moderne Kathodenstrahlgeräte.

Nachdem in der magnetischen und elektrischen Linse zwei Grundformen elektronenoptischer Gebilde erkannt worden waren, lag es nahe, die Analogie zur Lichtoptik, selbstverständlich unter Beachtung der Eigenheiten der Elektronenbewegung, weiter zu entwickeln. So entstanden neben den Einzellinsen zusammengesetzte Linsensysteme, wie das Immersionsobjektiv (Abb. 8) und das Elektronenmikroskop. Ähnlich wie in der Lichtoptik können in solchen Systemen Abbildungsfehler auftreten, die durch Zusatzanordnungen oder geeignete Formung der Elektroden ausgeglichen werden müssen. Die Anwendung der elektronenoptischen Grundsätze auf die Konstruktion elektrostatischer Anordnungen zur Strahlkonzentration in der Braunschen Röhre erwies sich als ebenso vorteilhaft wie bei der Konzentrierungsspule. Die Ausgangsform der elktrostatischen Sammlanordnungen bildet die bekannte, von Wehnelt angegebene Zylinderelektrode. Eine systematische Weiterentwicklung nach elektronenoptischen Gesichtspunkten hat im Laufe der Jahre zu einem recht vollkommenen Aufbau der Glühkathode und ihrer elektrostatischen Sammelvorrichtungen in Gestalt von miteinander kombinierten Elektronenlinsen geführt. Die konstruktive Durchbildung derartiger „Elektronenstrahler" ist für den Bau von Fernsehröhren sehr wichtig. Die Abbildung von Glühkathoden durch Elektronenlinsensysteme hat besondere Bedeutung für die Erforschung der Vorgänge bei der Glühelektronenemission erlangt, auf die Brüche in seinen ersten Arbeiten hingewiesen hat. Heute sind zahlreiche metallurgische Fragen mittels derartiger Untersuchungsmethoden zu lösen.

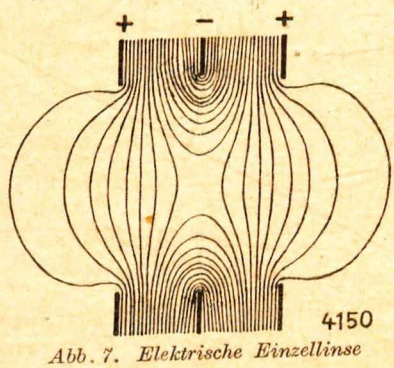


Abb. 7. Elektrische Einzellinse

In seinem Vortrag über die „Aufgaben der theoretischen Elektronen-Optik" hob Scherzer die beiden Hauptrichtungen hervor, nach denen sich die theoretischen Arbeiten erstrecken:

1. Im Sinne der Gaußschen Abbildungslehre, Betrachtung und Berechnung von Elektronenbahnen, die in unmittelbarer Nähe der optischen Achse oder unter kleinen Winkeln gegen diese verlaufen. Für solche Bahnen sind in den Rechnungen gewisse Vernachlässigungen erlaubt;
2. die Berechnung der Fehler gegebener Abbildunssysteme.

Ruska, der gemeinsam mit Knoll grundlegende experimentelle Arbeiten über Probleme der Elektronenoptik durchgeführt hat, sprach über das Thema: „Elektronen-Mikroskop und Übermikroskop". Die beiden Forscher bauten als erste ein Elektronen-Mikroskop mit Magnetlinsen. Die ebenso wie beim Licht-Mikroskop für starke Vergrößerung erforderlichen kurzen Brennweiten der Linsen-Systeme werden durch starke Magnetfelder erreicht. Abb. 9 zeigt den Strahlengang im Elektronenmikroskop und im Lichtmikroskop. Die Abbildung des zu untersuchenden Körpers kann durch Selbststrahlung geschehen. Dieser Fall liegt bei Emissions-Untersuchungen vor, wo die Elektronen von der zu untersuchenden Kathode ausgehen. Die eigentliche Mikroskopie, d. h. die Untersuchung von nicht selbststrahlenden Gegenständen, geschieht durch Fremdstrahlung, Rückstrahlung oder Durchstrahlung. Das wichtigste ist das Durchstrahlungsverfahren. Von den Vorteilen, die die Elektronen-Mikroskopie der Licht-Mikroskopie bietet, sei hier nur das erhöhte Auflösungsvermögen genannt, das um etwa zwei Größenordnungen besser ist als beim Lichtmikroskop. (Zwei Punkte, die um 0.0005 bis 0,001 mm auseinanderliegen, sind mit dem gewöhnlichen Mikroskop noch einzeln zu erkennen.)

Elektronen-Bilder von Diatomeen, die der Vortragende zeigte, ließen noch bei 0,0001 mm die Struktur erkennen. Die Anwendungsmöglichkeit des Elektronen-Mikroskops liegt überall dort, wo in der Licht-Mikroskopie heute aus prinzipiellen Gründen ein Stillstand eingetreten ist.

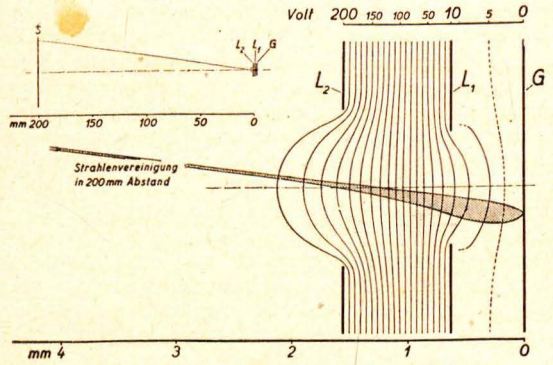


Abb. 8. Elektrisches Immersionsobjektiv (nach Brüche und Johannson)

In der Untersuchung menschlicher und tierischer Gewebe ist man in den letzten Jahren mit dem Lichtmikroskop kaum noch weitergekommen; das Elektronenmikroskop eröffnet hier neue Aussichten für die Erforschung des Feinbaues von Geweben, Zellen und anderen biologischen Objekten. Mit großem Beifall aufgenommene Elektronen-Mikrophotographien eines medizinischen Mitarbeiters Ruskas gaben eine Vorstellung von dem Gebiet, das bisher unseren Blicken verschlossen war. Erst seit etwa drei Jahren arbeitet man mit dem „Übermikroskop". Es ist zu erwarten, daß dieser neuen technischen Schöpfung eine bedeutende Entwicklung bevorsteht, die für viele Zweige der Wissenschaft fruchtbringend sein dürfte.

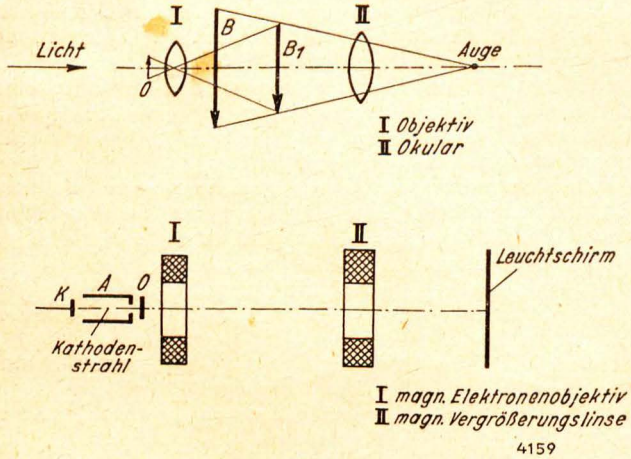


Abb. 9
Gegenüberstellung von Lichtmikroskopen in ihrem grundsätzlichen Aufbau. (Elektronenmikroskop im Hochvakuum)

Die Bedeutung der Elektronenoptik für die Fernsehtechnik und ihre Nachbargebiete wurde unterstrichen durch den Vortrag von Schaffernicht über „Elektronenoptische Bildwandler". Wohl seit mehr als 10 Jahren bestand der Wunsch nach einer Anordnung zur direkten Umwandlung von sichtbaren oder unsichtbaren Lichtstrahlen in Elektronenstrahlen. Erst in den letzten Jahren gelang die Lösung dieser Aufgabe, und zwar durch die Entwicklung der Elektronenoptik sowie durch die Herstellung geeigneter Photoschichten, aus denen das auftreffende Licht Elektronen auslöst. Abb. 10 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Bildwandlers. Das umzuwandelnde Bild wird mit einer geeigneten Optik auf die Photokathode geworfen, die durch ein elektronenoptisches Linsensystem auf dem Fluoreszenzschirm „abgebildet" wird. Das abbildende System besteht in diesem Beispiel aus elektrischen und einer magnetischen Linse; die Spannung zwischen der Photokathode und den elektrischen Linsen beträgt mehrere 1000 Volt. Von besonderer Bedeutung sind die Bildwandler für die Umwandlung unsichtbaren Lichtes in sichtbares. Es gelingt, Photokathoden herzustellen, deren größte Empfindlichkeit z. B. im infraroten Bereich des Spektrums liegt. Damit ist es möglich, auch bei Dunkelheit oder bei Nebel ein Elektronenbild auf dem Fluoreszenzschirm zu entwerfen. Die Entwicklung schreitet hier noch immer in der Richtung auf eine weitergehende Vervollkommnung fort und wird der Praxis und der reinen Forschung wichtige Ergebnisse bringen.

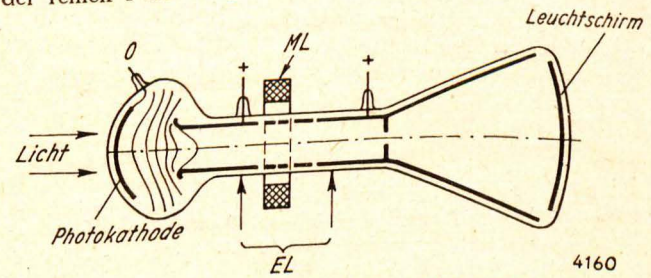


Abb. 10. Elektronenoptischer Bildwandler. ML = magnetische Linse, EL = elektrische Linsen. In dem Teil, der sich an die Photokathode anschließt, sind die Äquipotentialflächen angedeutet

Von den weiteren Vorträgen der Salzbrunner Physikertagung, die den Anwendungen der Elektronenoptik und ihren Einzelproblemen gewidmet waren, seien hier noch zwei zusammenfassende Vorträge von Größer über „Elektronenoptik der Braunschen Röhre" und von Knoll über „Elektronenoptik in der Fernsehtechnik" erwähnt. Größer legte die Unterschiede zwischen Kathodenstrahloszillographen mit kalter Kathode, wie sie vor allem in der Hochspannungstechnik benutzt werden, und solchen mit Glühkathode dar. Hinsichtlich der Schreibgeschwindigkeit ist der Hochspannungsoszillograph mit kalter Kathode heute noch unübertroffen. Es gelingt z. B., Oszillogramme von 6 cm Länge in 10^{-9} Sekunden zu schreiben; das entspricht einer Geschwindigkeit des Schreibfleckes in der Richtung senkrecht zu dem Kathodenstrahl von 60 000 km/sek oder ⅕ Lichtgeschwindigkeit.

Knoll sprach über Aufbau und Wirkungsweise der Bildzerleger- und Bildwiedergaberöhren und zeigte an Großprojektionen des Schirmes von Fernsehröhren den hohen Stand der technischen Beherrschung der Elektronenabbildung.

Über neuartige Verstärkeranordnungen, die für die Fernsehtechnik von großer Bedeutung sein dürften, berichtete Weiß. Die Arbeitsweise dieser sogenannten Elektronenvervielfacher beruht auf der Auslösung von Sekundärelektronen in mehreren Kaskaden und sichert gleichmäßige Erfassung des beim Fernsehen erforderlichen breiten Frequenzbereiches. Die Elektronenvervielfacher sind u. a. beim Fernsehsprechdienst zwischen Berlin und Leipzig im praktischen Gebrauch.

Daß auch beim Bau von Verstärkerröhren, insbesondere der modernen Mehrgitterröhren elektronenoptische Überlegungen sich als sehr nutzbringend erweisen, ging aus dem Vortrag von Rothe hervor.

Über die in einer Reihe weiterer Vorträge behandelten zahlreichen Einzelprobleme, die in der Hauptsache nur den Fachmann interessieren, soll hier nicht berichtet werden. Der in diesen Zeilen gegebene Überblick läßt die Vielseitigkeit der Anwendungen erkennen, welche die Elektronnoptik schon in den wenigen Jahren ihres Bestehens gefunden hat. Für ihre zukünftige Entwicklung und Anwendung liegen noch weite Gebiete offen. *Dr. W. Fehr*

Aufnahmen vom Verfasser

Zweikreis-Vierröhrenempfänger

mit Schwundausgleich und Stillabstimmung für Wechselstrom

Von **Hans Sutaner**

Der Zweikreiser in Geradeaus-Schaltung hat sich in letzter Zeit als hochwertiger Fernempfänger mittlerer Preislage wieder mehr durchgesetzt. Er wird wegen seiner hervorragenden Klanggüte und völlig ausreichenden Trennschärfe heute dem Dreiröhren-Super meist vorgezogen. Wie eine Reihe neuerer Geräte beweist, kann die Wiedergabe eines Zweikreisers weiter verbessert werden, wenn man zur Gleichrichtung eine Zweipolstrecke benutzt. Um auf eine ausreichende Empfindlichkeit zu kommen, ist jedoch die Verwendung einer Rückkopplung notwendig. Hierzu sind zwei Wege möglich: entweder man benutzt die auf die Zweipolstrecke folgende Dreipolröhre zur Rückkopplung (hierdurch sind aber klangliche Nachteile in Kauf zu nehmen, so daß man kaum etwas gewinnt), oder — was besser ist — man fügt in die Hochfrequenzstufe eine Rückkopplung ein. Der nachstehend beschriebene Empfänger weist die letztgenannte Schaltanordnung auf und ist in Anlehnung an ein bekanntes, sich sehr gut bewährendes Industriegerät entwickelt worden. Er enthält zwei Hochfrequenzstufen mit abgestimmten Kreisen, auf die eine aperiodisch angekoppelte Zweipolstrecke folgt.

Die Schaltung zeigt Abb. 1. Der Sperrkreis Sp besitzt mehrere Anzapfungen, über die er mehr oder weniger fest angekoppelt werden kann. Die Spulen L_1 und L_2 dienen zur Verschiebung der Antennen-Resonanz. Hierdurch wird der Einfluß der benutzten Antenne auf den ersten Abstimmkreis sehr gering gehalten, so daß dieser zuverlässig geeicht werden kann. Außerdem wird die Leistung des Empfängers an kurzen Antennen gesteigert. Auf den aus Tr_1 und C_1 gebildeten Eingangskreis folgt eine Sechspolröhre (Hexode) AH 1, die über R_5 eine feste Gittervorspannung erhält. An dem aus R_3 und R_6 bestehenden Spannungsteiler mit genügend großem Querstrom wird eine konstante Spannung für die Schirmgitter der AH 1 abgenommen. Im Anodenkreis dieser Röhre liegt zunächst eine gute Hochfrequenzdrossel HD_1, ferner ein Entkopplungsglied (R_2 und C_{10}) und schließlich der Schattenzeiger SZ. Letzterer ist ein kleines Milliamperemeter, das den Anodenstrom der AH 1 anzeigt, eine genaue Einstellung der Sender ermöglicht sowie deren Feldstärke erkennen läßt. Über einen kleinen, induktionsfreien Kondensator mit hochwertiger keramischer Isolation C_5 ist der zweite Abstimmkreis angekoppelt. Der Querkondensator C_{26} gleicher Beschaffenheit ist zur Erhöhung der Trennschärfe und zur Stabilisierung des Empfängers von großer Bedeutung; er bildet mit C_5 einen kapazitiven Spannungsteiler. Die steile Fünfpolröhre AF 7 enthält eine vom Schirmgitter aus wirkende Rückkopplung (C_3 und Wicklung 4—5—6 des Tr_2), die durch R_8 annähernd frequenzunabhängig arbeitet.

Über die Hochfrequenzdrossel HD_2 und C_{14} ist die linke, als Empfangsgleichrichter arbeitende Zweipolstrecke der Doppel-Zweipolröhre AB 2 aperiodisch angeschaltet. Ein Teil der an HD_2 auftretenden Hochfrequenz wird jedoch auch über C_{15} an die rechte Zweipolstrecke der AB 2 gebracht. Die durch diese Zweipolstrecke an dem Richtwiderstand R_{13} auftretende Gleichspannung ist von der Höhe der einfallenden Hochfrequenz abhängig und wird über die Siebkette R_7, C_9 und die Widerstände R_1 bzw. R_4 dem Steuer- und Hilfsgitter der AH 1 zusätzlich aufgedrückt. Je kräftiger also der Sender einfällt, desto größer wird die Gleichspannung an R_{13} und desto weiter wird die Gittervorspannung der AH 1 ins negative Gebiet verschoben, die Verstärkung dieser Röhre also selbsttätig heruntergeregelt. Da beide Gitter der Sechspolröhre gleiche Vorspannung erhalten, wird der Regelbereich auf 0 bis —7 V eingeengt. 2 V Grundgittervorspannung sind durch R_5 gegeben, so daß der Regelbereich nur 5 V umfaßt. Um eine übermäßige Regelung und zu geringe Lautstärken zu vermeiden, ist die Zweipolröhre so ge-

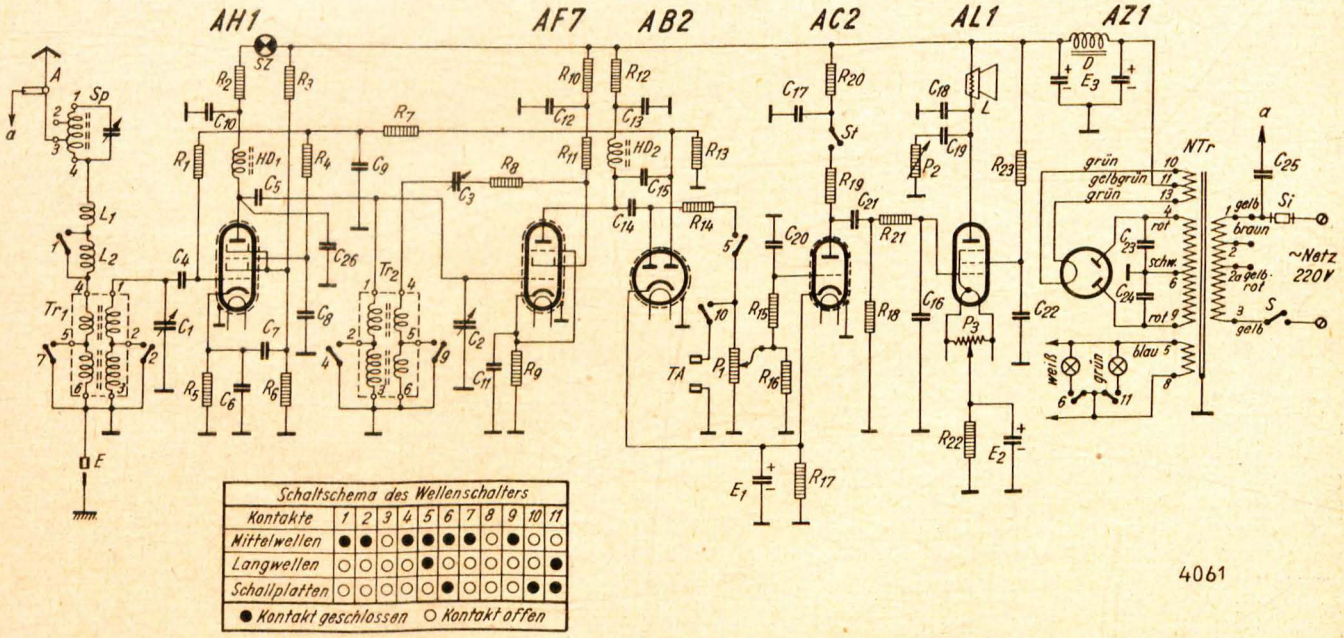


Abb. 1. Die Schaltung

L_1 = 1 mHy, L_2 = 7 mHy, C_1, C_2, C_3 = 500 cm, C_4, C_5, C_{14}, C_{15}, C_{26} = 100 cm, C_6, C_7, C_{10}, C_{11}, C_{12}, C_{13}, C_{19} = 0,1 µF, C_8, C_9 = 0,05 µF, C_{16}, C_{20} = 100 cm, C_{17} = 1 µF, C_{18}, C_{23}, C_{24} = 5000 cm, C_{21} = 10 000 cm, C_{22} = 2 µF, C_{25} = 1000 cm, E_1, E_2 = 10 µF, E_3 = 2 × 8 µF, R_1 = 3 Megohm, R_2, R_6, R_{12}, R_{14}, R_{15} = 20 kOhm, R_3 = 30 kOhm, R_4, R_{21} = 100 kOhm, R_5 = 200 Ohm, R_7, R_{13}, R_{16}, R_{19} = 1 Megohm, R_8 = 1000 Ohm, R_9, R_{22} = 500 Ohm, R_{10} = 300 kOhm, R_{11} = 50 kOhm, R_{17} = 5 kOhm, R_{18}, R_{20} = 500 kOhm, R_{23} = 3 kOhm, P_1 = 500 kOhm log., P_2 = 100 kOhm log. mit S, Si = 300 mA

schaltet, daß der Schwundausgleich verzögert einsetzt. Dies wird dadurch erreicht, daß die Kathode der AB 2 mit der Kathode der AC 2 verbunden ist, die durch R_{17} ins positive Gebiet verlagert wird. Beide Zweipolstrecken sind daher etwas negativ vorgespannt. Diese Vorspannung muß erst von der an der Regel-Zweipolstrecke erzeugten Gleichspannung überwunden werden, ehe der Ausgleich wirksam wird.

Über R_{14} und Kontakt 5 wird die gleichgerichtete Spannung an den niederfrequenten Lautstärkeregler P_1 gebracht, dessen Schleifer über R_{16} dauernd am Metallgestell liegt, damit Knackgeräusche sicher vermieden werden. R_{15} und C_{20} bilden schließlich eine Hochfrequenzsperre, so daß dem Gitter der AC 2 reine Niederfrequenz zugeleitet wird.

In der Anodenleitung der AC 2 liegt der Stillabstimmer *St*, ein kleiner Tippschalter, der gedrückt[1]) den Anoden-

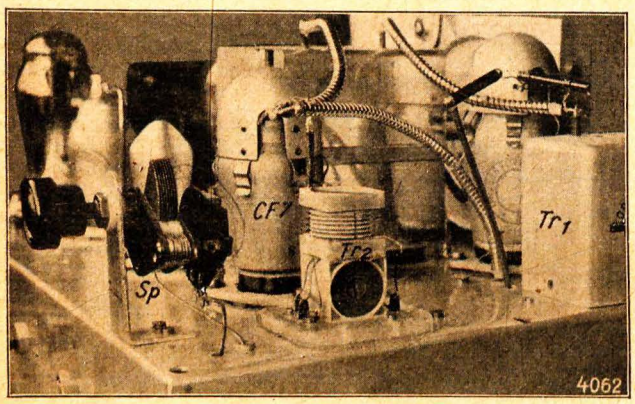


Abb. 2. Aufbau der Spulensätze und Befestigung des Sperrkreises Sp.

strom unterbricht. Der Empfang bleibt hierdurch im Lautsprecher aus, man kann also unter Beobachtung des Schattenzeigers *SZ* bei gedrücktem *St* vollkommen still abstimmen. Es ist wichtig, daß *St* vor dem Kondensator C_{17} liegt, sonst setzt der Empfang nicht schlagartig aus, weil C_{17} sich zunächst langsam entladet und hierbei noch Restspannungen an R_{19} abgibt.

Der Aufbau der Endstufe, des Klangfarbenreglers und des Netzteils ist völlig normal.

Aus dem der Abb. 1 beigefügten Schaltschema des Wellenschalters ist ersichtlich, daß Kontakt 10 den Tonabnehmer anschließt, während Kontakt 5 gleichzeitig öffnet und den Rundfunkempfang abschaltet. Die Kontakte 6 und 11 schließen die Stromkreise für die verschiedenfarbigen Skalenbeleuchtungslämpchen. In Stellung „Schallplatten" des Wellenschalters brennen sämtliche Skalenlämpchen.

Der Rohrkondensator C_{25} dient als Lichtantenne und wird über die Leitung a bei herausgezogenem Antennenstecker selbsttätig mit dem Empfängereingang verbunden.

Die Spulensätze werden selbst hergestellt. Wir haben hierzu sogenannte Würfelspulen, d. s. Eisenkernspulen in würfelförmigem Trolitulkörper, benutzt[2]). Mittel- und Langwellenspule je eines Hochfrequenz-Transformators werden gegenseitig versetzt übereinander auf eine kleine Trolitulplatte geklebt, die so bemessen wird, daß sie gerade unter die Abschirmhaube paßt. Abb. 2 zeigt den Aufbau der Spulensätze deutlich. Die Spulen sind so anzuordnen, daß die Schraubenschlitze der pilzförmigen Kerne nach außen bzw. nach oben gerichtet sind, so daß man die Kerne durch in den Abschirmhauben vorzusehende Öffnungen bequem verdrehen kann und durch ein Hineindrehen im Uhrzeigersinn die Selbstinduktion der Spulen erhöht wird. Die Spulenenden haben wir an kleine Schrauben mit Lötösen geführt. Man wird aber besser die neuen Kontaktleisten benutzen, die nunmehr zu den Spulen geliefert werden.

Die nachstehende Übersicht gibt die Windungszahlen der Teilspulen an. Die Gitterspulen der beiden Hochfrequenz-Transformatoren müssen verschiedene Windungszahlen erhalten, damit die verschieden angekoppelten Kreise eine annähernd gleiche Selbstinduktion erhalten und ein genauer Abgleich durch die Pilzkerne möglich wird.

Windungszahlen für die Hochfrequenz-Transformatoren

Tr_1	Mittelwelle		Langwelle	
	Gitter	Antenne	Gitter	Antenne
Wicklung	1—2	4—5	2—3	5—6
Windungszahl	5 × 11, 1 × 10	8	6 × 34	20
Hf-Litze	20 × 0,05	3 × 0,08	3 × 0,08	3 × 0,08
Kammern	1—5, 6	7	1—6	7

Tr_2	Gitter	Rückkopplung	Gitter	Rückkopplung
Wicklung	1—2	4—5	2—3	5—6
Windungszahl	6 × 13	12	6—38	12
Hf-Litze	20 × 0,05	3 × 0,08	3 × 0,08	3 × 0,08
Kammern	1—6	7	1—6	7

Sämtliche Spulen sind in gleichem Windungssinn zu wickeln. Die Herstellung der Spulensätze ist nicht schwer, man muß nur sorgfältig wickeln und die Enden vor dem Verlöten in bekannter Weise gut abisolieren. Hierbei ist darauf zu achten, daß kein Litzendrähtchen abbricht.

Der Wellenschalter: Wir haben die gleiche bewährte Ausführung wie in dem „Zweikreis-Vierröhren-Batterieempfänger für 2-V-Röhren"[3]) benutzt. Die Herrichtung des Schalters wird dort ausführlich beschrieben. Die Kontakte sind diesmal fortlaufend von 1 bis 11 benummert worden, und zwar liegen die Kontakte 1 bis 6 auf einer Seite, 7 bis 11 auf der anderen. In welchen Schaltstellungen die einzelnen Kontakte schließen müssen, gibt das Schaltschema des Wellenschalters in Abb. 1 an.

[3]) Die Bauanleitung erscheint demnächst.

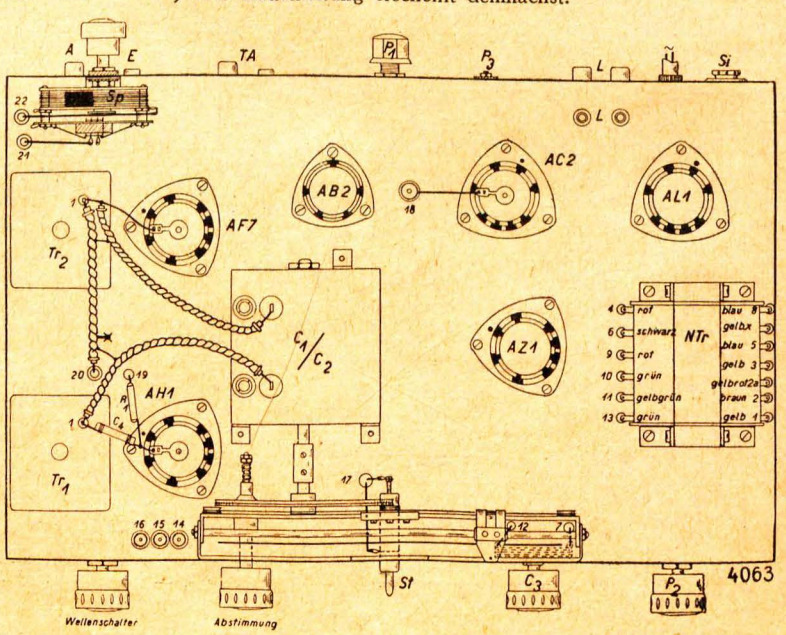


Abb. 3. Bauplan (Oberseite)

[1]) d. h. geöffnet. [2]) Vgl. Heft 9, S. 279.

Der Aufbau und die übrigen Einzelteile: Der Empfänger wurde ziemlich weitläufig auf einem Aluminium-Metallgestell aufgebaut, so daß Einzelteile und Verdrahtung auch auf der Unterseite des Gestells gut Platz finden. Die beiden Baupläne (Abb. 3 und 4) lassen die Anordnung der Einzelteile sowie die Leitungsführung eindeutig erkennen. Um die vier Bedienungsknöpfe auf der Vorderseite symmetrisch anordnen zu können (s. Abb. 5 und 8), wurde eine sehr vielseitig anzubringende Feinstellskala mit großem, zeitgemäßen Skalenblatt für waagerechten Einbau verwendet. Bei dieser Skala ist der Bedienungsknopf nicht — wie sonst allgemein bei Bastlerskalen üblich — in der Mitte unter der Skala angeordnet, sondern kann beliebig seitlich verschoben werden. Hierdurch wird es möglich, den Rückkopplungsknopf symmetrisch zum Abstimmknopf zu befestigen. Außerdem kann der abgeschirmte Zweifach-Drehkondensator — für den nur ein erstklassiges Erzeugnis mit einer Gleichlaufgenauigkeit von ± 0,5 % verwendet werden sollte — entsprechend aus der Mitte gerückt werden, so daß eine für Leitungsführung und Raumausnutzung günstige Anordnung der Teile erreicht wird (s. Abb. 3 und 6). Der im Handel fertig erhältliche preiswerte Sperrkreis Sp mit Eisenkernspule und Trolitul-Drehkondensator wird auf einem kleinen Aluminiumwinkel befestigt. Seine Achse ist durch Calitringe hochwertig gegen das Metall zu isolieren. Der Rückkopplungskondensator C_3 besitzt zweckmäßig eine isolierte Achse, so daß er ohne weiteres an einem Metallwinkel festgeschraubt werden kann.

In einer Aussparung der Vorderseite des Metallgestells wird der Schattenzeiger *SZ* genau in der Mitte angeordnet (s. Abb. 5). Wir haben die Deckplatte des Schattenzeigers entfernt und sie lediglich des besseren Aussehens halber auf dem Empfängergehäuse festgeschraubt (s. Abb. 8). Über dem Schattenzeiger ist in Abb. 5 der Tippschalter *St* für die Stillabstimmung zu sehen, der ebenfalls auf einen kleinen Metallwinkel zu setzen ist.

Der Wellenschalter findet auf der Unterseite des Metallgestells zwischen den beiden Spulensätzen Platz (s. Abb. 7). Er muß auf zwei kräftigen Winkeln erhöht befestigt werden, damit sein Bedienungsknopf die richtige Lage erhält. Symmetrisch zu diesem ist auf der anderen Seite der Vorderplatte der Klangfarbenregler P_2 angeordnet. Die Kontakte 1 bis 6 des Wellenschalters liegen (nach Abb. 4 und 7 gesehen) oben und sind auf Abb. 4 als kurze Lötösen gezeichnet. Damit man bequem an die Lötösen des Wellenschalters herankann, ist die Seitenwand entsprechend auszuschneiden (s. Abb. 4).

Die kleinen Kreuzwickelspulen L_1 und L_2 werden mit flüssigem Trolitul auf einen kleinen Hartpapierstreifen geklebt, an dem auch die Anschlußlötösen für die beiden Spulen befestigt werden. Mit einem Metallwinkel wird der Streifen mit den beiden Spulen dann senkrecht zur Metallzwischenplatte an einem Befestigungswinkel des

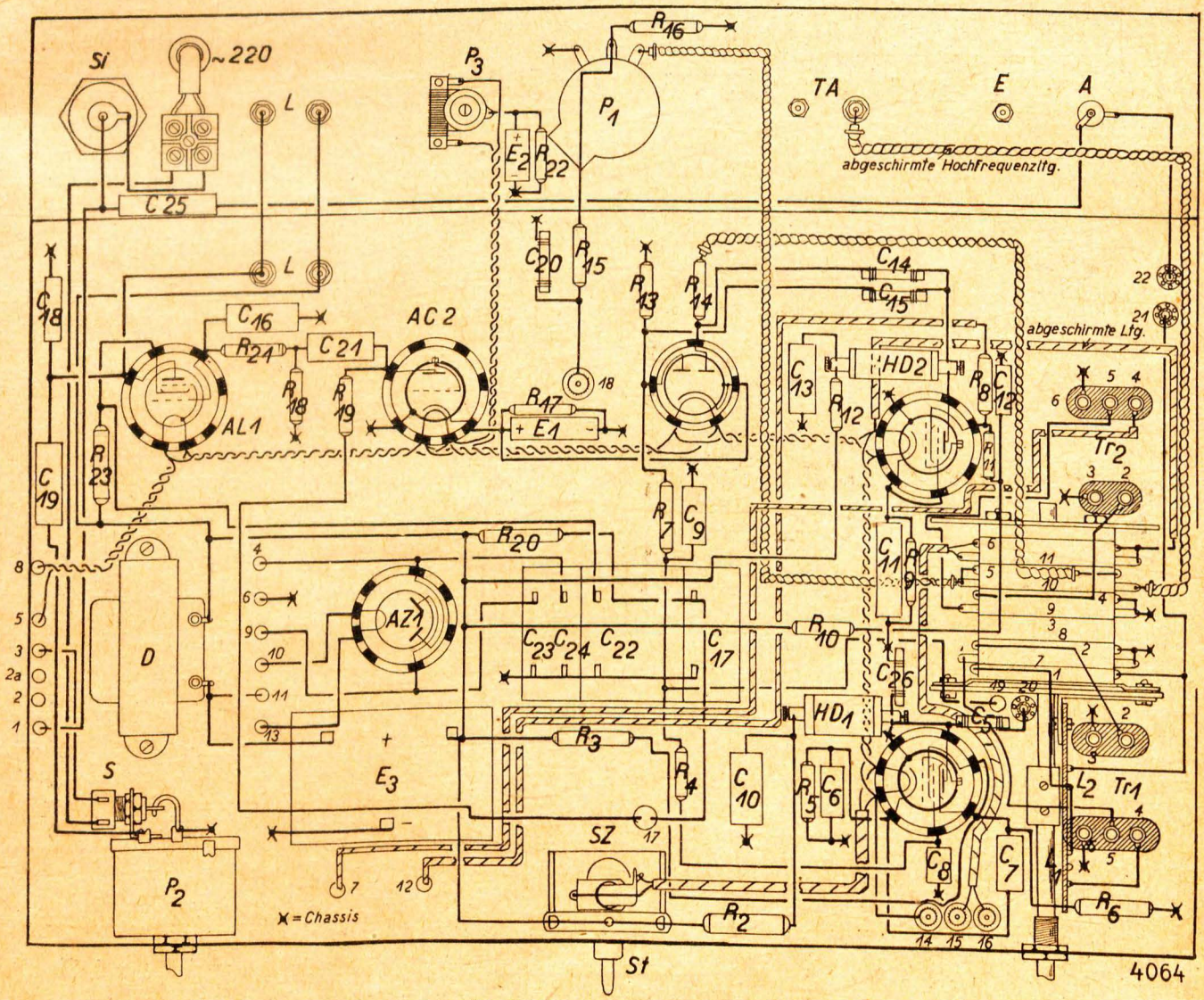


Abb. 4. Bauplan (Unterseite)

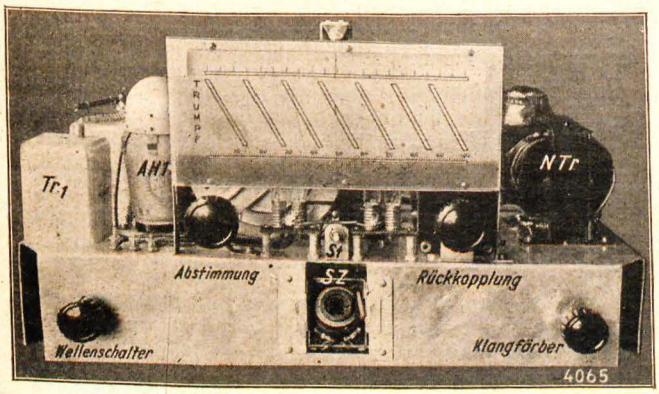


Abb. 5. Das Empfängergestell von vorn gesehen. Die Abdeckplatten der Feinstellskala sowie des Schattenzeigers sind abgenommen

Wellenschalters angebracht (s. Abb. 4 rechts unten und Abb. 7 links oben).

Die Hochfrequenz führenden Leitungen werden durch keramische Durchführungsbuchsen (20, 21 und 22 auf Abb. 4) durch die Metallzwischenplatte geführt. Werden die Heizleitungen verdrillt — wie auf Abb. 4 gezeichnet —, dann ist eine Abschirmung unnötig. Auf den Bauplänen (Abb. 3 und 4) sind die abzuschirmenden Leitungen (abgeschirmte Hochfrequenzleitung und einfacher Abschirmschlauch) entsprechend gekennzeichnet. Welche Leitungen blank geführt und welche mit Isolierschlauch zu überziehen sind, ergibt sich aus der Leitungsführung. Die Netzspannung sowie eine hohe Gleichspannung führenden Leistungen sind an der Stelle, wo sie durch Löcher in der Metallzwischenplatte gezogen werden, mit doppeltem Isolierschlauch zu überziehen, um Kurzschlüsse auszuschließen. Alle Abschirmungen sind sorgfältig mit dem

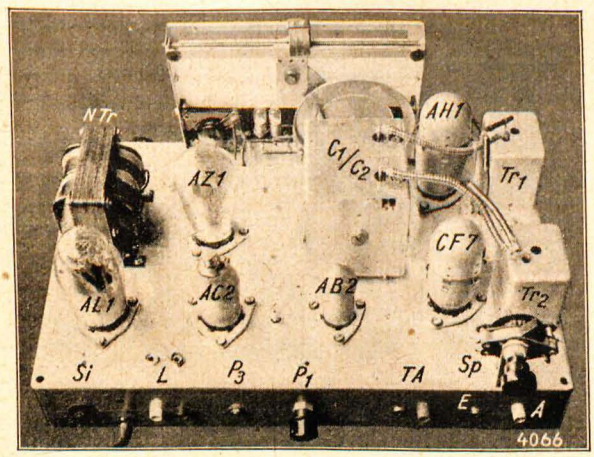


Abb. 6. Draufsicht auf den mit Röhren bestückten Empfänger

Metallgestell zu verbinden. Die an Erde liegenden Federn der Kontakte 2 und 4 sind an verschiedenen Stellen mit dem Metallgestell zu verbinden, um jede Kopplung über einen gemeinsamen Erdungspunkt zu vermeiden.

Die ausgezeichneten Hochfrequenzdrosseln HD_1 und HD_2 werden wie die Widerstände und Kleinkondensatoren an der Verdrahtung aufgehängt. Leider besitzen die Drosseln Schraubenanschlüsse. Es ist auf sorgfältigste und zuverlässige Verbindung Wert zu legen. Unseres Erachtens wäre es vorteilhafter, die Drosseln würden mit Lötanschlüssen hergestellt, denn die Lötstelle ist stets sicherer als eine Verschraubung, ganz abgesehen davon, daß die Drosseln dann kleiner ausfallen und wahrscheinlich billiger würden. Der Entbrummer P_3 ist isoliert auf dem Metallgestell zu befestigen. Die Feinsicherung Si befindet sich in einem sogenannten Feinsicherungsbauelement runder Form, das sehr einfach an der Rückseite befestigt werden kann.

Für die sonst ausgezeichnete und verhältnismäßig preiswerte Feinstellskala wird leider keine Beleuchtungseinrichtung geliefert. Wir haben vier Skalenlämpchen (für jeden Wellenbereich zwei) unter der Skala erhöht auf dem Metallgestell so angebracht, daß sie gerade an die Unterseite der Skala heranreichen (s. Abb. 5) und die hintere (weiße) Abdeckscheibe anleuchten. Der Schlitz zwischen Skala und dieser Abdeckscheibe ist durch einen weißen Zelluloidstreifen zu verschließen. Weiter ist es günstig, um

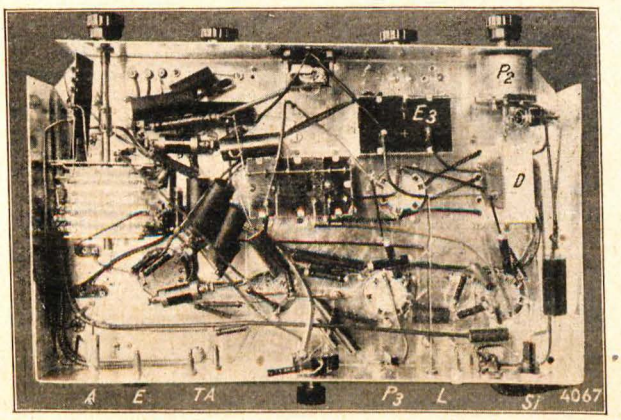


Abb. 7. Das fertig verdrahtete Gerät von unten gesehen

die Lämpchen noch einen dünnen, schwarzen Pappstreifen anzuordnen, so daß sie nicht nach vorn und hinten strahlen können. Alsdann kommt in dem eingebauten Empfänger ein angenehmes, für das Skalenblatt völlig ausreichendes Flutlicht zustande. Die Beleuchtungsleitungen endigen (auf Abb. 4) an den Leitungsdurchführungen 14, 15 und 16. Die Lämpchen, von denen je zwei parallel geschaltet werden, wird der nachbauende Bastler wohl selbst richtig anschließen können.

Die Skala wird zweckmäßig mit ungeeichtem Skalenblatt gekauft und selbst geeicht. Man hat dann Gewähr, daß die Eichung überall haargenau stimmt. Mit den im Handel erhältlichen, aufklebbaren Sendernamen kann die Skala auch sehr gefällig beschriftet werden, wie Abb. 8 erkennen läßt, die den mit einem permanentdynamischen Gemeinschafts-Lautsprecher in einem geschmackvollen Gehäuse zusammengebauten betriebsfertigen Empfänger zeigt.

Die Pilzkerne der Spulen werden vor der Inbetriebnahme zunächst völlig (nach rechts) hinein- und dann 1½ Umdrehungen zurückgedreht. Als Schraubenschlüssel benutzt man hierzu einen schmalen Hartpapierstreifen von 2 bis 3 mm Stärke, dessen eines Ende wie bei einem Schraubenzieher zu einer für die Schraubenschlitze passenden Schneide abgeschliffen wird. Alsdann wird der mit Röhren bestückte Empfänger in normaler Weise angeschlossen und eingeschaltet. Sowie die Röhrenheizfäden genügend erwärmt sind und der Anodenstrom zu fließen beginnt, wird auch der Schatten auf der kleinen Skala des Schattenzeigers *SZ* anwachsen. Mit dem Wellenschalter wird geprüft, ob die Skalenlämpchen richtig brennen. Wer einen Tonabnehmer besitzt, erprobt zweckmäßig zunächst den Niederfrequenzteil, indem er einige Schallplatten abspielt. Durch die starke Endröhre AL 1 mit 9 Watt Anodenverlustleistung muß die Wiedergabe von hervorragender Klangfülle und Güte sein. Arbeiten auch Lautstärkeregler P_1 und Klangfärber P_2 richtig, dann wird bei voll aufgedrehtem Lautstärkeregler der Entbrummer P_3 so eingestellt, daß der Netzton verschwindet.

Nunmehr wird auf Mittelwellen geschaltet und der Ortssender gesucht. Man muß hierbei beobachten können, daß der Schattenzeiger entsprechend zurückgeht. Mit den

Trimmern des Zweifach-Drehkondensators ist nun scharf auf den Ortssender abzustimmen. Der Schattenzeiger bietet hierzu ein gutes optisches Meßinstrument. Je genauer abgestimmt wird, desto weiter muß der Schattenzeiger zurückgehen. Die Optik des Schattenzeigers, die mehr oder weniger geneigt werden kann, ist hierbei so einzustellen, daß der Schatten bei abgeschalteter Antenne die Schattenzeigerskala möglichst weit bedeckt und bei Abstimmung

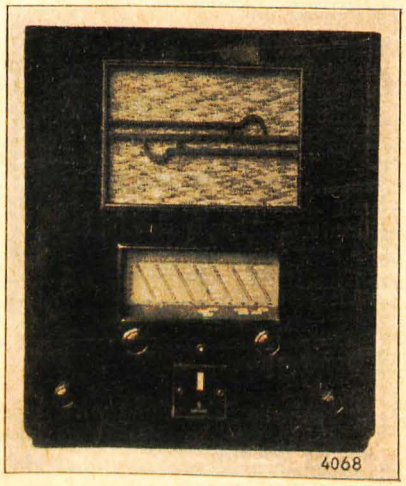


Abb. 8. Der Zweieinhalbkreiser in geschmackvollem Gehäuse mit eingebautem permanentdynamischem Gemeinschaftschassis

auf den Ortssender sehr weit zurückgeht. Die richtige Stellung der Optik wird man beim Versuch sehr schnell herausfinden. Auf den Ortssender ist erst dann richtig abgeglichen, wenn er bei vorgeschaltetem Sperrkreis — der natürlich ebenfalls auf größte Schwächung des Ortssenders eingestellt werden muß — auf einem scharfen, eindeutigen Resonanzpunkt auf der Skala erscheint. An *SZ* kann man den Resonanzpunkt sehr gut erkennen. Solange zwei nebeneinanderliegende Resonanzpunkte vorhanden sind, ist noch nicht richtig abgeglichen! Notfalls muß man die Pilzkerne der Mittelwellenspulen etwas verdrehen, bei großen Unstimmigkeiten sogar Draht abwickeln. Erst wenn die Abgleichung für den Ortssender genau ist, kann in bekannter Weise abgeglichen werden: Starken Fernsender am unteren Ende des Mittelwellenbereichs mit Hilfe der Trimmer abgleichen; starken Fernsender am oberen Ende desselben Wellenbereichs durch Verdrehen der Pilzkerne der Spulen abgleichen. Diese beiden Abgleichungen werden so lange wiederholt, bis an beiden Enden des Wellenbereichs Übereinstimmung besteht, ohne daß Trimmer bzw. Pilzkerne nachgestellt zu werden brauchen. Alsdann wird die Abgleichung über den gesamten Wellenbereich stimmen. Ein kleiner Meßsender leistet hierbei ausgezeichnete Dienste, als Anzeigeinstrument kann der Schattenzeiger benutzt werden. Der Langwellenbereich wird alsdann in derselben Weise abgeglichen.

Beim Abgleichen des Empfängers soll die Rückkopplung möglichst herausgedreht sein, man kommt dann schon ohne Rückkopplung auf eine große Empfindlichkeit des Empfängers. Die Rückkopplung muß auf beiden Wellenbereichen sehr weich einsetzen. Da sie in gewissen Grenzen mitläuft, braucht sie kaum nachgestellt zu werden. Der Lautstärkeregler dient bei Rundempfang zum erstmaligen Einstellen einer angenehmen Lautstärke, die durch den sehr wirksamen Schwundausgleich dann beim Empfang aufrechterhalten wird. Das Gerät arbeitet — richtige Abgleichung vorausgesetzt — an allen Antennen, auch an der eingebauten Lichtantenne, mit großer Empfindlichkeit und ausgezeichneter Trennschärfe. Lediglich beim Durchdrehen des Abstimmknopfes werden zahlreiche Fernstationen sauber und in gleichmäßiger Lautstärke erhalten. Bei gedrücktem Tippschalter St kann unter Beobachtung des Schattenzeigers sehr bequem vollkommen stumm abgestimmt werden.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol	Größe
1	1	Röhrenschutzbuchse	A	
2	1	Sperrkreis mit Ferrocartspule u. Trolitul-Drehkondensator	Sp	
3	1	Scheibenspule	L_1	1 mHy
4	1	Scheibenspule	L_2	7 mHy
5	4	Würfelspulen	Tr_1, Tr_2	
6	2	Abschirmhauben		
7		Hf-Litze $20 \times 0{,}05$, $3 \times 0{,}08$		
8	1	gekapselter Wellenschalter		
9	2	Hochfrequenz-Drosseln	HD_1, HD_2	
10	1	Zweifachdrehkondensator abgeschirmt, Statoranschlüsse nach oben herausgeführt	C_1, C_2	2×500 cm
11	1	Hartpapierdrehkondensator mit isolierter Achse	C_3	500 cm
12	1	Feinstellskala mit Skalenblatt, waagerecht		
13	1	Schattenzeiger	SZ	
14	5	Kondensatoren mit keramischer Isolation	$C_4, C_5, C_{14}, C_{15}, C_{26}$	100 cm
15	7	Rohrkondensatoren	$C_6, C_7, C_{10}, C_{11}, C_{12}, C_{13}, C_{19}$	0,1 μF 1500 V
16	2	Rohrkondensatoren	C_8, C_9	0,05 μF 1500 V
17	2	Rohrkondensatoren	C_{16}, C_{20}	100 cm
18	1	Becherkondensator	C_{17}	1 μF, 750 V
19	3	Rohrkondensatoren	C_{18}, C_{23}, C_{24}	5 000 cm
20	1	Rohrkondensator	C_{21}	10 000 cm
21	1	Becherkondensator	C_{22}	2 μF, 750 V
22	1	Rohrkondensator	C_{25}	1 000 cm
23	2	Elektrolytkondensatoren	E_1, E_2	10 μF, 25 V
24	1	Elektrolyt-Doppelkondensator	E_3	2×8 μF, 450 V
25	1	Hochohmwiderstand	R_1	3 MegΩ, 0,5 Watt
26	2	Hochohmwiderstände	R_2, R_{12}	20 kΩ, 1 Watt
27	1	Hochohmwiderstand	R_3	30 kΩ, 2 Watt
28	1	Hochohmwiderstand	R_4	100 kΩ, 0,5 Watt
29	1	Widerstand	R_5	200 Ω, 1 Watt
30	1	Hochohmwiderstand	R_6	20 kΩ, 2 Watt
31	3	Hochohmwiderstände	R_7, R_{13}, R_{16}	1 MegΩ, 0,5 Watt
32	1	Widerstand	R_8	1 000 Ω, 0,5 Watt
33	1	Widerstand	R_9	500 Ω, 0,5 Watt
34	1	Hochohmwiderstand	R_{10}	300 kΩ, 1 Watt
35	1	Hochohmwiderstand	R_{11}	50 kΩ, 1 Watt
36	2	Hochohmwiderstände	R_{14}, R_{15}	20 kΩ, 0,5 Watt
37	1	Widerstand	R_{17}	5 kΩ, 1 Watt
38	1	Hochohmwiderstand	R_{18}	500 kΩ, 0,5 Watt
39	1	Hochohmwiderstand	R_{19}	1 MegΩ, 1 Watt
40	1	Hochohmwiderstand	R_{20}	500 kΩ, 1 Watt
41	1	Hochohmwiderstand	R_{21}	100 kΩ, 0,5 Watt
42	1	Widerstand	R_{22}	500 Ω, 2 Watt
43	1	Widerstand	R_{23}	3 kΩ, 2 Watt
44	1	Hochohm - Drehspannungsteiler log.	P_1	500 kΩ, 0,5 Watt

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol	Größe
45	1	desgl. log. mit Schalter S ...	P_2	100 kΩ, 2 Watt
46	1	Entbrummer	P_3	
47	1	Netzdrossel	D	50 mA, 500 Ω
48	1	Netztransformator mit Lötösen	NTr	Primär: 110—125—220 V, sekundär: 2 × 300 V, 75 mA, 2 × 2 V, 1,1 A, 2 × 2 V, 5 A
49	1	Aluminiumgestell vierseitig abgebogen		400 × 250 × 70 mm
50	1	Tippschalter	St	
51	4	Lampenfassungen		
52	4	Skalenlampen (2 weiß, 2 grün)		4 V, 0,3 A
53	1	Feinsicherungsbauelement (rd.) mit Feinsicherung	Si	300 mA
54	5	Röhrenfassungen für stiftlose Röhren aus Frequenta		8polig 5polig
55	1	desgl.		
		Röhren:		
56	1	Sechspol-Regelröhre	$AH\,1$	
57	1	Fünfpol-Schirmröhre	$AF\,7$	
58	1	Doppel-Zweipolröhre	$AB\,2$	Valvo oder
59	1	Dreipolröhre	$AC\,2$	Telefunken
60	1	Fünfpol-Endröhre	$AL\,1$	
61	1	Zweiweg-Gleichrichterröhre...	$AZ\,1$	
62	6	berührungssichere Telefonbuchsen		
63	2	abgeschirmte Hochfrequenzleitung m. keramischer Isolation		
64	2	Zeigerknöpfe (braun) für Wellenschalter und P_2		

Die Welte-Lichtton-Orgel

Am 16. September 1936 wurde im Oberlichtsaal der Philharmonie zu Berlin die Welte-Lichtton-Orgel von ihrem Konstrukteur und Erbauer Edwin Welte vorgeführt.

Die Wirkungsweise dieser neuen Orgel beruht auf dem photoelektrischen Prinzip, genau wie der Tonfilm. Die Tonerzeugung erfolgt durch rhythmische Modulierung eines Lichtstrahles, wobei durch die Art der Modulierung Klangfarbe und Tonhöhe bestimmt werden. Das Prinzipschaltbild zeigt Abb. 1. Der Lichtstrahl wird von einer Lichtquelle L erzeugt, von der aus er auf eine Optik Q gelangt. Weiter trifft er den eigentlichen Tonerzeuger, eine rotierende Scheibe S, die von einem Motor M angetrieben wird. Die Scheibe enthält die „Klangbilder" in Amplitudenschrift, mit denen der Lichtstrahl moduliert wird. Er gelangt dann auf die Photozelle F. Hier werden die Lichtschwingungen in elektrische Wechselströme umgewandelt. Es erfolgt dann in üblicher Weise die Verstärkung und die Übertragung auf Lautsprecher.

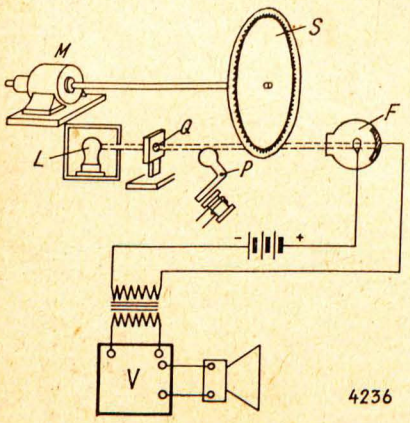


Abb. 1. System der Tonerzeugung

Beim Spiel werden die gewünschten Register gezogen, wobei der Satz der vor den zugehörigen Klangbildern befindlichen Lämpchen aufflammt. Der Lichtweg von der Lichtquelle zur Photozelle ist aber immer noch unterbrochen. Erst, wenn man die Taste des Spieltisches drückt, wird ein Stromkreis eingeschaltet. Es zieht dann der Anker des zugehörigen Elektromagneten an und gibt eine Blende P frei, so daß der Lichtstrahl durch die Scheibe auf die Photozelle fallen kann, wodurch dann der Ton entsteht.

Bei dieser Orgel sind auch die gleichen Regelmöglichkeiten vorhanden, wie bei einer normalen Orgel. Die Lautstärke und damit auch die Schwellung wird durch die Regelung des Verstärkungsgrades der Verstärkeranlage gesteuert. Das sogenannte Tremolo erfolgt durch Schwingung der Blende P. Es ist hierbei zu bemerken, daß im Gegensatz zu einer normalen Orgel das Tremolo hier nicht durch Tonhöhenschwankung erzeugt wird, wie auch beim Gesang, sondern durch Tonstärkeschwankung. Im Ohr soll dieser Unterschied nicht zu bemerken sein.

Die Daten der vorgeführten Orgel sind folgende: Auf jeder der oben erwähnten Scheiben sind die Klangbilder in 18 konzentrischen Kreisen angeordnet. Bei einer bestimmten Umdrehungszahl können sich die erzeugten Töne nur durch Klangfarbe in Abhängigkeit von der Aufzeichnung oder Oktav-Abstand unterscheiden, weil ein und dieselbe Klangfarbe mehrfach, und zwar mit doppelter oder vierfacher usw. Schwingungszahl aufgetragen ist. Z. B. stellt, wenn man in Abb. 2 die Kreise, am inneren Kreise beginnend, fortlaufend beziffert, die Schrift des Kreises 2 eine Verdoppelung der Schrift des Kreises 1 dar, und Kurve 3 sogar eine Vervierfachung der Kurve 1. Bekanntlich erzeugt jede Schwingungsverdoppelung den um eine Oktave

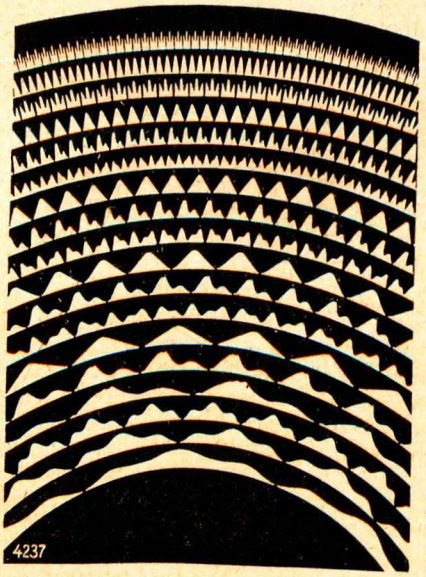


Abb. 2. Teil einer Tonscheibe mit Aufzeichnungen verschiedener Tonhöhen und Klangfarben

höheren Ton. Durch eine gruppenmäßige Verwendung von 12 gleichen Scheiben wird der Oktavbereich dadurch mit seinen Zwischentönen ausgefüllt, daß jede dieser Scheiben um $^1/_{12}$ schneller läuft, als die vorangegangene. Auf Abb. 2 sind 18 Ringe, aber nur 4 verschiedene Kurvenformen zu unterscheiden. Dagegen ist dieselbe Kurvenform mit anderen Periodenzahlen mehrfach aufgezeichnet. Bezeichnet man die vier Kurvenformen mit Ton 1 bis Ton 4 und die zu einem Ton gehörende Oktave mit 2. Ton 1, 4. Ton 1 usw., entsprechend der doppelten bzw. vierfachen Schwingungszahl, dann ergibt sich aus dem Bild der gezeigten Scheibe folgende Tafel der möglichen Tonerzeugung:

Laufende Nr. von innen nach außen:	Ton Nr. und Schwingungszahl	Tonschwingungszahl und Tonhöhe, bei Bezeichnung des tiefsten Tones mit 1
1	Ton 1	1
2	2×Ton 1	2
3	4×Ton 1	4
4	Ton 2	2
5	2×Ton 2	4
6	Ton 3	4
7	Ton 4	4
8	4×Ton 2	8
9	2×Ton 3	8
10	2×Ton 4	8
11	8×Ton 2	16
12	4×Ton 3	16
13	4×Ton 4	16
14	16×Ton 2	32
15	8×Ton 3	32
16	8×Ton 4	32
17	16×Ton 3	64
18	16×Ton 4	64

Auf der Scheibe sind also vier verschiedene Klangfarben in mehreren Oktavbereichen enthalten, und zwar stellen die Ringe 1 bis 3 einen Pedalton in drei verschiedenen Oktavlagen dar; die Ringe 4, 5, 8, 11 und 14 wiederholen den Ton eines Manualregisters durch fünf Oktavversetzungen. Ebenso wiederholt sich der Ton der 6. Reihe in der 9., 12., 15. und 17., Ton 4 schließlich in der Reihe 7, 10, 13, 16 und 18. Die Tonhöhe liegt dabei am tiefsten bei Ton 1 Reihe 1. Der tiefste Ton von Ton 2 liegt zwei Oktaven, der tiefste Ton von Ton 3 und Ton 4 drei Oktaven höher als Ton 1. Bei der vorgeführten Orgel sind vier Satz solcher Tonscheiben vorhanden. Der Tonumfang erstreckt sich von C_1 (Kontra-C) bis zum h^5 (fünfgestrichenes h). Die Register sowie deren Kombinationen sind wie bei einer normalen Orgel vorgesehen. Die Wiedergabe erfolgt durch Großlautsprecher.

Die Aufnahme der Töne für die Tonscheiben erfolgt auf zwei verschiedene Arten. Einmal können die Töne gezeichnet werden. Ein rein sinusartiger Ton, wie z. B. Ton 3 der Scheibe oder die Kurven x und y der Abb. 3, ergeben einen flötenähnlichen Klang. Da sehr tiefe Töne als reine Sinustöne nicht mehr wiedergegeben und auch nicht mehr gehört werden können, so werden sie mit Oberschwingungen versehen. Ton 1 stellt z. B. eine reine Sinusschwingung kombiniert im wesentlichen mit der fünffachen

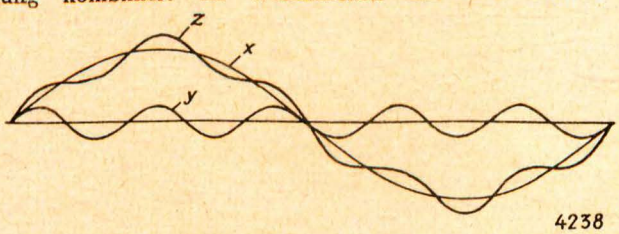


Abb. 3. Überlagerung einer Grundschwingung und der fünffachen Schwingungszahl

Schwingungszahl dar (Ton + Terz über der zweiten Oktave). Die Addition der beiden Sinusschwingungen ist in Abb. 3 dargestellt. Die mit x bezeichnete Schwingung zu der mit y bezeichneten addiert, die Schwingung zum Ton 2 und 4 sind in den Abb. 4 und 5 als Schwingungen

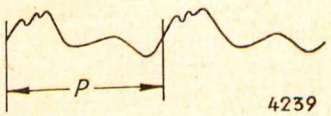


Abb. 4. Klangbild einer aufgenommenen Kurve (Ton 2)

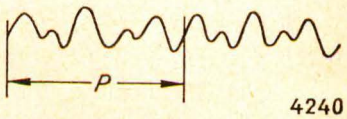


Abb. 5. Klangbild einer aufgenommenen Kurve (Ton 4)

gezeichnet. P ist dabei als eine Periode zu betrachten. Die Aufnahme solcher komplizierter Töne erfolgt auf dem Umweg über den Tonfilm. Man kann auf diese Weise die Töne berühmter Meisterorgeln aufnehmen und in die Lichtton-Orgel einbauen. Auch Töne, die bei einer Pfeifenorgel nicht erzeugbar sind, lassen sich vorsehen. So ist in Abb. 6 z. B. die Aufnahme der menschlichen Stimme dargestellt, die man auf den Kreisumfang übertragen und dann als Orgelton wiedergeben könnte. Es ist dabei zu beachten, daß man z. B. nicht die ganze Oszillogrammlänge von x bis y übertragen darf, weil es dann Stöße geben würde, die man hört. Man nimmt vielmehr nur eine Periode P und vervielfältigt diese.

Man kann sagen, daß die Welte-Orgel das exakteste Verfahren darstellt, bestimmte Töne zu erzeugen, da man sie sogar konstruieren kann. Weiterhin bietet das hier angewandte Verfahren die universellsten Möglichkeiten, da ja auf dem Wege über den Tonfilm alle anderen mechanischen oder elektrischen Möglichkeiten eingeschlossen sind. Es ist hierbei zu beachten, daß der Störpegel im Vergleich mit dem Tonfilm sehr klein ist, da die Kurven viel größer aufgezeichnet werden und Störungen durch das Korn der Aufzeichnung infolge der vergleichsweise geringen Korngröße nicht mehr in den hörbaren Tonbereich fallen.

Gegenüber der normalen Orgel kann man einige Vorteile angeben. So bietet die Möglichkeit des getrennten Aufbaus durch Unterteilung in Spieltisch, Tonerzeugung und Wiedergabe eine große Platzersparnis, wie immer bei Ver-

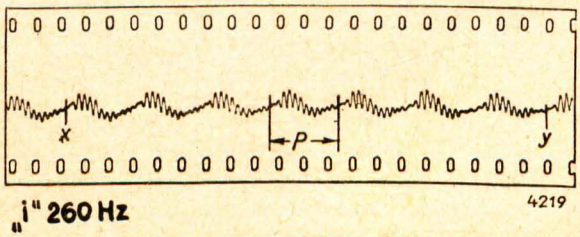


Abb. 6. Aufnahme der menschlichen Stimme („i"-Laut)

wendung von Lautsprechern. Ebenso können bei solchen Anlagen beliebige akustische Effekte, wie Echowirkungen, Gegenspielen usw. durch Zu- und Abschaltung von Lautsprechern erzielt werden. Auch die Lautstärke kann in ganz beliebiger Weise geregelt werden.

Bedeutend ist die Erweiterungsfähigkeit durch Zusetzen oder Auswechseln von Tonscheiben, also Registern. Man kann Kopien der Meisterorgeln anbringen und spielen. Das Auswechseln der Register ist in kürzester Zeit möglich.

Die Orgel hat vielseitige Anwendungsmöglichkeiten. Abgesehen von Kirche und Konzertsaal hat sie Bedeutung für die modernen Freilichtbühnen großer Ausdehnung durch die Möglichkeit der Anbringung beliebig vieler Lautsprecher. Für die Rundfunkübertragung können unliebsame akustische Störungen durch Abnahme des Tones in elektrischer Form vor dem Lautsprecher am Verstärkerausgang unmöglich gemacht werden.

Dipl.-Ing. E. Klein

Zeichnungen vom Verfasser. Abb. 1, 2 und 6 Werkbilder

Optische Verflachung des gewölbten Bildschirms der Braunschen Röhre

Von **Heinz Boucke**

Die Braunsche Röhre hat bekanntlich den Nachteil, daß infolge der Wölbung des Bildschirms das Bild, zumal bei etwas seitlicher Betrachtung, mehr oder weniger verzerrt erscheint. Die Wölbung ist durch den auf der Wandung der Braunschen Röhre lastenden hohen Luftdruck bedingt und kann ein bestimmtes Maß nicht unterschreiten. Bei den Röhren mit geringem Kolbendurchmesser, wie man sie jetzt für Projektionszwecke anwendet, ist es zwar gelungen, den Schirm durch Anwendung einer erheblichen Glasstärke plan zu halten. Bei den Braunschen Röhren jedoch, die zur unmittelbaren Bildwiedergabe dienen, läßt sich auf diesem Wege wohl kaum ein flaches Bild erreichen. Die Wandung müßte dann mehrere Zentimeter stark sein, was aus fabrikatorischen und wirtschaftlichen Erwägungen heraus praktisch undurchführbar ist.

Nachstehend sei eine neuartige Methode beschrieben, die, wie Theorie und Praxis ergab, es ermöglicht, die Wölbung des Schirms stark zu verringern oder ganz zu beseitigen. Ein besonderer Vorzug dieser Anordnung besteht darin, daß man sie nachträglich bei Braunschen Röhren üblicher Bauart zur Anwendung bringen kann.

Die Verflachung der gewölbten Bildfläche geschieht auf optischem Wege. Es wird zu diesem Zweck unmittelbar vor das Bild in Richtung zum Beobachter eine Konkavlinse gebracht, deren Durchmesser etwa mit dem Kolbendurchmesser übereinstimmt (Abb. 1). Der Abstand der

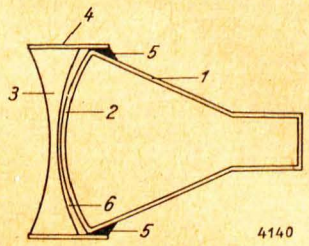


Abb. 1. Optische Verflachung des Bildeindrucks durch eine Konkav-Vorsatzlinse. 1 = Kolben der Braunschen Röhre im Schnitt, 2 = gewölbte Bildfläche, 3 = Vorsatzlinse, 4 = Abschlußring, 5 = Kitt zur Befestigung, 6 = Zwischenraum, der durch die Differenz zwischen der optisch definierten Krümmung der Linse und der undefinierten Wölbung der Braunschen Röhre gegeben ist

Linse soll dabei so klein sein, daß noch keine Verkleinerung des Bildeindrucks wahrzunehmen ist. Die Linse bewirkt durch die Strahlenbrechung ein Anheben der dem Beobachter abgewendeten gewölbten Randpartien. Um Lichtverluste zu vermeiden, die infolge totaler Reflektion an der dem Bild zugekehrten Linsenfläche auftreten, soll die Linsenwandung sich unmittelbar an die Wölbung anschließen. Dadurch bleibt das Bild auch bei starker seitlicher Betrachtung noch sichtbar.

Praktisch ist die Konstruktion einer solchen Vorsatzlinse mit großen Schwierigkeiten verknüpft, sofern man nicht einen besonderen Weg einschlägt. Da nämlich die Wölbung der Braunschen Röhre für gewöhnlich nicht optisch definiert ist, hält es sehr schwer, eine passende Linse anzufertigen, die der Wölbung an allen Stellen genau entspricht. Auch würde eine derartig große Linse kostspielig sein. Man kann nun diese Schwierigkeiten umgehen, wenn man die Linse als Flüssigkeitslinse ausbildet, wie dies in der Abb. 2 gezeigt ist. Es bedeutet hierin Ziffer 1 den Kolben der Braunschen Röhre im Querschnitt. Vor der gewölbten Bildfläche 2 ist eine durchsichtige planparallele Scheibe angeordnet, welche die äußere Begrenzung der Flüssigkeitslinse darstellt. Durch einen Ring aus flüssigkeitsdichtem Isolierstoff ist der Raum zwischen Bildfläche und planparalleler Scheibe abgeschlossen. Füllt man nun durch die Öffnung 8 eine Flüssigkeit, z. B. Wasser, ein, so beobachtet man, wie die von der Flüssigkeit bedeckten Stellen der Bildfläche in erheblichem Maße verflacht werden. Bildstellen, die infolge stark seitlicher

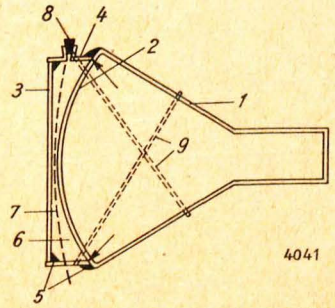


Abb. 2. Optische Verflachung des Bildeindrucks durch eine Flüssigkeitsvorsatzlinse (Plan-Konkav-Linse). 1 = Braunsche Röhre, 2 = Bildfläche, 3 = durchsichtige planparallele Scheibe, 4 = Dichtungsring mit der Einfüllöffnung 8, 5 = Kitt zur Abdichtung und Befestigung, 6 = Flüssigkeit mit möglichst hohem Brechungsindex, 7 = virtuelle Bildfläche, 9 = elastische Bänder zur Befestigung der Vorsatzlinse

Betrachtung ganz ineinandergeschrumpft erschienen, werden wieder auseinandergezogen und in ihren Einzelheiten erkennbar, andererseits werden die dem Auge nächstliegenden Partien im entsprechenden Maß verkleinert. Je nach der Größe des Brechungskoeffizienten der verwendeten Flüssigkeit erscheint das Bild jetzt in einer weit weniger gewölbten Projektionsfläche (gestrichelte Linie 7 in Abb. 1). So einfach im Grunde das Mittel ist, so überraschend ist die Wirkung.

Statt der plankonkaven Ausführung der Vorsatzlinse kann auch eine bikonkave Linse benutzt werden. Dies ist besonders dann zweckmäßig, wenn unter Anwendung einer Flüssigkeit mit verhältnismäßig geringem Brechungsindex, wie z. B. Wasser, eine starke Verflachung oder gar eine völlige Einebnung des Bildes erreicht werden soll. Hier bekommt die Abschlußscheibe eine nach außen gewölbte Form (siehe Abb. 3).

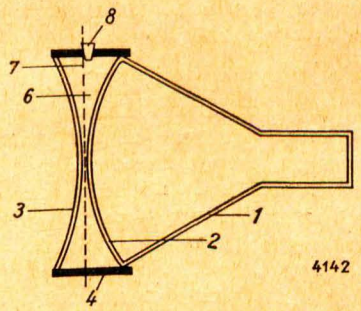


Abb. 3. Optische Verflachung des Bildeindrucks durch eine bikonkave Flüssigkeitslinse (Bedeutung der Ziffern siehe Abb. 2)

Damit man die Vorsatzlinse leicht nachträglich bei fertigen Braunschen Röhren oder Fernsehempfängern anbringen kann, wird der Abdichtungsring 4 am besten aus elastischem Material hergestellt, so daß bei einigem Druck gegen die Vorsatzscheibe der Ring flüssigkeitsdicht an die Wölbung gepreßt wird. Der Druck, durch den die Anordnung an der Braunschen Röhre festgehalten wird, kann entweder so erfolgen, daß die Abschlußscheibe gegen die

Wandung des Gehäuses des Fernsehempfängers drückt, oder es kann der Vorsatz durch elastische Bänder mit dem Kolben der Röhre verbunden werden, die, wie Abb. 2 es zeigt, kreuzweis um den Kolben herumführen. Es ist auch möglich, den Abschlußring derart auszuführen, daß er über den Rand des Kolbens geschoben werden kann, in welcher Stellung er dann durch Kitt gesichert wird (Abb. 3). Um Spiegelungen zu vermeiden, soll der Abschlußring innen geschwärzt werden. Übrigens ist es nicht notwendig, die Linse rund zu gestalten, sie kann vielmehr gemäß dem Bildformat geschnitten sein.

In Verbindung mit dieser Anordnung wird es möglich, den Schirm der Braunschen Röhre fast bis zum Rand hin auszunutzen, sie ermöglicht also größere Bilder. Gleichzeitig verbessert sie die Bildwirkung in erheblichem Maß. Besonders gilt dies für die seitliche Betrachtung, woraus sich die Möglichkeit einer Erhöhung der Zahl der Zuschauer ergibt.

Zeichnungen vom Verfasser

Mikrophon-Vorverstärker für Bändchen- und Kondensatormikrophone

Von **Martin Zimmermann**

Bändchen- und Kondensatormikrophone sind wegen des von ihnen gleichmäßig übertragenen Frequenzbereiches von 50 bis 10 000 Hz für Übertragungen von Musik- und Gesangsdarbietungen sowie zum Schneiden von Schallplatten besonders geeignet. Beide Mikrophone vermögen jedoch nur kleine Wechselspannungen abzugeben. Es ist also ein besonderer Vorverstärker erforderlich, um eine genügende Aussteuerung des üblichen Hauptverstärkers zu erreichen. Berücksichtigt man, daß für das Bändchen- sowie für das Kondensatormikrophon keine besondere Mikrophonspeisebatterie benötigt wird, und daß die Anodenspannung unter der Voraussetzung einer genügenden Siebkette im Netzteil des Hauptverstärkers diesem mitentnommen werden kann, so wird man den Nachteil, daß für den Vorverstärker eine Heizbatterie erforderlich ist, gern in Kauf nehmen.

Als Vorverstärker wird ein dreistufiger Widerstandsverstärker benutzt, dessen prinzipielles Schaltbild aus Abb. 1 hervorgeht. Er ist dreistufig insofern, als er besonders für Hauptverstärker mit einem kleineren Verstärkungsgrad entworfen wurde, wie ihn z. B. ein zweistufiger Gegentaktverstärker mit zwei RE 604 oder AD 1 in der Endstufe darstellt. Hat der Hauptverstärker einen höheren Verstärkungsgrad, so kann die erste Verstärkerstufe in Fortfall kommen.

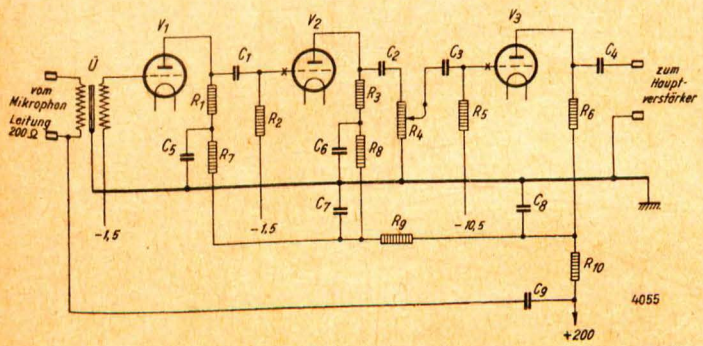


Abb. 1. Schaltbild des dreistufigen Vorverstärkers

Im Bändchen- wie im Kondensatormikrophon sind Anpassungsübertrager vorhanden, die die Leitung mit einer Impedanz von 200 Ohm anpassen. Infolgedessen muß der Mikrophon-Vorverstärker einen Eingangstransformator besitzen, welcher diese Leitungsimpedanz von 200 Ohm an die erste Röhre des Verstärkers angleicht. Ein guter, hochwertiger Niederfrequenztransformator — auf die Note „hochwertig" ist besonders Wert zu legen — mit einem Übersetzungsverhältnis 1 : 20 ist hierfür geeignet.

Um den großen Frequenzbereich gleichmäßig zu übertragen, wurden die Widerstände klein gewählt, die Kopplungskondensatoren dagegen mit 0,01 bis 0,025 µF. Der veränderliche Widerstand zwischen der zweiten Verstärkerröhre und der Endröhre dient zur Regelung der Lautstärke. Um durch die Lautstärkeregelung mittels des Dreh-Spannungsteilers den richtigen gefühlsmäßigen Gehöreindruck zu erhalten, ist die Beschaffung eines Reglers mit logarithmischer Kennlinie ratsam. Jede minderwertige Ausführung führt aber zu Rauscherscheinungen, die den einen der vielen Vorzüge dieser beiden Mikrophone an sich hinfällig macht, nämlich den der Rauschfreiheit.

Um ein besonders ruhiges und völlig brummfreies Arbeiten des Vorverstärkers zu gewährleisten, wurden die Gitter- wie Anodenleitungen durch Einschalten von Beruhigungswiderständen in der Größenordnung von 0,15 bis 0,2 MΩ, in der Anodenleitung überbrückt mit Kondensatoren von 0,5 bis 1 µF, besonders beruhigt. Diese Beruhigungsglieder sowie der 0,02 MΩ-Widerstand in der Hauptanodenleitung können natürlich in Fortfall kommen, wenn die erforderliche Anodenspannung einer Anodenbatterie entnommen wird, deren Spannung in diesem Falle mindestens 100 Volt betragen muß.

Um einer etwa auftretenden Pfeifneigung des Vorverstärkers zu begegnen, wurde die positive Anodenleitung über einen Kondensator von 0,005 µF mit dem einen Pol der Primärseite des Eingangstransformators verbunden. Der günstigste Anschluß ist durch Probe leicht zu ermitteln. Irgendwelchen Einfluß auf den Frequenzbereich des Vorverstärkers hatte dieser Kondensator nicht. Die Anodenspannung wurde aus dem Netzteil des Hauptverstärkers über eine zusätzlich eingebaute Netzdrossel, überbrückt mit einem Kondensator von 2 µF nach Erde, entnommen.

Für den Aufbau des Vorverstärkers eignet sich am besten das Volksempfängergestell. Links auf diesem wird der Eingangstransformator befestigt. Die vorhandene Anschlußleiste kann zur Schaltung des Transformators gleich benutzt werden. In der Reihenfolge der auf dem Gestell numerierten Röhrenfassungen wird der Verstärker entsprechend verdrahtet. Die Widerstände und Kopplungskondensatoren werden gleich dazwischengeschaltet. Der Schleifer des Lautstärkereglers liegt über einen Kopplungsblock am Gitter der Endröhre. Jede Annäherung der Hand des Bedienenden an den Stellknopf würde ein Pfeifen des Verstärkers hervorrufen, deshalb ist die Achse des Spannungsteilers mittels einer isolierten Kupplung mit einer Verlängerungsachse zur Frontplatte zu führen, um jede zusätzliche Kapazität fernzuhalten. Der Regler ist isoliert am Gestell zu befestigen; es wird auf einem Stückchen Hartpapier angebracht und mit einem kleinen Winkel unterhalb des Gestells an dieses vor der zweiten Röhrenfassung angeschraubt.

Vor den Röhrenfassungen unterhalb des Gestells werden ferner die Ableitungskondensatoren untergebracht. Die Anschlußlitzen für die Gitter- und Anodenspannungen können entweder direkt an die entsprechenden Stellen angelötet werden, oder sie müssen an einer an der Hinterwand des Gestells anzubringenden Klemmleiste befestigt werden.

In ersterem Falle werden die Schnüre gemeinsam durch das in der Hinterwand befindliche Loch geführt, an der Durchführungsstelle mit Isolierband umwickelt und mit einer Schelle festgeklemmt. Diese Anordnung der Einzelteile hat den Vorteil, daß man ganz kurze Leitungen für die Kopplungselemente bekommt. Verwendet man vorzugsweise Widerstände und Kopplungskondensatoren mit Drahtenden, so können diese sogar direkt zwischen die Röhrenfassungen gelötet werden.

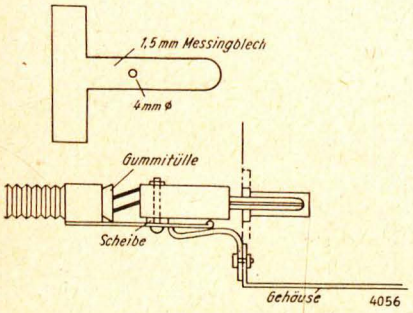


Abb. 2. Kabelabschluß mit Stecker

Der Ausgangskreis wird über einen Blockkondensator von 1 µF mit dem Eingang des Hauptverstärkers verbunden. Für diese Anschlußmöglichkeit sind rechts am Gestell zwei Steckbuchsen in 19,5 mm Abstand vorgesehen, von denen die eine vom Gestell isoliert eingesetzt wird, während die Erdbuchse als eine blanke Buchse direkt ins Blech geschraubt wird.

Alles in allem dauern der Zusammenbau und die Schaltung dieses Vorverstärkers keine vier Stunden; der geringe Aufwand an Einzelteilen macht sich durch die saubere und vollendet klanggetreue Wiedergabe reichlich bezahlt, denn zum größten Teile werden die erforderlichen Einzelteile in jeder Vorratskiste zu finden sein, oder sie sind aus einem nicht mehr benutzten Ortsempfänger vorhanden.

Wie bereits eingangs erwähnt, ist beim Bändchen- wie beim Kondensatormikrophon die abgegebene Wechselspannung erheblich geringer als beim Kohlekörnermikrophon unter Verwendung einer Speisebatterie. Es besteht nun die Gefahr — besonders bei längerer Mikrophonleitung —, daß eine von außen auf die Leitung induzierte Störspannung einen im Verhältnis zu der vom Mikrophon abgegebenen Wechselspannung unzulässig hohen Wert annehmen kann. Dieses Störgeräusch würde sich durch die nachfolgende Verstärkung bei der Wiedergabe ungemein stark und äußerst störend bemerkbar machen. Um nun eine Induzierung der Mikrophonleitungen zu vermeiden, verwendet man mit Erfolg ein geerdetes Kabel. Dies ist in beliebiger Länge leicht selbst herzustellen. Man beschafft sich aus einer Automobilhandlung biegsamen Metallschlauch von der gewünschten Länge und aus einem Installationsgeschäft ein entsprechend langes Gummikabel, ähnlich, wie es als Anschlußkabel für Staubsauger usw. verwendet wird. Das Kabel wird nun durch den Metallschlauch gezogen und beides an einem Ende mit dem Mikrophon fest verbunden. Das andere Ende wird mit einem Doppelstecker versehen. An den Metallschlauch wird eine Messingzunge gelötet und diese am Doppelstecker zwischen den beiden Steckern mit einer versenkten Bolzenschraube befestigt (Abb. 2). Am Gestell wird unter den Steckbuchsen für den Eingangstransformator eine kleine vorn umgebördelte Messingfeder angeschraubt, welche beim Einstecken des Steckers in die Buchsen auf die an dem Doppelfenster befestigte Metallzunge drücken kann. Auf diese Weise wird eine geerdete Verbindung des Mikrophonkabels mit dem Mikrophonvorverstärker leicht und sicher hergestellt. Der Metallschlauch darf nur an einer Stelle, nämlich am Verstärker selbst, ge-

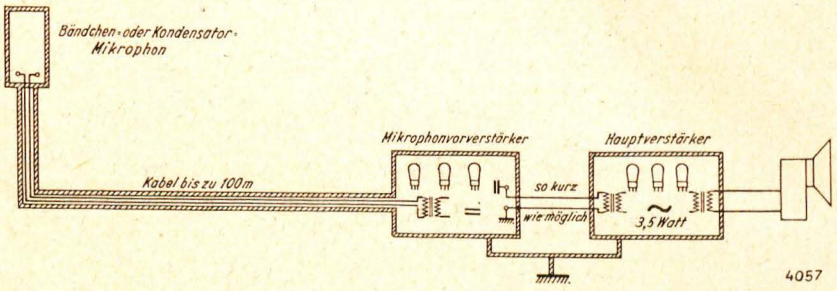


Abb. 3. Zusammenschaltung der Verstärker und des Mikrophons

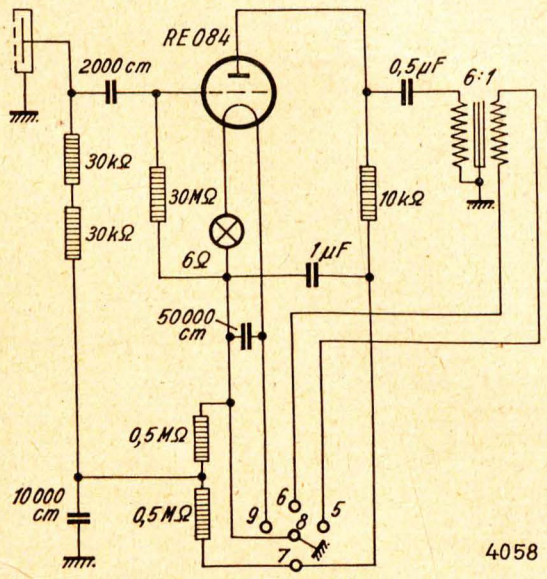


Abb. 4. Schaltung der in das Kondensatormikrophon eingebauten Verstärkerstufe

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 1	Größe
1	1	VE-Gestell mit Röhrenfassungen und Buchsenleisten ...		
2	1	Übertrager	$\ddot{U}$	1 : 22
3	1	Hochohmwiderstand	R_1	0,5 MΩ
4	1	desgl.	R_2	1 MΩ
5	2	desgl.	R_3, R_6	50 000 Ω
6	1	desgl.	R_5	2 MΩ
7	2	desgl. (ev. weitere an den in Abb. 1 mit * bezeichneten Stellen)	R_7, R_8	0,15...0,2 MΩ
8	1	desgl.	R_9	10 000 Ω
9	1	desgl.	R_{10}	20 000 Ω
10	1	Regelwiderstand mit Stellknopf	R_4	1 MΩ
11	3	Kondensatoren	C_1, C_2, C_3	10000—25000cm
12	1	desgl.	C_4	1 µF
13	2	desgl.	C_5, C_6	0,5...1 µF
14	2	desgl.	C_7, C_8	2 µF
15	1	desgl.	C_9	5 000 cm
16	1	Röhre RE 034 oder W 406 ..	V_1	
17	1	desgl.	V_2	
18	1	Röhre RE 084 oder A 408 ..	V_3	
19	1	Achtfach-Anschlußschnur mit Steckern		
20	1	Gitterbatterie 15 Volt		

Kleinteile, Schrauben, Muttern, Schaltdraht, Isolierschlauch, eine isolierte und eine blanke Telefonbuchse, eine isolierte Kupplung 6 mm ⌀ und ein Stückchen Verlängerungsachse 6 mm ⌀ sowie ein Ein- und Ausschalter.

erdet werden. Ein derart geerdetes Mikrophonkabel kann aber hundert Meter lang sein, jedoch ist außerdem bei der Verlegung der Leitung ein längeres Parallellaufen der Mikrophonleitungen mit wechselstromführenden Leitungen, wie z. B. Licht-, Klingel- oder Lautsprecherleitungen, stets zu vermeiden; ist es an irgendeiner Stelle nicht zu umgehen, so ist jedoch mindestens ein größerer Abstand von diesen Leitungen zu halten.

Der Mikrophon-Vorverstärker selbst ist möglichst direkt vor den Hauptverstärker zu schalten. Unter Verwendung eines geerdeten Verbindungskabels kann ausnahmsweise die Entfernung des Vorverstärkers vom Hauptverstärker nur auf höchstens 2 bis 3 Meter ausgedehnt werden (Abb. 3).

Beim Anschluß eines Kondensator-Mikrophons ist folgendes zu beachten: Die Kapsel dieses Mikrophons enthält nämlich in ihrem unteren Teil bereits eine, event. sogar zwei Verstärkerstufen, die mit einer RE 084 oder einer Zweifachröhre bestückt ist. Die Schaltung des Mikrophons mit einer Stufe geht aus Abb. 4 hervor. Die Heizspannung beträgt 4 Volt, die Anodenspannung 90 Volt. Die Widerstände und Kondensatoren sitzen an der Röhrenfassung, an der auch gleichzeitig eine runde Klemmleiste für die fünf Anschlüsse befestigt ist. Darunter ist der Ausgangsübertrager angebracht. Um das lästige Röhrenklingen zu vermeiden, ist die Röhre in Schwammgummi eingebettet. Unten an der Kapsel befindet sich ein fünfpoliger Stecker zur Herstellung der Verbindungen mit dem Anschlußkabel. Mit Hilfe einer Überwurfmutter wird diese Verbindung mechanisch gesichert. Das erforderliche Abschirmkabel hat also insgesamt fünf Anschlüsse, von denen zwei die Leitung 200 Ohm, zwei die Heizspannung 4 Volt und eine die 90-Volt-Anodenleitung verbinden. Diese Anschlüsse sind entsprechend mit dem Vorverstärker herzustellen. Die Leitung 90 Volt wird hinter dem Widerstand R_9 abgenommen. Die noch freien Buchsen an der Eingangsklemmleiste des Vorverstärker-Gestells nehmen diese Verbindungen auf.

Zeichnungen vom Verfasser

Eine Schleifdraht-Meßbrücke für höhere Genauigkeit

Von

Friedrich Pollak

Die gebräuchlichen Widerstandsmeßbrücken arbeiten meist in der Wheatstoneschen Anordnung. Hierbei werden gewöhnlich gleichzeitig zwei Widerstände (z. B. R_3 und R_4 (Abb. 1) zwecks Einstellung verändert. Zweckmäßig benutzt man hierzu einen Schleifdraht, an dem der Abgriff verändert werden kann. Dieser Schleifdraht wird praktisch etwa ¼ bis max. 1 m lang gemacht. Die Einstellungsgenauigkeit ist um so größer, je länger der Meßdraht ist. Um die Meßbrücke jedoch nicht zu unhandlich werden zu lassen, beschränkt man sie auf Schleifdrahtlängen, die im günstigsten Fall 1 m betragen. Mit Rücksicht auf höhere Genauigkeit bei der Widerstandsermittlung wären jedoch Schleifdrahtlängen erwünscht, die ein Vielfaches des angegebenen Maßes betragen. Praktisch

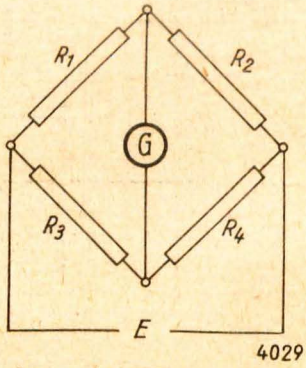


Abb. 1. Anordnung einer Wheatstoneschen Meßbrücke

lassen sich derartige Längen (recht günstige Werte liefert schon ein 6 bis 8 m langer Schleifdraht) nicht mehr ausspannen, sondern der Schleifdraht muß durch irgendeine Anordnung auf einem kleineren Raum untergebracht werden. Die Industrie wickelt derartige Schleifdrahtlängen mit Vorliebe auf Trommeln auf. In diesem Aufsatz soll jedoch eine andere Anordnung vorgeschlagen werden, die im Selbstbau viel einfacher herzustellen ist.

Zunächst soll an Hand eines Beispiels die Zweckmäßigkeit eines längeren Schleifdrahtes erläutert werden. Bei der Schleifdrahtmeßbrücke (Abb. 3) lautet die Formel für die Ermittlung des unbekannten Widerstandes

$$R_x = R_n \; a/b \; \Omega.$$

Hierbei bedeuten a und b die beiden Abschnitte auf dem Meßdraht. Für das Verhältnis a/b läßt sich nun in Abhängigkeit von der gesamten Meßdrahtlänge eine Eichkurve aufnehmen oder vielmehr errechnen (Abb. 2)[1]), so daß man bei der Messung zum jeweiligen a-Wert aus der Kurve stets den Wert für den Bruch a/b entnehmen kann. Der Verlauf dieser Kurve zeigt uns ferner, daß zur Messung selbst nur der mittlere Teil (etwa 2/4) des Schleifdrahtes benutzt werden kann. Die größte Meßgenauigkeit liegt

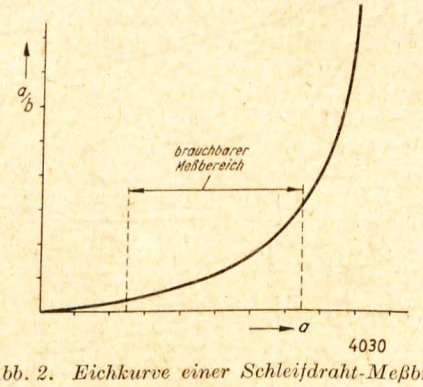


Abb. 2. Eichkurve einer Schleifdraht-Meßbrücke

in der Mitte des Schleifdrahtes, während sie nach beiden Seiten abnimmt. Die Stücke jenseits ¼ bzw. ¾ der Meßdrahtlänge sollten zur Messung besser nicht mehr benutzt werden. Zur näheren Erläuterung ein Beispiel: In diesem sei $R_x = R_n = 100\,\Omega$, der Meßdraht habe eine Länge von genau 1000 mm; damit nun die Brückengleichung erfüllt ist, muß in diesem Fall $a = b = 500$ mm sein (Abb. 3). Nehmen wir nun an, man habe bei der Einstellung um 1 mm falsch eingestellt, dann erhält man nach der Messung z. B. $R_x = \frac{499}{501} = 99{,}6\,\Omega$. (Es sei angenommen, daß die kleinste einstellbare Streckeneinheit 1 mm beträgt, so daß bei der Messung übertriebene Ablesegenauigkeit vermieden wird, wie sie z. B. bei 1/10 mm Ablesemöglichkeit erforderlich wäre. Bei selbstgebauten Meßbrücken wird man meistens doch nur ca. ½ mm einigermaßen genau schätzen können.) Es tritt demnach bei ± 1 mm Fehleinstellung ein Ablesefehler von ± 0,4 % auf. Benutzt man als Vergleichswiderstand einen technischen Normalwider-

[1]) „Funk" 1933, Heft 23, S. 355 ff. (vgl. auch „FTM" 1933, Heft 6, S. 224 ff.

stand mit einer Toleranz von ± 0,2 %, dann wächst der gesamte auftretende Meßfehler auf max. ± 0,6 %, das ist mit der Genauigkeit des Normalwiderstandes verglichen ziemlich schlecht.

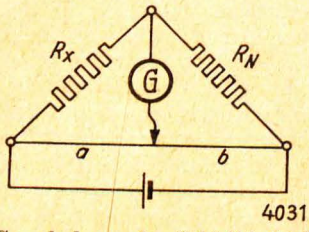


Abb. 3. Grundschema der Schleifdraht-Meßbrücke

Für Messungen, die etwas Anspruch auf Genauigkeit erheben (gedacht ist hierbei im wesentlichen an Shunts bzw. Vorwiderstände zu Meßinstrumenten und ähnlichen Zwecken), dürfte dieser Fehler höchstens ca. ⅓ % betragen, d. h. also, daß der zusätzlich auftretende Meßfehler unter der Toleranz des benutzten Vergleichswiderstandes von ± 0,2 % liegen soll. Man sieht also, daß der Fehler, der durch ungenaue Ablesung an der Meßbrücke verursacht wird, noch bedeutend gesenkt werden muß.

Betrachtet man die Grenzen des brauchbaren Meßbereichs am Schleifdraht (also bei ¼ bzw. ¾ Schleifdrahtlänge), dann findet man, daß dort ein Einstellungs- bzw. Ablesefehler von etwa 0,5 % bei 1 mm Fehleinstellung bzw. Ablesung auftritt. Wären solche Ablesefehler zulässig, wenn Vergleichswiderstände benutzt werden, die selbst nur mit etwa ± 1 % genau bekannt sind, dann hätte eine höhere Genauigkeit der Meßbrücke selbst keinen Zweck, da der größere Fehler im Vergleichswiderstand selbst steckt.

Mit dem oben als brauchbar bezeichneten Meßbereich auf dem Schleifdraht kann mit einem 100 ohmigen Normalwiderstand ein Bereich von ca. 35 bis 300 Ω bestrichen werden. Da die Normalwiderstände für höhere Ansprüche, also mit kleinerer Toleranz ziemlich teuer sind, so wäre es erwünscht, einen größeren Meßbereich mit nur einem Normalwiderstand erfassen zu können. Erreichen läßt sich dies ebenfalls durch Verwendung eines längeren Schleifdrahtes. Der Ablesefehler nimmt hierbei proportional mit zunehmender Schleifdrahtlänge ab, d. h. bei z. B. viermal so langem Schleifdraht ist der Ablesefehler nur noch ¼ so groß wie ursprünglich. Wenn man nun den als brauchbar anzusehenden Meßbereich des Schleifdrahtes sich wieder bei ¼ vom oberen oder unteren Ende des Schleifdrahtes beginnen denkt, dann erhält man im obigen Fall einen Ablesefehler von ± 0,136 %, d. h. also bei einem Normalwiderstand von ± 0,2 % Toleranz einen Gesamtfehler von max. ± 0,336 %. Unsere obige Forderung ist demnach recht genau erfüllt.

Will man nun noch den mit einem Normalwiderstand überstreichbaren Meßbereich mit dieser erzielten Genauigkeit erweitern, dann muß der Schleifdraht noch um ein weiteres verlängert werden. Wird ein 8 m langer Meßdraht benutzt, dann kann der brauchbare Meßbereich schon bei ca. 1/10 der Gesamtlänge beginnen. Der auftretende Ablesefehler beträgt dann hier ± 0,15 % (stets bei ± 1 mm Fehleinstellung), ist also nicht wesentlich höher als der als höchst zulässig angenommene. Der mit einem 100 ohmigen Vergleichswiderstand erfaßbare Meßbereich ist jedoch auf ca. 10 bis 1000 Ω gestiegen, d. h. der überstrichene Meßbereich ist nach oben wie nach unten ca. 3,3mal größer geworden, so daß der teure Normalwiderstand viel besser ausgenutzt werden kann. Die nachfolgende Tabelle zeigt, daß man mit nur drei Normalwiderständen den ganzen Bereich von 0,1 bis 100 000 Ω mit einer geringsten Einstellgenauigkeit von 0,15 % überstreichen kann, wobei immer noch ± 1 mm Fehleinstellung zugelassen ist.

Normalwiderstand ± 0,2 % Ω	überstrichener Bereich Ω
10	0,1 ÷ 100
100	10 ÷ 1000
10000	1000 ÷ 100 000

Gegenüber der sonst üblichen Anordnung werden demnach mindestens zwei Vergleichswiderstände gespart.

Als Nullinstrument für derartig genaue Messungen eignet sich das früher [1]) beschriebene Millivoltmeter, und zwar das 350-Ω-Instrument, recht gut. Der Nullpunkt dieses Instruments wird zu diesem Zweck in die Mitte der Skala gelegt. Die Empfindlichkeit dieses Gerätes beträgt ca. $1{,}3 \times 10^{-7}$ Amp. pro Teilstrich. Im ungünstigsten Fall, bei $R_x = 100\,000$ Ω, beträgt der Ausschlag dieses Instruments bei Fehleinstellung von 1 mm bei einem 1 mm starken Schleifdraht von 8 m Länge und bei einem Schleifdrahtstrom von ca. 0,5 Amp. immer noch reichlich ½ Teilstrich. Da dieses Instrument noch 1/10 Teilstrich gut abzulesen gestattet, so ist mit diesem Galvanometer auch beim Messen verhältnismäßig hoher Widerstände eine exakte Einstellung möglich. Um das Galvanometer vor Beschädigung zu bewahren, sind durch geeignete Nebenwiderstände verschiedene Empfindlichkeitsstufen herzustellen.

Nachdem nun die Vorteile eines langen Schleifdrahtes eingehend dargelegt worden sind, soll im folgenden die praktische Verwirklichung behandelt werden.

Der Schleifdraht, besser gesagt Meßdraht, wird in eine Anzahl Abschnitte eingeteilt. Von diesen Abschnitten wird nur der mittelste in der Länge von genau 1000 mm ausgespannt, während die übrigen Abschnitte nur die Rolle eines zum Schleifdraht hinzugeschalteten Vorschaltwiderstandes spielen und die daher aufgewickelt untergebracht werden können. (Abb. 4.) Soll die Meßbrücke auch für Wechselstrommessungen geeignet sein, dann muß das Aufwickeln dieser Widerstände bifilar erfolgen, damit durch sie keine zusätzliche Selbstinduktion in den Meßkreis hineingetragen wird. Die einzelnen Abschnitte erhalten Anzapfungen und können je nach Bedarf wahlweise in den Stromkreis eingeschaltet werden.

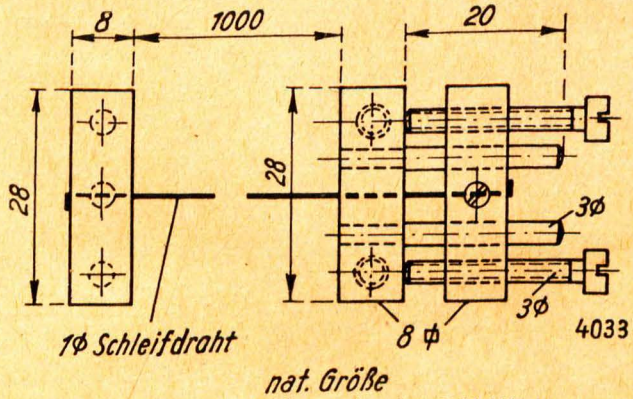


Abb. 5. Spannvorrichtung für den Schleifdraht

[1]) „Funk" 1935, Heft 22, S. 723 ff.



Abb. 4. Schema des Meßdrahtes

Die Wirkungsweise hierbei ist folgende: Schaltet man das zwischen den Buchsen 3 und 10 gelegene Meßdrahtstück ein, dann lassen sich mit dieser Anordnung nur jene Widerstände messen, bei denen der Schleifkontakt innerhalb des Bereiches 6 und 7 stehen kann. Will man einen anderen Widerstand messen, dann muß stets der richtige Bereich gewählt werden. Um bei einem, wenn auch nur ungefähr bekannten Widerstand die Auswahl des richtigen Bereiches zu ermöglichen, ist die folgende Tafel zusammengestellt. Im allgemeinen ist der unbekannte Widerstand wenigstens größenordnungsweise bekannt, meistens will man nur den genauen Wert ermitteln, so daß eine Schwierigkeit beim Messen dadurch, daß man etwa dauernd den falschen Bereich wählt, nicht zu befürchten ist.

Da der unbekannte Widerstand $Rx = Rn \cdot a/b$ ist, so ist das Verhältnis a/b wenigstens größenordnungsweise bekannt. Aus der Tafel können dann demnach die zu wählenden Buchsen bzw. Meßdrahtabschnitte entnommen werden.

Tafel für das Verhältnis a/b

Benutzte Buchsen	eingeschaltete Meßdrahtlänge mm	Das Verhältnis a/b Grenze des unteren Meßbereichs	Grenze des oberen Meßbereichs
6 und 7	1 000	0,33	3,00
5 „ 8	2 000	0,33	3,00
5 „ 9	3 000	0,20	1,00
4 „ 8	3 000	1,00	5,00
5 „ 10	4 000	0,143	0,60
4 „ 9	4 000	0,60	1,67
3 „ 8	4 000	1,67	7,00
5 „ 12	6 000	0,091	0,33
4 „ 11	6 000	0,33	0,714
3 „ 10	6 000	0,714	1,40
2 „ 9	6 000	1,40	3,00
1 „ 8	6 000	3,00	11,00
4 „ 13	8 000	0,231	0,455
3 „ 12	8 000	0,455	0,778
2 „ 11	8 000	0,778	1,287
1 „ 10	8 000	1,287	2,20
0 „ 9	8 000	2,20	4,34

(Wie ersichtlich, ist die Tafel bis zu Meßdrahtlängen von 8 m aufgestellt. Fürchtet man in vielen Fällen jedoch die Abgleichung so zahlreicher Abschnitte, dann kann man sich unter Umständen auch mit kürzeren Meßdrähten begnügen. Die Tafel ist daher an den geeigneten Stellen kenntlich unterteilt, an denen evtl. mit der Verlängerung des Meßdrahtes aufgehört werden kann.)

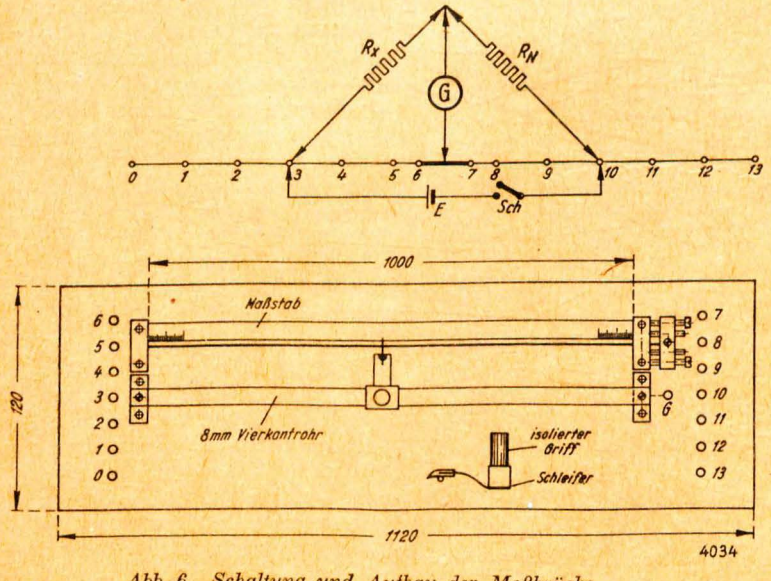


Abb. 6. Schaltung und Aufbau der Meßbrücke

Das Abgleichen der einzelnen Abschnitte des Schleifdrahtes wird am besten, da eine Widerstandsmeßbrücke mit der erforderlichen Genauigkeit nur in den seltensten Fällen erreichbar sein wird, mit Hilfe des Spannungsabfalls vorgenommen. Hierzu benötigt man ein gutes Millivoltmeter mit kleinem Eigenstrombedarf und mit Messerzeiger und Spiegelskala.

Da es sich hier nicht um Absolut-, sondern nur um Vergleichsmessungen handelt (die Widerstände der entsprechenden Abschnitte sollen nur untereinander gleich,



Abb. 7. Ansicht der selbstgebauten Meßbrücke

brauchen jedoch nicht bekannt zu sein), so kann auch mit Instrumenten recht genau abgeglichen werden, die nur eine Absolut-Genauigkeit von etwa ± 1 % besitzen. Zum Abgleichen läßt man durch den ganzen Meßdraht einen möglichst konstanten Strom fließen (am besten aus einer Akkumulatorenbatterie), der am Schleifdraht z. B. genau 60 mVolt Spannungsabfall erzeugt. Nun müssen die anderen Abschnitte so abgeglichen werden, daß zwischen je zwei Buchsen ebenfalls genau 60 mVolt Spannungsabfall auftreten, abgesehen von den beiden kürzeren Stücken, die natürlich nur 30 mVolt besitzen dürfen. Je sorgfältiger diese Arbeit vorgenommen wird, um so größere Gewähr hat man später dafür, daß die Meßfehler innerhalb des zugelassenen Bereichs liegen. Die nicht ausgespannten Abschnitte des Meßdrahtes könnten an sich aus dünnerem, werden jedoch zweckmäßig aus demselben Material wie der Schleifdraht hergestellt. Man geht auf diese Weise Fehlermöglichkeiten aus dem Wege, die evtl. bei stärkerer Belastung, d. h. bei größerem Meßstrom, durch ungleiche Erwärmung der einzelnen Drahtabschnitte auftreten könnten.

Nach Möglichkeit wird man für den Meßdraht kalibrierten Widerstandsdraht verwenden, so daß man die Gewähr für absolute Gleichmäßigkeit des Querschnitts und damit des Widerstandes hat. Versuche des Verfassers haben gezeigt, daß auch der gewöhnliche Draht (verwendet wurde hierbei 1 mm starker Konstantandraht blank) hinreichend genau gezogen ist, so daß der auftretende Fehler noch unter dem zugelassenen Meßfehler lag.

Nicht unerwähnt soll jedoch sein, daß sämtliche Kontakte peinlichst sauber gehalten werden müssen, sonst kann der Fall eintreten, daß infolge Wackelkontakten die Messung trotzdem nur ungenaue Ergebnisse liefert.

Im folgenden noch einige kurze Hinweise zur praktischen Ausführung. Um die Meßbrücke trotz der Länge noch in den sonstigen Abmessungen nicht zu umfangreich werden zu lassen, wird sie auf ein etwa 20 mm starkes Brett montiert. Der nicht ausgespannte Draht kann dann bequem in auf der Unterseite angebrachten kreisförmigen Aussparungen untergebracht werden. Im vorliegenden Falle sind alle Anzapfungen mit Buchsen versehen, so daß die Schaltung bei der Messung schnell zusammengestellt werden kann. Die Normalwiderstände werden in einem getrennten Kästchen untergebracht. Da bei der Schaltung an jedem Meßdrahtende stets zwei Stecker unterzubringen sind, so kann auch jede Anzapfung mit zwei Buchsen versehen werden (Abb. 7). Das Brett muß dann aber auf jeder Seite etwa 20 mm länger gemacht werden, so daß der hierzu notwendige Platz gewonnen wird.

Zeichnungen vom Verfasser

Ein dreistufiger 10-Watt-Verstärker mit Dreipol-Endröhren

Von **Dipl.-Ing. H. Hertel**

Vor kurzem wurden in dieser Zeitschrift die wichtigsten Verstärkerschaltungen mit der neuen Endröhre AD 1 vom Verfasser einer kritischen meßtechnischen Betrachtung unterzogen [1]). Es zeigte sich dabei die große Überlegenheit dieser Röhre hinsichtlich Leistung sowie linearer und nichtlinearer Verzerrungen gegenüber den bisher benutzten Endröhren-Typen. Auch eine Messung der vielen von der Verstärker- und Lautsprecherindustrie zur Rundfunkausstellung herausgebrachten 10- und 20-Watt-Endstufen, die ausschließlich diese Röhre verwenden. bestätigte das. Diese Verstärker sind ja in erster Linie als Zusatz zum Arbeitsfrontempfänger oder einem entsprechenden Rundfunkgerät gedacht, um bei Wiedergabe in größeren Räumen oder dergl. eine ausreichende Leistung zur Verfügung zu haben. Im folgenden soll nun die Beschreibung eines dreistufigen 10-Wattverstärkers veröffentlicht werden, der als selbständige Einheit zur Wiedergabe von Rundfunk-, Schallplatten- und Mikrophondarbietungen gedacht ist.

Das Schaltbild zeigt Abb. 1. Es ist eine normale Verstärkerschaltung mit zwei Vorröhren *AC* 2 in Widerstandskopplung und einer transformatorisch angekoppelten Gegentakt-Endstufe mit zwei Röhren *AD* 1. Als Lautstärkeregler dient der Eingangs-Drehspannungsteiler P_1 von 0,3 MΩ Größe. Der Gegentakt-Zwischenübertrager hat ein Übersetzungsverhältnis von 1 : 2, also 1 : 1 je Röhre. Er ist in bekannter Weise über einen induktionsfreien Kondensator von 0,1 μF an die Vorröhre angekoppelt. Auf den Einfluß dieses Kopplungskondensators bei tiefen Frequenzen wurde vom Verfasser bereits früher [2]) an Hand von Kurven hingewiesen. Die Gittervorspannung der beiden Endröhren wurde bei der Versuchsschaltung durch Spannungsabfall im Gesamtanodenkreis erzeugt. Zur Einstellung dienten die beiden Drehspannungsteiler $P_{2,3}$ von je 1000 Ohm. Bei der endgültigen Ausführung ist es jedoch besser, die benötigte Vorspannung durch Kathodenwiderstände herzustellen, wie dies bei einer früheren Schaltung [3]) der Fall ist. Es wurde dort schon darauf hingewiesen, daß so Ungleichheiten der beiden Röhren durch entsprechende Veränderung der Gittervorspannung weitgehendst ausgeglichen werden. Man benötigt dann allerdings einen getrennten Heiztransformator mit zwei 4-Volt-Wicklungen.

Abb. 2 zeigt den Frequenzgang des Verstärkers, gemessen mit 1000 Ohm Generatorwiderstand an den Sekundärklemmen des Ausgangstransformators (10 Ohm-Ausgang, ohmisch belastet). Der Verlauf ist sehr ausgeglichen, nur nach den hohen Frequenzen findet ein kleiner Abfall von 0,15 Neper statt. Es sei bemerkt, daß die Kurve ohne zusätzliche Entzerrungsmaßnahmen gemessen wurde. Für eine Leistung von 10 Watt, also 10 V an 10 Ohm, benötigt man eine Eingangswechselspannung von 60 mV.

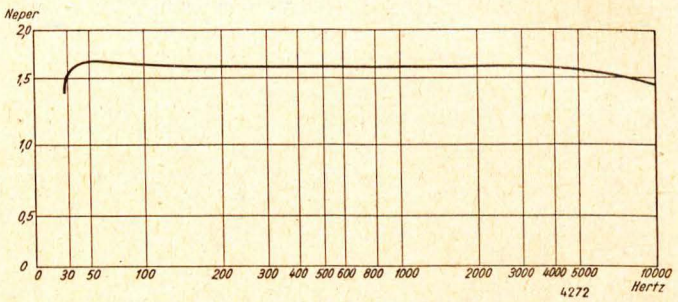


Abb. 2. Frequenzgang des 10-Watt-Verstärkers ohne Entzerrung; Zwischenübertrager 1:2

Der Abfall der Verstärkung nach hohen Frequenzen hat seine Ursache in einer Frequenzabhängigkeit von Ausgangs- und Eingangswiderstand. Hierauf sei im folgenden kurz eingegangen:

Einmal hat der angeschaltete Lautsprecher auf diese Frequenzabhängigkeit einen wesentlichen Einfluß. Der Lautsprecher-Scheinwiderstand normaler Typen verläuft zwischen 100 und 1000 Hertz einigermaßen gleichmäßig. In diesen Bereich fällt daher auch meistens die Anpassung an den Ausgangsübertrager. Nach höheren Frequenzen findet nun ein Anstieg statt, der bei einer vorgeschalteten Fünfpol-Endröhre Leistung und Klirrgrad ansteigen läßt. Es ist dies die bekannte Bevorzugung der hohen Töne bei diesen Endröhren. Bei Dreipol-Endröhren dagegen fallen Leistung und Klirrgrad mit wachsendem Außenwiderstand, so daß eine Schwächung der höheren Töne eintritt.

Einen weiteren Einfluß auf die Frequenzabhängigkeit bei hohen Frequenzen haben die Kapazitäten von End- und Vorröhre. Diese Ursache ist für den Abfall in Abb. 2 wohl maßgebend, da ja der Ausgang rein ohmisch belastet war, also ohne Lautsprecher gemessen wurde. Diese kritischen Kapazitäten liegen parallel zum Außenwiderstand der Vorröhre und dem Gitterableitwiderstand der folgenden Röhre; sie setzen sich zusammen aus der Ausgangskapazität der Vorröhre, der Eingangskapazität der folgenden Röhre und der bei dieser Röhre durch die Rückwirkung über die Gitter-Anodenkapazität parallel zum Gitterkreis auftretenden Zusatzkapazität, die eine Größe von

$$C_z = C_{ga}\ (1 + V)$$

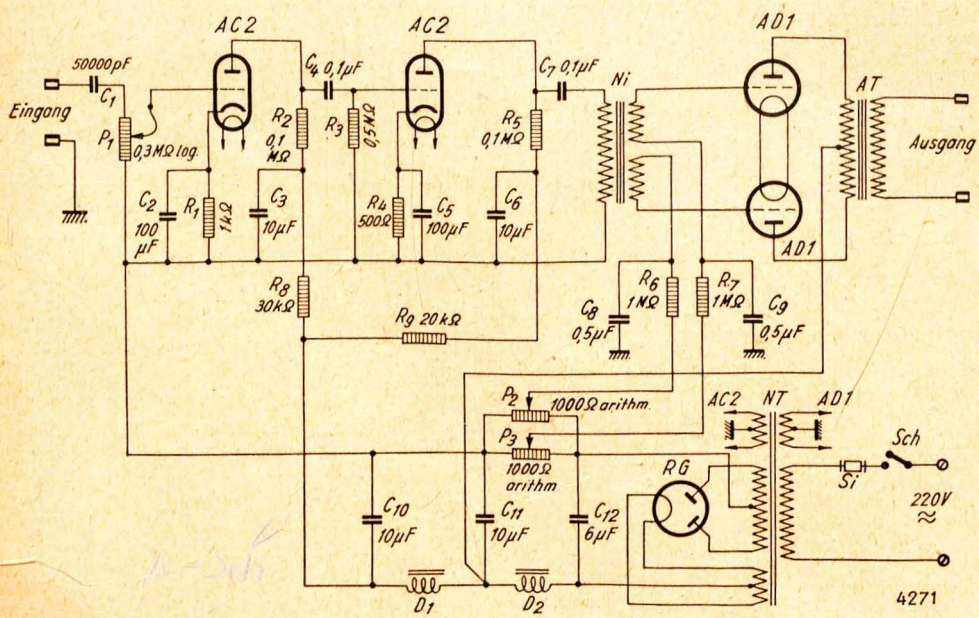


Abb. 1. Schaltbild des dreistufigen 10-Watt-Verstärkers

[1]) Siehe „Funk" 1936, Heft 16, Seite 491 ff.
[2]) Siehe „Funk" 1936, Heft 7.
[3]) Siehe „Funk" 1936, Heft 16, Seite 494, Abb. 12.

ha, worin V die Spannungsverstärkung ist. Soll bei einer bestimmten Frequenz die Verstärkung höchstens um 1/n (n größer als 1) gegenüber einer Bezugsfrequenz absinken, so darf die Parallelschaltung von Außenwiderstand und Gitterableitwiderstand folgenden Maximalwert annehmen [4]):

$$Rp_{max} = \frac{\sqrt{n^2-1}}{\Omega \cdot C_s}$$

Hierin ist C_s die Gesamtsumme der schädlichen Kapazitäten.

Abb. 3 zeigt den Verlauf des Klirrgrades in Abhängigkeit von der Wechselstromleistung. Für 10 Watt ergibt sich

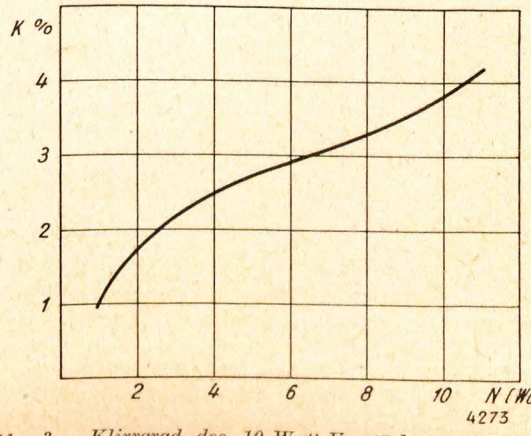


Abb. 3. Klirrgrad des 10-Watt-Verstärkers mit Zwischenübertrager 1:2, U_a = 250 Volt

ein Wert von 3,8 %. Während bei den bisherigen Messungen der Zwischenübertrager 1 : 2 übersetzt war, zeigt Abb. 4 den Frequenzverlauf mit einem Zwischenübertrager 1 : 3; bei gleicher Ausgangsleistung ist die Verstärkung um 0,3 Np größer. Die zur vollen Aussteuerung benötigte Gitterwechselspannung beträgt jetzt 45 mV. Der Abfall nach tiefen Frequenzen ist bei diesem Übertrager wesentlich größer (Kurve I in Abb. 4). Nimmt man hier

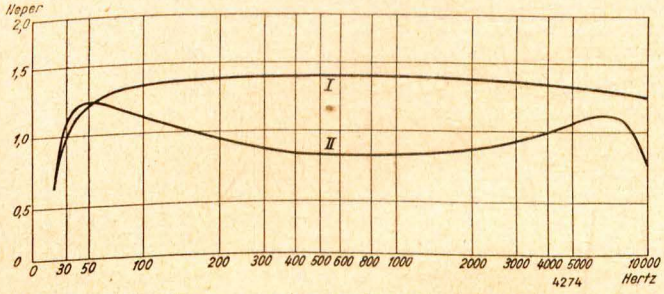


Abb. 4. Frequenzgang des 10-Watt-Verstärkers. Kurve I: ohne Entzerrung, Kurve II: mit Entzerrung. Zwischenübertrager 1:3

in der Zwischenschaltung der beiden Vorröhren eine Tiefen- und Höhenentzerrung vor, wie sie in Abb. 5 getrennt herausgezeichnet ist, so ergibt sich der Frequenzverlauf gemäß Kurve II in Abb. 4. Die Dämpfung bei der Bezugsfrequenz 800 Hertz beträgt 0,6 Np (1,8fach). Durch Änderung des Querwiderstandes R_{10} kann natürlich der Frequenzverlauf bei den Tiefen verschieden gestaltet werden [5]).

Abb. 6 gibt den Verlauf des Klirrgrades mit Zwischenübertrager 1 : 3 bei verschiedener Leistung wieder. Bei einer Anodenspannung von U_a = 250 V (I_a = 60 mA) erhält man für 10 Watt einen Klirrgrad von 3,2 %. Dieser Wert liegt noch etwas unter dem oben erhaltenen, was auf

[4]) Siehe Telefunken-Röhre 1936, Beilage S. 23.

[5]) Siehe die entsprechenden Kurven der Abb. 3 in Heft 7, 1936, S. 206 des „Funk".

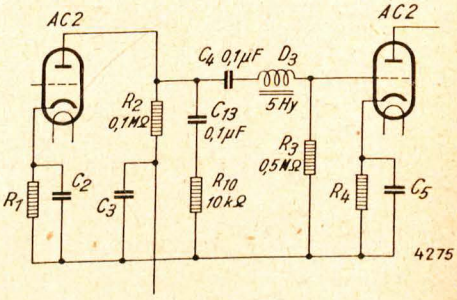


Abb. 5. Zwischenschaltung mit Tiefen- und Höhen-Entzerrung

die geringeren Verzerrungen der Vorröhren zurückzuführen sein dürfte. Erhöht man die Anodenspannung auf 350 Volt und stellt einen Anodenstrom von 50 mA ein, entsprechend einer Anodenbelastung von 17,5 Watt, so liegen die Klirrgrade etwas höher. Dieser Verlauf ist ebenfalls in Abb. 6 eingezeichnet.

Wendet man nun auch bei Schaltung mit Übertrager 1 : 2 die in Abb. 5 gezeichneten Entzerrungen an, so zeigt

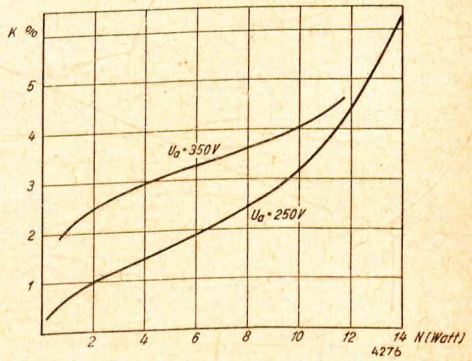


Abb. 6. Klirrgrad des 10-Watt-Verstärkers für U_a = 350 Volt und U_a = 250 Volt. Zwischenübertrager 1:3

Abb. 7 die entsprechenden Kurven. Dieselben sind im gleichen Maßstab wie Abb. 2 (Verlauf ohne Entzerrung) geschrieben, so daß ein unmittelbarer Vergleich möglich ist. Kurve I der Abb. 7 wurde nur mit Höhenentzerrung (5 Hy-Drossel im Längenzweig) erhalten. Die Dämpfung beträgt 0,1 Np, der Anstieg bei 7000 Hertz ca. 0,4 Np. In

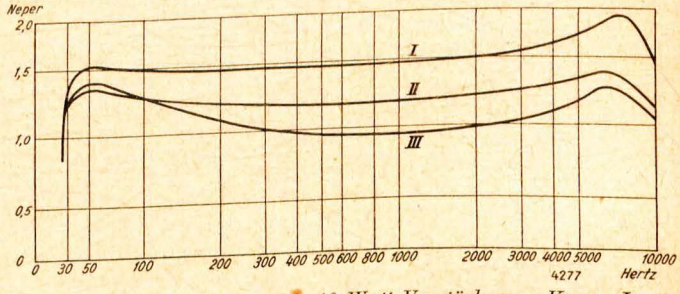


Abb. 7. Frequenzgang des 10-Watt-Verstärkers. Kurve I: nur Entzerrung hoch; Kurve II: Entzerrung tief-hoch, R = 20 kΩ; Kurve III: dsgl., R = 10 kΩ

Kurve II und III waren außer der Höhenentzerrung auch noch die Tiefenentzerrung mit R_{10} 20 und 10 kΩ wirksam; die Dämpfungen betragen hier 0,3 bzw. 0,55 Np gegenüber Kurve I. In der folgenden Tafel sind die Spannungswerte für 50 und 800 Hz (ausgedrückt in + Np) und die Ausgangsspannung an 10 Ohm für die Tiefenentzerrung mit C = 0,1 µF zusammengestellt.

$R_{k\Omega}$	U_{50} Np	U_{800} Np	U_{Ausg} V
10	0,5	0	4
20	0,19	0	6
30	0,05	0	7
40	0	0	8
50	—0,03	0	8,5

Es sei bemerkt, daß man bei allen Schaltmaßnahmen zur Tiefenentzerrung eines Gerätes immer von dem verwendeten Lautsprecher ausgehen muß. Zu diesem Zweck wäre also die Kenntnis seiner mittleren Schalldruckkurve notwendig, um eine wirklich wirksame Gesamtentzerrung durchführen zu können. Hier ist die Empfänger bauende Industrie im Vorteil, die ihre Geräte jeweils an den benutzten Lautsprecher anpassen kann. Ist es nicht möglich, diese Kurve zu erhalten, so sollte man

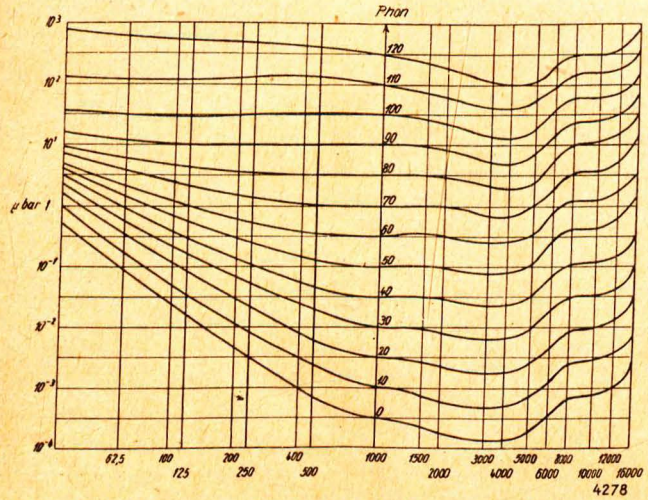


Abb. 8. Kurven gleicher Lautstärke nach Fletscher und Munson

sich wenigstens damit behelfen, seinen Lautsprecher an einem Tongenerator einmal durchzuheulen und so rein gehörmäßig Resonanzstellen und Abfälle nach den Tiefen festzustellen. Entsprechende Entzerrungen sind vom Verfasser an mehreren Beispielen gezeigt und meßtechnisch untersucht worden.

Einzelne Geräte der letzten Rundfunkausstellung hatten neben einem Bandbreitenregler auch einen physiologischen

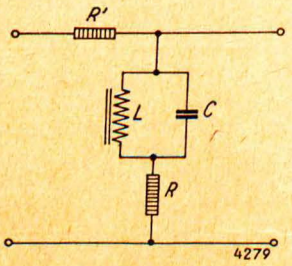


Abb. 9. Vierpol für Tiefenentzerrung durch Querresonanz R'= 12 kΩ, L = 33 Hy

(gehörrichtigen) Lautstärkeregler. Betrachtet man die Kurven gleicher Lautstärke, die in Abb. 8 wiedergegeben sind, so erkennt man, daß mit kleiner werdender Lautstärke immer größere Spannungen bei den tiefen Frequenzen aufgewendet werden müssen, um im menschlichen Ohr einen über alle Frequenzen gleichen Gehöreindruck entstehen zu lassen. Sonst ergibt sich eben die bei den meisten Empfängern zu beobachtende Tatsache, daß mit geringerer Lautstärke eine starke lineare Verzerrung der Wiedergabe eintritt. Eine einfache Regelung dieser Art, die aber noch nicht als restlos vollkommen angesehen werden kann, besteht nach Abb. 9 in einer Parallelresonanz mit einem veränderlichen Widerstand *R*. Dieser Vierpol wird am zweckmäßigsten zwischen den beiden Vorröhren angeordnet. Die Drossel hat bei einem Gleichstromwiderstand von 1100 Ohm eine Induktivität von 33 Hy. *R'* entspricht dem Innenwiderstand der Vorröhre und hat eine Größe von 12 kΩ. Abb. 10 zeigt die Entzerrungskurven dieses Vier-

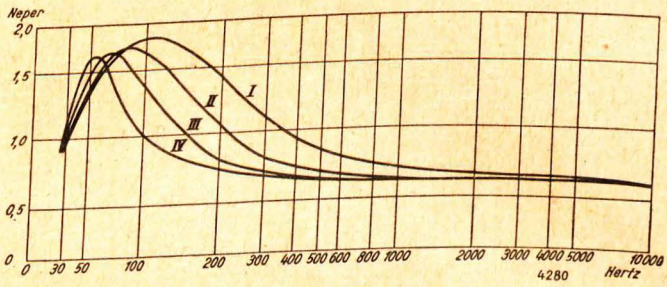


Abb. 10. Tiefenentzerrung mit Querresonanz. Kurve I: C = 0,1 μF, R = 4 kΩ; Kurve II: C = 0,2 μF; Kurve III: C = 0,3 μF; Kurve IV: C = 0,5 μF

pols für verschiedene Größen von *C*. Gibt man diesem Kondensator die Werte 0,1, 0,2, 0,3 und 0,5 μF, so ergeben sich Querresonanzen bei den Frequenzen 52, 68, 80 und 105 Hz. Die Dämpfung gegenüber 800 Hz ist bei $R = 4$ kΩ 1,1 bis 1,2 Np. Die Gesamtdämpfung, also die Differenz zwischen der Eingangsspannung und der Spannung in der Resonanz, ist ungefähr 0,3 Np. Aus den Kurven der Abb. 10 ersieht man ferner, daß mit größer werdender Kapazität, also mit Verschieben der Resonanz nach den Tiefen, die Kurvenspitze immer schärfer ausgeprägt

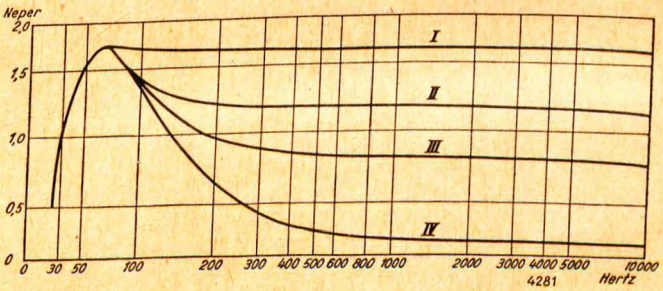


Abb. 11. Tiefenentzerrung mit Querresonanz. Kurve I: R=50kΩ, C = 0,3 μF; Kurve II: R = 10 kΩ; Kurve III: R=5 kΩ; Kurve IV: R = 2 kΩ

wird. In den meisten Fällen wird man wohl mit den Resonanzen 68 und 80 Hz arbeiten, *C* also 0,3 bzw. 0,2 μF groß machen. Verändert man den Widerstand *R*, was sprunghaft durch Schalter oder auch stetig geschehen kann, so läßt sich mit Werten zwischen 1 und 50 kΩ ein Dämpfungsbereich von 2 Np (7,4fach) einstellen. Abb. 11 zeigt solche Kurven für $R = 2$, 5, 10 und 50 kΩ. Die Resonanz liegt bei 68 Hz, $C = 0{,}3$ μF. Inwieweit man nun die Lautstärke mit dem Drehspannungsteiler am Eingang oder mit diesem Resonanzglied regelt, muß den jeweiligen Verhältnissen und vor allem der akustischen Wirksamkeit überlassen bleiben.

Die folgende Tafel gibt für 50 Hz-Resonanz ($C = 0{,}5$ μF) die Dämpfung für 800 Hz gegenüber 50 Hz für verschiedene Werte von *R* an.

R (kΩ)	Dämpfung (Np)
1	2,14
2	1,64
3	1,3
5	0,89
7	0,68
10	0,51
12	0,4
15	0,32
20	0,19
30	0,12
40	0,07
50	0,05

Abb. 12 zeigt den Ausgangsscheinwiderstand des Verstärkers in Abhängigkeit von der Frequenz, gemessen am 10 Ohm-Ausgang. Zwischen 100 und 5000 Hz ergibt sich ein Wert von 6,5 Ohm. Nach tiefen Frequenzen zu findet ein kleiner Abfall, nach hohen ein leichter Anstieg statt.

Der mechanische Aufbau des Verstärkers bereitet weiter keine Schwierigkeiten und geht aus dem

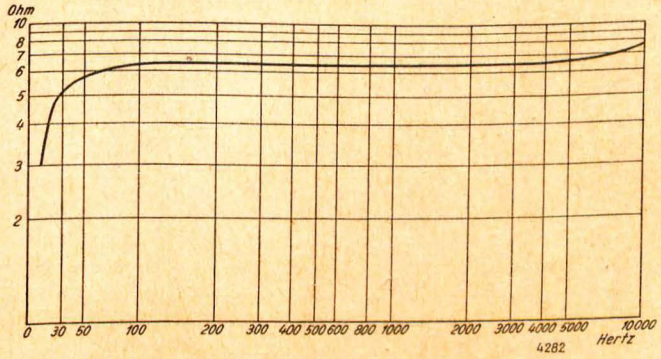


Abb. 12. Ausgangs-Scheinwiderstand des 10-Watt-Verstärkers in Abhängigkeit von der Frequenz

Lageplan der Abb. 13 klar hervor. Links befinden sich die beiden Vorröhren *AC* 2, dann kommen der Zwischenübertrager *Ni* und die beiden Endröhren *AD* 1 mit dem Ausgangstransformator *AT*. Der Netzteil befindet sich rechts, und zwar ist der Netztransformator möglichst weit von dem Eingangsübertrager für die Endröhren angeordnet. Die einzelnen Elektrolytkondensatoren werden unter dem Verstärkergestell angebracht. Da hier die raumsparenden viereckigen Trockenelektrolyt-Kondensatoren Verwendung

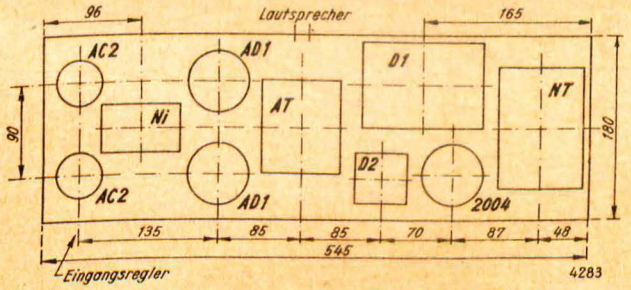


Abb. 13. Lageplan des 10-Watt-Verstärkers

finden, lassen sich diese sehr leicht unter den einzelnen Übertragern oder Drosseln anbringen. Man wird also C_3 und C_6 unter *Ni*, C_{10} und C_{11} unter D_1 und C_{12} unter *NT* anordnen. Die anderen Kondensatoren sowie die Widerstände werden freitragend verschaltet. Die Spannungsteiler für die Gittervorspannung führt man, sofern man nicht die bessere Art der Erzeugung durch Kathodenwiderstand vorsieht, nach hinten heraus. Der Eingangs-Drehspannungsteiler und der gehörrichtige Regler oder Umschalter werden an der Vorderseite des Gestellrahmens angeordnet.

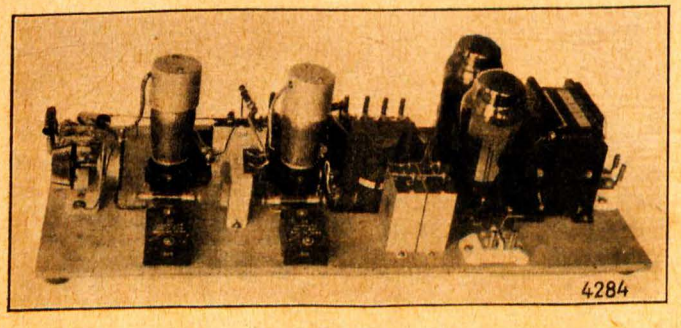


Abb. 14. Ansicht der Verstärker-Brettschaltung

Abb. 14 und 15 zeigen zwei Ansichten der Versuchs-Brettschaltungg. Es empfiehlt sich bei solchen Entwicklungen immer, erst auf einer Brettschaltung den Verstärker in bezug auf Leistung, Frequenzkurve, Verzerrungen usw. zu untersuchen. Erst nachdem dann alle Fehler und Mängel

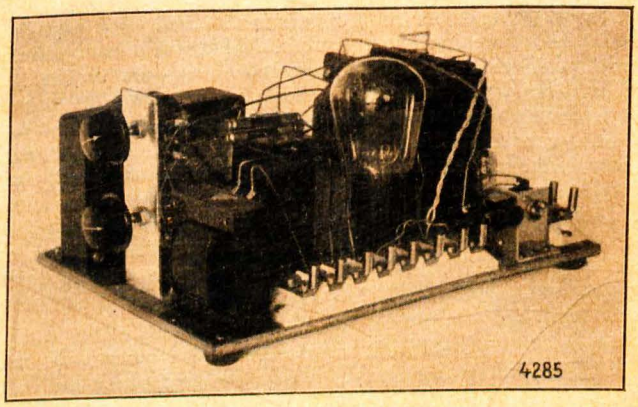


Abb. 15. Ansicht des Netzteils in Brettschaltung

beseitigt sind, erfolgt der Aufbau auf einem Gestellrahmen. Man erspart sich so viel unnütze Arbeit. Alles andere geht aus den Abbildungen klar hervor, ist auch in entsprechenden Veröffentlichungen schon mehrmals beschrieben worden, so daß sich ein weiteres Eingehen darauf an dieser Stelle erübrigt.

Aufnahmen und Zeichnungen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt.

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 1 u. 5	Größe
1	1	Netztransformator	*NT*	2×300 oder 2×350 V, 300 mA
2	1	Netzdrossel	D_1	20 Hy
3	1	desgl.	D_2	25 Hy
4	1	Drossel für Klangregelung ...	D_3	5 Hy
5	1	Gegentakt-Eingangsübertrager	*Ni*	1:2 bzw. 1:3
6	1	Gegentakt-Ausgangsübertrager	*AT*	4200 auf 5/10/2500Ω
7	1	Dreh-Spannungsteiler	P_1	0,3 MΩ, log.
8	2	desgl.	P_2, P_3	1 kΩ, arithm.
9	1	Mikroblockkondensator	C_1	50 000 pF
10	3	desgl.	C_4, C_7, C_{13}	0,1 µF
11	2	desgl.	C_8, C_9	0,5 µF
12	2	Elektrolytkondensatoren	C_2, C_5	100 µF, 6/8 Volt
13	4	desgl.	C_3, C_6, C_{10}, C_{11}	10 µF, 300/330 Volt
14	1	Becherkondensator	C_{12}	6 µF, 1000 Volt
15	1	Hochohmwiderstand 0,5 Watt	R_1	1 kΩ
16	2	desgl. 1 Watt	R_2, R_5	0,1 MΩ
17	1	desgl. 1 Watt	R_3	0,5 MΩ
18	1	desgl. 0,5 Watt.....	R_4	500 Ω
19	2	desgl. 0,5 Watt	R_6, R_7	1 MΩ
20	1	desgl. 1 Watt	R_8	30 kΩ
21	1	desgl. 1 Watt	R_9	20 kΩ
22	1	desgl. 1 Watt	R_{10}	10 kΩ
23	1	Sicherungs-Bauelement mit Feinsicherung	*Si*	0,6 Amp.
24	1	Einpoliger Netzschalter	*Sch*	
25	4	Außenkontakt-Röhrenfassungen		8-polig
26	1	Röhrenfassung für Stiftsockel .		4-polig
		Röhren:		
27	2	Röhren AC 2		
28	2	Röhren AD 1		
29	1	Gleichrichterröhre 2004		

Über die Technik des Hörens

Prüfung der Unterscheidungsmöglichkeiten des Ohres

In der akustischen Meßtechnik wird seit kurzem ein neuer Zweig eingehend bearbeitet, der anfänglich ganz vernachlässigt worden war und erst zufällig, im Zuge anderer experimenteller Arbeiten, als wesentlich erkannt wurde: Es ist dies die Untersuchung des menschlichen Ohrs als Schallempfänger. Genau so, wie jedes andere Gerät zur Aufnahme von Schallschwingungen, hat auch das Ohr seine Eigenresonanz, seine Reizschwelle; es kann übersteuert werden und dadurch nichtlineare Verzerrungen verursachen. Ebenso treten Einschwingvorgänge im Ohr auf, welche das Klangbild in charakteristischer Weise verzerren. Sogar ein Grundgeräusch besitzt das Ohr, einen, wenn auch schwachen, Störspiegel, von dem sich die von außen kommenden Schalleindrücke abheben.

Dieses Grundgeräusch wurde wahrgenommen, als man zur Bestimmung der Reizschwelle des menschlichen Ohrs Versuche in vollkommen schalldicht abgeschlossenen Räumen machte. Obwohl also von außen nicht ein Laut eindringen konnte, hörten doch die Versuchspersonen in diesen schalldichten Zellen bei angestrengtem Lauschen ein regelmäßiges Pochen, das im gleichen Rhythmus mit den Pulsschlägen verlief. Tatsächlich ist es auch die stoßweise Blutzufuhr, die durch die Äderchen der Basilarmembrane pulst und hier, in der Schnecke, Druckschwankungen verursacht, genau so wie die Schallwellen, die durch die Gehörgänge und über die Gehörknöchelchen zur Schnecke geleitet werden. Es ist daher streng genommen unmöglich, die Reizschwelle des Ohrs unmittelbar zu messen; man kann vielmehr nur die Lautstärke feststellen, die gerade genügt, um das Grundgeräusch zu übertönen. Deswegen aber ist es nicht möglich, verläßliche Meßergebnisse zu erhalten, die sich bei beliebiger Wiederholung der Messungen immer wieder bestätigen; denn bei jedermann schwankt die Stärke der Pulsschläge in weiten Grenzen, kann daher nicht als bestimmter Wert einer Messung zugrunde gelegt werden. Man mißt darum die Reizschwelle mittelbar, und zwar wird die Lautstärke eines schwachen Klanges ganz langsam und stetig erhöht. Das Tempo der Verstärkung wird so lange gesteigert, bis der aufmerksam Lauschende die Zunahme der Lautstärke merkt. Dieser Wert ist wohl von der Frequenz der Pulsschläge, nicht aber von deren Stärke abhängig, daher genau umgrenzt und bestimmt. Als Reizschwelle wird dann der Zuwachs der Schallwellenamplitude während einer Pulsperiode bezeichnet, der gerade ausreicht, um noch wahrgenommen zu werden.

Während also das langsame Anschwellen eines Tons objektiv richtig gehört wird, mußte die Frage noch geklärt werden, wie sich das menschliche Ohr bei der Aufnahme und Registrierung von kurz andauernden, unvermittelt einsetzenden Schallstößen — den Knack- und Knallgeräuschen — verhält. Diese Frage ist für den Bau von Verstärkern und Schallgebern von Wichtigkeit, denn solche Schallstöße können nur sehr schwer naturgetreu wiedergegeben werden. Alle Geräte nämlich besitzen eine merkliche Zeitkonstante, durch die der steile Anstieg der Amplitude verzögert und „verschleift" wird. Zeigt es sich aber, daß wir ein Knallgeräusch nicht sofort mit voller Lautstärke hören, sondern den akustischen Eindruck nur allmählich aufnehmen, dann würde uns die gleichartige Verzerrung bei der Wiedergabe nicht zu Bewußtsein kommen; sie braucht daher auch nicht verbessert zu werden.

Um die Unterscheidungsmöglichkeit des Ohrs zu prüfen, wurde der folgende Versuch gemacht: Durch das plötzliche Ein- und Ausschalten einer Gleichstromquelle wurden Spannungsstöße erzeugt, die durch ein Kondensatortelephon geleitet wurden (s. Abb. 1), einen Telephontyp, der praktisch keine Zeitkonstante besitzt. Der Unterbrecherkontakt konnte mit einem Kondensator C, in Reihe geschaltet mit dem Widerstand W, überbrückt werden, wodurch der Stromstoß verschleift, das Knackgeräusch im Hörer also verzerrt wurde. Je höher die Kapazität von C, desto stärker ist die Verzerrung; bei den Hörversuchen wurde nun die Kapazität so eingeregelt, daß die Versuchsperson gerade noch einen Unterschied zwischen dem Geräusch mit und dem ohne Verschleifungskondensator wahrnehmen konnte. Knapp hintereinander wurden die beiden Geräusche bei geöffnetem und bei geschlossenem Schal-

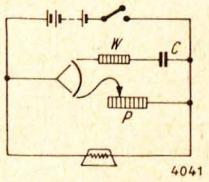


Abb. 1

ter vorgeführt, nachdem mittels des Amplitudenreglers P auf gleiche Lautstärke eingestellt worden war. Tatsächlich sind wir gegen geringe Verzerrungen dieser Art unempfindlich; unser Ohr hat daher ebenfalls eine deutlich erkennbare Zeitkonstante, die mit zunehmender Lautstärke abnimmt, von der Frequenz des Tons jedoch unabhängig ist. Bei mittlerer Lautstärke beträgt die Zeitkonstante 0,05 bis 0,1 Sek. (bei 50 Phon z. B. 0,06 Sek.) und steigt für Knackgeräusche, die nahe an der Reizschwelle liegen, auf 0,2 Sek. Wir können daher nicht unterscheiden, ob ein Geräusch unvermittelt einsetzt oder binnen 0,1 Sek. zur vollen Lautstärke angestiegen ist.

Einen kurz andauernden Schallstoß empfinden wir immer als Knack oder Knall, einerlei, ob ein musikalischer Ton oder ein unharmonisches Geräusch aufgenommen wird. Es ist nun die Frage von Interesse, wie lange ein Ton anhalten muß, um in seiner Tonhöhe und Klangfarbe erkannt zu werden.

Um dies festzustellen, muß ein Tonfrequenzsummer durch kurze Zeit an einen Meßhörer geschaltet und die Zeitspanne zwischen dem Ein- und Ausschalten so lange verkürzt werden, bis man an Stelle des Tons nur mehr noch das Knacken des Schallstoßes wahrnimmt. Dieser Schaltvorgang wird durch ein schwingendes Pendel besorgt, das an den einzelnen Kontakten vorüberstreift. Abb. 2 zeigt den Aufbau der Schaltung: Durch den Kontakt I wird der Kurzschluß, der an den Ausgangsklemmen des Tonfrequenzsummers liegt, geöffnet, Schalter II schließt den Hörer

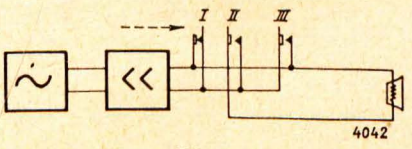


Abb. 2

an die Stromquelle, während über III der Summer wieder kurzgeschlossen, der Ton also zum Verstummen gebracht wird. Schiebt man die Kontakte II und III näher zusammen, so wird der Ton früher unterbrochen, schiebt man auseinander, erklingt er durch längere Zeit. Im Augenblick des Einschaltens wird immer ein Knacken gehört; dauert der Ton nur wenige Millisekunden an, hören wir wohl, anschließend an den Knack, einen musikalischen Ton, beurteilen aber die Tonhöhe falsch, und zwar scheint sich die Tonhöhe gegen mittlere Lagen hin zu verschieben. Bei tiefen Klängen

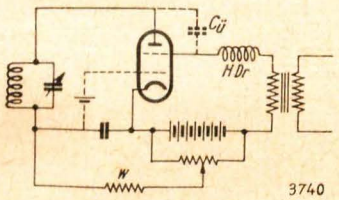
wird die Frequenz scheinbar erhöht; hohe Töne dagegen klingen tiefer. Im günstigsten Fall — eben bei Klängen in mittleren Tonlagen zwischen 500 und 5000 Hz — sind durchschnittlich nur 0,02 Sek. notwendig, damit wir den Ton bzgl. Klangfarbe und Frequenz richtig erkennen. Töne von 200 Hz werden erst nach 0,05 Sek., solche von 100 Hz sogar erst nach 0,07 Sek. richtig erkannt. Für hohe Töne ist unser Ohr weniger träge: so wird z. B. sogar ein Ton von 10 000 Hz bereits nach 0,04 Sek. richtig erkannt.

Von praktischem Interesse ist endlich die Frage, in welcher Zeit wir auf einen Schallreiz, ein akustisches Signal z. B., reagieren. Diese Zeitspanne hängt nicht nur von der Trägheit unseres Ohres, sondern auch von der Geistesgegenwart der Versuchsperson ab und kann daher durch Übung merklich verkürzt werden. Durchschnittlich gelingt es bereits nach wenigen Versuchen, die Reaktionszeit auf 0,13 Sek. zu vermindern, so daß also z. B. ein Fahrer nach dieser Zeitspanne ein Signal aufgenommen und diesem entsprechend gehandelt haben kann. Weniger rasch gelingt es, die Richtung festzustellen, aus welcher der Schall kommt, besonders wenn sich die Schallquelle nicht genau seitlich von der Versuchsperson befindet, sondern wenn die Schallwellen unter einem spitzen Winkel zur Blickrichtung einfallen. *Dr. P.*

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Bremsaudionschaltung

Die gewöhnliche, in der Abbildung ausgezogen dargestellte Bremsaudionschaltung hat den Nachteil, daß zur Steuerung eine verhältnismäßig beträchtliche Energie erforderlich ist, wodurch die Empfindlichkeit der Anordnung stark vermindert wird. Um dies zu vermeiden, wird vorgeschlagen, zwischen Gitter und Anode eine Kapazität $C_{\ddot{u}}$ einzufügen, deren Widerstand für Hochfrequenz möglichst gering, deren



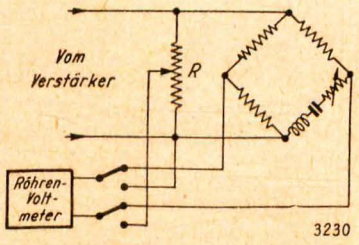
3740

Widerstand für Niederfrequenz aber groß sein muß im Verhältnis zum Widerstand der im Gitterkreis vorgesehenen Niederfrequenzdrossel. Der von der Steuerspannung hervorgerufene Belastungsstrom fließt nun nicht mehr über den Eingangskreis, sondern über die Kapazität $C_{\ddot{u}}$ ab. Diese Kapazität stellt gewissermaßen eine Stromrückkopplung dar. Eine selbsttätige Lautstärkeregelung kann in der Weise bewirkt werden, daß man die an dem Widerstand W auftretende, von der Empfangsamplitude abhängige Spannung einem zwischen Kathode und Gitter angeordneten Hilfsgitter zuführt. *Schr.*

Radio-Amateur, Wien, 12. Jg. Heft 6, Seite 321

Messungen von Klirrgrad und Sprechleistung

H. Baumgartner beschreibt eine Meßbrücke zur Messung von Klirrgrad und Sprechleistung. Die Brücke enthält drei rein Ohmsche Zweige, der vierte Zweig umfaßt einen auf die Meßfrequenz abstimmbaren Serienresonanzkreis, so daß für diese Frequenz auch der Widerstand des vierten Zweiges rein ohmisch ist. An die eine Brücken-



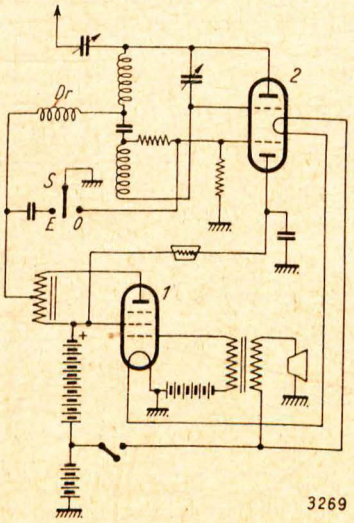
3230

diagonale ist der Verstärker angeschlossen, an die andere das Röhrenvoltmeter. Der Verstärker ist durch einen Spannungsteiler überbrückt, von dem ein beliebiger Bruchteil der Ausgangsspannung des Verstärkers abgenommen und dem Röhrenvoltmeter zugeführt werden kann. Wird der Verstärker mit einer bestimmten Frequenz beschickt, so können diese Schwingungen nicht über die Brücke in das Voltmeter gelangen, wohl aber die durch Verzerrung entstandenen, die nun einen gewissen Ausschlag ergeben. Der Schieber am Spannungsteiler R kann nun so eingestellt werden, daß das Voltmeter an R den gleichen Ausschlag wie an der Brücke ergibt. Das Verhältnis des am Voltmeter liegenden Teilwiderstandes zum Gesamtwiderstand des Spannungsteilers ist der Klirrgrad. Die Ausgangsleistung kann durch Entnahme eines bestimmten Bruchteiles der Spannung an R im Röhrenvoltmeter gemessen werden. Die maximale Sprechleistung wird in der Weise bestimmt, daß die Ausgangsleistung bei einem Klirrgrad von 10 % gemessen wird. *Schr.*

Radio-Amateur, Wien, 12. Jahrg., Heft 5, Seite 246

Ein Sende-Empfänger

Ein von Senden auf Empfang umschaltbares Kurzwellengerät, das zur Umschaltung von der einen Betriebsart auf die andere lediglich eines zweipoligen Schalters mit geerdetem Schalthebel bedarf, wird von F. C. Jones beschrieben. Das Gerät enthält neben der der Verstärkung der Sprechströme dienenden Röhre 1 nur eine Zweisystemröhre 2. Von dieser arbeitet das eine System als Überrück-



3269

lungsdetektor und das andere als Empfangsverstärker. Der Schalter S liegt dabei an dem Pol E und schafft so für die Empfangsfrequenz einen leichten Abfluß nach Erde. Beim Senden wird der Schalter S auf den Pol 0 umgelegt. Dadurch werden die Detektoreigenschaften des Oszillatorsystems unterdrückt und infolge der Verringerung des Gitterwiderstandes der Oszillator selbst zu stärkeren Schwingungen angeregt, die nun mit den in der Röhre 1 verstärkten Sprechströmen moduliert werden. *Schr.*

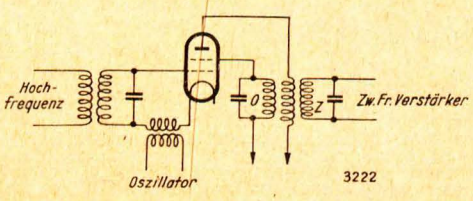
Radio, San Franzisko, Band 17, Nr. 4, Seite 12

PATENTSCHAU

Von der Empfangsfrequenz unabhängige Rückkopplung

Nach der französischen Patentschrift 773 453
(Telefunken G. m. b. H.)

Es ist bekannt, daß man, um eine Frequenzunabhängigkeit der Rückkopplung zu erzielen, diese im zweiten Detektor eines mit fester Zwischenfrequenz arbeitenden Überlagerungsempfängers vorsehen kann. Die an der Rückkopplung beteiligten Kreise sind dann keinen Frequenzänderungen unterworfen. Die Abbildung zeigt eine Anordnung, bei der eine Rückkopplung im ersten Detektor eines Überlagerungsempfängers vorgesehen ist, und bei der ebenfalls dadurch, daß man nur fest abgestimmte Kreise an der Rückkopplung beteiligt, erreicht ist, daß die Rückkopplung von der Eingangsfrequenz unabhängig ist. Die Rückkopplung wird dadurch erzielt, daß der Zwischenfrequenzkreis Z mit einem im Schirmgitterkreis der Mischröhre liegenden Spule O gekoppelt ist.

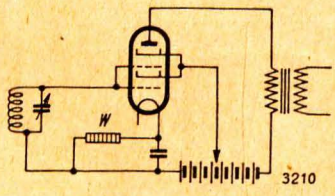


Schr.

Ein verzerrungsfreier Empfangsgleichrichter

Nach der österreichischen Patentschrift 139 281
(Telefunken G. m. b. H.).

Es ist bekannt, daß bei Ausnutzung der nichtlinearen Kennlinie einer Röhre zur Gleichrichtung hochfrequenter Schwingungen lineare und nichtlineare Verzerrungen hervorgerufen werden. Bei der im folgenden beschriebenen Anordnung werden nur geradlinige Kennlinieteile bei der Gleichrichtung benutzt und daher die genannten Verzerrungen vermieden. Eine Gleichrichtung wird stets dann erzielt, wenn eine multiplikative Wirkung der Trägerfrequenz und der Seitenbandfrequenz aufeinander erfolgt. Eine solche Wirkung kann nun in der Weise hervorgerufen werden, daß die Steilheit der Anodenstromkennlinie bezogen auf ein Gitter der Röhre im Rhythmus der anderen Frequenz geändert wird. Diese Steilheitsänderung kann durch Änderung der Spannung eines Hilfsgitters, z. B. des Raumladegitters, des Schutznetzgitters oder eines besonders zu diesem Zweck eingeführten Gitters, bewirkt werden.



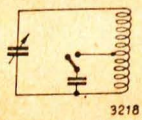
Die Abbildung zeigt eine Anordnung mit einer Sechspolröhre, deren erstes und drittes Gitter von der Kathode aus als Steuergitter benutzt werden, während das zweite und vierte Gitter als Schirmgitter wirken. Ist der Anodenstrom bezogen auf das dritte Gitter $i_a = S \cdot_{lgs}$ und ändert sich die Steilheit S in Abhängigkeit von der Spannung des ersten Gitters (entsprechend $S = K \cdot_{eg1}$ (K = const.) so ist also $i_a = K \cdot_{eg1} \cdot_{eg2}$ Wird nun den beiden Gittern eine Wechselspannung zugeführt, und zwar beim Demodulator beiden Gittern die gleiche, so tritt im Anodenkreis das Quadrat dieser Wechselspannung auf, und damit auch die Differenzfrequenz zwischen der Trägerschwingung und der Seitenbandschwingung, d. h. die gewünschte Niederfrequenz. Die Amplitude der den Gittern zugeführten Schwingungen kann auch entsprechend dem Aussteuerungsvermögen der beiden Gitter verschieden bemessen werden mittels des Abgriffes an der Gitterkreiseingangsspule. Der in der Abbildung vorgesehene Widerstand W dient der automatischen Lautstärkeregelung. Der sich ändernde Anodengleichstrom bewirkt in W einen Spannungsabfall, der eine zusätzliche Änderung der Steilheit in Abhängigkeit von der Empfangsamplitude hervorruft.

Schr.

Umschaltung von Schwingungskreisen auf kurze Wellen

Nach der französischen Patentschrift 773 758
(N. V. Philips Gloeilampenfabrieken)

Die Umschaltung mehrstufiger, abgestimmter Empfänger vom Bereich langer Wellen auf den Bereich kurzer Wellen wird gewöhnlich in der Weise bewirkt, daß Teile der Spulen der Abstimmkreise kurzgeschlossen werden. Dabei tritt der Nachteil auf, daß die Resonanzkurve im Gebiet der kurzen Wellen erheblich schärfer wird als im Gebiet der langen Wellen. Um diese Erscheinung zu vermeiden, wird vorgeschlagen, bei einigen der Abstimmkreise in die Überbrückungsleitung für den kurz zu schließenden Teil der Selbstinduktion einen Kondensator einzufügen. Dadurch wird eine geringe Verstimmung dieser Kreise gegenüber den anderen hervorgerufen. Die resultierende Resonanzkurve des Verstärkers wird dann breiter, und es wird eine Beschneidung der Seitenbänder im Bereich der kurzen Wellen vermieden.

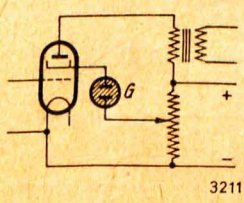


Schr.

Schirmgitter-Röhrenschaltung

Nach der amerikanischen Patentschrift 1 959 010 —
H. Tellegen (Radio Corp. of America).

Bei Verwendung einer Schirmröhre in einer Verstärkerstufe wird gewöhnlich im Schirmgitterkreis ein Widerstand vorgesehen. Dieser Widerstand bewirkt einen Spannungsabfall, und zwar treten an ihm neben der Gleichspannung auch Wechselspannungen auf. Die letzteren können, da durch sie auch der Anodenstrom gesteuert wird, Störungen hervorrufen. Um diese zu vermeiden, wird vorgeschlagen, an Stelle des Widerstandes eine Glimmröhre oder ein ähnliches Widerstandselement zu verwenden, an dem ein vom durchfließenden Strom unabhängiger Spannungsabfall auftritt. Die Abbildung zeigt eine solche Anordnung, in der G die Glimmlampe bezeichnet.



Schr.

CQ
MITTEILUNGEN DES DEUTSCHEN AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGS-DIENSTES e. V.
JAHR 1936 (DASD e. V.) JAHR 1936
HERAUSGEBER: DEUTSCHER AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGSDIENST e. V.
ANSCHRIFT: BERLIN-DAHLEM, SCHWEINFURTHSTRASSE 78, FERNRUF: G 6 (BREITENBACH) 49 41/42
DIE BEILAGE „CQ" ERSCHEINT MONATLICH / GESONDERT DURCH DEN DASD e.V. BEZOGEN VIERTELJÄHRLICH 3,— RM

Über den Wert amateurmäßiger Empfangsbeobachtungen

Von
Rolf Wigand D 4 cxf

Der Wert der Beobachtungstätigkeit der Kurzwellenamateure ist zu allen Zeiten scharfer Kritik ausgesetzt gewesen, und es ist an der Zeit, einmal zu dieser Frage Stellung zu nehmen, um so mehr, als die Einrichtung der „Naturwissenschaftlichen Forschungsstelle" im DASD in Kreisen, die dem Kurzwellen-Amateurwesen fernstehen, zu einer Erörterung der Bedeutung der von dieser Stelle verwendeten Unterlagen führen kann.

Bei Beobachtungen, die von Kurzwellen-Amateuren durchgeführt werden, kann man wohl drei hauptsächliche Klassen unterscheiden. An erster Stelle stehen diejenigen Untersuchungen der Hörbarkeit irgendwelcher Stationen, die sich auf kürzere, genau festgelegte Zeiträume erstrecken. Die Einsatzmöglichkeit von Amateurbeobachtern für diese Aufgabe ist naturgemäß beschränkt, da ja die Zeitspanne, während derer Beobachtungen angestellt werden sollen, u. U. so liegen kann, daß die Mehrzahl der Amateure durch ihren Beruf verhindert sind, sich zu beteiligen.

Die an zweiter Stelle zu nennende Beobachtung während beliebiger, kürzerer Zeiträume bietet für den Amateurbeobachter das weiteste Betätigungsfeld, denn er kann ja seine Beobachtungen während der Freizeit anstellen und sich dann voll dafür einsetzen, so daß umfangreiches Material an die auswertenden Stellen fließt. Da auch Sonn- und Feiertage und die Urlaubszeit von dem wirklich interessierten Beobachter mit zu seiner Tätigkeit herangezogen werden, erhält man Beobachtungsmaterial für die verschiedensten Tages- und Nachtzeiten.

Die dritte Art der Beobachtungen, die über längere Zeitspannen hin (Tage, Wochen, Monate), bietet für den Amateur natürlich ebenfalls die Schwierigkeit, daß er sich nicht voll einsetzen kann, so daß lückenlose Beobachtungen während längerer Zeitabschnitte nur in solchen Gebieten durchzuführen sind, die sich einer dichteren Besetzung mit Empfangsstationen erfreuen, da diese sich dann gegenseitig ablösen können.

Die Bewertung der Empfangslautstärken erfolgt nach dem international eingeführten „R"-System in 9 Stufen. Die Methode ist eine subjektive, und daher finden sich außer Abweichungen bei der Wertung durch verschiedene Beobachter auch solche, die bei ein und demselben Beobachter zu verschiedenen Zeiten auftreten können. Immerhin ist das „R"-System zur Zeit immer noch das beste, solange nicht jede Empfangsstation mit einem genauen Feldstärkemeßgerät bzw. mindestens mit einem in Neper oder Decibel geeichten Lautstärkeanzeiger ausgerüstet ist. Der Wert dieser Lautstärkeangaben kann leicht unterschätzt werden, da man sie als subjektiv und damit für exakte Wertungen ungeeignet ablehnen könnte. Es ist hierbei jedoch zu berücksichtigen, daß bereits die Feststellung von Schwankungen der Lautstärke innerhalb der Beobachtungszeit, plötzliche Änderungen der Übertragungsbedingungen, die Feststellung der Häufigkeit von mehr oder weniger starken Fadings, also eine relative Wertung, in sehr vielen Fällen ausreicht, und daß obendrein die Vertrautheit des einzelnen mit seinem Gerät und die damit gewonnenen Erfahrungen eine weitgehend richtige Beurteilung der Lautstärken und besonders der Lautstärkenverhältnisse ermöglicht. Beachtenswert ist ferner, daß bei der Auswertung der von Amateuren angestellten Beobachtungen nicht nur die nackten Ziffern für die Lautstärken vorliegen, sondern daß vielmehr auf den Logblättern, die als Grundlage der Auswertung von den Beobachtern ausgefüllt werden, manche Bemerkungen über die Gesamtempfangslage, über besondere Erscheinungen und dergleichen mehr einen weiten Überblick geben. Zudem werden noch Vermerke über die Störlautstärken und die Aufnehmbarkeit geliefert, so daß sich für den Auswertenden, der mit der Materie vertraut ist, manche Rückschlüsse ziehen lassen, die bei Vorliegen von Zahlen über die Lautstärken bzw. Feldstärken allein — selbst wenn diese mit genauen Meßgeräten gewonnen wären — ausfallen müßten.

Daß durch die Verwendung einheitlicher Meßgeräte, Anzeigeinstrumente und — insbesondere für die erfolgreiche Durchführung länger dauernder Beobachtungsreihen — auch registrierender Meßgeräte noch mancher, heute versperrte Weg für den noch weitergehenden Einsatz von Amateurbeobachtern freigemacht werden könnte, steht außer Frage, und daß natürlich Messen besser ist als Schätzen, ist sicher. Ebenso sicher ist aber auch, das Schätzen (von Lautstärkewerten) besser ist als gar keine Beobachtung, zumal wenn diese Schätzung einhergeht mit sonstigen Beobachtungen, wie sie oben nur kurz skizziert werden konnten.

Die vielen, am Bestehen einer möglichst vielseitig einsetzbaren Beobachterorganisation interessierten Kreise, darunter auch die Industrie, müssen ihre Aufmerksamkeit einmal diesen Fragen zuwenden und durch tatkräftige Unterstützung die Hilfestellung geben, die erforderlich ist. Damit, daß man etwa die Amateurtätigkeit einfach — weil vom Liebhaber stammend — für die Technik oder Wissenschaft als von vornherein uninteressant ablehnt, ist es nicht getan. Müssen wir hier wieder an die Pioniertätigkeit der Amateure auf vielen Gebieten — auch dem der Beobachtung — erinnern!? Ein großer Stab gut geschulter Amateurbeobachter ist in Deutschland vorhanden, Ihnen die notwendige apparative Unterstützung angedeihen zu lassen, ist eine Aufgabe, die sich lohnt.

Eine Tatsache, die noch viel zu wenig Beachtung findet, ist weiter, daß die große Zahl der zur Auswertung einlaufenden Beobachtungsergebnisse individuelle Hörfehler weitgehend auszugleichen gestattet (Mittelwertbildung). Liefern doch gegenwärtig etwa 2000 deutsche Empfangsbeobachter (DEs) monatlich durchschnittlich 70 000 Einzelbeobachtungen. Damit dürfte wohl eine Überlegenheit der Amateurbeobachter auf dem Gebiet der organisierten Massenbeobachtung bei planmäßigem Einsatz erwiesen sein. Dabei spielt außer der großen Zahl der beobachtenden Stationen u. U. auch die große Zahl der sendenden

Stationen eine große Rolle, insbesondere dann, wenn es sich um die Feststellung von bevorzugter Hörbarkeit einzelner Erdteile bzw. aus bestimmten Richtungen handelt.

Der Wert der Amateurbeobachter als Aufklärungstruppe ist zu bekannt, als daß an dieser Stelle darauf noch ausdrücklich hingewiesen werden müßte. Durch die Beobachtungstätigkeit — selbst unter Verwendung einfachster Mittel — kann in vielen Dingen erst einmal ein Überblick geschaffen werden; Probleme können aufgedeckt werden, und die Sonderbeobachtung unter Einsatz wissenschaftlich exakter Mittel verbleibt als weitere Aufgabenstellung.

Der Umstand, daß die Kurzwellenamateure die Beobachtung in erster Linie als Liebhaberei betreiben und sich für diese Liebhaberei wahrscheinlich mit viel größerer Begeisterung und Hingabe einsetzen, als Mitglieder einer etwaigen berufsmäßigen Beobachterorganisation, mag hier nicht unerwähnt bleiben, denn die Aufgabenstellung ist doch vielfach so, daß eine sehr große Begeisterung zur Sache allein die Opfer an Freizeit und an körperlichen Mühen aufbringt. Wenn es gilt, ist keine Zeit zu spät, keine Stunde zu früh für den Amateur, und das ist ein weiterer, erheblicher Vorteil allen amateurmäßigen Beobachtens.

Es liegt uns ferne, die Möglichkeiten, die sich dem Amateurbeobachter heute bieten, zu überschätzen, wir wollen nicht den Wert der amateurmäßigen Beobachtung über den grünen Klee loben, aber wir wollen auch nicht, daß der Amateur über die Achse angesehen wird: das hat er nicht verdient, und daß er es nicht verdient hat, konnte er schon vielfach beweisen.

Hoffen wir, daß auch diejenigen, die heute noch nicht so recht einsehen, was ein so weit gespanntes Netz von Beobachtungsstationen in vielen Fällen für eine Bedeutung hat, sich bald von dessem Wert überzeugen, hoffen wir, daß sich einsichtige Förderer der Sache finden, die die Ausbaumöglichkeiten erkennen und mit den technischen Mitteln in die Bresche springen, an denen es noch fehlt.

Einfluß der Sonnenfinsternis auf den Kurzwellenempfang

Von **Ernst Fendler**

Wir bringen hier als Ergänzung nochmals einen Bericht über den Einfluß der Sonnenfinsternis vom 19. Juni auf die Empfangverhältnisse, weil uns dieses Thema sehr wichtig zu sein scheint.

Eine Anzahl von besonders eingesetzten DASD-Empfangsstationen hatte die Aufgabe, auf allen Wellenbändern Beobachtungen während des Verlaufes der Sonnenfinsternis am 19. Juni 1936 anzustellen. Bei der Auswertung des Empfangsmaterials wurden Beobachtungen über Amateurstationen sowie Großstationen im Wellenbereich zwischen 60 m und 90 m herausgezogen, die in der Zone der totalen Verfinsterung lagen.

Die Aufzeichnungen der Lautstärken solcher Sender vom 18. bis 20. Juni, die sich südlich des Ural-Gebietes, zwischen Turkestan und Tomsk befinden, gibt Abb. 1 wieder. Beachtenswert ist der gleichmäßige Lautstärkenabstieg am 18. und 20. Juni, während am Tage der Verfinsterung — am 19. — ein anderes Bild entsteht. Die Lautstärken erreichen hier plötzlich 04.50 bis 05.15 MEZ ein Maximum. Interessant ist, daß die Stationen an diesem Tage über eine Stunde länger hörbar bleiben, als normal.

Diese Erscheinung beweist, daß die Trägerkonzentration in der Ionosphäre durch das kurzzeitige Ausbleiben der Sonnen-Licht-Strahlung während der Finsternis stark abgefallen sein muß, was eine längere Nachwirkung verursachte.

Die vielen sonstigen eingesandten Beobachtungen insbesondere für die 20-m-Welle und vor allem die verabredeten Dauerverbindungen innerhalb Deutschlands auf dem 80-m-Band ließen weniger klare Resultate erzielen.

In Abb. 2 ist die Lautstärke der Berliner Station D 4 bbf durch E. Klingenberg (Waren/Müritz) aufgezeichnet worden; die Kurve ist deshalb von Interesse, da ein Minimum um 05.55 MEZ auf 80 m aufgezeichnet ist, welches ebenfalls von Dr. Stoye an der Kurve von OE 6 dk festgestellt wurde, aber nicht auf die Sonnenfinsternis selbst zurückgeführt ist, als vielmehr auf einen Parallelvorgang, der sich nochmals wiederholt. Diese Art der Zustandsänderung in der Ionosphäre wurde auch früher schon einmal besprochen (Fendler, CQ 1/1936).

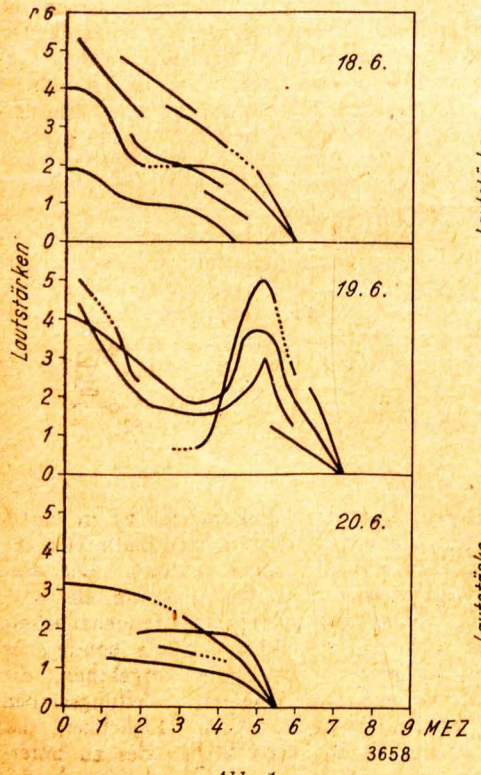


Abb. 1

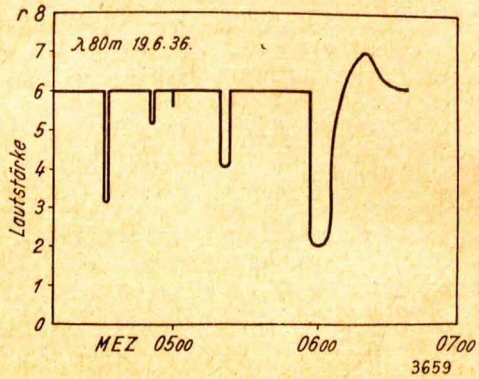


Abb. 2

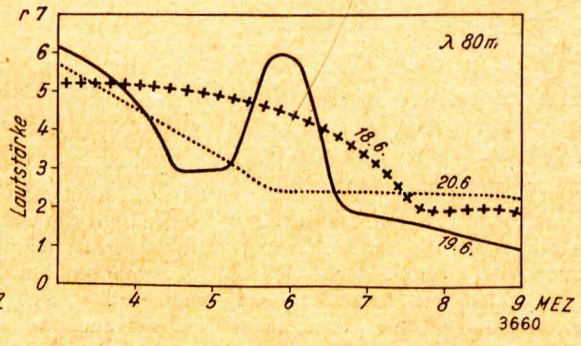


Abb. 3

Schließlich wurden in der Stärke der Luftstörungen erhebliche Änderungen auf 80 m von deutschenStationen wahrgenommen (Abb. 3), die sich in unmittelbaren Zusammenhang mit der Sonnenfinsternis bringen lassen.

Zeichnungen vom Verfasser

Deutscher 10-m-Tag

Am 7. und 8. November findet der deutsche 10-m-Tag [1]) statt, der jedem Beobachter und jeder Sendestation die Möglichkeit gibt, seine ganze Begeisterung an der Kurzwellensache dafür einzusetzen, daß unsere Kenntnis von den jetzt vorliegenden Möglichkeiten des innerdeutschen Verkehrs verbessert wird. Darüber hinaus bietet sich hier eine Möglichkeit, die Brauchbarkeit von Geräten für dieses, unser „kürzestes" Wellenband zu prüfen.

Die Bedeutung des 10-m-Bandes für den deutschen Kurzwellenamateur liegt vor allen Dingen darin, daß es die kürzesten Wellen umfaßt, mit denen wir uns nach Erlaß des Verbotes für das 5-m-Band beschäftigen können. Vieles ist noch ungeklärt und nicht nur die Frage, unter welchen Verhältnissen auf der 10-m-Welle große Reichweiten erzielt werden können, wie etwaige Zusammenhänge mit Vorgängen in der Troposphäre oder der Jonosphäre liegen, harrt noch einer Lösung, sondern auch die Fragen des Nahverkehrs auf diesen kurzen Wellen sind noch durchaus offen. Gerade die Antwort auf diese Fragen, denen uns näherzubringen vornehmlichste Aufgabe des 10-m-Tages, ist, hat für das gesamte Amateurwesen eine nicht zu unterschätzende Bedeutung, denn gelingt es, Nahverkehr auf dem 10-m-Band abzuwickeln, so wäre damit die Möglichkeit geboten, andere Amateurbänder weitgehend von solchem Verkehr zu entlasten. Daß eine solche Entlastung außerordentlich wichtig ist, versteht sich bei der großen Zahl der gleichzeitig arbeitenden Sendestationen, der teilweise sehr großen Reichweite und der geringen Breite unserer Bänder von selbst.

Da die 10-m-Welle, ihrem Charakter nach, der eigentlichen Ultrakurz-Welle schon sehr nahe steht und da die Gerätetechnik für so hohe Frequenzen ihre Anregungen notwendigerweise aus der Ultrakurzwellentechnik holen muß, ist die Beschäftigung mit der 10-m-Welle nicht nur eine gute Gelegenheit zur Vorübung für den Fall, daß einmal eine Betätigung auf noch kürzeren Wellen wieder möglich werden sollte. Auch die Tatsache, daß die Gesichtspunkte für Empfänger- und Senderbau für die 10-m-Welle denen für die 5-m-Welle ähneln, gibt die willkommene Möglichkeit sich auch mit der richtigen Konstruktion solcher Geräte zu befassen. Hier kann der Satz ausgesprochen werden, daß ein Empfänger oder ein Sender, der für 10 m sorgfältig gebaut und dimensioniert ist, dann mit größter Wahrscheinlichkeit später auch für kürzere Wellen einmal verwendbar sein wird und auf längeren Wellen ohne weiteres funktioniert, daß dagegen ein Sender, der für 80 m richtig ist, schon auf 20 m und erst recht auf 10 m größte Schwierigkeiten bereiten kann. Eine sehr zahlreiche Teilnahme am deutschen 10-m-Tag ist daher für alle sehr wichtig. *R. W.*

[1]) „CQ" 1936, Heft 10, Seite 159.

Das Standardgerät Nr. 8

Absorptionsfrequenzmesser

Heute sind für die Durchführung eines geregelten Amateurverkehrs schon Frequenzmeßeinrichtungen erforderlich, deren Fehlergrenze nicht über 1 ‰ liegen darf. Dennoch kommt dem Absorptionskreis, auch wenn er bei einfachem Aufbau diese Genauigkeit nicht erreicht, immer noch eine besondere Bedeutung zu. Beim Empfängerbau ist zur schnellen Orientierung über die mit gewissen Spulendimensionen erreichte Frequenz sowie zum Hintrimmen der Spulen auf die Amateurbänder oder Rundfunkbänder usw. ein Absorptionskreis unentbehrlich. Beim Senderbau braucht man ihn z. B. zum Unterscheiden der einzelnen Harmonischen in Frequenzvervielfacherschaltungen. Für alle diese Zwecke ist ein Röhrenfrequenzmesser wegen der Unübersichtlichkeit und Verwechselbarkeit der verschiedenen Oberwellen- und Kombinationswellenüberlagerungen ungeeignet. Die höhere Genauigkeit des selbstschwingenden Röhrenfrequenzmessers kann also erst dann ausgenutzt werden, wenn man mittels eines Absorptionskreises den zu untersuchenden Frequenzbereich soweit eingegrenzt hat, daß eine Verwechselung der Harmonischen des Röhrenfrequenzmessers unmöglich ist. Die Genauigkeit des Absorptionskreises muß infolgedessen um so höher sein, je kleiner die Abstände zwischen den Harmonischen des Röhrenfrequenzmessers sind. Diese Genauigkeit läßt sich hierfür mit steigender Empfindlichkeit des Resonanzanzeigeinstruments praktisch fast bis in die Größenordnung der Genauigkeit des Röhrenfrequenzmessers selbst treiben, was sich aber wegen der hohen Anschaffungskosten für genügend empfindliche Galvanometer sehr bald verbietet.

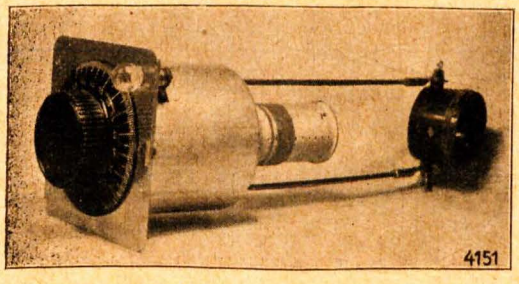


Abb. 1

Für die üblichen Amateurzwecke genügen indessen die mit einem Glühlampenindikator erzielten Genauigkeiten vollkommen, so daß man in der Lage ist, einem solchen Gerät die unbedingt notwendige, kleine, leichte und handliche Form zu geben. Die praktische Ausführung eines Absorptionsfrequenzmessers, der allen diesen Bedingungen gerecht wird, zeigt Abb. 1. Die Abstimmkapazität ist in einem Blechgehäuse untergebracht, auf dessen Frontplatte sich die Abstimmskala mit der Indikatorlampe befindet. Die auswechselbaren Spulen werden auf die Rückseite des Gehäuses aufgesteckt. Die Ankoppelung des Frequenzmessers erfolgt hier nicht direkt mit der Abstimmspule, sondern es ist hierfür eine besondere Koppelspule vorgesehen, die schwenkbar am Ende von zwei längeren Zuleitungsstäben angeordnet ist. Hierdurch hat man die Möglichkeit, das Gerät auch an schwer zugänglichen Stellen der zu untersuchenden Apparaturen anzukoppeln. Gerade in diesem

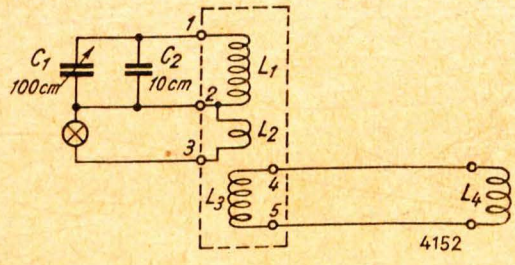


Abb. 2

Punkt war die Verwendungsmöglichkeit der bisher üblichen Absorptionskreiskonstruktionen sehr eingeschränkt.

Die Schaltung des Geräts ist in Abb. 2 dargestellt. Der eigentliche Meßkreis besteht aus den Kapazitäten C_1 C_2 und der Induktivität L_1. Die Dimensionierung der Kondensatoren ergibt sich aus folgendem: Je Amateurband ist eine Spule vorgesehen, deren Bereich mit dem der nächsten Spule Anschluß haben soll. Die pro Bereich erforderliche Frequenzvariation ist also 1 : 2. Da eine gewisse Überlappung der Bereiche notwendig ist, wird die Frequenzvariation mit 1 : 2,25 gewählt, womit sich die notwendige Kapazitätsvariation mit $1 : 2{,}25^2 =$ rund 1 : 5 ergibt. Die

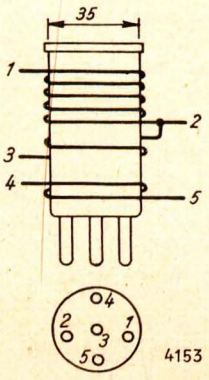


Abb. 3

Anfangskapazität des für C_1 verwendeten Drehkondensators CF 100 liegt bei 7 cm, die Kapazität der Schaltung mit Eigenkapazität der Spule bei etwa 6 cm. Durch Zuschalten von $C_2 = 10$ cm ergibt sich die Gesamtanfangskapazität mit 23 cm, der bei hereingedrehtem C_1 eine Gesamtendkapazität von $100+10+6 = 116$ cm gegenübersteht, womit die gewünschte Variation von $23 : 116 =$ nahezu 1 : 5 erreicht wird. Die Änderung der Spulenkapazität bei den verschiedenen Bereichen macht hier nur wenig aus. Die dafür erforderlichen Spulendimensionen sind der beigefügten Tabelle zu entnehmen. Die bestrichenen Bereiche gehen aus den Kurvenbildern (Abb. 5) hervor.

Die Indikatorlampe ist, um den eigentlichen Meßkreis möglichst wenig zu bedämpfen, über L_2 lose induktiv gekoppelt. Um ferner den Kreis möglichst wenig zu belasten und um auch schon bei geringen zur Verfügung stehenden Hochfrequenzleistungen messen zu können, ist eine Lampe mit einem Stromverbrauch von 40 mA bei 4 Volt gewählt worden.

Die von der schwenkbaren Ankopplungsspule L_4 aufgenommene Hochfrequenz wird über L_3 dem Meßkreis zugeführt. Der Kreis L_3 L_4 arbeitet hierbei aperiodisch, wobei die Stellung der Spule L_4 keinen merkbaren Einfluß auf das Meßergebnis ausübt.

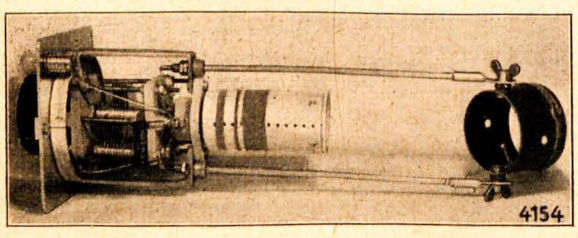


Abb. 4

L_1, L_2 und L_3 sind auf einen gemeinsamen, mit einem fünfpoligen Stecker versehenen Frequentakörper gewickelt. Die Anordnung der einzelnen Wicklungen sowie die Anschlüsse von deren Enden gehen aus Abb. 3 hervor. Die Wicklungen L_1 und L_2 liegen einpolig zusammen, wogegen die Wicklung L_3 von diesen galvanisch getrennt ist. Der Ankopplungskreis ist auf diese Weise vollkommen gegen den Meßkreis isoliert, so daß keine Gefahr für den Bedienenden besteht, wenn etwa mit der Meßspule oder deren Zuleitung hochspannungsführende Teile berührt werden. Als weiteren Berührungsschutz empfiehlt es sich erforderlichenfalls, die im Bilde ersichtlichen Flügelmuttern zur Feststellung der Ankopplungsspule durch isolierte Apparateklemm-Muttern zu ersetzen und die Zuleitungsstäbe mit Rüschschlauch zu überziehen.

Der Innenaufbau ist aus Abb. 4 zu ersehen. C_1 ist mit drei Schrauben auf der Frontplatte (100×100×2 mm Aluminiumblech) befestigt. Unmittelbar dahinter, so daß sich äußerst kurze Leitungen ergeben, befindet sich die Spulenfassung, die von zwei ebenfalls auf der Frontplatte montierten Winkeln gehalten wird. Außerhalb der Spulenfassung sind in diesen Winkeln isoliert zwei Buchsen eingelassen, in die die am Ende geschlitzten 4 mm starken Haltestäbe der Ankopplungsspule gesteckt werden. Die Glühlampenfassung ist mit einer Lasche an einer der freien Eckspindeln des Kondensators angeschraubt, die gleichzeitig als ein Pol der Zuleitung dient. Nach Herausziehen der Koppelspule und der Abstimmspule wird von hinten über das Ganze eine 75 mm tiefe Abschirmkappe aus 0,5 mm starkem Aluminiumblech gesteckt.

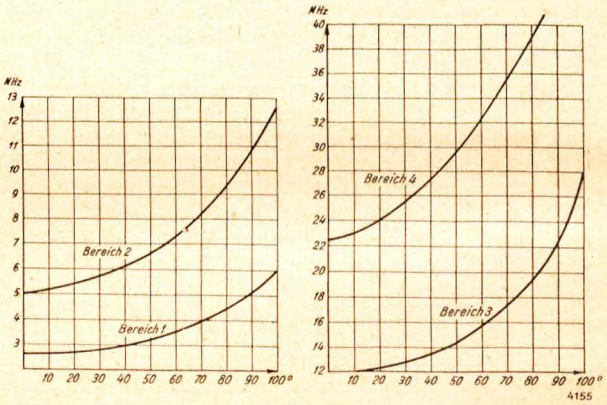


Abb. 5

Die Eichkurven des in den Abbildungen gezeigten Mustergerätes finden sich in Abb. 5. *Dr. Graff*

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

	Bereich kHz	L_1	Abstand zw. L_1, L_2	L_2	Abstand zw. L_2, L_3	L_3	L_4
1	2600- 6000	35½ Wdg. 0,8 SS	3 mm	2½ Wdg. 0,8 SS	5 mm	7½ Wdg. 0,5 SS	4½ Wdg. 0,8 SS 50 ⌀
2	5000-12500	13½ Wdg. 0,8 SS	5 mm	2½ Wd r. 0,8 SS	5 mm	7½ Wd r. 0,5 SS	
3	12000-28000	5½ Wdg. 0,8 SS	5 mm	2½ Wd r. 0,8 SS	5 mm	6½ Wdg. 0,5 SS	
4	22400-45000	2 Wd r. 1,0 SS	10 mm	2½ Wdg. 0,8 SS	10 mm	5½ Wdg. 0,5 SS	

Wickeldaten

5-m-Beobachtungen

Die rege Tätigkeit auf dem 5-m-Bande hat im Auslande weiter zugenommen. Mit beweglichen Stationen wurden viele Versuche durchgeführt. Die überbrückten Entfernungen betrugen 110—150 km. In England wurden die Harmonischen von folgenden Stationen mit r3 — r7 gehört: dfc, dfe, fym, fyt, jbg, jng, icj, iru, lcb, lcp, lqc, pct. plv, wfx, wla, wqv. *Dr. Stoye, D4 fid.*

Der Kurzwellen-Bandsuper

mit einer Zwischenfrequenz 1745 kHz

Von **Gustav Blaeser, DE 1486 D**

Wir geben nachstehenden Ausführungen über Möglichkeiten im Superhetbau für Kurzwellen gern Raum, da sie eine wertvolle Ergänzung der von uns kürzlich gegebenen Übersicht darstellen. Dort mußte aus Raumgründen auf eine so ausführliche Darstellung verzichtet werden.

Die vom Rundfunkbereich her bekannten Mischröhrenschaltungen mit Zwischenfrequenzen von 120 und 460 kHz sind für den Kurzwellenempfang insofern ungeeignet, als die Oberwellen solcher Oszillatorkreise zu Überlagerungen irgendwelcher Empfangsfrequenzen in den Amateurbändern Anlaß geben und außerdem die Erscheinungen der Doppelwelligkeit störend wirken. Mit der „Einbereich"zwischenfrequenz von 1600 kHz wären diese Mängel beseitigt. Es hindert aber nichts daran, die Zwischenfrequenz noch ein Stückchen höher zu wählen, um sodann bezüglich der Umschaltung des Oszillatorkreises für das 80- und 40-m-Band zu einer Vereinfachung zu gelangen.

Es soll daher im folgenden auf diese vereinfachte Umschaltung eines Amateurband-Super hingewiesen werden.

Der Artikel von R. Wigand über Empfängerfragen [1]) behandelt die Frequenz-Zusammenhänge eingehend, doch ist nicht einzusehen, warum auch für Kurzwellen in der Praxis aus naheliegenden Gründen von der Gleichung

$$fo = fe - fz$$

selten Gebrauch gemacht wird. Gerade diese kleinere Oszillatorfrequenz, nämlich die um die Zwischenfrequenz von der Empfangsfrequenz entfernt liegende Oszillatorfrequenz wird uns, wie wir sehen werden, Mittel zum Zweck sein.

Bekanntlich ist die Zwischenfrequenz fz stets die Differenz zwischen Empfangsfrequenz fe und Oszillatorfrequenz fo

$$fz = fe - fo$$
$$fz = fo - fe$$

Diese beiden Gleichungen sollen ein wenig geändert werden, indem die kleinere Oszillatorfrequenz mit fo_1, die größere mit fo_2 bezeichnet werden.

$$fz = fe - fo_1$$
$$fz = fo_2 - fe$$

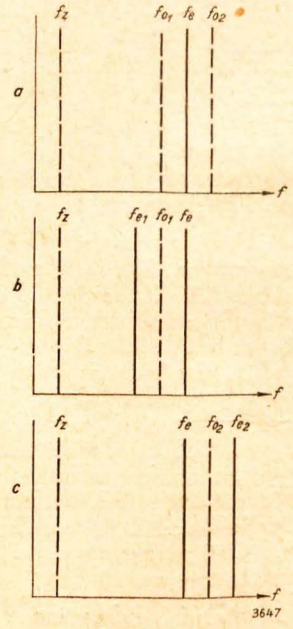


Abb. 1

In Abb. 1a sind die zu fe gehörigen beiden Oszillatorfrequenzen eingetragen. Auf jede dieser Oszillatorfrequenzen können nun zwei verschiedene Empfangsfrequenzen einwirken, die mit fe, fe_1 und fe, fe_2 bezeichnet sein sollen, wobei fe, fe_1 zur kleineren und fe, fe_2 zur größeren Oszillatorfrequenz gehören (Abb. 1b—c).

Der Grund, warum die kleinere Oszillatorfrequenz fo_1 heute bei Zwischenfrequenzen von 120 und 460 kHz nicht benutzt wird, ist doch der, daß einmal bei kleinen Empfangsfrequenzen des Rundfunkbandes die Zwischenfrequenz nicht negativ werden kann und zum anderen bei größeren Empfangsfrequenzen sich eine Einknopfabstimmung des Eingangskreises Fe (Abb. 3) und Oszillatorkreises Fo nicht erzielen läßt, weil für Rundfunkwellen das Frequenzverhältnis [2]) der Oszillatorfrequenz viel größer wird als für die Empfangsfrequenz. Wir haben es aber ganz in der Hand, im abstimmbaren Eingangskreise Fe der Mischröhre dafür zu sorgen, daß das Eindringen der einen oder der anderen Empfangsfrequenz z. B. von fe_1 und fe oder ebenso von fe und fe_2 verhindert wird. Wollen wir fe empfangen, so wird fe_1 zur Spiegelfrequenz. Dann wäre fe um die Zwischenfrequenz größer als fo_1. Die Spiegelfrequenz fe_1 aber können wir auch zur Empfangsfrequenz machen und müssen dann fe als Spiegelfrequenz bezeichnen. Dabei wäre fe_1 um die Zwischenfrequenz kleiner als fo_1.

Wählt man das Oszillatorfrequenzband so, daß die beiden Empfangsfrequenzbänder im 80- und 40-m-Amateurband liegen, dann kommt man auf die Zwischenfrequenz von 1750 kHz.

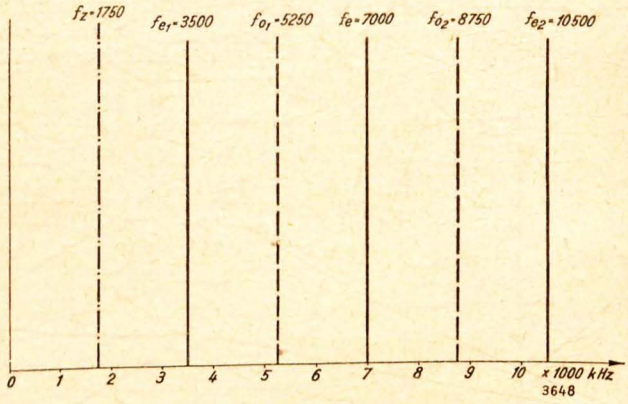


Abb. 2

Aus Abb. 2 sehen wir, daß auf die Oszillatorfrequenz von 5250 kHz sowohl $fe = 7000$ kHz als auch $fe_1 = 3500$ kHz einwirken können, um jedesmal die Zwischenfrequenz von 1750 kHz zu erzeugen. Die Beseitigung der nicht gewünschten Empfangsfrequenz (Spiegelfrequenz) geschieht, wie weiter unten angedeutet, mit einem genügend selektiven Abstimmkreis.

Dieser Empfangsfrequenzwechsel, ohne daß am Oszillatorkreise eine Umschaltung vorgenommen wird, ist bezüglich der Umschaltung eines Supers auf zweierlei Frequenzbänder von Vorteil; denn den Vorzügen des

[1]) CQ Jahrg. 1936; Heft 2; Seite 18/19.

[2]) „Funk", Jahrg. 1934; Heft 41; Seite 841.

Superprinzips steht stets ein höherer Aufwand an Umschaltvorrichtungen gegenüber. So gelingt es mit vier 90°-Drehungen des Nocken-Umschalters U (Abb. 3 u. 4) vier Amateurbänder und das gesamte Rundfunkband zu wechseln und jedes auf rund 90° einer 100°-Skala zu verteilen.

Nachdem die Drehkondensatoren C_2 u. C_3 im *Fe-Fo*-Kreise über den zu der größten Rundfunkmittelwelle von beispielsweise 600 m gehörigen Wert hinweggedreht sind,

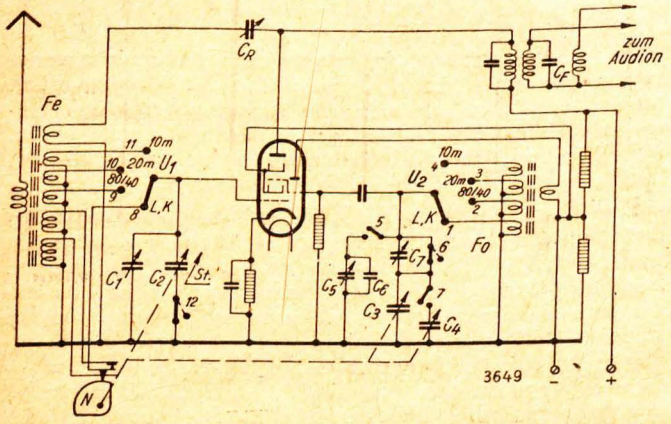


Abb. 3

schaltet eine Nocke auf der Achse dieser Kondensatoren den Langwellenspulensatz von *Fe* ein. Durch Abgleichen ist für „lang u. kurz" (*L*, *K*) ein angenäherter Gleichlauf zwischen C_2, C_3 zu erzielen. Die notwendige Korrektur erfolgt in beiden Rundfunkbereichen mit dem beweglichen Statorteil von C_2. Der eine von den beiden 500-cm-Drehkondensatoren, der nicht mit beweglichem Statorteil versehen ist, wurde auf 150 cm (C_3) geändert. Insgesamt erhält man für den Bandsuper zwei Einzeldrehknöpfe und ein Drehknopfpaar. Aus Abb. 4 geht die Nockenschaltung für alle Bänder hervor.

Nach dieser Zwischenbemerkung über das Rundfunkband kehren wir wieder zum Bandwechsel 80/40 m zurück.

Der geschilderte Bandwechsel gelingt genau auch nur für das 80- und 40-m-Band mit der Zwischenfrequenz von 1750 kHz. Es wäre natürlich denkbar, einen Bandwechsel

Tabelle I

Schalter	Kontaktstellung L,K Rundfunk	L,K Nockenstellung
L,K 10 – 80/40 20 U_2	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
L,K 10 – 80/40 20 U_1	8	
	9	
	10	
	11	
	12	

3650

Abb. 4

zwischen 40 und 20 m herzustellen, doch ist die Zwischenfrequenz dann so groß, daß eine Verstärkung der bedeutend höher liegenden Frequenz in Frage gestellt sein würde.

Mit dieser Überkreuz-Methode beim Bandwechsel von 80 auf 40 m ist gleichzeitig eine Kontrolle der eingestellten Zwischenfrequenz möglich. Ist nämlich die Zwischenfrequenz 1750 kHz, dann muß ein von einem Wellenmesser herrührender Überlagerungston bei z. B. auf 5250 kHz arbeitenden Oszillator und auf 3500 kHz eingestelltem *Fe*-Kreise an derselben Stelle des Drehkondensators im Oszillatorkreise erscheinen, wenn der *Fe*-Kreis auf 7000 kHz verändert wird! Zweckmäßig ist es also, den *Fe*-Drehkondensator C_1 so groß zu nehmen, daß mit ihm das 80-m und 40-m-Band erfaßt werden kann, weil ja durch ihn allein der Bandwechsel stattfindet! Selbst ein 500-cm-Drehkondensator mit Feinabstimmung auch bei Verwendung der in Abb. 3 angedeuteten Hochfrequenz-Rückkopplung eignet sich noch an dieser Stelle. Der Abstimmbereich ist gegenüber dem eines Kondensators im Gitterkreise eines Audions noch ziemlich breit.

Immerhin hat sich jedoch nach Einführung der hochfrequenten Rückkopplung herausgestellt, daß man den sonst auftretenden Nachteil, daß Stationen des Gegenbandes schwach durchgehört werden, restlos beseitigen kann. Hier sei erwähnt, daß die Zunahme der mit dem Super erzielten Lautstärken mit hochfrequenter Rückkopp-

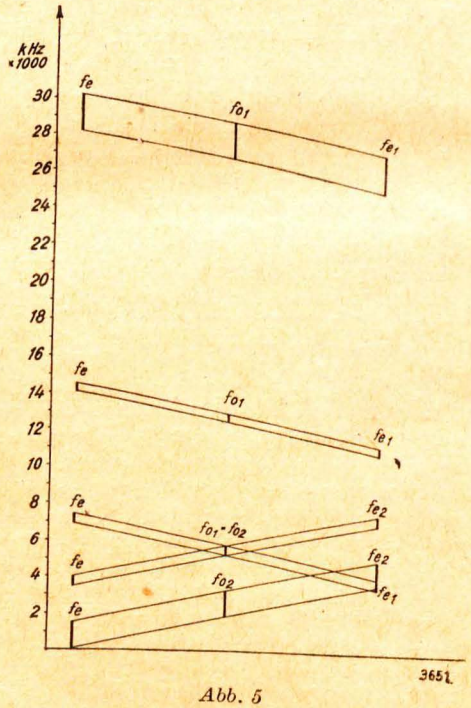


Abb. 5

lung ganz bedeutend war. Es ist daher für Hochfrequenz-Stufen immer diese Rückkopplung zu empfehlen.

Nun ist noch ein Punkt zu klären. Die erste Oberwelle der Zwischenfrequenz von 1750 kHz fällt genau auf 3500 kHz, und das ist das Ende des 80-m-Bandes. Für die Einstellung des Zwischenfrequenzfilters ist zwar die sich als Pfeifton äußernde Überlagerung — nur bei schwingendem Audion, das auf das Filter mit Rückkopplungsspule folgt — von großem Wert, um aber auch die letzte Bandfrequenz störungsfrei zu erhalten, muß die Zwischenfrequenz von 1750 kHz geändert werden, und zwar machen wir sie ein wenig kleiner, bis eben der Überlagerungston ein Stück von 3500 kHz entfernt liegt. Dadurch hat sich die Lage des 80-m-Bandes gegenüber der des 40-m-Bandes etwas nach oben auf der Skala des Oszillator-Drehkondensators verschoben.

Die Änderung der Zwischenfrequenz erfolgt beispielsweise in den Grenzen zwischen 1750 und 1740 kHz und wird erreicht durch Änderung der Filterkapazität C_F (Abb. 3). Das verwendete Filter wurde nach den An-

gaben aus „Funk" Heft 12, Jahrg. 35, Seite 357 mit geringer Windungszahländerung gebaut und mittels eines eigens zu diesem Zweck hergerichteten Oszillators auf 1750 kHz abgeglichen, und dann nachträglich auf 1745 kHz geändert.

Welche Frequenzen für das gesamte Rundfunkband und die Amateurbänder 80, 40, 20 und 10 m gebraucht werden, geht einmal aus Abb. 5, zum anderen aber aus der nachfolgenden Tabelle hervor.

Rundfunk- und 80 m Band $fz = fo_2 - fe$

fe = Empfangsfrequenz, fe_2 = Spiegelfrequenz

1. $fe = fo_2 - fz$
2. a) $fo_2 = fe + fz$, b) $fe_2 = fo_2 + fz$
3. $fe_2 = fe + 2\,fz$ (2a in 2b eingesetzt).

40, 20 und 10 m Band $fz = fe - fo_1$

fe = Empfangsfrequenz, fe_1 = Spiegelfrequenz

1. $fe = fo_1 + fz$
2. a) $fo_1 = fe - fz$, b) $fe_1 = fo_1 - fz$
3. $fe_1 = fe - 2\,fz$

kHz	Differenz kHz	Band kHz	λ
150— 1500	1350	150— 1500	2000—200
3455— 3855	400	3500— 4000	85,71—75
6945— 7345	400	7000— 7300	42,85—41,09
14000—14400	400	14000—14400	21,43—20,83
28000—30000	2000	28000—30000	10,71—10

fz	fe_1	fo_1	fe	fo_2	fe_2
1745	—	—	150/1500	1895/3245	3640/4990
1745	—	—	3455/3855	5200/5600	6945/7345
1745	3455/ 3855	5200/ 5600	6945/ 7345	—	—
1745	10510/10910	12255/12655	14000/14400	—	—
1745	24510/26510	26255/28255	28000/30000	—	—

Allen Oms, die Interesse an dieser Schaltung des Bandsuper haben, gibt der Verfasser auf Wunsch gern Auskunft.

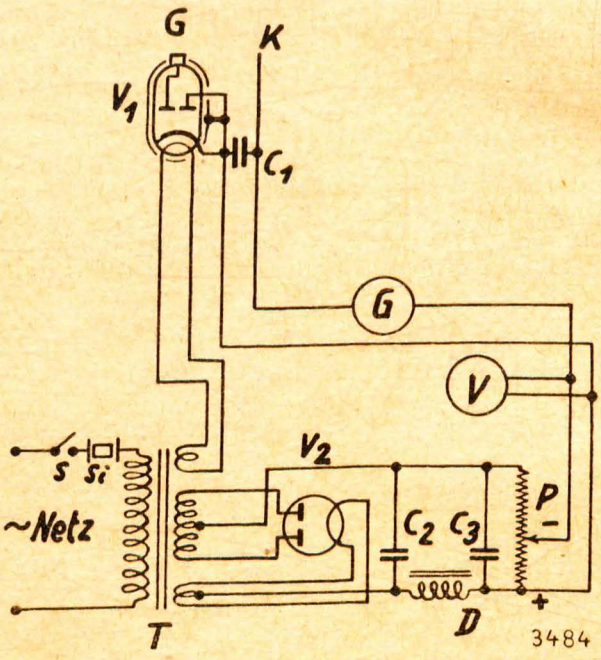
Zeichnungen vom Verfasser

Einfaches Röhrenvoltmeter mit Kompensation

Für den Kurzwellenamateur, insbesondere für denjenigen, der sich mit dem Sendebau beschäftigt, tritt oft die Frage auf, wie man eine größere oder kleinere Wechselspannung hoch- oder niederfrequenter Natur auf einfache Weise ohne großen Fehler messen kann. Das nachstehend beschriebene kleine Gerät soll mit den einfachsten Mitteln derartige Messungen ermöglichen. Die Meßgenauigkeit hängt dabei teilweise von dem persönlichen Geschick des Bedienenden ab, ist aber immer groß genug für die normalerweise vorkommenden Messungen.

Entsprechend dem beistehenden Schaltbild wird eine Doppel-Zweipolröhre verwendet (V_1), und zwar die AB 1 oder BB 1 mit obenliegendem Anschluß für die eine Anode (G). Die zweite Anode wird mit der Kathode und der Außenmetallisierung verbunden, die Heizung erfolgt mittels Wechselstrom aus einem Netztransformator oder (bei Vorhandensein von Gleichstromnetzen) über einen Vorwiderstand aus dem Netz direkt. Die Kathode der Röhre wird an das positive Ende einer mit einem Drehspannungsteiler (P) überbrückten Stromquelle angeschlossen. Die zu messende Wechselspannung wird zwischen G und K angeschlossen, K ist dabei durch einen Überbrückungskondensator (C_1) mit der Kathode der Röhre auf kürzestem Wege verbunden, die Kapazität von C_1 ist so zu bemessen, daß ein für die zu messende Frequenz vernachlässigbarer Wechselstromwiderstand erreicht wird. Der gleichgerichtete Strom wird durch das Instrument G angezeigt. Am Drehspannungsteiler P stellt man nun eine Gegenspannung ein, so daß der gleichgerichtete Strom gerade verschwindet. Die Differenz der Voltmeterablesungen (Drehspul-Voltmeter V) vor und nach der Kompensation des durch G angezeigten Stromes ergibt die Amplitude der zu messenden Wechselspannung. Multipliziert man diese mit 0,707, so erhält man den Effektivwert. Es ist dabei zu beachten, daß dann, wenn der Schleifer von P ganz nach dem positiven Ende zu gedreht ist, also die Gegenspannung (Kompensationsspannung) Null Volt beträgt, immer noch ein kleiner Strom fließt, der durch entsprechendes Drehen an P zum Verschwinden gebracht werden kann. V zeigt also dann bereits eine, wenn auch geringe Spannung an. Für die Erzeugung der Kompensations-Gleichspannung kann man in der gezeigten Weise einen einfachen Netzteil mit einem Netztransformator T, Einschalter S, Sicherung Si, Gleichrichterröhre V_2 und Siebkette aus Drossel (D) und zwei Kondensatoren (C_2 und C_3) verwenden, die Dimensionierung hängt natürlich von der Höhe der zu messenden und damit der erforderlichen Kompensationsspannung ab, so daß sich allgemein gültige Angaben hier nicht machen lassen.

Wechselspannungen oberhalb etwa 1 oder 2 Volt Amplitude lassen sich auf diese Weise recht gut messen. Für Untersuchungen der erforderlichen Wechselspannungen zur Steuerung von Senderöhren, Messungen am fertigen



Sender, Messungen an Schwingkreisen (Dämpfung!) usf. läßt sich das Instrument gut gebrauchen, ebenso auch für die Untersuchung von Niederfrequenzverstärkern, Tonselektionskurven usw.

Über den Aufbau seien noch einige Angaben gemacht. Die Röhre wird mit ihrer Fassung und einer flexiblen Leitung mit einer Krokodil-Klemme am Ende für den Anschluß K, sowie einen auf die Kappe G fest aufgeklemmten Anschluß mit einer gleichen Klemme, ferner mit dem Kondensator C_1 an einer langen, eventuell geschirmten Leitung angebracht, an deren Ende erst die Anschlüsse für P, G und V liegen, so daß man mit dem eigentlichen

Röhrenteil auch an unzugängliche Stellen im Sender oder Empfänger heran kann, ohne daß man lange Zuleitungen benötigt. Auf diese Weise ist die Eigenkapazität des Meßgerätes sehr gering zu halten, sie liegt in der Größenordnung von rund 10 pF, so daß selbst bei 15 MHz noch ein Wechselstromwiderstand von rund 1 Kiloohm vorhanden ist, der bei indirekter Strommessung durch Messung der an einem Ohmschen Widerstand auftretenden Spannung und eventuell bei Leistungsmessungen an Ohmschen Sender-belastungswiderständen usw. noch uninteressant ist, da man derartige Messungen ja meist an niederohmigen Widerständen vornimmt. Bei Speisung der Röhrenheizung aus dem Gleichstromnetz muß man vor einer Messung prüfen, ob auch *P* aus dem Netz gespeist werden darf, ohne daß Kurzschlüsse oder Fehlmessungen möglich sind. Sicherer ist es dann immer, von vornherein als Stromquelle für die Kompensationsspannung eine Batterie zu verwenden.

Zeichnung vom Verfasser *Rolf Wigand, D 4 cxf.*

Erdmagnetischer Bericht

für die Zeit vom 1. Juli bis 10. September 1936

Zeiten in mittlerer Greenwicher Zeit

1. Juli 0 ruhig.
2. Juli 0 unruhig. Hauptsächlich gestört von 2.00—20.00. 11.10—13.55, H, sin-förmig, Amplituden bis 51 γ; 13.00—16.30, Z, ∩, 54 γ; 18.30—19.45, H, ∩, 56 γ.
3. Juli 0 ruhig.
4. Juli 0 ruhig.
5. Juli 0 unruhig. 2.30 plötzlich einsetzende Störung in allen Elementen.
6. Juli 0 stark unruhig. 11.15—13.10, H, sin-förmig, Amplituden bis 105 γ; 16.30—17.50, H, ∩, 50 γ; 21.00—22.50, H, ∩, 70 γ; 21.25—22.05, D, ∪, 11′.
7. Juli 0 leicht bewegt.
8. Juli 0 ruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen in allen Elementen.
9. Juli 0 ruhig.
10. Juli 0 unruhig. 18.55—19.50, H, sin-förmig, Ampl. 51 γ; 19.10—19.55, D, sin-förmig, Ampl. 10′; 21.45—23.05, H, ∪, 49 γ; 21.55—22.35, D, ∪, 8′.
11. Juli 0 unruhig. H besonders gestört von 15.30—20.00. 15.35—16.40, H, ∩, 102 γ; 15.30—16.40, D, sin-förmig, Ampl. 12′.
12. Juli 0 leicht bewegt.
13. Juli 0 leicht bewegt. 18.20—19.15, H, ∩, 37 γ.
14. Juli 0 ruhig.
15. Juli 0 ruhig.
16. Juli 0 leicht bewegt.
17. Juli 0 leicht bewegt. 19.00—20.30, H, sin-förmig, Ampl. 56 γ; 22.39 plötzlich einsetzende Störung in allen Elementen. Charakteristisch bei dieser Störung, die sich — langsam abflauend — bis 13.00 des folgenden Tages hinzieht, sind die schnellen, wenn auch nicht großen, Ausschläge bei den einzelnen Elementen.
18. Juli 0 ruhig. Nach 13.00 Uhr ruhiger Verlauf.
19. Juli 0 ruhig.
20. Juli 0 ruhig.
21. Juli 0 ruhig.
22. Juli 0 ruhig.
23. Juli 0 ruhig.
24. Juli 0 ruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen in allen Elementen.
25. Juli 0 leicht bewegt.
26. Juli 0 ruhig.
27. Juli 0 leicht bewegt. Zeitweilig auftretende Elementarwellen.
28. Juli 0 ruhig.
29. Juli 0 unruhig. Stärker gestört von 14.00—19.00. 14.00 bis 14.40, H, ∩, 88 γ; 15.15—17.10, H, ∪, 114 γ; 20.40 bis 22.10, D, sin-förmig, Ampl. 11′.
30. Juli 0 ruhig.
31. Juli 0 unruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen bei allen Elementen.
1. August 0 leicht bewegt. 1.20—2.35, H, ∪, 30 γ; 1.25—2.50, D, ∩, 8½′.
2. August 0 ruhig. 20.15—22.30, H, ∩, 35 γ.
3. August 0 leicht bewegt.
4. August 0 ruhig.
5. August 0 unruhig. Ohne besondere Charakteristik.
6. August 0 leicht bewegt.
7. August 0 ruhig.
8. August 0 unruhig. 20.30—22.00, H, sin-förmig, Ampl. 64 γ; 20.30—21.35, D, ∪, 13′.
9. August 0 leicht bewegt.
10. August 0 unruhig. Hauptsächliche Störungszeit 8.00—18.00 (alle Elemente).
11. August 0 ruhig.
12. August 0 leicht bewegt. Zeitweilig auftretende Elementarwellen bei allen Elementen.
13. August 0 leicht bewegt. 16.10 plötzlicher Abfall in H um 16 γ.
14. August 0 leicht bewegt.
15. August 0 leicht bewegt.
16. August 0 ruhig. Zeitweilig auftretende Elementarwellen bei allen Elementen.
17. August 0 leicht bewegt. Schnelle, wenn auch geringe Schwankungen bei allen Elementen fast während des ganzen Tages.
18. August 0 ruhig.
19. August 0 leicht bewegt.
20. August 0 unruhig. Ohne besondere Charakteristik.
21. August 0 leicht bewegt.
22. August 0 leicht bewegt.
23. August 0 ruhig.
24. August 0 leicht bewegt.
25. August 0 unruhig. Ohne besondere Charakteristik.
26. August 0 leicht bewegt.
27. August 0 unruhig. 9.50—13.00, H, sin-förmig, Amplituden bis 48 γ.
28. August 0 leicht bewegt. Schnelle, geringe Schwankungen während des ganzen Tages.
29. Auust 0 ruhig. Ab 22.00 einsetzende Störung. 22.00—23.35, H, ∩, 35 γ.
30. August 0 unruhig. 2.30—4.30, H, ∪, 46 γ; 1.05—3.50, D, ∪, 12′; 17.49 plötzlicher Anstieg in H um 35 γ; 17.54—18.19, H fällt um 70 γ; 19.55—20.30, D, ∪, 12′; 20.10—21.20, H, ∩, 37 γ.
31. August 0 leicht bewegt.
1. September 0 leicht bewegt.
2. September 0 ruhig.
3. September 0 leicht bewegt. Zeitweilig auftretende Elementarwellen bei allen Elementen.
4. September 0 leicht bewegt. Auffallend in der Zeit von 8.30 bis 9.20, mehrfach auftretend, plötzliche Ausschläge bei D und H.
5. September 0 leicht bewegt. Von Zeit zu Zeit auftretende Elementarwellen bei allen Elementen.
6. September 0 ruhig. 22.05—22.40 Störung bei D und H.
7. September 0 leicht bewegt.
8. September 0 bewegt. Stärkere Unruhe bei allen Elementen in der Zeit von 8.30—14.00.
9. September 0 bewegt.
10. September 0 leicht bewegt. Zeitweilig auftretende Elementarwellen bei allen Elementen.

Prof. Dr. R. Bock

Alle Abbildungen in diesem Heft, die keinen Urhebervermerk tragen, wurden nach Angaben der Schriftleitung hergestellt

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für „CQ": Rolf Wigand, Berlin. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. DA III. Vj. 1936 = 8700. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G., Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94, Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78. Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung.
Nachdruck sämtlicher Artikel verboten.

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

15. November 1936 Heft 22

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungsunkosten von 1 Pfg. enthalten. Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Abgeschirmte Antennen mit Übertragern

Von **Dr.-Ing. F. Bergtold**

Die zahlenmäßigen Unterlagen

Die heute üblichen Rundfunk-Empfangsantennen haben Kapazitäten von ungefähr 30 bis 300 cm, wobei etwa 80 cm der häufigst vorkommende Wert sein dürfte. Die Kapazitäten der geschirmten Antennenableitungen liegen im allgemeinen zwischen 200 und 1000 cm, wobei eine Kapazität von ungefähr 500 cm den meist vorhandenen Wert darstellt. Die Werte der Wellenwiderstände der für die geschirmten Ableitungen benutzten Kabel liegen um ungefähr 100 Ohm. Die Empfänger-Eingangswiderstände haben eine Größenordnung von 5000 Ohm.

Rechnen wir die Kapazitäts-Durchschnittswerte für eine mittlere Frequenz von 500 kHz auf Widerstandswerte um, so erhalten wir für die Antenne etwa 3600 Ohm und für die Leitung rund 600 Ohm.

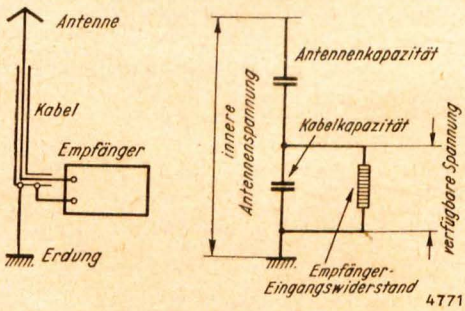


Abb. 1. Empfangsanlage und zugehöriges Ersatz-Schaltbild. An Stelle der Kabel-Kapazität kann auch der Wellenwiderstand des Kabels wirksam sein

Die Antennenkapazität, die Kabelkapazität und der Empfänger-Eingangswiderstand sind gemäß Abb. 1 geschaltet. Das hat zur Folge, daß am Empfänger-Eingang nur ein Bruchteil der inneren Antennenspannung verfügbar ist.

Hiermit haben wir alle zahlenmäßigen Grundlagen, die für die grundsätzliche Betrachtung der Übertrager benötigt werden.

Der Sinn der Anwendung von Übertragern

Die im vorigen Abschnitt genannten Zahlenwerte lassen erkennen, daß der Widerstand zwischen Kabelseele und Kabelmantel stets wesentlich geringer ist als der Antennenwiderstand und auch als der Eingangswiderstand des Empfängers. Das gilt immer, gleichgültig, ob wir nun den Wellenwiderstand des Kabels oder seinen kapazitiven Widerstand in Betracht ziehen.

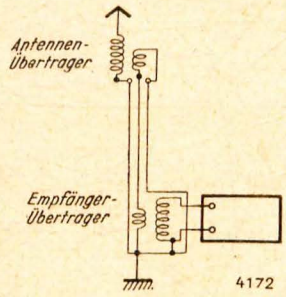


Abb. 2. Die Übertrager haben auf der Antennen- und Empfängerseite viele, auf der Kabelseite wenige Windungen

Die Übertrager haben die Aufgabe, die Widerstände der Antenne, des Kabels und des Empfänger-Einganges aneinander anzugleichen. Demgemäß müssen die Übertrager auf der Antennen- und der Empfängerseite viele Windungen und auf der Leitungsseite wenige Windungen aufweisen (Abb. 2).

Die durch Übertrager bewirkte Widerstandswandlung

Jeder Übertrager wandelt die Spannung im Verhältnis seiner Windungszahlen. Hat die Eingangswicklung beispielsweise 10mal soviel Windungen wie die Ausgangswicklung, so gibt der Übertrager $^1/_{10}$ der an ihn angelegten Spannung weiter. Diese Spannungswandlung geht Hand in Hand mit einer Stromwandlung. Für unser Beispiel kommt der in der Ausgangswicklung und damit in der

Belastung fließende Strom in der Eingangswicklung nur mit 1/10 seines Wertes zur Geltung. Von der Eingangswicklung aus gesehen bedeutet das, daß der Strom in der Ausgangswicklung den zehnfachen Wert annimmt. Dort aber hat die Spannung 1/10 des an der Eingangswicklung vorhandenen Wertes. Da das Verhältnis „Spannung : Strom" gleichbedeutend mit dem Widerstand ist, ergibt sich durch die gleichzeitige Wandlung der Spannung und des Stromes eine Widerstandswandlung, die gleich dem mit sich selbst

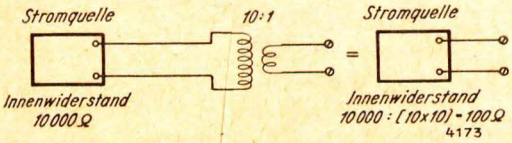


Abb. 3. Die durch Übertrager bewirkte Widerstandswandlung

vervielfachten Windungszahlenverhältnis ist. In unserm Beispiel wird der Innenwiderstand einer Stromquelle, an der die Eingangswicklung liegt, durch den Übertrager auf $1:(10 \times 10) = 1:100$ seines Wertes vermindert (vergl. Abb. 3).

Die beiden Möglichkeiten für die Übersetzung des Empfängerübertragers

Die im ersten Abschnitt genannten Zahlenwerte zeigen, daß die Angleichung des Empfänger-Eingangswiderstandes an das Kabel in zweierlei Weise vorgenommen werden kann: Wir haben die Wahl, den Empfänger-Eingangswiderstand entweder an den kapazitiven Kabelwiderstand oder an den Wellenwiderstand des Kabels anzupassen.

Der kapazitive Kabelwiderstand beträgt ganz ungefähr 1/10 und der Wellenwiderstand rund 1/50 des Empfänger-Eingangswiderstandes. Dementsprechend erhalten wir für die Angleichung an den durchschnittlichen kapazitiven Widerstand ein Übersetzungsverhältnis von $1:\sqrt{10} =$ rund $1:3{,}2$ und für die Angleichung an den Wellenwiderstand eine Übersetzung von $1:\sqrt{50} =$ rund $1:7$.

Die Angleichung an den kapazitiven Leitungswiderstand bringt den Vorteil mit sich, daß hier die durch den Empfänger dargestellte Belastung weniger fühlbar wird und infolgedessen die Möglichkeit besteht, eine verhältnismäßig kleine Antenne zu verwenden. Dies gilt allerdings nur unter der Voraussetzung, daß der kapazitive Kabelwiderstand nicht wesentlich unter dem angegebenen Wert liegt.

Die Angleichung an den Wellenwiderstand des Kabels bedeutet, daß in diesem Fall der gewandelte Empfänger-Eingangswiderstand als Abschlußwiderstand des Kabels zur Geltung kommt. Hierdurch wird man von der Kabellänge unabhängig und gewinnt sogar die Möglichkeit, Kabellängen zu verwenden, die weit größer sind als ¼ der kürzesten Wellenlänge des Empfangsbereiches. Diese Vorzüge sind derart beträchtlich, daß die Angleichung an den Wellenwiderstand in der Praxis vorteilhafter sein dürfte als die Angleichung an den von Fall zu Fall verschiedenen kapazitiven Widerstand.

Widersprechende Forderungen an den Antennenübertrager

Setzen wir voraus, daß der Empfängerübertrager mit einer Übersetzung von 1:7 arbeitet, so sollte der Antennenübertrager — im Hinblick auf eine hohe am Empfänger verfügbare Spannung — eine möglichst geringe Untersetzung aufweisen. Würden wir ihm eine Untersetzung von 3,5:1 geben, so erhielten wir — abgesehen von den auftretenden Spannungsabfällen — am Empfänger den zweifachen Wert der inneren Antennenspannung. Würden wir dem Antennenübertrager eine Untersetzung von 7:1 geben, so wäre — unter den gleichen Voraussetzungen wie oben — die verfügbare Spannung gleich der inneren Antennenspannung.

Leider trifft die Voraussetzung vernachlässigbar geringer Spannungsabfälle nicht zu. Das liegt vor allem an dem kapazitiven Antennenwiderstand. Er ist verhältnismäßig hoch und könnte nur durch kostspielige, umfangreiche Antennenanordnungen wesentlich vermindert werden.

Die Untersetzung des Antennenübertragers schafft uns — wie schon erwähnt — die Möglichkeit, den kapazitiven Antennenwiderstand herunterzuwandeln, wobei zu einer beträchtlichen Widerstandswandlung ein großes Untersetzungsverhältnis gehört. Bei näherer Betrachtung der im ersten Abschnitt genannten Zahlenwerte ergibt sich, daß wir mit einem Untersetzungsverhältnis von 7:1 nicht auskommen: Auf der Ausgangsseite des Antennenübertragers liegt nämlich als Belastung der Wellenwiderstand (ungefähr 100 Ohm) des abgeschlossenen Kabels. Der gewandelte Wert des Antennenwiderstandes muß auch für die tiefsten Frequenzen des Empfangsbereiches in dieselbe Größenordnung kommen wie der Wellenwiderstand. Aus dieser Forderung ergibt sich mit folgender Beziehung:

$$\text{Widerstand in Ohm} = \frac{143\,000\,000}{\text{Frequenz in kHz} \times \text{Kapazität in cm}}$$

für einen Widerstand von 100 Ohm und eine Frequenz von 160 kHz:

$$\text{Kapazität in cm} = \frac{143\,000\,000}{100 \times 160} = \text{rund } 9000 \text{ cm}.$$

Dies ist der ungefähre Mindestwert der gewandelten Antennenkapazität.

Wir haben im ersten Abschnitt erfahren, daß der häufigst vorkommende Antennen-Kapazitätswert um 80 cm liegen dürfte. Im Verein mit den eben berechneten 9000 cm bedeutet das eine Kapazitätswandlung von rund 1:100 oder eine Wandlung des kapazitiven Widerstandes von 100:1. Der Antennenübertrager muß demnach eine Untersetzung von etwa $\sqrt{100}:1 = 10:1$ bekommen.

Der Einfluß der Antennenkapazität

Die Forderung, daß der kapazitive Antennenwiderstand wenigstens in der Größenordnung des Kabeleingangswiderstandes liegen soll, sagt über den Spannungsabfall, der von dem kapazitiven Antennenwiderstand herrührt, noch nicht viel aus. Im übrigen sind wir bei der Bestimmung der Antennenübertrager-Untersetzung von einer Antennenkapazität von 90 cm ausgegangen, obwohl die vorkommenden Antennenkapazitäten etwa zwischen 30 und 300 cm liegen. Aus beiden Gründen ist es notwendig, den verfügbaren

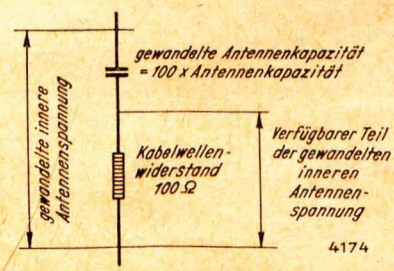


Abb. 4. Zur Berechnung des verfügbaren Spannungs-Bruchteils

Spannungsbruchteil unter Annahme der berechneten Untersetzung von 10:1 und eines Kabeleingangswiderstandes von 100 Ohm genauer, und zwar auch für andere Antennenkapazitäten, zu ermitteln. Diese Ermittlung darf sich nicht auf eine Frequenz beschränken, da der kapazitive Antennenwiderstand frequenzabhängig, der Wellenwiderstand des abgeschlossenen Kabels hingegen frequenzunabhängig ist.

Den verfügbaren Spannungsbruchteil bestimmen wir an Hand der Schaltung von Abb. 4. Die gewandelte innere Antennenspannung speist die aus der gewandelten Antennenkapazität und dem Wellenwiderstand des Kabels (100 Ohm) bestehende Reihenschaltung. Die auf den Wellenwiderstand entfallende Spannung stellt — in Teilen der gewandelten inneren Antennenspannung ausgedrückt — den verfügbaren Spannungsbruchteil dar.

Wir erhalten den am Wellenwiderstand verfügbaren Bruchteil der Gesamtspannung, indem wir den Wert des Wellenwiderstandes durch den Wert des Gesamtwiderstandes teilen. Für diesen gilt:

$$\text{Gesamtwiderstand} = \sqrt{\text{kapazitiver Widerstand}^2 + \text{Wellenwiderstand}^2}$$

In Abb. 5 ist der verfügbare Spannungsbruchteil für die verschiedenen Antennenkapazitäten in Abhängigkeit von der Frequenz aufgetragen. Wir erkennen, daß die Frequenzabhängigkeit des verfügbaren Spannungsbruchteiles um so

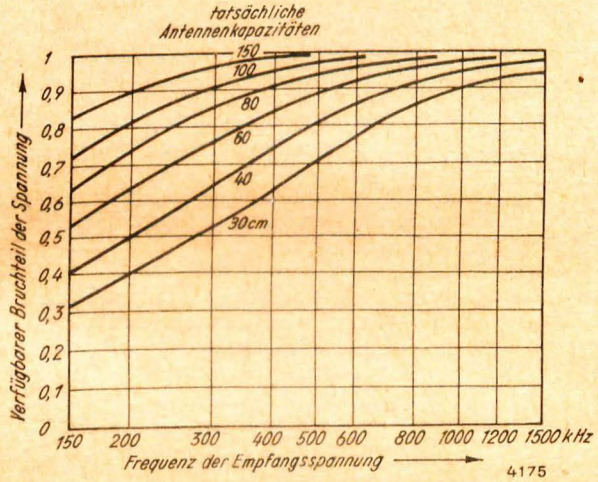


Abb. 5. Der verfügbare Spannungs-Bruchteil für verschiedene Antennenkapazitäten in Abhängigkeit von der Frequenz

geringer wird, je größer die Antennenkapazität ist. Bei einer Kapazität von 30 cm kommt im Langwellenbereich ein beträchtlicher Abfall des verfügbaren Spannungsbruchteiles zustande. Eine Erhöhung der Antennenkapazität über 80 cm bringt nur wenig Gewinn. Selbstverständlich besteht die Möglichkeit, die in Abb. 5 gezeigten Abhängigkeiten durch Ausnutzung von Resonanzen zu beeinflussen.

Die am Empfänger verfügbare Spannung

Im vorigen Abschnitt wurde der am Kabeleingang verfügbare Spannungteil berechnet. Was am Empfänger verfügbar ist, richtet sich einesteils nach diesem Bruchteil und andernteils nach der Gesamtübersetzung beider Übertrager. Hat die Übersetzung des Empfängerübertragers den von uns als günstig ermittelten Wert 1:7 und die Untersetzung des Antennenübertragers einen Wert von 10:1, so beträgt die Gesamtübersetzung (7:1) × (1:10) = 0,7. Diese Gesamtübersetzung gilt für sämtliche Antennenkapazitäten. Für eine Antennenkapazität von 80 cm erhalten wir demgemäß unter Berücksichtigung der Abb. 5 bei einer Frequenz von 1500 kHz eine am Empfänger verfügbare Spannung vom 1 × 0,7 = das 0,7fache der inneren Antennenspannung, während die verfügbare Spannung bei einer Frequenz von 150 kHz nur mehr gleich dem 0,64 × 0,7 = 0,45fachen der inneren Antennenspannung ist.

Der Einfluß der Leitungslänge

Im vorigen Abschnitt wurden erstaunlich hohe Bruchteile der inneren Antennenspannung errechnet. Es fragt sich, ob diese Bruchteile bei größeren Kabellängen wesentlich geringer ausfallen. Dies ist nicht der Fall. Die Dämpfung, die längs des Kabels auftritt, ist erstaunlich klein. Ein Hohlkabel, dessen Innenleiter hauptsächlich durch Luft isoliert wird, hat eine Kabeldämpfung von ganz ungefähr 3 Neper je km (Angabe von Siemens für Siemens-Abschirmkabel). Das bedeutet, daß die Spannung je 10 m Kabellänge auf etwa das 0,97fache zurückgeht. Bei einer Kabellänge von 20 m ergibt sich dabei ein Spannungsrückgang auf das 0,97 × 0,97 = 0,94fache. (Wir bemerken, daß der Spannungs r ü c k g a n g in einem mit Wellenwiderstand abgeschlossenen Kabel etwas ganz anderes ist als der Spannungs a b f a l l in einer gewöhnlichen Leitung. Während wir infolge der Kabeldämpfung für jeweils 10 m Kabellänge immer wieder ein Absinken der Spannung auf den gleichen B r u c h t e i l bekommen, geht bei einem Spannungsabfall die Spannung für jeweils 10 m Leitung um den gleichen B e t r a g zurück!)

Es ist, wie die beiden angegebenen Zahlenbeispiele zeigen, bei der geringen Kabeldämpfung ziemlich belanglos, ob wir ein Kabel mit 10 m Länge oder ein solches mit 20 m verwenden. Selbst bei 100 m Kabellänge geht die Spannung erst auf das $0{,}97^{10}$ = rund das 0,6fache ihres Eingangswertes zurück. Bei Verwendung eines Kabels von 100 m Länge müssen wir demnach die nach dem vorhergehenden Abschnitt berechnete verfügbare Spannung zusätzlich mit 0,6 vervielfachen.

Vergleich einer Antenne mit Übertrager und der gleichen Antenne ohne Übertrager

Wir wollen hier ein den durchschnittlichen Verhältnissen entsprechendes Beispiel wählen und wollen nicht etwa eine besonders lange geschirmte Ableitung zugrunde legen. Täten wir das, so wäre vorauszusehen, daß das Ergebnis sehr zugunsten der Übertrager ausfiele.

Die Kabellänge betrage also nur 20 m. Je m Kabellänge sei eine Kapazität von 25 cm vorhanden, was im Verein mit den 20 m eine Gesamtkapazität des Kabels von 20 × 25=500 cm bedeutet. Die innere Antennenspannung weise einen Wert von 1000 Mikrovolt auf.

Die Antenne möge eine Kapazität von 100 cm haben. Auch diese Annahme ist für die ohne Übertrager arbeitende Anlage günstig (verhältnismäßig große Kapazität).

Ohne Verwendung von Übertragern erhalten wir als verfügbare Spannung einen Wert von

$$1000 : \left(\frac{500}{100} + 1\right) = 167 \text{ Mikrovolt.}$$

Verwenden wir einen Übertrager mit 10 : 1 und 1 : 7, so ergäbe sich, ohne Rücksicht auf den infolge des kapazitiven Antennenwiderstandes auftretenden Spannungsabfall, eine verfügbare Spannung von 0,7 × 1000 = 700 Mikrovolt. Gemäß Abb. 5 hat der verfügbare Spannungsbruchteil im ungünstigsten Fall — d. h. für 150 kHz — bei einer Antennenkapazität von 100 cm den Wert 0,72. Berücksichtigen wir das, so erhalten wir als verfügbare Spannung 700 × 0,72 = 500 Mikrovolt. Das für die tiefste — d. h. hier ungünstigste — Frequenz ist der dreifache Wert dessen, was wir ohne Übertragung bekämen. Die Anwendung der Übertrager ist demnach selbst in solchen Fällen am Platz, in denen die Antennenkapazität verhältnismäßig groß und die Kabellänge verhältnismäßig klein ist.

Versuche, die mit einem Siemens-Übertragerpaar durchgeführt wurden, bestätigen das, was sich aus den Rechnungen ergibt. Die Übersetzungen der Siemens-Übertrager stimmen — nebenbei bemerkt — mit den hierfür gewonnenen Werten 10:1 und 1:7 ziemlich genau überein.

Zeichnungen vom Verfasser

Interessante Schwundbeobachtungen

Von **Richard Theile**

Vor kurzem wurde in dieser Zeitschrift die Herstellung einer Einrichtung zur selbsttätigen Aufzeichnung von Schwunderscheinungen beschrieben [1]). Im Anschluß daran sollen im folgenden kurz einige vorläufige Ergebnisse der Anlage des Verfassers in Marburg (Lahn) mitgeteilt werden. Die Kurven geben einen Einblick in die Feinheiten des Lautstärkeverlaufes beim Schwund und mögen über ihre allgemeine Bedeutung hinaus vor allem den am Nachbau des Gerätes interessierten Leser zur eigenen Tätigkeit ermuntern.

Das Auftreten der Schwunderscheinungen ist abhängig von der Tageszeit. Tagsüber, wo wir nur die Bodenwelle empfangen, ist die Empfangsfeldstärke konstant, es ergibt sich also ein gerader Strich bei der Aufzeichnung. Interessant ist es nun, das Einsetzen des Schwunds bei Anbruch der Dunkelheit und das Wiederaussetzen am Morgen zu beobachten. Es ist dies natürlich nur dann gut festzuhalten, wenn die Bodenwelle am Tag genügend stark einfällt, der Sender also nicht sehr weit entfernt ist (Nahschwundzone). Abb. 1 zeigt die Erscheinung bei dem Empfang des Reichssenders Leipzig am bereits erwähnten Empfangsort Marburg. Wir sehen in diesem Bild ein allmähliches und stetiges Anwachsen der Schwunderscheinungen. Kurz nach 17 Uhr ist der Empfang noch gut konstant; danach aber setzen kleinere Schwankungen ein, deren Amplitude sich mehr und mehr vergrößert. Sonnenuntergang an diesem Tage für den Empfangsort war 17.30 Uhr. Zeitmaßstab und Nullmarke der Feldstärke sind im Bild selbst vermerkt.

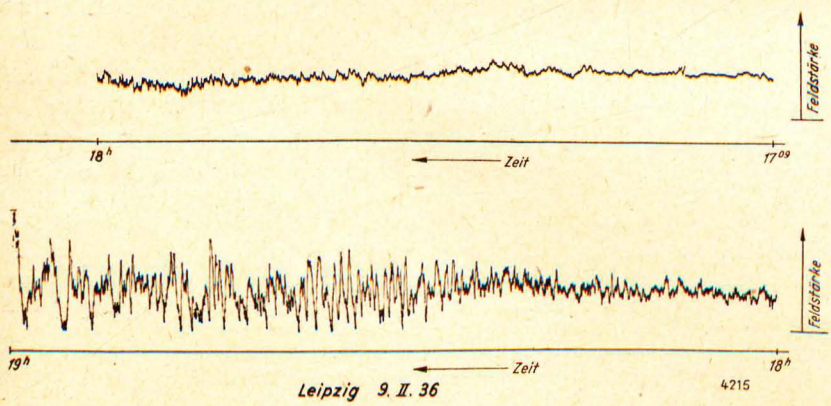


Abb. 1. Einsetzen des Schwundes am Abend

Bei dem genaueren Betrachten der Abb. 1 erkennen wir einige weitere Einzelheiten. Die Feldstärkeschwankungen sind bis etwa 18.20 Uhr sehr unregelmäßiger Art. Beachten wir die verhältnismäßig kleine Amplitude bis zu dieser Zeit und das logarithmische Empfindungsgesetz unseres Gehörorgans, so ist anzunehmen, daß diese kleineren unregelmäßigen Schwankungen beim Empfang kaum wahrgenommen werden. Ab 18.30 Uhr dagegen, wenn die Feldstärke zeitweise bis auf Null heruntergeht, wird der Empfang (besonders mit einem nicht selbsttätig geregelten Gerät) sehr unangenehm gestört. Unter Berücksichtigung dieser Tatsachen kann man also der Abb. 1 entnehmen, daß das Einsetzen des störenden Schwundes innerhalb von etwa 10 Minuten vor sich gegangen ist. Der Einsatzpunkt ist also ziemlich deutlich markiert. Die Beobachtung des Schwundeinsatzes von Tag zu Tag ist eine der vielen lohnenden Aufnahmereihen, die sicher einige grundsätzliche Erkenntnisse über irgendwelche Abhängigkeiten der Erscheinung von anderen Naturumständen vermitteln kann. Die starken Schwankungen ab 18.30 Uhr zeigen wesentlich regelmäßigere Struktur als das Vorstadium, wenn auch eine strenge Zeitfolge nicht zu verzeichnen, beim Nahschwund wohl auch kaum zu erwarten ist.

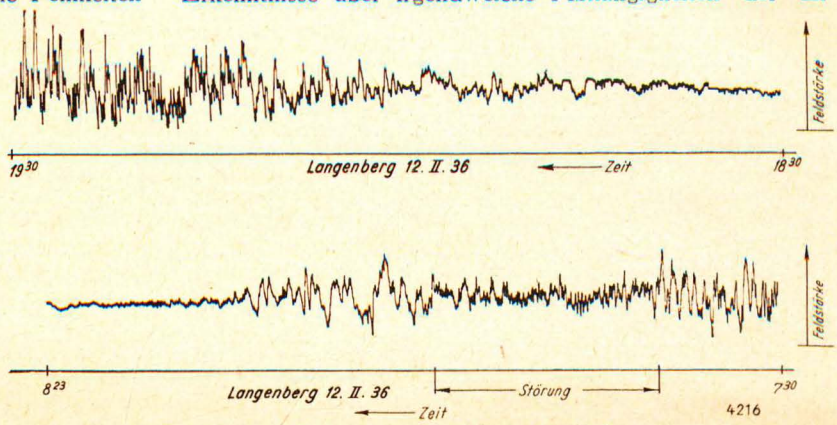


Abb. 2. Ein- und Aussetzen der Schwunderscheinungen

Abb. 2 zeigt die gleiche Erscheinung bei dem Empfang des Senders Langenberg. Auch hier ist wieder der auffallende Unterschied zwischen unregelmäßigem Verlauf im Vorstadium (bis etwa 19.10 Uhr) und wesentlich gleichmäßigerem Schwund danach vorhanden. In der gleichen Abbildung unten ist das Aussetzen der Schwunderscheinungen am Morgen des gleichen Tages gezeigt. Die Aufnahme wurde leider von 7.40 bis 7.55 Uhr durch einen in der Nähe befindlichen Diathermieapparat gestört. Die Abnahme der Feldstärkeschwankungen geht ziemlich schnell vor sich. Sonnenaufgang am 12. 2. 36 war um 7.44 Uhr, Untergang um 17.36 Uhr.

Wie sich bei der zunehmenden Sonneneinstrahlung morgens die Struktur des Schwunds fast plötzlich ändern kann, zeigt Abb. 3 in einer Aufnahme vom Sender Mühlacker (Stuttgart). Die anfangs den langsamer verlaufenden Feldstärkeänderungen überlagerten schnellen Schwankungen klingen nach einem kurz erfolgten Anschwellen etwa 7.25 Uhr ab, so daß nur noch die erstgenannten Schwunderscheinungen übrigbleiben. Eine bindende Erklärung für solche interessanten und nicht bedeutungslosen plötzlichen Strukturänderungen ist aus diesem einen Beispiel heraus schwer möglich; es kann sich z. B. um das plötzliche Aufhören einer Mehrfachreflektion handeln.

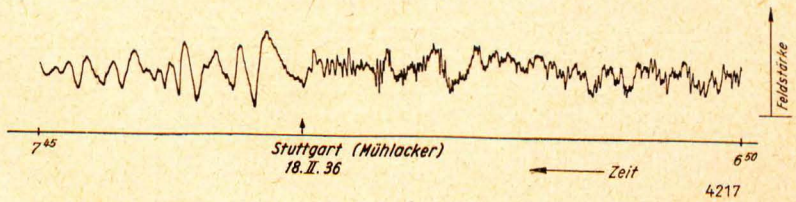


Abb. 3. Plötzliche Änderung der Art der Feldstärkeschwankungen

[1]) Siehe „Funk", 1936, Heft 12 und 13.

Der versuchsweise durchgeführte Gleichwellenbetrieb der Reichssender Berlin, Breslau und Königsberg im März dieses Jahres ergab bei der Aufzeichnung ein Bild besonderer Eigenart (Abb. 4). Die am Empfangsort aufgezeichnete Kurve stellt also die Überlagerung des Empfangs dreier örtlich verschieden liegender Sendezentren dar, wobei für die resultierenden Schwunderscheinungen die Feldstärke- und Phasenschwankungen der drei Wellenzüge bestimmend sind. Die Aufnahme zeigt eine überraschende Regelmäßigkeit der Schwankungen; man kann direkt eine mittlere Periode entnehmen. Es handelt sich dabei nicht um eine Zufallsaufnahme, sondern die Aufnahme zu anderen Zeiten ergab stets ähnliche Bilder. Die Feldstärkeschwankungen bei Empfang des Reichssenders Berlin allein an einem der vorhergehenden Tage zeigen die gleiche Abbildung unten. Stehen bei einer versuchsweisen Einführung irgendwelcher Neuerungen mehrere Geräte der benutzten Art, verteilt über das ganze Land, zur Verfügung, so ist aus der nachträglichen gemeinsamen Auswertung der objektiv aufgezeichneten Ergebnisse ein Abschätzen über die Richtigkeit der neuen Maßnahme bzw. deren Vorteil in bezug auf bessere Empfangsmöglichkeit, Schwundfreiheit o. dgl. recht einfach und eindeutig.

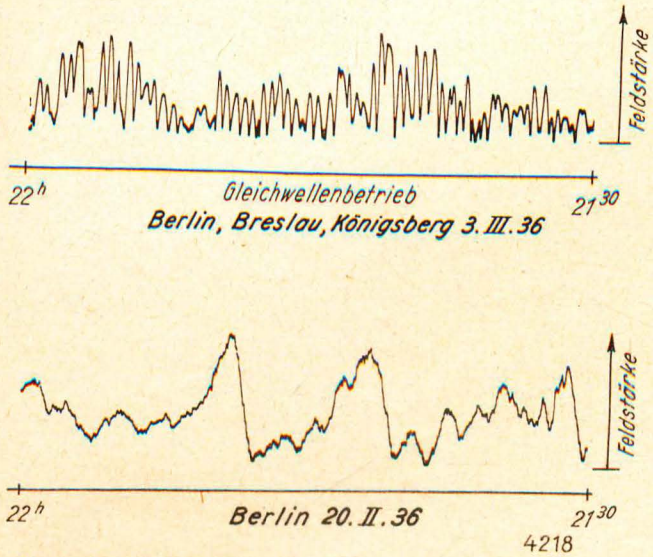


Abb. 4. Aufnahme vom versuchsweisen Gleichwellenbetrieb Berlin, Breslau, Königsberg

Die hier gezeigten Beispiele haben ihren Wert vorwiegend darin, einen orientierenden Überblick über die Möglichkeiten des selbsttätigen Aufzeichnungsgerätes zu geben. Grundlegende und gemeinsame Eigenschaften im Verlauf der Schwunderscheinungen können erst aus laufenden Beobachtungsreihen gefunden werden. Vor allem bringen zu gleicher Zeit vom gleichen Sender, aber an verschiedenen Orten, aufgenommene Kurven zweifellos interessante und neue Ergebnisse, so daß sich hier für den ernsten Funkliebhaber ein schönes und gemeinnütziges Betätigungsfeld eröffnet.

Abbildungen vom Verfasser

Tonfilmanlage für den Schmalfilm-Amateur

Von

Ingenieur Friedrich Zipfel

Nachdem wir in Heft 18 und 19 des „Funk" einen grundsätzlichen Aufsatz über die Selbstaufnahme von Nadeltonfilmen brachten und auch die erforderlichen Geräte für den Selbstbau beschrieben, nimmt nunmehr einer der ältesten deutschen Filmamateure das Wort zum gleichen Thema, um die Selbstaufnahme vom Standpunkt des Schmalfilm-Amateurs aus zu behandeln. Der Verfasser beschäftigt sich seit vielen Jahren mit der Selbstaufnahme von Nadelton-Schmalfilmen; er hat eine ganze Reihe hierfür geeigneter Geräte entwickelt, er hat immer wieder geändert und verbessert, um nunmehr zu einer Einrichtung zu kommen, die den Bedürfnissen des Amateurs: größte Zuverlässigkeit bei weitgehender Einfachheit in Aufbau und Arbeitsweise, hervorragend entspricht. Die hier zur Beschreibung gelangenden Geräte haben die Feuerprobe der Praxis oft bestanden; mögen recht viele Amateure aus den hier niedergelegten Erfahrungen Nutzen ziehen!

Es mag vielleicht manchem Leser etwas seltsam vorkommen, wenn heute, wo überall mit Lichtton gearbeitet wird, Geräte für Nadeltonfilm beschrieben und zum Selbstbau empfohlen werden. Wir wollen keineswegs bestreiten, daß dem Lichtton die Zukunft gehört; das Problem des Heimprojektors für Lichtton-Schmalfilm ist endgültig gelöst, und die Lichtton-Kamera für den Amateur hängt sozusagen in der Luft. Was man jedoch bisher über ausländische Lichtton-Kameras [1]) gehört und gelesen hat, betraf stets unzulängliche Einrichtungen, die höchstens als vorläufige Lösung gelten können. In Deutschland soll, wie man hört, zwar eine brauchbare Amateurkamera fertigentwickelt worden sein, aber zu einer serienmäßigen Herstellung ist es bisher noch nicht gekommen.

Es gibt nun in den Kreisen der Schmalfilm-Amateure zweierlei Meinungen darüber, wie man sich zu dem aufgeworfenen Problem stellen soll. Die einen sind entschlossen, zu warten, bis uns die Industrie endlich eine Amateurkamera für Lichtton beschert, die anderen behelfen sich vorläufig mit Nadelton. Wenn auch der Nadelton sich niemals voll mit dem Lichtton wird messen können, so darf man hierbei nicht vergessen, daß auch die Anforderungen, die er in finanzieller und technischer Hinsicht stellt, wesentlich geringer sind. Nadeltonfilme, die wir heute drehen, sind auch nach der völligen Einführung des Lichttons keineswegs verloren, denn wir können sie später auf Lichtton umkopieren. Im übrigen sammeln wir durch den Umgang mit Nadeltongeräten allerlei Erfahrungen, die uns später beim Lichtton zugute kommen. Es ist nämlich keineswegs damit getan, daß wir Kamera, Mikrophon und Tongerät aufstellen und die erste Aufnahme starten; auch Tonfilmgeräte haben ihre Mucken und ihr Besitzer kommt um das übliche Lehrgeld nicht herum. Beim Nadelton ist diese Lehrzeit wenigstens billig. Eine Selbstaufnahme-Schallplatte für 4 Minuten Laufdauer kostet ein paar Groschen, aber eine 30-m-Spule Schmalfilm (16 mm) für die gleiche Laufdauer kostet 20 RM. Hinzukommt, daß man die Schallplatte sofort nach der Aufnahme abhören kann, während man beim Film zwei Tage warten muß, bis er aus der Umkehranstalt zurückkommt. Es ist also jedem angehenden Tonfilm-Amateur — auch dem, der auf Lichtton schwört — zu empfehlen, mit Nadeltonversuchen zu beginnen.

Die einmal gebaute Nadelton-Anlage hat auch später nach der Anschaffung von Lichtton-Geräten noch einen guten Zweck zu erfüllen. Es wird sich kaum vermeiden

[1]) Vgl. z. B. „Funk" 1935, Heft 1, S. 9/10

lassen, daß der Amateur zunächst von der geplanten Szene eine Probe-Tonaufnahme macht, um festzustellen, ob alles stimmt; und hierzu ist die Schallplatte eben unentbehrlich. Wir bauen also die im nachstehenden beschriebenen Geräte nicht umsonst, auch wenn wir später (vielleicht) einmal in die Lage kommen, eine Lichttonkamera anzuschaffen.

Es gibt sowohl Bücher als auch zahlreiche Aufsätze über den Amateur-Tonfilm [2]); fast allen ist gemeinsam, daß sie auf den Kernpunkt des Problems, nämlich die gleichzeitige Aufnahme von Bild und Ton, nicht näher eingehen und es dem Leser überlassen, wie er zum Ziel kommt. Über den wichtigsten Punkt bei jeder Synchronaufnahme, den richtigen Start von Kamera und Schallplattengerät, ist bisher wohl überhaupt noch nicht geschrieben worden [3]). Man überließ bisher den Start der beiden Geräte irgendwie dem Zufall und legte dann die Startpunkte auf Film und Schallplatte einfach durch Probieren fest. Die im folgenden beschriebene Einrichtung erhebt nun Anspruch darauf, daß Film und Platte schon bei der Aufnahme in so einwandfreier Weise gestartet werden, daß unbedingt schon die erste Probevorführung vollkommen synchron läuft bzw. daß überhaupt keine Probevorführung mehr erforderlich ist. Das ist im Interesse der Plattenschonung natürlich sehr zu begrüßen, denn sonst ist u. U. in schwierigen Fällen die Platte gerade „erledigt", wenn das Probieren zum Ziel geführt hat.

Der Beschreibung unserer Einrichtung seien einige grundsätzliche Vormerkungen vorausgeschickt. Mit Gleichstrom soll man lieber keine Synchronaufnahmen machen; der Verfasser hat für Gleichstrom-Wechselstromumformer, Wechselrichter und ähnliche Geräte viel Geld ausgegeben, ohne zum Ziele zu kommen; erst das Radikalmittel — Umzug in eine Wechselstromgegend — half.

Da die Darsteller in unseren selbstaufgenommenen Tonfilmen sprechen, singen und musizieren sollen, genau wie wir es vom Theater-Tonfilm gewöhnt sind (also mit vollkommener Übereinstimmung von Lippenbewegung und Sprache), kommen für den Antrieb der Geräte nur Synchronmotoren in Frage. Universalmotoren oder gewöhnliche Induktionsmotoren scheiden also aus. Für unsere Zwecke am besten geeignet sind die bekannten Synchronmotoren, wie sie fast durchweg in Schallplatten-Aufnahmegeräten verwendet werden. Bei der Wahl der geeigneten Drehzahl ergeben sich einige Schwierigkeiten grundsätzlicher Art, die aber keineswegs unüberwindbar sind. Ein Synchronmotor bekannter Marke, dessen Stator und Rotor je 77 Zähne hat, läuft bekanntlich mit 6000 : 77 = 77,9.. U/min (wobei 6000 die minutliche Richtungswechselzahl des normalen Wechselstroms ist), also nicht mit genau 78 U/min, was der genormten Plattendrehzahl entsprechen würde. Um diese häßliche Drehzahl zu vermeiden, wählen wir Motoren mit 75 Zähnen im Stator und Rotor, die dann genau mit 80 U/min laufen. Solche Motoren werden gegen einen geringen Aufpreis geliefert; bei entsprechendem Bedarf sind sie selbstverständlich ohne Aufpreis zu haben. Für die Kamera wählen wir einen handelsüblichen Motor, der mit 120 U/min läuft; wir haben dann das schöne und glatte Verhältnis der Drehzahlen von 80 : 120 = 2 : 3. Sollten wir einmal gezwungen sein, unsere Tonfilme am Gleichstromnetz vorzuführen, wobei mit starrer Kupplung zwischen Projektor und Schallplattengerät gearbeitet werden muß, so läßt sich das Verhältnis 80 : 120 mit einem käuflichen Kegelräderpaar 2 : 3 leicht erreichen. Die wenigen bisher bekanntgewordenen Amateurfilme (meist nachsynchronisierte Schallplatten) sind durchweg in diesem Verhältnis aufgenommen, sie können also bei der neuen Einrichtung beibehalten werden.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß die geringe Erhöhung der Plattendrehzahl von 78 auf 80 U/min auch dann belanglos ist, wenn Industrie-Schallplatten mit dem Gerät gespielt werden. Die Tonerhöhung, die sich daraus ergibt, ist nur für ein musikalisch ganz außergewöhnlich empfindliches und geschultes Ohr überhaupt wahrnehmbar.

Wenn ein Amateur unbedingt mit einem bereits vorhandenen Plattenschneidgerät von (ungefähr) 78 U/min und dem erwähnten Kameramotor arbeiten will, so kann er das auch; er kann seine Filme gegebenenfalls auch dann noch mit Gleichstrom und starrer Zahnradkupplung vorführen. Er braucht sich nur zwei Kegelräder mit 50 und 77 Zähnen anfertigen zu lassen, dann hat er das richtige Verhältnis. Besser ist in solchen Fällen jedoch folgender Weg: Die Kamera wird nicht durch den erwähnten Spezialmotor mit 120 U/min angetrieben, sondern durch einen Schallplattenmotor von (ungefähr) 78 U/min über ein Kegelrädergetriebe 3 : 2, so daß sie mit (ungefähr) $\frac{78 \times 3}{2}$ U/min läuft, wobei also das Verhältnis 2 : 3 gewahrt bleibt (Abb. 1).

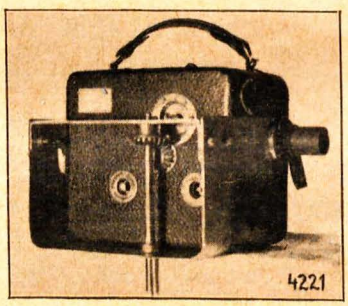


Abb. 1. Filmkamera mit angebautem Kegelrädergetriebe zum Antrieb durch einen Plattenmotor

Kamera und Schallplatte werden also aus dem gleichen Wechselstromnetz betrieben, und es besteht unter allen Umständen Synchronismus zwischen beiden, und zwar nicht nur bei der Aufnahme, sondern auch bei der Vorführung [4]). Voraussetzung hierfür ist lediglich, daß der Einsatz oder „Start" der beiden Geräte in zweckentsprechender Weise vorgenommen wird. An sich könnte man bei der Aufnahme die beiden Geräte beliebig in Betrieb setzen; die Aufzeichnung von Bild und Ton wird immer synchron erfolgen, da ja bei dem Vorgang, der aufgenommen wird, Bild und Ton stets synchron sind, mag es sich nun um Sprache, Gesang oder Instrumentalmusik handeln. Die synchrone Aufnahme macht also an sich

[4]) „Funk" 1934, Heft 15, S. 275/276

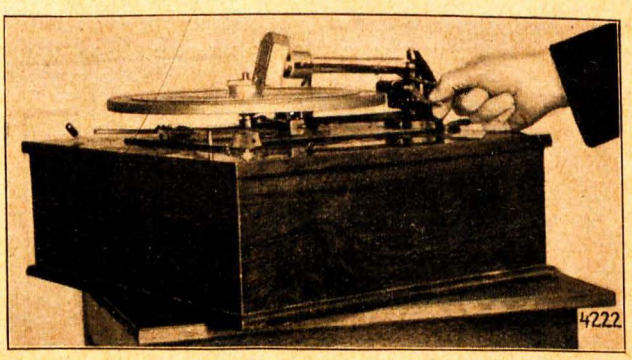


Abb. 2. Plattenschneidgerät mit Einrichtung zum Schneiden von Einlaufrillen

[2]) „Funk" 1934, Heft 6, S. 109 ff.

[3]) Eine Ausnahme macht der bereits in der Einleitung genannte Aufsatz, der diese Fragen sehr eingehend behandelt.

keine Schwierigkeit; da wir aber natürlich schon bei der Aufnahme daran denken müssen, daß die beiden einander so unähnlichen Gebilde, Filmstreifen und Schallplatte, später synchron vorgeführt werden sollen, müssen wir auch schon bei der Aufnahme dafür sorgen, daß wir die für den richtigen Einsatz erforderlichen Merkmale (Startzeichen) später leicht und mit absoluter Sicherheit wiederfinden — und zwar ohne langes Probieren.

Als Schallplattenaufnahmegerät wird eine der handelsüblichen Ausführungen verwendet, sie muß aber eine Einrichtung zum Schneiden von sog. „Einlaufrillen" haben, also Rillen mit breiterem Abstand (Abb. 2); zweckmäßig ist es, die Platten von innen nach außen zu bespielen, da dann die Beseitigung des Spanes keinerlei Schwierigkeiten

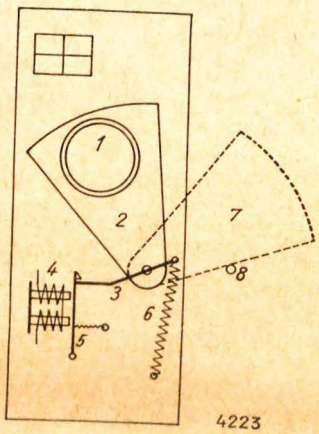


Abb. 3. Schema der Kamera-Auslösung durch einen Elektromagneten

macht. Der Start auf unserer Platte wird also durch eine breitere Rille gekennzeichnet, die bei dem abgebildeten Gerät durch Drehen einer kleinen Handkurbel bzw. durch eine vorübergehende Beschleunigung des Vorschubs der Schneiddose erreicht wird. Die Kamera, die ja meist in einem anderen Raume steht, wird elektromagnetisch ausgelöst. Wie Schema und Photo zeigen (Abb. 3, 4 und 5),

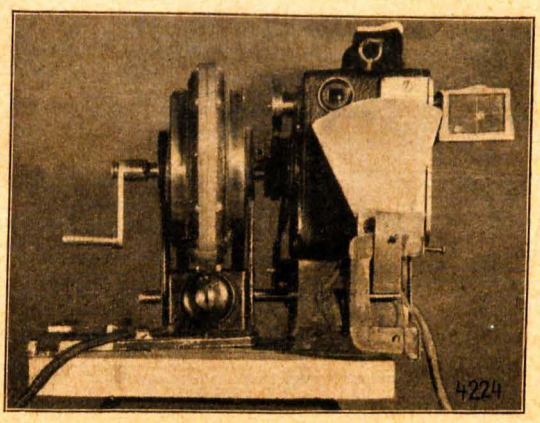


Abb. 4. Ansicht der Kamera mit angebautem Synchronmotor und elektromagnetischer Auslösung, startbereit

befindet sich vor dem Objektiv der Kamera eine Art ausschwenkbare Verschlußblende, die zunächst das Objektiv abdeckt und die Belichtung des Films verhindert. Im Augenblick des „Starts", wo also der „Tonmeister" die Einlaufrille schneidet, betätigt er einen Druckknopf, der den Elektromagneten an der Kamera auslöst und so bewirkt, daß das Objektiv freigegeben wird und die Belichtung beginnt. Das erste belichtete Filmbild ist also das sog. Startbild, es stimmt mit einem Punkte der Einlaufrille überein. Welcher Punkt das ist, kann mit einer be-

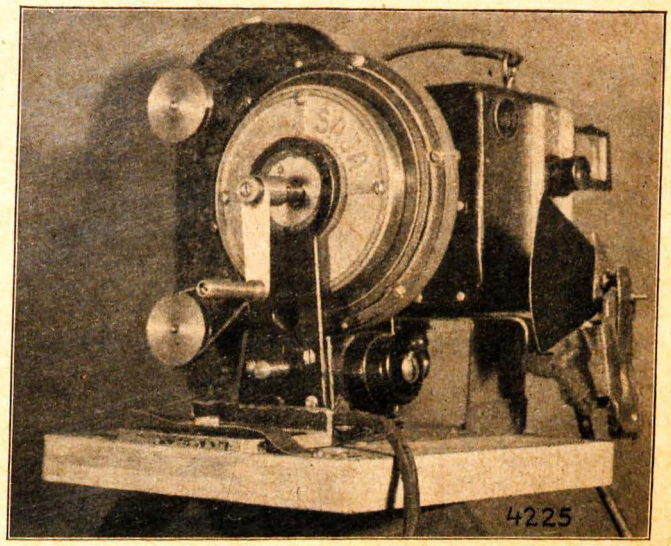


Abb. 5. Kamera nach erfolgtem Start, das Objektiv ist freigegeben

sonderen Einrichtung bei der ersten Vorführung leicht festgestellt werden — hierauf kommen wir noch zurück. Als Elektromagnet kann ein ausgedientes elektrisches Läutewerk samt Anker verwendet werden, oder aber man benutzt einen sog. Zählmagneten; das sind Elektromagnete mit Zählwerk, die aus alten Fernsprech-Vermittlungsämtern stammen (Gesprächzähler). Ein solcher Magnet ist für wenige Groschen beim Funkhändler zu haben, er ist — wie schon aus dem früheren Verwendungszweck hervorgeht — Präzisionsarbeit und für unsere Zwecke sehr gut brauchbar.

Eine Tonfilmaufnahme mit der beschriebenen Einrichtung geht nun wie folgt vor sich:

Nachdem die Kamera mit dem Synchronmotor verbunden und ihr einwandfreier Lauf — zunächst ohne Film — ausprobiert wurde, wird der Auslösemagnet angebracht, eine Leitungsschnur bis zum Platz des Tonmeisters gezogen und festgestellt, ob der Magnet auch richtig auslöst. Als Stromquelle verwendet der Verfasser einfach das Wechselstromnetz unter Vorschaltung einer Heizsonne von 500 Watt Stromverbrauch; bei 220 Volt fließen dann etwa 2,2 Ampere durch die Spule des Magneten, die ein kräftiges Zugmoment ergeben. Daß dabei nichts passieren kann, dafür sorgt die vorgeschaltete Heizsonne (es kann übrigens auch ein Bügeleisen, ein Kochtopf oder dgl. sein), denn selbst wenn wir in unserer Schaltung einen Kurzschluß haben, kann keine Sicherung durchbrennen, da der vorgeschaltete Stromverbraucher für die volle Netzspannung bemessen ist. Der verwendete Druckknopf muß Starkstromkontakte haben, er ist als „Lichtdruckknopf" beim Elektroinstallateur zu haben.

Der Tonmeister hat inzwischen Mikrophon, Vor- und Hauptverstärker, Schneidgerät und etwaige Hilfsgeräte aufgebaut und seine Leitungen gezogen. Zuerst wird selbstverständlich eine Probeplatte geschnitten und sofort abgehört; beim Schneiden dieser Probeplatte soll die Kamera (ohne Film) mitlaufen, um festzustellen, ob nicht etwa ihr Geräusch mit auf die Platte kommt; gegebenenfalls muß das Mikrophon einen anderen Platz erhalten.

Ist die Probeplatte gut gelungen, so wird die Filmspule eingelegt und alles für die Synchronaufnahme fertiggemacht. Die Darsteller begeben sich auf ihre Plätze, Tonmeister und Kameramann verständigen sich, daß sie startbereit sind. Zuerst wird das Schneidgerät angeworfen, die Dose aufgesetzt und der einwandfreie Ablauf des Spanes festgestellt. Läuft das Schneidgerät richtig, so ruft der Tonmeister dem Kameramann zu „Fertig" oder auch wie die

Berufsleute „Fahren". Hierauf wirft der Kameramann die Kamera an und wartet mehrere Sekunden, bis der Einlaufstreifen mit Sicherheit durch das Belichtungsfenster hindurchgelaufen ist, damit nicht das „Startbild" auf den Einlaufstreifen fällt. Sodann ruft der Kameramann „Achtung, Aufnahme", was sowohl für den Tonmeister als auch für die Darsteller gilt. Der Tonmeister hat die linke Hand am Auslösedruckknopf des Kameramagneten, die rechte an der Kurbel zum Schneiden der Einlaufrille. Sobald er das Wort „Aufnahme" hört, dreht er seine Kurbel und löst gleichzeitig die Kamera bzw. die Belichtung aus. Die Darsteller sehen am Fallen der Klappe, daß sie nun mit dem Sprechen beginnen können — ein Zuruf muß jetzt unbedingt vermieden werden, da er mit auf die Platte kommen würde.

Wie die Praxis gezeigt hat, werden bei diesem Verfahren im allgemeinen kaum mehr als 10 bis 20 Rillen auf der Platte blind geschnitten; da eine 25-cm-Platte für eine 30-m-Filmspule nicht voll ausgenützt wird, braucht man gar nicht ängstlich zu sein. Selbstverständlich muß der Kameramann die Filmzähluhr genau beobachten und den Darstellern rechtzeitig optisch das Schlußzeichen geben, damit nicht mitten im Satz plötzlich der Film zu Ende ist, während die Platte weiterläuft. In der Regel wird man ja den Inhalt der Aufnahme vorher genau festlegen, so daß der Kameramann nur darauf zu achten braucht, daß die Darsteller bei der Aufnahme das gleiche Tempo einhalten wie bei den Proben. Wenn alles gut geklappt hat, sind wir also jetzt im Besitz einer Synchronaufnahme; die Platte können wir natürlich sofort abhören — im übrigen müssen wir uns gedulden, bis der Film aus der Umkehranstalt kommt. Wir tun übrigens gut, in die Filmbüchse einen Zettel zu legen: „Synchronaufnahme, es darf nichts abgeschnitten werden".

Bis der Film zurückkommt, wollen wir uns das Vorführgerät etwas näher ansehen. Wir verwenden bei der Vorführung unseren Kameramotor zum Antrieb des Projektors und einen Synchronmotor von 80 U/min für die Platte. Leider müssen wir für die Vorführungseinrichtung einen zweiten Plattenmotor anschaffen, da dieser verschiedene Umänderungen über sich ergehen lassen muß, die das einwandfreie Arbeiten beeinträchtigen würden, wenn man sie am Schneidgerät anbringen wollte. Für die Vorführung reicht die stärkste Ausführung der Synchron-Motoren gerade aus; ein schwacher Motor, z. B. ein sogenannter Plattenspielmotor, ist keinesfalls kräftig genug — die Gründe hierfür sollen sogleich erläutert werden.

Die von uns verwendeten Synchronmotoren müssen von Hand angeworfen werden; wie das Schema (Abb. 6) des Plattenmotors zeigt, hat er zwei Plattenteller (1 und 2), von denen der untere (1) sehr schwer, der obere (2) sehr leicht ist. Zwischen beiden befindet sich eine Reibungskupplung

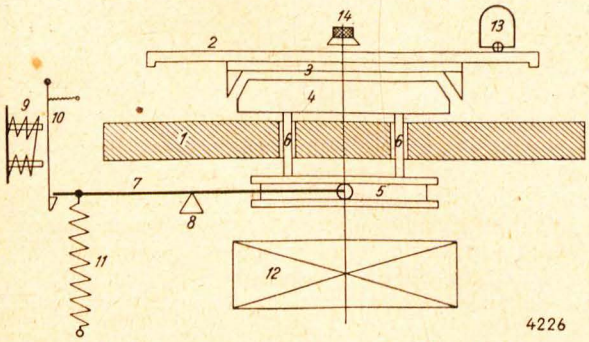


Abb. 6. Schema der Plattenteller-Kupplung

(Konuskupplung) 3, 4, die bewirkt, daß nach dem Anwerfen zunächst der Motor mit dem unteren Plattenteller allein läuft; nach dem Einrücken der Kupplung wird der obere Plattenteller (mit aufgesetzter Abtastdose (Abb. 7) ruckartig mitgenommen. Betätigt wird die Konuskupplung durch einen unterhalb des schweren Plattentellers laufenden Ring (Abb. 8), der mit dem Innenteil der Kupplung (4) durch drei Distanzstifte (6,6) fest verbunden ist; diese Distanzstifte, von denen im Schema nur zwei gezeichnet

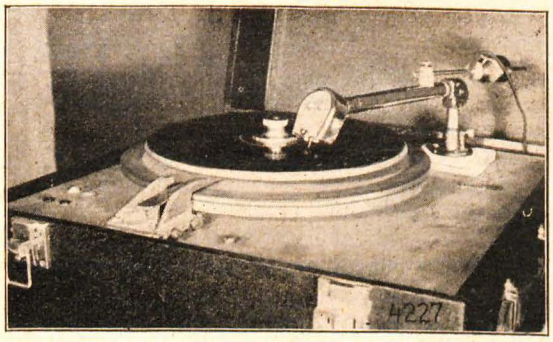


Abb. 7. Plattenspielgerät mit zwei Plattentellern übereinander und Hebel zum Auslösen der Kupplung

sind, gehen lose durch den unteren Plattenteller hindurch. Der Ring 5 wird durch ein Hebelgestänge 7, das bei 8 seinen Drehpunkt hat, bewegt; der Elektromagnet 9 (Zählmagnet wie oben beschrieben) bzw. sein Anker 10 hält den Hebel 7 fest, bis ein ankommender Stromstoß ihn freigibt,

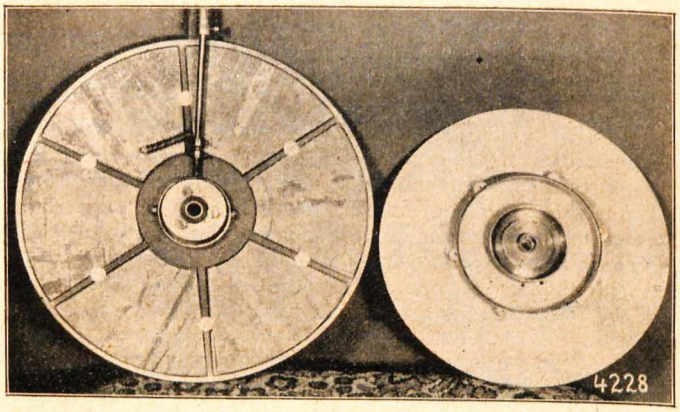


Abb. 8. Links der mit Blei ausgefüllte schwere, rechts der leichte (obere) Plattenteller, von unten gesehen

worauf unter der Einwirkung der Feder 11 die Kupplung augenblicklich eingreift und den Plattenteller 2 mitreißt. Der Synchronmotor ist in unserem Schema mit 12, die Abtastdose mit 13 und die Kordelmutter zum Festhalten der Platte mit 14 bezeichnet. Es sei zugegeben, daß die beschriebene Kupplung schwierig zu bauen ist; vielleicht entschließt sich eine einschlägige Firma, Motoren mit angebauter Kupplung auf den Markt zu bringen. Unter der Voraussetzung, daß genügend Interessenten da sind, könnten sie zu einem durchaus erschwinglichen Preis geliefert werden.

Es war oben von einem Stromstoß die Rede, der die Kupplung auslösen soll; er wird vom Film gegeben durch eine Kontakteinrichtung, die wir ebenfalls im Schema zeigen (Abb. 9). Sie muß natürlich für jeden Projektortyp etwas anders ausgeführt werden, ist aber leicht zu bauen. Der Film 1 enthält eine Randkerbe 2 und gleitet mit seinem Rand an einer kleinen Stahlrolle 3 entlang, die auf der Führungsstange 4 so angebracht ist, daß sich das Ganze um etwa 2 mm in der Längsrichtung (also im Bilde nach rechts und links) bewegen kann. Die Rolle 3 wird dabei durch die Feder 7 leicht an den Film gedrückt. Auf der Führungsstange ist der Kontaktring 5, 6 angebracht, der

ungefähr die Form eines Stellringes hat und die Kontaktscheibe 8 berührt, wenn die Rolle 3 in die Randkerbe 2 eingedrungen ist. Bei 9 ist eine Kordelschraube angedeutet- mit der die ganze Kontakteinrichtung, die auf einer

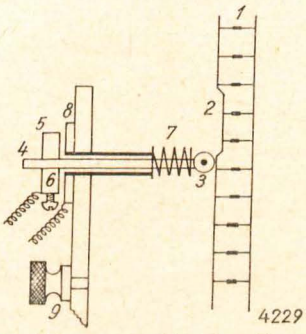


Abb. 9. Schema des Projektor-Kontaktes

Platte aus Isolierstoff aufgebaut ist, in der Nähe des Bildfensters am Projektor befestigt wird. Mit dieser Einrichtung haben wir also die Möglichkeit, unsere Tonfilmplatte in dem Augenblick ruckartig anzuwerfen, in dem die Randkerbe des Films am Projektorkontakt vorbeigeht (Abb. 10).

Nun fehlt uns nur noch die bereits erwähnte Einrichtung, die die genaue Festlegung des Startpunktes in der Einlaufrille der Platte gestattet. Auch sie ist verhältnismäßig einfach und kann leicht gebaut werden. Der erwähnte Motor von 120 U/min, den wir für Kamera und Projektor verwenden, ist so in eine Art Lagerbock eingebaut, daß sein Stator (also der normalerweise feststehende Teil) drehbar gemacht werden kann. Der Außenrand des Statorgehäuses

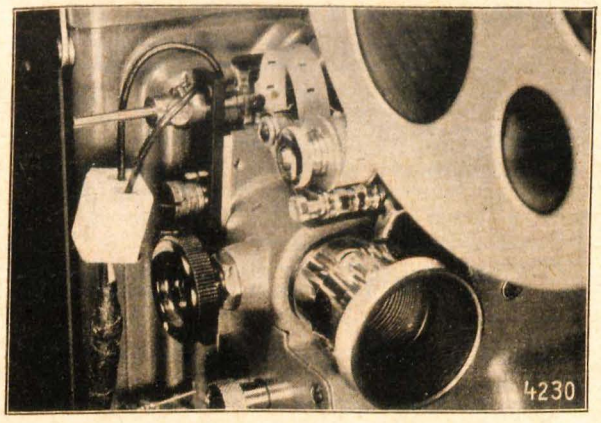


Abb. 10. Anbringung der Kontakteinrichtung am Projektor, die Randkerbe des Films steht kurz von der Kontaktrolle

wird zu diesem Zweck auf der Drehbank mit einer Kordelung versehen und ein Gummireibrad auf einer besonderen Welle angebracht, so daß mittels einer Kurbel der Stator in beiden Richtungen gedreht werden kann (Abb. 11). Die Stromzuführung zum Stator kann dabei unbedenklich durch eine entsprechend lange Zuleitungsschnur erfolgen, da stets nur wenige Umdrehungen erforderlich sind. Wer ganz korrekt arbeiten will, kann natürlich auch zwei Schleifringe mit Bronzefedern für die Stromzuführung anbringen. Diese Einrichtung mit dem drehbaren Stator gibt uns die Möglichkeit, den Synchronismus, also die Übereinstimmung von Bild und Ton, während der Vorführung einzustellen bzw. zu korrigieren. Auch wenn die Abtastdose eine Rille überspringt oder eine Rille zweimal spielt, können wir den Synchronismus stets wieder herstellen.

Die erstmalige Vorführung einer Tonfilmaufnahme geht nun wie folgt vor sich. An den Anfang des Films wird ein längerer Vorspann geklebt, damit man genügend Zeit hat, den Antriebsmotor des Projektors (der unverändert beibehalten wird) so einzuregeln, daß er im wesentlichen den Antrieb übernimmt und daß der angekuppelte Synchronmotor nur als „Tritthalter" dient. Der Plattenmotor wird zuerst in Betrieb gesetzt, die Kupplung ist ausgerückt, die Nadel der Abtastdose in der Mitte der Einlaufrille eingesetzt — diese Stelle wird durch einen Tuschestrich bezeichnet. Im Film wird, wie das Schema des Projektorkontaktes zeigt, eine Randkerbe so angebracht, daß das erste belichtete Bild gerade im Bildfenster des Projektors steht, wenn die Randkerbe der Gleitrolle der Kontakteinrichtung gegenübersteht. Nun wird auch der Projektor eingeschaltet und der Synchronmotor zugeschaltet

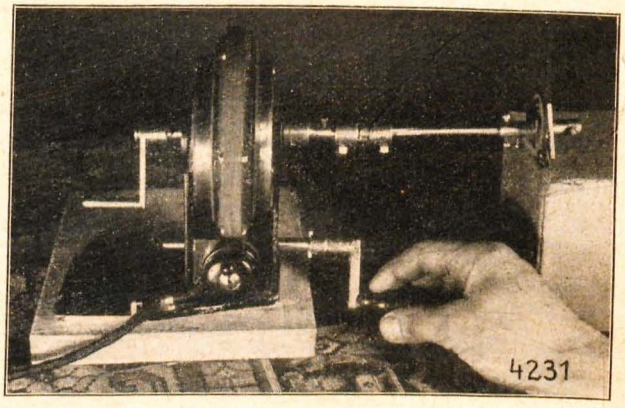


Abb. 11. Motor mit drehbarem Stator für Projektorantrieb

(nicht umgekehrt); wenn alles in Ordnung ist, hört man bei Erscheinen des ersten Filmbildes das Einfallen der Kupplung und die Platte läuft an. Der Vorführer hat jetzt die Hand an der Kurbel der Statorverstellung, er merkt bei den ersten Tönen sofort, ob Bild und Ton genau übereinstimmen. Wenn nicht, hilft er durch wenige Umdrehungen nach rechts oder nach links nach. Da der richtige Startpunkt der Platte unbedingt auf der Einlaufrille liegen muß (vergl. den Start bei der Aufnahme), und da auf diese Rille (wie natürlich auf jede Rille der ganzen Platte) anderthalb Umdrehungen der Achterwelle des Projektors kommen (80 : 120), sind als Maximum dreiviertel Umdrehungen des Stators entweder nach links oder nach rechts erforderlich, bis der Synchronismus gefunden ist. Man kann auf dem Stator eine Zahleneinteilung 1 bis 8 anbringen, die dann angibt, um wieviel Filmbildchen die Randkerbe nach vorn oder nach hinten verlegt werden muß; da die Randkerbe noch im Vorspann bzw. im Titel liegt, ist das leicht möglich. Bemerkt sei hier gleich noch, daß die beschriebene Einrichtung auch für die pausenlose Vorführung längerer Tonfilme verwendet werden kann. Da die Synchronisierung des bereits laufenden Films mit dem ebenfalls bereits laufenden Plattenmotor (also auch der Platte) erst in dem Augenblick vorgenommen wird, in dem das Startbild durch das Bildfenster des Projektors geht, und dieser Vorgang natürlich beliebig oft wiederholt werden kann, läßt sich nach Ablauf der ersten Platte ein zweites gleichartiges Plattengerät synchron einschalten, dann nach dessen Ablauf wieder das erste mit einer neuen Platte usw.; man kann also eine ganze Filmspule pausenlos synchron vorführen. Sollte es einmal das Unglück wollen, daß eine Platte absolut nicht laufen will oder daß wiederholt Rillen übersprungen werden, so daß der Vorführer beim besten Willen nicht in den Synchronismus hineinkommt, so kann er ruhig den Anlauf der nächsten Platte abwarten, er wird bestimmt synchron erfolgen, denn bei jeder neuen Platte werden Bild und Ton durch die im Film angebrachte Randkerbe neu synchronisiert.

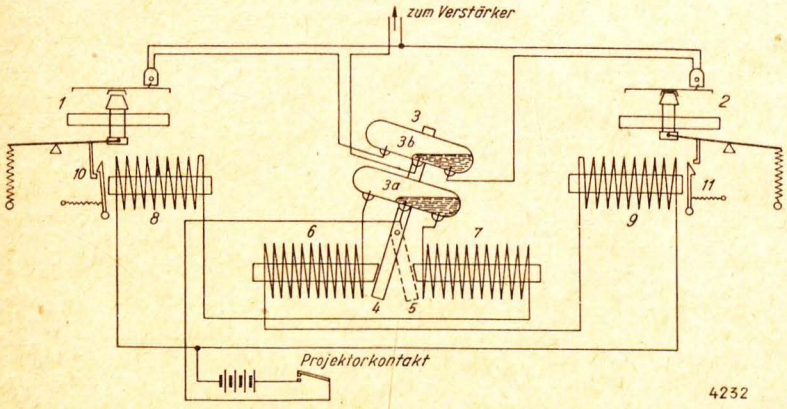


Abb. 12. Gesamtschaltbild der elektromagnetischen Auslösung für zwei Plattenspielgeräte zur pausenlosen Vorführung längerer Tonfilme

Für die pausenlose Vorführung längerer Tonfilme sind naturgemäß zwei gleiche Schallplattengeräte erforderlich. Sie werden abwechselnd eingeschaltet, und eine sinnreiche Einrichtung in Form eines Quecksilberschaltrelais sorgt dafür, daß die vom Projektor kommenden Stromstöße abwechselnd das erste und das zweite Plattengerät auslösen. Auch die notwendige Überblendung bzw. Umschaltung von Abtastdose 1 zu Abtastdose 2 wird durch dieses Relais besorgt. Sehen wir es uns einmal genauer an:

In dem Schema (Abb. 12) sind 1 und 2 die beiden Schallplattengeräte mit elektromagnetisch einschaltbarer Kupplung, entsprechend dem in Abb. 6 gezeigten Schema. Mit 3 ist ein Quecksilberschalter bezeichnet, der zwei dreipolige Schaltröhren 3 a und 3 b enthält, die der besseren Übersicht halber übereinander gezeichnet sind, in Wirklichkeit aber nebeneinander liegen. Die beiden Schaltröhren sind an einem schwingenden Hebel befestigt, der den Anker eines doppelten Magnetsystems bildet und dessen beide Endstellungen mit 4 und 5 bezeichnet sind. Wird die Spule 6 erregt, so zieht sie den Anker in die Stellung 4, während ihn die Spule 7 in die Stellung 5 (gestrichelt) zieht. Die beiden Quecksilber-Schaltröhren kippen dementsprechend nach rechts oder nach links und werden in diesen Stellungen durch das Gewicht des Quecksilbers genügend festgehalten.

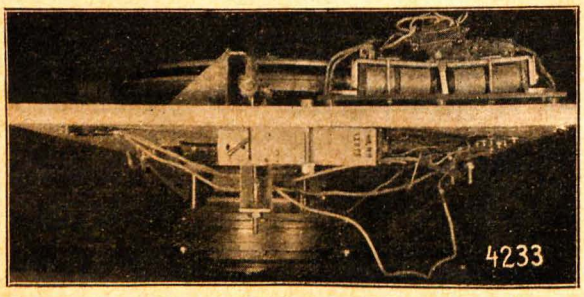


Abb. 13. Plattenspielgerät mit Kupplung, Kupplungsmagnet und Quecksilber-Schaltrelais

Wie man aus dem Stromverlauf sieht, erfüllen die Schaltröhren einen doppelten Zweck; die untere (3 a) bewirkt, daß die vom Projektor kommenden Stromstöße einmal die Magnetspule 6 und das andere mal die Spule 7 treffen, so daß das bewegliche System einmal nach rechts, einmal nach links gekippt wird. Die obere Schaltröhre (3 b) schaltet in der gezeichneten Stellung die Abtastdose des Schallplattengerätes 2 auf den Verstärker, in der anderen Stellung die Abtastdose des Schallplattengerätes 1. Von den beiden Magnetspulen 8 und 9, die die Auslösung der Plattentellerkupplungen bewirken, ist natürlich auch nur jeweils eine in den Stromkreis eingeschaltet, im gezeichneten Falle die Spule 8, die mit der Spule 7 in Reihe liegt. Der nächste vom Projektor ausgelöste Stromstoß würde also die Spule 8 treffen und die Platte 1 auslösen; gleichzeitig wird das schwingende System durch die Spule 7 in die andere Stellung gekippt, es wird also der Verstärker auf die Abtastdose 1 geschaltet und außerdem für den übernächsten Stromstoß der richtige Weg festgelegt.

Dieses Zusatzgerät, das nach der Beschreibung vielleicht etwas kompliziert erscheint, ist in Wirklichkeit recht einfach. Es arbeitet vollkommen selbsttätig; der Vorführende braucht weiter nichts zu tun, als jeweils die abgespielte Platte abzunehmen, eine neue aufzulegen und die Abtastdose im Startpunkt aufzusetzen.

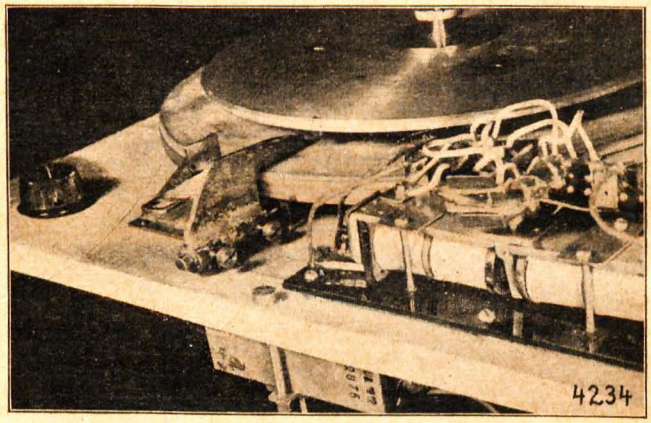


Abb. 14. Auslösungsmagnet und Kupplungshebel, Ansicht von oben

Selbstverständlich muß vor dem Abnehmen der Platte die betreffende Kupplung ausgerückt werden. Der Nadelwechsel und das Aufsetzen der Dose auf die neue Platte können sich niemals störend bemerkbar machen, da ja die betreffende Dose stets ausgeschaltet ist. Der Umschaltvorgang ist als ein schwaches Knacken im Lautsprecher hörbar, das nicht weiter störend wirkt, zumal da es nur alle 3 bis 4 Minuten einmal erfolgt.

Man kann also mit dieser Einrichtung beliebig lange Filme vollkommen synchron vorführen, wobei die zwei

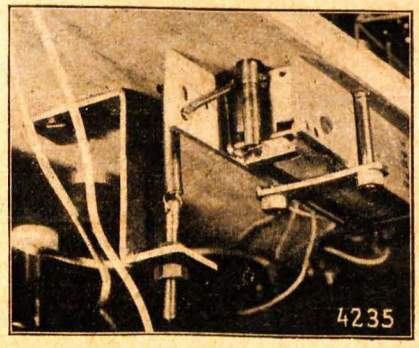


Abb. 15. Auslösungsmagnet, Ansicht von unten

Schallplattengeräte außerhalb des Zuschauerraumes aufgestellt werden können, so daß man sie bei voller Beleuchtung bequem bedienen kann. Der Projektor kann ruhig sich selbst überlassen bleiben, da die Stromstöße, die das Einschalten der Platten bewirken, zwangsläufig vom Film aus-

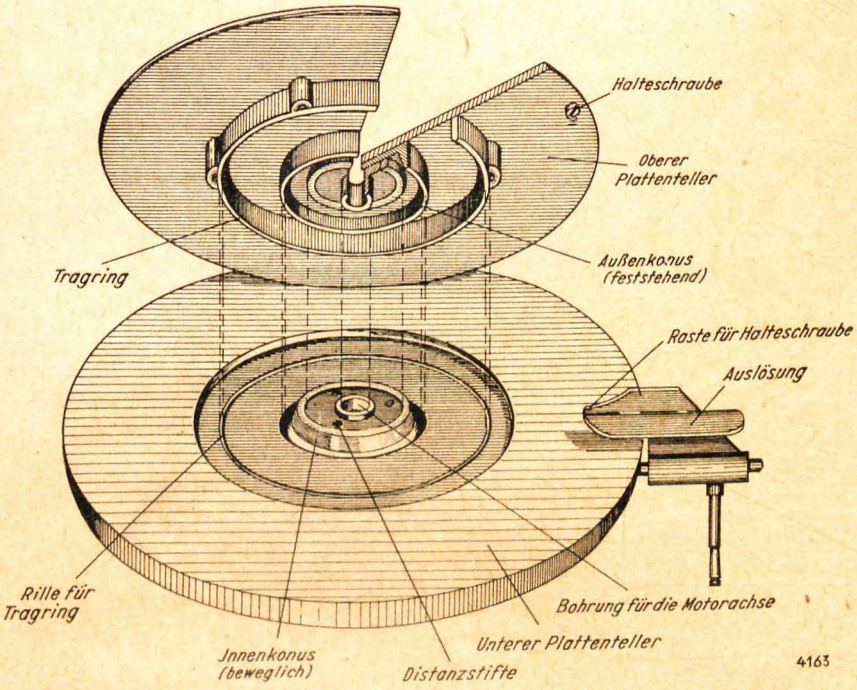


Abb. 16. Aufbau der Kupplungseinrichtung. Das Bild zeigt vor allem die Plattenteller

sowohl zu vorhandenen Schallplatten das Bild nachsynchronisieren als auch zu stumm aufgenommenen Filmen eine ganz raffinierte Musik-, Sprach- und Geräuschbegleitung aufnehmen kann, sei noch nebenbei erwähnt.

Der Verfasser hofft, seinen Lesern alles Wissenswerte über die synchrone Aufnahme von Nadeltonfilmen und über die dazu erforderlichen Gerät gesagt zu haben, ist aber selbstverständlich zu weiteren Auskünften gern bereit. Wenn auf die eigentliche Tonaufnahme (Plattenschneiden) hier nicht eingegangen wurde, so geschah dies einerseits aus Gründen der Raumersparnis, andererseits deshalb, weil dieses Gebiet bereits in zahlreichen Aufsätzen und auch in Büchern behandelt worden ist. Zweckmäßig dürfte es sein, wenn sich jeweils zwei Amateure zusammentun, von denen der eine als Kameramann (und Regisseur), der andere als Tonmeister fungiert.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

gelöst werden. Zwischen Projektor und Tongeräten ist nur eine gewöhnliche zweiadrige Leitung erforderlich. In der Regel wird der Vorführende wohl die Geräte so aufstellen, daß er zwischen Projektor und Tongeräten hin- und herpendeln kann; er wird vor allem stets beim Beginn einer neuen Platte am Projektor sein, um sofort an der Synchronisierkurbel nachzuhelfen, falls einmal der Start einer Platte nicht ganz klappt. Selbstverständlich muß der Lautsprecher bei der Vorführung entweder hinter der Projektionsleinwand oder dicht neben dem Bild stehen, damit die Zusammengehörigkeit von Bild und Ton gewahrt wird.

Soll ein zusammenhängender Tonfilm, der mehrere Platten umfaßt, aufgenommen werden, so wird man es stets einrichten können, daß der Plattenwechsel mit einem Szenenwechsel zusammenfällt, oder daß irgendein Geräusch (Türklingel, Straßenlärm, fahrendes Auto oder dergl.) sowohl das Ende der einen als auch den Anfang der nächsten Platte bildet, wobei dann das durch den Plattenwechsel verursachte knackende Geräusch vollkommen überdeckt wird. Die Einrichtung kann auch dazu benutzt werden, stumm aufgenommene Filme „synchron" zu untermalen, indem man die verschiedensten Industrieschallplatten (Musik, Geräusche usw.) durch Randkerben im Film auslöst; man hat dann Gewähr dafür, daß die gewünschte Platte stets im richtigen Augenblick einsetzt. Bei geschickter Auswahl der Platten kann man auf diese Weise auch mit gekauften Schallplatten und stumm aufgenommenen Filmen den Eindruck von Synchron-Aufnahmen erwecken (wie der Verfasser durch gelegentliche Vorführungen bewiesen hat). Daß man mit den beschriebenen Geräten

Verbesserungen am Dreiröhren-Dreikreis-Allstrom-Empfänger

In dem obengenannten Aufsatz von Herbert Lennartz („Funk" 1936, Heft 20, S. 645) ist in der Abb. 2 folgendes richtigzustellen:

Zwischen dem Anschlußpunkt des Widerstandes R_{14} und dem Anschlußpunkt des Kondensators C_2 an die zum Gitter der CF 3 führenden Leitung ist ein Blockkondensator von 100 pF einzuschalten, da das Gitter sonst Erdpotential erhalten würde. — Außerdem ist das Gitter der CBC 1 über einen Widerstand von 1 MΩ mit Minus zu verbinden.

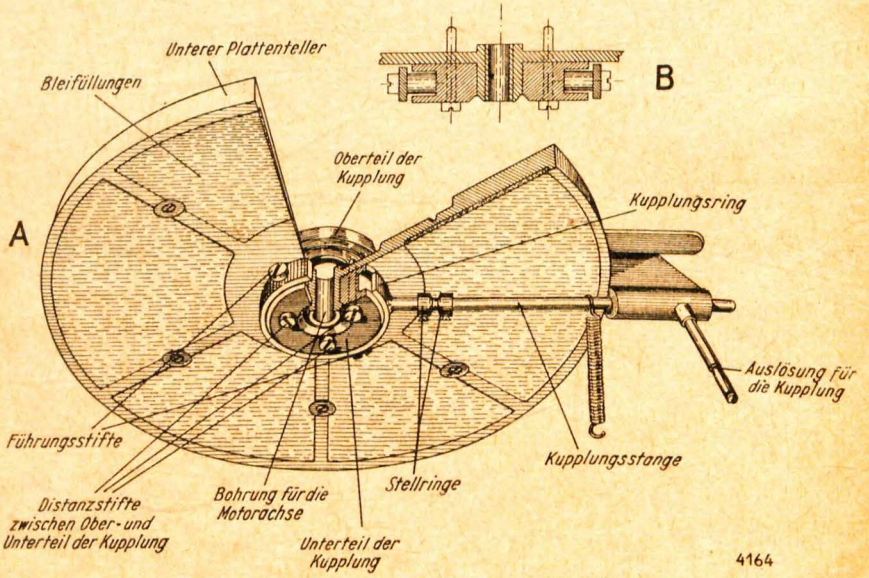


Abb. 17. Der große untere Plattenteller, von unten gesehen. A. Unterer Plattenteller mit Kupplungsteilen. B. Schnitt durch Unterteil der Kupplung mit Kupplungsring und Führungsstiften

Zweikreis-Vierröhren-Batterie-Empfänger für 2-Volt-Röhren

Von

Hans Sutaner

Bei der Entwicklung des nachbeschriebenen Empfängers wurde darauf Bedacht genommen, für den über keinen Netzstrom verfügenden Bastler (aber nicht für den Bastelanfänger!) ein Gerät zu schaffen, an dem dieser wirklich seine Freude hat. Ein solcher Apparat wird etwa folgende Bedingungen erfüllen müssen:

1. Sparsamer Heiz- und Anodenstromverbrauch. — Der Empfänger verbraucht 0,33 A Heizstrom bei 2 Volt Spannung; durch die eingebaute Anodenstrom-Sparschaltung beträgt der Anodenruhestrom bei einer 90-Volt-Anodenbatterie nur 2,8 mA.

2. a) Ausgezeichnete Trennschärfe und bessere Leistung als die bisher bekannten Zweikreis-Batterie-Empfänger; b) bequeme Bedienung durch absolute Einknopfabstimmung und zuverlässige Eichbarkeit. — Das wurde durch Verwendung hochwertiger, genau vorabgestimmter Spulensätze mit Hochfrequenz-Eisenkern, eines Zweifachkondensator-Aggregats mit genügender Gleichlaufgenauigkeit von ± 0,5 % sowie durch eine große und übersichtliche Feinstellskala erreicht.

3. Verzerrungsfreie Lautstärkeregelung von Hand, um Übersteuerungen der Gleichrichter- und Endröhre bei starken Sendern zu vermeiden, so daß stets eine in Anbetracht der aufgewandten Mittel ausgezeichnete Klangqualität aufrecht erhalten wird. Die Möglichkeit hierzu hat die neue Fünfpol-Regelröhre KF 3 gegeben.

4. Bequeme Wellenumschaltung durch einen zuverlässigen Wellenschalter, der gleichzeitig den Empfänger aus- und einschaltet, die Skalenbeleuchtung umschaltet und auch auf Schallplattenwiedergabe umstellt, die ebenfalls vorgesehen ist. Größte Preiswürdigkeit durch den Selbstbau.

Das diesen Forderungen gerecht werdende Gerät bringt ganz ausgezeichneten Fernempfang, der durch den reinen Batteriebetrieb sehr störungsarm ist, so daß der Empfänger immer noch recht befriedigend arbeitet, wenn der Empfang mit einem hochwertigen netzbetriebenen Super trotz Stördämpfer und Schwundausgleich durch Störgeräusche bereits empfindlich beeinträchtigt wird.

Die Schaltung

Die Schaltung unseres Batterie-Empfängers zeigt Abb. 1. *Sp* ist ein käuflicher Einbausperrkreis mit großer Sperrtiefe, der meist nur lose über A_2 bzw. A_3 angekoppelt zu werden braucht. In den Antennenkreis des Hochfrequenz-Spulensatzes F 141 sind bereits zwei Antennenvorsatzspulen eingebaut, deren Selbstinduktion für den Mittelwellenbereich etwa 0,9 mHy, für den Langwellenbereich etwa 9 mHy beträgt, und die die Antennenresonanz derart verschieben, daß die Abstimmung des ersten Gitterkreises von der benutzten Antenne fast nicht mehr beeinflußt wird. Außerdem wird durch die Zusatzspulen die Leistung des Empfängers an kurzen Antennen erhöht.

Die Kontakte des Wellenschalters sind in Abb. 1 mit Zahlen bezeichnet, denen kleine Buchstaben beigestellt sind; „*o*" bedeutet obere Kontaktreihe, „*u*" untere Kontaktreihe des Schalters. In welchen Stellungen die Kontakte geschlossen sind, zeigt das der Abb. 1 beigefügte Schema des Nockenschalters.

Die im Eingangskreis befindliche Fünfpol-Regelröhre KF 3 besitzt einen Regelspannungsbereich von 15 Volt, der in einfacher Weise einer in den Empfänger eingebauten Gitterbatterie *GB* von 15 Volt entnommen wird. Als Spannungsteiler dient ein Hochohm-Drehspannungsteiler P_1, der mit 100 kOhm so groß gewählt wurde, daß er die Gitterbatterie während des Betriebes kaum belastet. P_1 wird außerdem durch Kontakt 5 *u* des Wellenschalters nur nach Einschaltung des Empfängers (auf Mittel- und Langwellen) parallel zur Gitterbatterie geschaltet, so daß dieser bei ausgeschaltetem Gerät und bei

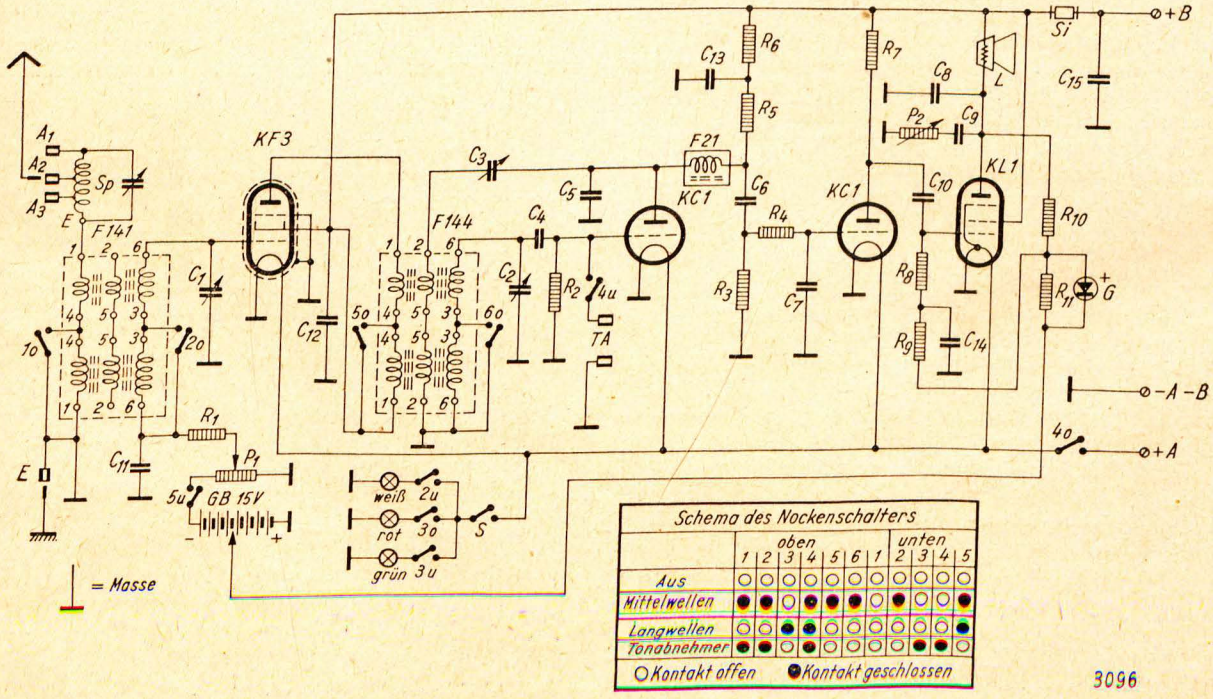


Abb. 1. Die Schaltung des Empfängers. C_1, C_2 = 500 cm, C_3 = 250 cm, C_4, C_5, C_7 = 100 pF, C_6, C_8, C_{10} = 2000 pF, C_9 = 0,05 µF, C_{11}, C_{12} = 0,1 µF, C_{13}, C_{14}, = 0,5 µF, C_{15} = 1 ... 2 µF, R_1 = 50 kOhm, R_2, R_3, R_7, R_8, = 1 Megohm, R_4, R_5, R_6 = 100 kOhm, R_9 = 200 kOhm, R_{10} = 500 kOhm, R_{11} = 300 kOhm; P_1 = 100 kOhm, P_2 = 50 kOhm log.

Schallplattenwiedergabe über P_1 überhaupt kein Strom entnommen werden kann.

Auf den Spulensatz F 144 folgt eine Dreipolröhre KC 1 als Empfangsgleichrichter. C_5 und die kleine Ferrocart-Drossel F 21 bilden eine Hochfrequenzsperre.

Der Niederfrequenzverstärker ist zweistufig mit der zweiten Dreipolröhre KC 1 und der Fünfpol-Endröhre KL 1 in reiner Widerstandsverstärkung aufgebaut. Durch die Entkopplungsglieder R_6 und C_{13} sowie R_9 und C_{14} wird ein völlig stabiles Arbeiten des Empfängers erreicht; R_4 und C_7 sperren etwa noch hinter der Gleichrichterröhre auftretende Hochfrequenz vom Gitter der ersten Niederfrequenzröhre ab.

Die Kondensatoren C_5, C_7 und C_8 sorgen durch Abflachung der hohen Frequenzen für eine angenehme, aber immer noch helle Klangfarbe, die durch P_2 stufenlos je nach Geschmack weiter verdunkelt werden kann.

Im Anodenkreis der Endröhre KL 1 finden wir schließlich die vom Batterie-Volksempfänger wohlbekannte Anodenstrom-Sparschaltung mit Hochfrequenz-Trockengleichrichter G. Die stark negative Grundgittervorspannung für KL 1 wird der Gitterbatterie GB entnommen und dem Gitter über R_{11} mit parallelgeschaltetem Gleichrichter G, R_9 und R_8 zugeführt. Die während des Empfangs einer Sendung an der Anode von KL 1 auftretende Tonfrequenz gelangt über R_{10} aber auch an G und wird dort gleichgerichtet. Der auftretende Richtstrom erleidet an R_{11} einen Spannungsabfall und wirkt der Grundgitterspannung entgegen, verringert also die am Gitter von KL 1 wirksame negative Spannung. Die Endröhre arbeitet hierdurch immer an einem solchen Arbeitspunkt, daß die auftretenden Spannungsamplituden bei einem günstigsten Verhältnis zwischen Vorspannung und Anodenstrom verzerrungsfrei verarbeitet werden.

Der Kontakt 4*o* dient als Ein- und Ausschalter und muß somit in den drei Stellungen „Mittelwellen", „Langwellen" und „Tonabnehmer" geschlossen sein. Durch 4*u* wird der Tonabnehmer, der also dauernd angeschaltet bleiben kann, ans Gitter der ersten KC 1 gelegt, die alsdann als erste Niederfrequenzröhre arbeitet. Damit bei Schallplattenwidergabe der Rundfunkempfang nicht durchschlagen und stören kann, werden in dieser Stellung des Nockenschalters die Kontakte 1*o* und 2*o* des Spulensatzes F 141 geschlossen (Rundfunkwellen), während die Kontakte 5*o* und 6*o* des Spulensatzes F 144 geöffnet bleiben (Langwellen). Hierdurch ist ein Rundfunkempfang unmöglich. Die Kontakte 2*u*, 3*o* und 3*u* schalten schließlich als sichtbares Zeichen verschiedenfarbige Skalenlämpchen ein (Rundfunk: weiß, Langwellen: rot, Tonabnehmer: grün). Da die Lämpchen aber immerhin Strom verbrauchen, ist noch ein Sonderschalter S vorgesehen worden, durch den die Skalenbeleuchtung für sich abgeschaltet werden kann.

Der gekapselte Wellenschalter

Die im Handel erhältlichen Spulensätze mit eingebautem Wellenschalter sind sämtlich wesentlich teurer als Spulensätze gleicher Güte ohne Umschalter. Wir haben deshalb letztere in bester Ausführung in Verbindung mit einem zur Funkausstellung 1935 neu herausgekommenen, sehr vielseitig verwendbaren Nockenschalter (Abb. 2) benutzt, der obendrein sehr preiswert ist. Dieser Schalter gibt uns die Möglichkeit, sämtliche im Empfänger notwendigen Umschaltungen auszuführen und übernimmt gleichzeitig — wie bereits im vorigen Abschnitt ausgeführt — Ein- und Ausschaltung des Gerätes sowie die Umschaltung auf Schallplattenwiedergabe. Der Wellenschalter besitzt 11 Kontakte, die in Trolitul staubsicher gekappselt sind, so daß auch nach längerem Gebrauch eine unsichere Kontaktgabe zwischen den Feinsilberkontakten vermieden wird. Es sind fünf gut gerasterte Schaltstellungen vorgesehen, von denen wir vier ausnutzen: 1. Aus. 2. Ein: Mittelwellen. 3. Ein: Langwellen. 4. Ein: Tonabnehmer. Die Kapazität zwischen den einzelnen Kontakten ist außerordentlich gering, so daß wir unbedenklich die Umschaltung beider Abstimmkreise mit einem Schalter vornehmen konnten. Durch geschickte Verteilung der umzuschaltenden Stromkreise auf die Kontakte wird jede unmittelbare Übertragung ausgeschlossen, denn die Umschaltung des ersten Abstimmkreises übernehmen die Kontakte 1*o* und 2*o*, während der zweite Abstimmkreis von den am andern Ende des Schalters befindlichen Kontakten 5*o* und 6*o* umgeschaltet wird. Die dazwischenliegenden Kontakte sind für die Einschaltung der Skalenbeleuchtung usw. ausgenutzt worden (s. Abb. 1).

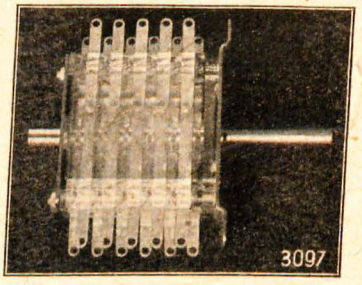


Abb. 2. Der in Trolitul staubdicht gekapselte Wellenschalter

Ehe wir an den Aufbau des Empfängers herangehen, müssen wir zunächst den Wellenschalter entsprechend so herrichten, daß sich in den einzelnen Schaltstellungen die gewünschten Kontakte schließen bzw. öffnen. Diese Arbeit ist mit größter Sorgfalt und unbedingt richtig auszuführen, denn wenn der Schalter falsch arbeitet, muß der Empfänger versagen. Da wir die Kontakte oben und unten nicht verwechseln dürfen, wird in die Metallfrontplatte des Schalters ein „*o*" auf der Seite eingeritzt, die sechs Kontakte trägt. Alsdann wird der Schalter in seine Einzelteile

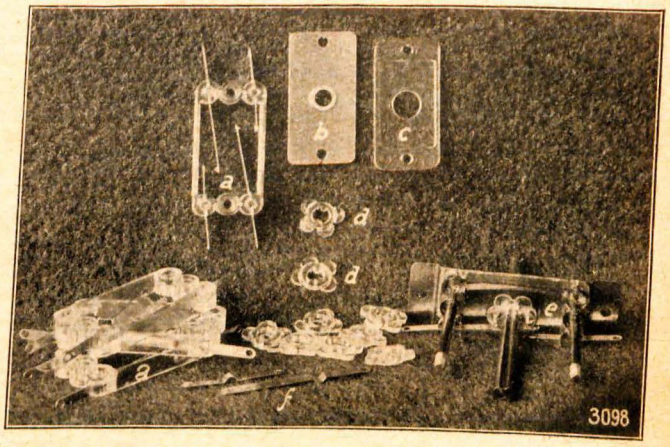


Abb. 3. Die Einzelteile des Wellenschalters: a = Trolitulrähmchen mit 2 Federkontakten, b = Abdeckplatte aus Metall, c = Trolitulplatte, d = Schaltnocken, e = Metallfrontplatte mit Achse, Rastscheibe, Trolitulrähmchen nebst Rastfeder und Kontakt 1o sowie einer Schaltnocke, f = Kontaktfeder

zerlegt. Wenn wir die auf der Rückseite des Schalters befindlichen Muttern entfernt und die beiden Abdeckplatten (*b* und *c* in Abb. 3) abgenommen haben, können wir in den Schalter hineinsehen und bemerken, daß sämtliche Schaltnocken (*d* in Abb. 3) vier Nocken aufweisen und in gleicher Stellung auf der Achse sitzen. Wir befestigen vorn auf der Achse einen Zeigerknopf und stellen den Schalter so ein, daß alle Kontakte geöffnet sind. Der

Zeigerknopf wird dann so festgeschraubt, daß er nach oben zeigt. Nunmehr ziehen wir die einzelnen Trolitulrähmchen (*a* in Abb. 3) nacheinander — abwechselnd mit den zugehörigen Schaltnocken — ab.

Die Rähmchen *a* sind sehr zweckmäßig ausgeführt. Die beiden Führungslöcher besitzen auf der einen Seite eine Wulst, auf der andern Seite eine ringförmige Vertiefung. Wulst und Vertiefung der einzelnen Rähmchen passen genau ineinander, so daß man die Rähmchen beim Zusammensetzen des Schalters nicht verkehrt aneinanderreihen kann.

Rähmchen und Nocken werden abgestreift, bis noch der Teil *e* übrigbleibt, der — wie aus der Abb. 3 ersichtlich — aus Frontplatte, Achse mit fünfteiliger Rastnocke und Trolitulrähmchen mit dreifacher Rastfeder, einem Federsatz und einer Schaltnocke besteht. Dieser Federsatz ist der Kontakt 1*o*. Ein Sprengring sorgt dafür, daß die Achse sich nicht verschiebt und die Rastnocke von der Rastfeder abkommt. Leider ist der Sprengring etwas schwach und die Achse in der Frontplatte des Schalters nicht gut geführt, so daß sie bei den nachstehend beschriebenen Arbeiten aus ihrer Mittellage durch die Kontakte herausgedrückt wird. Es empfiehlt sich daher, beim Übergang in andere Schalterstellungen die Achse festzuhalten und die zuletzt aufgeschobene Nocke gut anzudrücken.

Es wird nochmals darauf aufmerksam gemacht, daß der Schalter auf der Stellung 1, die noch übrig gebliebene Schaltnocke also so stehen muß, daß Kontakt 1*o* offen ist.

Nach dem Schema des Nockenschalters (s. Abb. 1) muß Kontakt 1*o* in Schalterstellung 2 (Rundfunk) und 4 (Tonabnehmer) geschlossen werden. Wir drehen den Schalterteil *e* also in Stellung 2, 3 und 4 und merken uns genau, welche Nocken stehenbleiben müssen (Drehung im Uhrzeigersinn!), damit der Kontakt 1*o* in Stellung 2 und 4 geschlossen wird. Dann ziehen wir die Schaltnocke auf der Achse soweit nach vorn, bis wir die nicht erforderlichen Nocken bequem entfernen können. Mit einem Seitenschneider läßt sich diese Arbeit ganz leicht und sauber ausführen. Dann prüfen wir bei herangeschobener Schaltnocke nochmals, ob der Kontakt 1*o* auch in den richtigen Stellungen geschlossen wird.

Nachdem wir den Schalter wieder in Stellung 1 gebracht haben, werden die nächste Schaltnocke und ein Trolitulrähmchen auf der Achse bis nach vorn geschoben. Es ist darauf zu achten, daß Wulst sich richtig in Vertiefung legt, und daß die Schaltnocke in der richtigen Lage aufgebracht wird. Der Kontakt 1*u* wird überhaupt nicht gebraucht. Wir können daher das betreffende Federnpaar vorher aus dem Trolitulrähmchen entfernen. Dann wird die dritte Schaltnocke in der richtigen Stellung auf die Achse geschoben und sinngemäß wie vorbeschrieben hergerichtet, so daß der Kontakt 2*o* — wie aus dem Schema der Abb. 1 ersichtlich — ebenfalls in Stellung 2 und 4 geschlossen wird.

In gleicher Weise werden nacheinander alle Rähmchen und Schaltnocken aufgebracht und letztere so hergerichtet, daß sie die zugeordneten Kontakte in den im Schema angegebenen Stellungen schließen. Zuletzt werden Trolitulplatte *c* und Metallplatte *b* (mit dem Ansatz nach innen!) aufgelegt und der Schalter mit den Muttern fest zusammengeschraubt.

Sollte man versehentlich doch einmal eine falsche Nocke abschneiden, so läßt sich der Schaden leicht beheben. Mit etwas Trolif (flüssigem Trolitul) — das in handlichen Tuben im Handel ist —, oder einem anderen Aceton enthaltenden Klebemittel kann man die Nocke wieder ankleben. Man muß nur einige Stunden warten, bis das Klebemittel völlig eingetrocknet ist. Die Nocke sitzt dann wieder vollkommen fest. Etwaige Unebenheiten können mit dem Messer leicht abgeschnitten werden.

Um ganz sicher zu gehen, daß der Schalter richtig aufgebaut ist, prüft man mit Sammler und Taschenlampe (oder Voltmeter) die einzelnen Kontakte in allen Schaltstellungen auf richtiges Schließen und Öffnen nochmals durch. Dann kann der Schalter unbesorgt eingebaut werden.

Wir haben den Aufbau des Schalters deshalb so ausführlich beschrieben, weil er nicht ganz einfach zu behandeln ist. Der nachbauende Bastler wird hierdurch sicher vor Mißerfolgen bewahrt. Er hat hierfür den Vorteil, einen außerordentlich zuverlässigen Schalter für sein Gerät zu erhalten.

Der Aufbau und die übrigen Einzelteile

Es ist zweckmäßig, den Empfänger auf einem Metallgestell aufzubauen, weil dann die durchgehende Minusleitung gespart werden kann. In elektrischer Hinsicht wird aber ein Aufbau auf Holz oder Hartpapier keine Nachteile bringen. Die Oberansicht des Empfängergestells zeigt Abb. 4, aus der die Anordnung der Einzelteile mit hin-

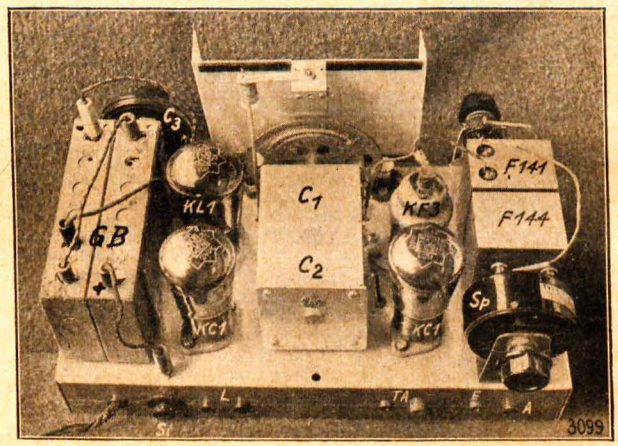


Abb. 4. Der Empfänger von oben gesehen. Die Anordnung der Einzelteile ist deutlich zu erkennen

reichender Deutlichkeit ersichtlich ist. In der Mitte wird der staubdicht gekapselte Zweifach-Drehkondensator C_1 und C_2 mit seiner sehr übersichtlichen Feinstellskala angeordnet, die durch eine Glasplatte ebenfalls staubdicht abgeschlossen werden kann. Der benutzte Zweifachkondensator besitzt sehr kleine Abmessungen, so daß der Empfänger trotz der eingebauten Gitterbatterie auf einem kleinen Raum untergebracht werden konnte. Die Gleichlaufgenauigkeit der beiden Abstimmkondensatoren C_1 und C_2 ist über den gesamten Drehwinkel ausgezeichnet und beträgt ± 5 %. Dies ist für eine genaue Einknopfabstimmung unbedingt erforderlich und im Verein mit den ebenso zuverlässig abgeglichenen Spulensätzen ausschlaggebend für die ausgezeichnete Trennschärfe und Leistung des Empfängers. Die im Handel vielfach recht billig angebotenen und auch sauber ausgeführten Zweifach-Drehkondensatoren besitzen die erforderliche Gleichlaufgenauigkeit meistens nicht, sonst könnten sie ja auch nicht so billig abgegeben werden. Der Käufer eines solchen Kondensators glaubt oft, einen guten Kauf gemacht zu haben und ist doch der Hereingefallene. Ein damit noch so sorgfältig aufgebauter Empfänger besitzt mangelhafte Trennschärfe, weil er nicht richtig abgeglichen werden kann. Das punktweise Berichtigen der Abstimmung mit Hilfe der geschlitzten Rotorplatten ist zwar möglich, gelingt aber den wenigsten Bastlern.

Benutzt der nachbauende Bastler die von uns verwendeten Spulensätze, so hat er ebenfalls die Gewähr, daß sie sorgfältig abgeglichen sind. Genaue Anschlußbilder liegen den Spulensätzen bei, sie können auch der Abb. 1 ent-

nommen werden. In den Böden der Abschirmhauben und der Zwischenplatte des Empfängergestells sind genügend große Öffnungen auszusparen, damit die Zuleitungen zu den Spulensätzen bequem durch die Zwischenplatte nach unten geführt werden können. Die Anschlüsse 1 und 6 der oberen Spule von F 141 werden nach oben an lange Lötösen geführt, die man leicht an den Spulenkörper festschrauben kann. In der Abschirmhaube werden passende Öffnungen angebracht, wie Abb. 4 erkennen läßt.

Der ebenfalls mit einer Eisenkernspule ausgerüstete Einbausperrkreis wird auf dem Metallwinkel so befestigt, daß er von der Rückseite des Empfängers bedient werden kann.

Die zwei Schrauben, durch welche die Abgleichquetscher von C_1 und C_2 eingestellt werden, ragen an einer Seitenwand (in Abb. 4 rechts) aus dem Gehäuse heraus. Damit sie leicht verstellt werden können, ist bei der Anordnung der Röhren KF 3 und KC 1 (Audion) sowie der beiden Spulensätze F 141 und F 144 darauf zu achten, daß man zwischen bzw. hinter den Spulensätzen und Röhren mit einem isolierten Schraubenzieher leicht an die Schrauben der Abgleichtrimmer heran kann.

Eine Beleuchtung wird für die Feinstellskala leider nicht mitgeliefert. Wir haben unten rechts und links je ein Skalenlämpchen in den bekannten Bakelitfassungen angeordnet, durch welches jeweils der eingeschaltete Wellenbereich auf der Skala angeleuchtet wird (links: Mittelwellen; rechts: Langwellen, s. Abb. 5). Bei Schallplattenwiedergabe leuchtet ein grünes Skalenlämpchen auf (links oben in Abb. 4).

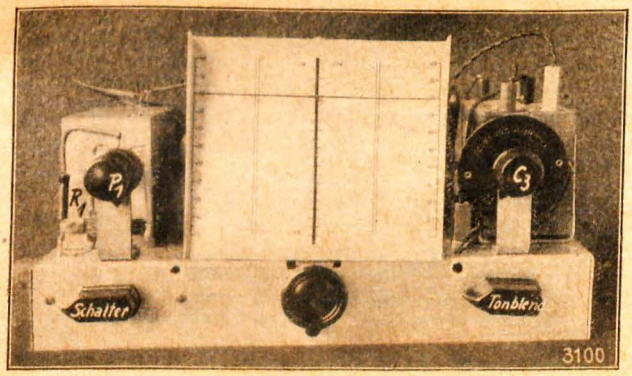


Abb. 5. Frontansicht des Empfängers

Als Gitterbatterie wird zweckmäßig nicht die übliche lange, sondern eine mehr rechteckige Form (Abmessungen 107×44×70 mm) für 15 Volt verwendet, die in zwei U-förmigen Metallwinkeln fest, aber leicht herausnehmbar gelagert wird. Um die benötigten Spannungen an der Gitterbatterie bequem abgreifen zu können, werden die drei Zuführungen an Buchsen geführt, die in den Zwischenboden des Empfängergestells isoliert eingelassen werden. Die Verbindungen nach der Batterie werden alsdann mit Steckerschnüren hergestellt (s. Abb. 4).

Die Anordnung der Bedienungsknöpfe auf der Vorderseite des Empfängers zeigt Abb. 5. P_1 und C_3 werden auf Metallwinkeln befestigt. Unter dem Abstimmknopf sitzt noch der kleine Druckschalter S zur Ausschaltung der Skalenbeleuchtung, wenn man Sammlerstrom sparen will.

In Abb. 6 ist schließlich noch die Unteransicht des fertig verdrahteten Empfängers wiedergegeben. Wir erkennen die Lage des Nockenschalters sowie des Klangfärbers P_2. Für die Sicherung Si haben wir ein sehr handliches Feinsicherungs-Bauelement in runder Form mit zentraler Befestigung benutzt. Eine etwa durchgebrannte Sicherung kann hierdurch sehr leicht von außen ausgewechselt werden, ohne daß der in einen Kasten eingebaute Empfänger herausgenommen zu werden braucht, dessen ansprechendes Äußeres die Abb. 7 zeigt.

Die von uns benützten Röhren KC 1 und KL 1 besitzen noch den Europasockel. Diese Röhren sind jedoch jetzt auch mit dem 8poligen stiftlosen Röhrensockel zu haben, mit dem die KF 3 bereits ausgerüstet ist. Die Leitung vom Gitter des Audions zum Umschalterkontakt 4 u ist in abgeschirmter Hochfrequenzleitung zu verlegen.

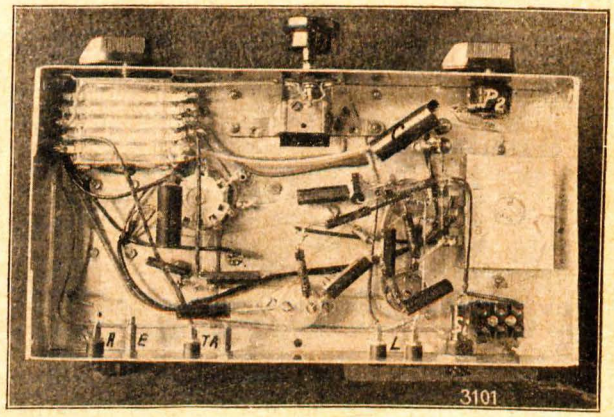


Abb. 6. Das verdrahtete Gerät von unten gesehen

Bei Ausführung der Verdrahtung ist daran zu denken, daß Trolitul ein nicht wärmebeständiger Stoff ist und durch Wärme weich wird. Vor dem Einbau des Nockenschalters überlege man sich daher, ob und wie man die Lötösen des Nockenschalters verbiegen muß, um an alle Lötösen bequem heranzukommen. Die Lötösen sind vorsichtig mit einer Flachzange entsprechend zurechtzubiegen. Das Löten an den Lötösen des Schalters hat nur mit genügend heißem Lötkolben zu erfolgen und ohne jeden Druck mit ausreichenden Zwischenpausen, damit das Trolitul nicht weich wird und man die Kontakte nicht verdrückt.

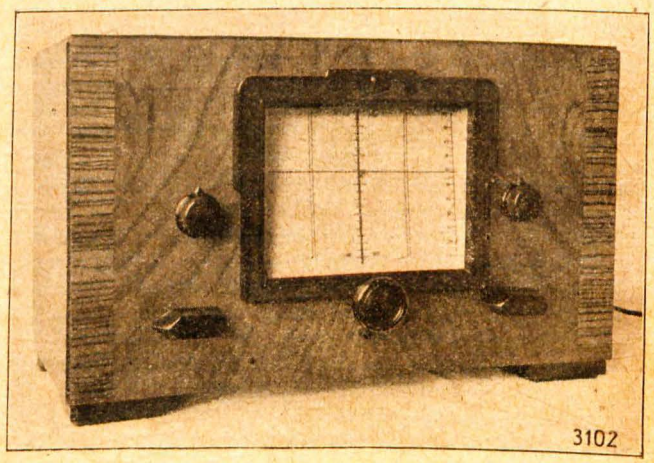


Abb. 7. Der Empfänger in einem geschmackvollen Gehäuse

Damit man an die Lötösen des Schalters bequem heran kann, empfiehlt es sich, in der Seitenwand des Metallgestells einen entsprechenden Ausschnitt vorzusehen.

Als Schaltdraht für die Zuleitungen zu den Spulensätzen benutzt man zweckmäßig dünnen Draht mit verschiedenfarbigen Isolierschläuchen, um den Verlauf der Leitungen genau verfolgen zu können. Jede gezogene Verbindung wird auf dem Schaltbild Abb. 1 mit Farbstift nachgezogen und sogleich auf ihre Richtigkeit nachgeprüft. Dann kann nichts vergessen und verkehrt gemacht werden.

Inbetriebnahme und Abgleichen des Empfängers

Der Empfänger wird mit einem 2-Volt-Sammler betrieben. Er arbeitet mit einer Anodenspannung von 90 Volt bereits mit voller Empfangsleistung und befriedigender Klangfülle. Letztere ist natürlich bei Betrieb mit der Höchst-Anodenspannung von 135 Volt besser. Die Endröhre erhält je nach der Höhe der Anodenspannung über die Gitterbatterie eine negative Vorspannung von 7,5 bis 12 Volt. Die Gittervorspannung wird zweckmäßig im Betrieb auf ihren richtigen Wert nach dem Gehör eingestellt. Je höher die Vorspannung, desto geringer der Anodenruhestrom.

Zunächst stellen wir unseren Empfänger auf den Ortssender ein. P_1 muß so eingeschaltet sein, daß die Lautstärke bei Rechtsdrehung zunimmt. Durch Regelung von P_1 können wir den stärksten Ortssender soweit abdrosseln, daß Audion und Endröhre nicht übersteuert werden, sondern die Sendung klangschön im Lautsprecher erklingt. Durch Verdrehen des Sperrkreises (Ankopplung in A_2) wird der Ortssender alsdann möglichst geschwächt.

Ist der Ortssender richtig zu empfangen, so daß man annehmen kann, der Empfänger ist in Ordnung, dann kann das Abgleichen beginnen. Wir möchten hier einmal offen erklären, daß das Abgleichen eines Empfängers nach dem Gehör und mit Hilfe der Sendungen von Fernstationen immer nur ein Notbehelf sein kann und dem Bastler nur mit großer Geduld und öfterer Wiederholung einigermaßen gelingt. Leider hängen vom Abgleichen Trennschärfe und Leistung des Empfängers ab. Dagegen ist die Abgleichung eines mit guten Kondensatoraggregaten und Spulensätzen ausgerüsteten Empfängers mit Hilfe eines modulierten Frequenzmessers und eines Wechselstrominstruments, daß im Ausgang des Empfängers angeschaltet wird [1]), eine sehr einfache Arbeit, die in 20 Minuten bequem zu erledigen ist.

Weitaus die meisten Bastler besitzen jedoch weder Frequenzmesser noch Wechselstrom-Meßinstrument. Wer aber die Möglichkeit hat, seinen Empfänger in einem Laboratorium abgleichen zu lassen, der soll die kleine Ausgabe hierfür nicht scheuen, sie wird sich lohnen. Für diejenigen, die auch hierzu keine Gelegenheit haben, sei kurz die Abgleichung mit Hilfe von Fernstationen beschrieben:

Bei unserem Kondensatoraggregat wird die Kapazität der Trimmer durch Herausdrehen der Abgleichschrauben erhöht. Man prüft zunächst durch Verstellen der Abstimmung, ob der Ortssender an zwei Stellen der Skala mit einem deutlichen Lautstärkemaximum erscheint. Durch Verdrehen der Trimmer (immer mit dem Eingangskreis beginnend) muß nun zunächst erzielt werden, daß die beiden Resonanzpunkte immer weiter einander genähert werden, bis sie schließlich zusammenfallen (der Lautstärkeregler bietet hierzu ein gutes Hilfsmittel, weil man mit ihm den Ortssender weit abdrosseln kann). Ist diese Vorabstimmung erfolgreich durchgeführt — sie muß gelingen —, dann wird man bereits an vielen Stellen der Abstimmskala fremde Sender hereinbringen. Man sucht nun einen, am unteren Ende der Abstimmskala auftretenden, möglichst starken und konstanten Fernsender und stimmt auf diesen mit den Trimmern (Abstimmung immer ebenfalls etwas nachstellen) auf größte Lautstärke ab (man muß hierbei aber aufpassen, daß man durch Schwunderscheinungen nicht getäuscht wird!). Je schärfer der Resonanzpunkt ist, desto besser ist abgestimmt. Erst wenn die Fernsender über den ganzen Bereich der Skala einwandfrei voneinander getrennt hereinkommen, hat man die Abstimmung richtig durchgeführt.

Der vom Verfasser aufgebaute Empfänger bringt an 15 m langer Hochantenne in Leipzig bereits tagsüber eine Anzahl Fernsender auf Mittel- und Langwellen in den Lautsprecher. Abends kommen zahlreiche Sender Strich neben Strich, ohne daß die Rückkopplung hierbei übermäßig stark bedient zu werden braucht. Mit Hilfe des Lautstärkereglers und der Rückkopplung ist die Trennschärfe auch an kritischen Stellen des Wellenbereichs vorzüglich.

Die Eichung des Empfängers nach Sendern wird keine Schwierigkeiten machen. Von einer geeichten Senderskala haben wir abgesehen, weil diese nach unseren Erfahrungen doch meist nicht stimmen. Besser ist es, die im Handel befindlichen Stationsschildchen aus Zelluloid sauber auf die Skala aufzukleben.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

[1]) Vgl. „Ein Prüfsender für die Funkwerkstatt" im „Funk", Heft 2, S. 45—48. Die Abgleichung eines Empfängers mit moduliertem Frequenzmesser und Hilfsgerät ist auf Seite 48 beschrieben. An Stelle des Ausgangstransformators in Abb. 5 kann auch ein Blockkondensator von 2 μF benutzt werden, der billiger und meist vorhanden ist. Unser Empfänger braucht nur auf eine Welle von 200 bis 210 m (also im Anfang des Mittelwellenbereichs) abgeglichen zu werden, dann stimmt die Abgleichung haargenau über den gesamten Mittelwellenbereich und völlig ausreichend auch über den Langwellenbereich. Abgeglichen wird immer bei herausgedrehter Rückkopplung.

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt.

Nr.	Stück	Einzelteile	Symbol in Abb. 1	Größe
1	1	Sperrkreis m. Hochfrequenz-Eisenkernspule und Skala	*Sp*	
2	1	Hochfrequenz-Spulensatz m. Eisenkern und Antennen-Vorsatzspule	*F 141*	
3	1	Audion-Spulensatz mit Eisenkern	*F 144*	
4	2	Abschirmhauben f. d. Spulensätze		
5	1	Hochfrequenzdrossel	*F 21*	
6	1	gekapselter Wellenschalter mit 11 Kontakten		
7	1	Zweifach-Drehkondens. (gekapselt, Gleichlaufgenauigkeit + — 5%)	C_1, C_2	2 × 500 cm
8	1	Feinstellskala m. senkrecht. Zeigerführung und Glasabdeckung		
9	1	Flach-Drehkondensator	C_3	250 cm
10	3	Kondensatoren	C_4, C_5, C_7	100 pF
11	3	desgl.	C_6, C_8, C_{10}	2 000 pF
12	1	desgl.	C_9	0,05 µF
13	2	desgl.	C_{11}, C_{12}	0,1 µF
14	2	desgl.	C_{13}, C_{14}	0,5 µF
15	1	desgl.	C_{15}	1÷2 µF
16	1	Widerstand	R_1	50 kΩ
17	4	desgl.	$R_2 R_3 R_7 R_8$	1 MΩ
18	3	desgl.	R_4, R_5, R_6	0,1 MΩ
19	1	desgl.	R_9	0,2 MΩ
20	1	desgl.	R_{10}	0,5 MΩ
21	1	desgl.	R_{11}	0,3 MΩ
22	1	Sirutor	G	
23	1	Feinsicherungsbauelement m. Feinsicherung	*Si*	25 mA
24	1	Dreh-Spannungsteiler	P_1	0,1 MΩ
25	1	desgl.	P_2	50 kΩ log
26	1	Ausschalter zur Ausschaltung der Skalenbeleuchtung	*S*	
27	1	Gitterbatterie	*GB*	15 Volt
28	2	Zeigerknöpfe		
29	2	Nasenknöpfe		
30	1	Metallgestell		300 × 170 × 50 mm
31	3	fünfpolige Röhrenfassungen aus Amenit, Trolitul oder dgl.		
32	1	achtp. Außenkontakt - Röhrenf.		
		Röhren		
33	1	Fünfpol-Regelröhre	*KF 3*	
34	2	Dreipolröhren	*KC 1*	
35	1	Fünfpol-Endröhre	*KL 1*	

Die Selbstaufnahme von Schallplatten

Von

Dipl.-Ing. Hans Steinbrenner

Der nachstehende Aufsatz wendet sich nicht an denjenigen, der sich nur gelegentlich einmal mit dem Schneiden von Schallplatten befassen will, sondern vielmehr an solche, die bereits Erfahrungen auf diesem Gebiet gesammelt haben und Anregungen für den Aufbau einer möglichst vollkommenen und vielseitigen Einrichtung wünschen.

Wenn im Folgenden über die Selbstaufnahme von Schallplatten gesprochen wird, so soll doch kein bestimmtes Schaltbild für ein Gerät zur Schallplattenaufnahme beschrieben werden, sondern es sollen mehr allgemeine Anregungen für den Bau solcher Geräte gegeben werden. Zu diesem Zwecke wird eine solche Anlage nachstehend in ihren einzelnen Teilen besprochen.

Der Vorverstärker

Der Vorverstärker hat folgende Zwecke zu erfüllen:
Verstärkung bis etwa 10 V Wechselspannung,
Mischung und Überblendung von 2 bis 3 Mikrophonen bei gleichzeitiger Einblendung von Schallplatten- oder Rundfunkdarbietungen.

Um 10 Volt Wechselspannung am Ausgang zu erreichen, benötigen wir bei Kohlemikrophonen und bei der Verwendung von Überblendvorrichtungen einen dreistufigen Verstärker. Für Kondensatormikrophone sollte ebenfalls ein dreistufiger Verstärker genügen, wenn im Mikrophon selbst ein einstufiger Verstärker vorhanden ist.

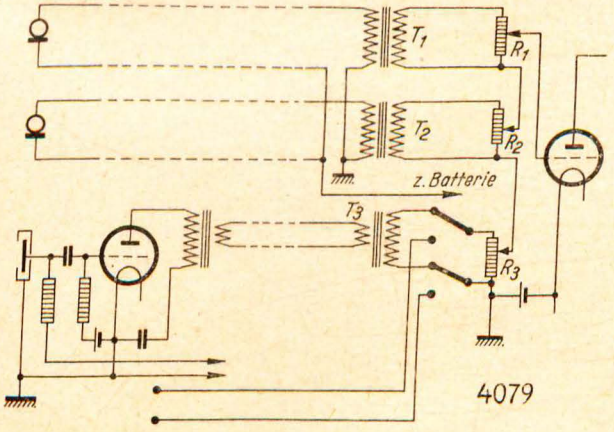


Abb. 1. Eingang des Vorverstärkers
$R_1 = R_2 = R_3 = 0{,}5\ M\Omega$; $T_1 = T_2$ Transformatoren 1: 25 (Mikrophontransformatoren); T_3 = Transformator 1: 10 (Sek. 800 Ω bei 800 Hz)

Die Transformatoren für die Kohlemikrophone werden am besten in den Vorverstärker eingebaut. Wir gehen dann vom Vorverstärker niederohmig weiter und können jederzeit 20 bis 40 m gepanzerte Leitung zwischen Mikrophon und Vorverstärker schalten, ohne Frequenzbeschneidung befürchten zu müssen. Beim Kondensatormikrophon dagegen muß im Verstärker, der an die eigentliche Mikrophonkapsel angebaut ist, ein Abwärtstransformator vorhanden sein, um ein Abschneiden hoher Frequenzen bei langen Leitungen zu vermeiden. Im Vorverstärker benötigt man infolgedessen einen Aufwärtstransformator. Man kann dabei etwa angeben, daß die durch 20 m gewöhnliche Panzerleitung sich ergebende Frequenzbeschneidung noch erträglich ist, wenn der Ausgangswiderstand des Abwärtstransformators 800 Ω (bei 800 Hz) besitzt. Transformatoren in Sonderbauart, die allerdings sehr teuer sind, sind erhältlich, müssen jedoch von den Firmen meist besonders angefertigt werden. Für kleine Anspri genügen zwei Ausgangstransformatoren, deren niederohr Wicklung (Wicklung für dynamische Lautsprecher) an Leitung gelegt wird. Alle Mikrophon-Transformato werden dann nach der in Abb. 1 gezeigten Schaltung, eine beliebige Mischung und Überblendung der einzel Mikrophone gestattet, an die Eingangsröhre gelegt. D Art der Überblendung ist sicher frequenzunabhängig, der Gitter-Kathoden-Widerstand sehr hochohmig gegenü dem Eingangswiderstand ist. Mit anderen Worten ka man sagen, daß das vom Mikrophon abgegebene Verhä nis der Frequenzen für jede Stellung der Regler R_1 bis erhalten bleibt, wodurch die vom Mikrophon aufgeno menen Schallwellen frequenzgetreu weitergegeben werd

Rundfunk- oder Schallplattendarbi tungen können ebenfalls eingeblendet werden. Da erhält einer der Eingangs-Regler (in unserem Falle R einen Umschalter, wodurch ein Mikrophon abgeschalt und dafür die Abtastdose oder der Empfänger angele wird. Hat man jedoch einen Empfänger, der schon Niede frequenzverstärkung besitzt, so wird man nicht hier ei blenden, sondern erst am Eingang des Kraftverstärker wobei wieder dieselbe Schaltung verwendet werden kan Ebenso wird man die Abtastdose, die ja auch eine größer Spannung als die Mikrophone abgibt, nicht sofort am Ein gang des Vorverstärkers einblenden. Wir werden sie ein Stufe später einschalten und erhalten damit das in Abb. gezeigte grundsätzliche Schaltbild für den Vorverstärker Die dabei angewendete Art der Einblendung der Abtast dose hat allerdings einen Nachteil: Die Zuleitungen de Dose liegen nicht an Erde; dadurch ist die Dose hand empfindlich, denn sie liegt im Gitterkreis einer Röhre. Um diese Handempfindlichkeit zu verhüten, müssen die Zuleitungen zur Dose gepanzert werden. Weiter müssen die Zuleitungen kurz sein, und die ganze Anordnung zwischen den beiden Röhren muß ziemlich niederohmig gehalten werden, um ein Abschneiden hoher Frequenzen zu vermeiden. Wenn diese Schaltung trotzdem verwendet werden soll, so nur deshalb, weil sie billig ist und die angegebenen Nachteile in der Praxis vermieden werden können.

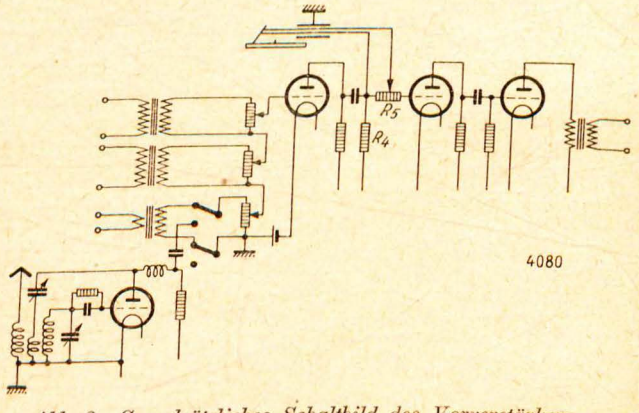


Abb. 2. Grundsätzliches Schaltbild des Vorverstärkers
$R_4 = 0{,}5\ M\Omega$, $R_5 = 20\,000\ \Omega$

Im allgemeinen wird man den Vorverstärker neben den Kraftverstärker stellen. Zwischen dem Vorverstärker und dem Kraftverstärker wird die Zuleitung nicht länger als 5 m sein. Wir verwenden deshalb als Ausgangstransformator im Vorverstärker einen Trans-

formator mit dem Übersetzungsverhältnis 1 : 1 und können damit einen Eingangstransformator im Kraftverstärker ersparen. Eine Herabtransformierung auf 800 Ω ist wegen der kurzen Leitung nicht notwendig, jedoch ist die Anwendung einer Widerstandskopplung zwischen Vorverstärker und Kraftverstärker nicht zu empfehlen, da man auch schon bei Verwendung sehr kurzer Leitungen einen starken Abfall nach den hohen Frequenzen hin erhält. Überhaupt ist bei der Konstruktion des Vorverstärkers wie auch des Kraftverstärkers besonders darauf zu achten, daß bei den einzelnen Stufen sehr große Kondensatoren in den Kopplungsgliedern verwendet werden, um einen Abfall der Frequenzkurve nach den tiefen Frequenzen hin zu vermeiden. Mit Transformatoren ist möglichst zu sparen, da sie immer eine schlechtere Frequenzkurve haben werden als eine widerstandsgekoppelte Stufe. Sie werden nur dort verwendet, wo bei längeren gepanzerten Leitungen ein Herabtransformieren der Spannung notwendig ist, um ein Abschneiden der hohen Frequenzen zu vermeiden.

Der Kraftverstärker

Er hat folgende Zwecke zu erfüllen:

1. Verstärkung bis zur notwendigen Endleistung,
2. Entzerrung für die Zwecke der Aufnahme auf Schallplatten.

Hier soll zunächst die Entzerrung behandelt werden, denn die Verstärkung richtet sich nach der Spannung, die nach dem Entzerrer abgegeben wird. Bekanntlich werden ja beim Schneiden in die üblichen Plattenmassen die Frequenzen über 2500 Hz sehr stark benachteiligt. Für eine einigermaßen gute Aufnahme sind aber Frequenzen bis mindestens 5000 Hz unerläßlich. Um Frequenzen bis 5000 Hz auf die Platte zu bringen, muß deshalb entzerrt werden. Dies kann nun teilweise dadurch geschehen, daß man die Schneidedose entsprechend unteranpaßt, wodurch eine Benachteiligung der tiefen Frequenzen entsteht. Sehr schön ist dieses Verfahren aber nicht, da die gewöhnlichen Elektrodosen Resonanzfrequenzen teils elektrischer Natur, teils auch mechanisch bedingt, zwischen 2000 und 3000 Hz besitzen. Wir werden aus diesem Grunde keine Bevorzugung der hohen Frequenzen (über 3000 Hz) erhalten, sondern werden nur die tiefen Frequenzen abschneiden. Dadurch klingt zwar die Aufnahme besser, aber einwandfrei ist dieses Verfahren nicht. Bessere Abhilfe schafft ein Entzerrer.

Es soll nun hier ein Entzerrer beschrieben werden, der sich gut bewährt hat. Allgemein hat der Entzerrer zwei Aufgaben zu erfüllen:

1. Entzerrung für die Schallplattenaufnahme,
2. Entzerrung bzw. Verbesserung der Frequenzkurve des Mikrophons und der Verstärker.

Aus diesen Gründen soll unterschieden werden zwischen Haupt- und Zusatzentzerrer, wobei der Hauptentzerrer derjenige sein soll, der für die Schallplattenaufnahme notwendig ist. Der Zusatzentzerrer ist dann derjenige, der für

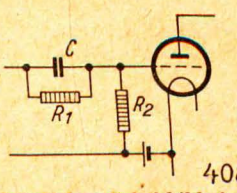


Abb. 3. Grundsätzliches Schaltbild des Hauptentzerrers

die Entzerrung der Anlage an sich notwendig ist. Man will also mit dem Zusatzentzerrer eine geradlinige Frequenzkurve herstellen, wenn der Hauptentzerrer ausgeschaltet ist.

Der Hauptentzerrer hat also die Aufgabe, oberhalb 2000 Hz einen ziemlich großen Anstieg der Frequenzkurve zu bringen. Er wird demnach das Schaltbild der Abb. 3 erhalten. In der Gitterleitung einer Röhre liegt eine Kapazität C, die mit einem Widerstand R_1 überbrückt ist. Um diesen Längsentzerrer wirksam zu machen, benötigen wir noch den Widerstand R_2, der gleichzeitig zur Zuführung der Gittervorspannung für die Röhren Verwendung finden kann. Die Wirkungsweise dieses Entzerrers erläutert am besten Abb. 4, die die Frequenzkurven gibt. Der Konden-

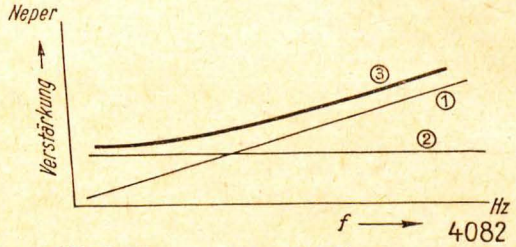


Abb. 4. Frequenzkurve des Hauptentzerrers
Kurve 1: Frequenzkurve von C und R_2, Kurve 2: Frequenzkurve von R_1 und R_2, Kurve 3: Resultierende Frequenzkurve

sator C mit R_2 zusammen hat die mit Kurve 1 bezeichnete Frequenzkurve, während der Widerstand R_1 zusammen mit R_2 die mit 2 bezeichnete Frequenzkurve besitzt. Wir erhalten bei richtiger Wahl der drei Glieder den mit 3 bezeichneten Frequenzverlauf, dessen Anstieg bei 2500 Hz beginnt. Dieser Entzerrer muß selbstverständlich in Stufen regelbar sein, da für verschiedene Plattensorten verschieden große Entzerrungen notwendig sind. Außerdem muß er abschaltbar sein (für die Wiedergabe oder direkte Mikrophonübertragungen). Wir legen ihn am besten in den Eingang des Kraftverstärkers, um möglichst bald die dadurch bewirkte Spannungsteilung herbeizuführen, da wir dadurch Röhren mit kleinerem Aussteuerbereich verwenden können.

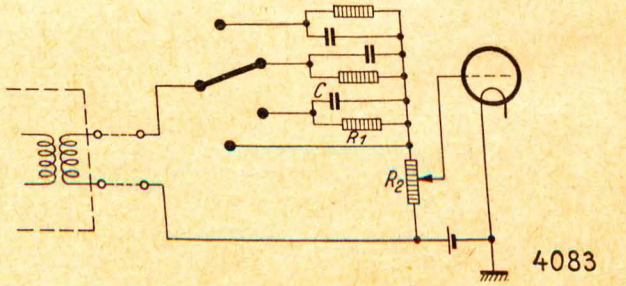


Abb. 5. Schaltbild des Hauptentzerrers
$R_1 = 0{,}3$ bis $0{,}5$ MΩ, $R_2 = 0{,}3$ MΩ, $C = 2000$ bis 3000 μμF

Die zur Anwendung gelangende Schaltung ist in Abb. 5 wiedergegeben. Der früher mit R_2 bezeichnete Widerstand wird gleichzeitig zur Lautstärkeregelung verwendet. Über die Bemessung ist nicht sehr viel zu sagen. Die Größe der zur Verwendung gelangenden Teile ist weder einfach zu errechnen noch für den Allgemeinfall anzugeben, da ja die Frequenzkurve hauptsächlich von der Eigenschaft der Schneidedose und der Federung der Schneidenadel, damit also von der Härte der aufzunehmenden Platte, abhängt. Die Werte des Entzerrers sind durch die Aufnahme von Frequenzkurven auf geschnittenen Platten experimentell zu bestimmen. Der Bastler, der nicht in der Lage ist, Frequenzkurven aufzunehmen, kann durch Vergleich zwischen einer kopierten und einer Originalschallplatte verhältnismäßig gut die Frequenzkurve verfolgen.

Als Anhaltspunkte für die Bemessung mögen die in Abb. 5 gegebenen Werte gelten. Diese Werte sind aber in den weitesten Grenzen veränderlich, da sie sich, wie schon oben erwähnt, einerseits nach Schneidedose und Aufnahmeplatte richten, andererseits aber auch vom Ausgangstransformator des Vorverstärkers abhängig sind. Dies wird ohne weiteres klar, wenn die Anordnung als Vierpol

betrachtet wird, der eingangsseitig mit dem Ausgangstransformator des Vorverstärkers, ausgangsseitig mit R_2 belastet ist.

Der Zusatzentzerrer

Er hat für eine geradlinige Frequenzkurve vom Mikrophon bis zur Endstufe zu sorgen, vorausgesetzt, daß der Hauptentzerrer ausgeschaltet ist, was bei direkten Übertragungen der Fall ist. Jedoch beschränkt sich seine Wirkungsweise nicht nur auf diesen einen Fall. Er ist auch bei eingeschaltetem Hauptentzerrer wirksam und hat vor allem hier für die Geradlinigkeit des unteren Teils der Frequenzkurve (Abb. 4) zu bürgen.

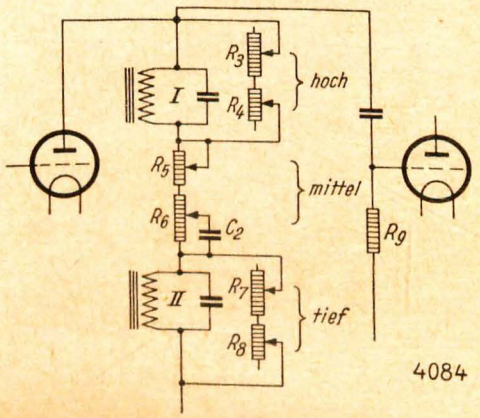


Abb. 6. Schaltbild des Zusatzentzerrers
$R_3 = R_7 = 100\,000\ \Omega$, $R_4 = R_8 = 1\,000\ \Omega$, $R_5 = 500\ \Omega$, $R_6 = 10\,000\ \Omega$, $C_2 = 16\ \mu F$
Kreis I: Resonanzfrequenz 8 000 Hz, Kreis II: Resonanzfrequenz 50 Hz, $R_9 = 2\ M\Omega$

In Abb. 6 ist die Schaltung des Zusatzentzerrers zu sehen, dessen Wirkungsweise kurz erläutert werden soll. Im Anodenkreis einer Röhre befinden sich zwei Resonanzkreise für 50 und 8000 Hz, gleichzeitig mit einem Widerstand $(R_5 + R_6)$. Jeder dieser Kreise ist durch einen Drehspannungsteiler (bestehend aus Grob- und Feinregler) mit der Bezeichnung: „hoch", „mittel", „tief" mehr oder weniger kurz zu schließen. Drehen wir den Knopf „mittel" ganz zu, so ist $R_5 + R_6$ kurzgeschlossen. Ist nun Knopf „hoch" und „tief" ganz aufgedreht, so erhalten wir die in Abb. 7 angegebene Frequenzkurve des Entzerrers (Kurve 1). Die Frequenzen im mittleren Bereich 200 bis 5000 Hz fehlen

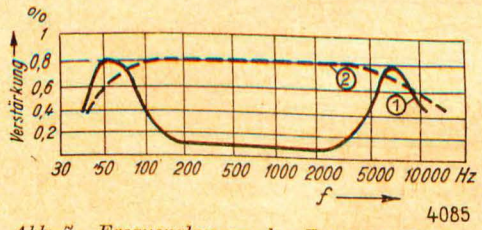


Abb. 7. Frequenzkurven des Zusatzentzerrers
Kurve 1: Regler „hoch" und „tief" aufgedreht. Kurve 2: Regler „mittel" aufgedreht

fast ganz, da die Schwingkreise ihren größten Widerstand bei der Resonanzfrequenz besitzen. Hier erhalten wir demnach auch die größte Verstärkung der Röhre. Ist dagegen nur der Knopf „mittel" ganz aufgedreht, während „hoch" und „tief" zugedreht ist, so haben wir eine gewöhnliche $R\,C$-Kopplung und erhalten die ohne Zusatzentzerrer sich ergebende Frequenzkurve (Kurve 2). Aus diesen beiden Beispielen sehen wir, daß sich durch entsprechende Einstellung der drei Regelwiderstände die Frequenzkurve der Anlage, die ja nach oben und unten abfallen wird bis zur Resonanzfrequenz des Entzerrers, die bei 50 und 8000 Hz liegt, ziemlich genau entzerren läßt, was für eine brauchbare Übertragung genügen dürfte.

Die Bemessung des Zusatzentzerrers

Um volle Ausnützung der Verstärkung der Röhre für jeden Resonanzkreis zu erhalten, muß jeder Kreis im Resonanzfall einen Widerstand von mindestens dem 4fachen des inneren Widerstands der Röhre besitzen. (Mit $V = \frac{1}{D} \cdot \frac{R_a}{R_a + R_i}$ erhalten wir dann ⅙ der theoretisch möglichen Verstärkung.)

Wir wollen nun zunächst den Resonanzkreis für 8000 Hz betrachten. Er besteht aus einer Drossel mit etwa 2,5 cm² Eisenquerschnitt und 1,0 Henry. Eine Kapazität braucht nicht parallel geschaltet zu werden, da die Eigenkapazität schon genügt. Der Resonanzwiderstand der Drossel ist gegeben durch die Formel:

$$\Re_{res} = R_{res} = \frac{L}{R_g \cdot C}$$

worin $R_g = R \cdot K_{FE}$ ist. Es bedeuten:
R_g = Gesamtwiderstand.
R = Ohmscher Widerstand der Drossel.
K_{FE} = Faktor für die Eisenverluste.
L = Induktivität der Drossel.
C = Kapazität (in unserem Falle Eigenkapazität der Drossel).

Dabei ist für K_{FE} etwa 30 bis 50 je nach Eisensorte zu setzen, wenn die Resonanz bei 8000 Hz eintritt. Wir erhalten dann für die Drossel $0{,}1 \cdot 10^6\ \Omega$ im Resonanzfall. Der maximal zulässige Röhrenwiderstand muß dann 20 000 Ω betragen. Wir können demnach für diese Drossel eine Lautsprecherröhre etwa vom Typ der L 413 oder bei Verwendung von Netzanschluß sogar eine Verstärkerröhre, wie die AC 2, verwenden.

Der Resonanzkreis für 50 Hz soll 20 Henry und 500 000 pF erhalten. Als Resonanzwiderstand erhalten wir dann ebenfalls etwa $0{,}1 \cdot 10^6\ \Omega$, so daß die vorher angegebene Röhre verwendet werden kann. Günstiger wäre es allerdings, eine Röhre mit höherem Verstärkungsgrad zu verwenden. Da diese Röhren aber hochohmiger sind, so müssen unsere Resonanzwiderstände auch größer werden. Wie die Praxis aber gezeigt hat, ist es (kleine Abmessungen der Drossel vorausgesetzt) nicht möglich, den Kreisen wesentlich höhere Resonanzwiderstände zu geben. Man müßte dann z. B. der Drossel für die obere Resonanzfrequenz eine größere Induktivität geben, denn dann wird das Verhältnis $\frac{L}{R\,C}$ besser. (Mit wachsender Induktivität L muß nämlich bei festliegender Resonanzfrequenz die Kapazität C kleiner gemacht werden.) Mit steigender Induktivität wachsen aber auch die Eigenkapazität C und der Verlustwiderstand R, wodurch der eigentliche Zweck, nämlich Verbesserung des Frequenzverlaufs, verfehlt ist.

Zum Bau dieser Drossel ist noch zu erwähnen, daß man sie auf einen Eisenkern mit besonders großem Fenster möglichst kapazitätsarm (durch Scheibenwicklung und Papiereinlagen) zu wickeln hat, da sonst die Resonanz weit unterhalb 8000 Hz auftritt. Ebenso sollte der Eisenquerschnitt nicht vergrößert werden, obgleich dies zur Erreichung der Induktivität günstig wäre, da sonst der Resonanzwiderstand der Drossel der Eisenverluste wegen schnell abnimmt. Die Abmessungen der Drossel für 20 Henry sind nicht so kritisch; es kann die Sekundärwicklung eines gewöhnlichen Niederfrequenztransformators mit hohem Übersetzungsverhältnis gewählt werden. Jeder Bastler hat ja ältere Transformatoren, die wegen ihrer Frequenzkurve nicht mehr zu verwenden sind, hier aber sehr brauchbar sind.

Die Zahl der Stufen des Kraftverstärkers

Nachdem die Entzerrung festliegt, kann die Verstärkung des Kraftverstärkers angegeben werden. Für brauchbare Schallplattenaufnahmen ist mindestens die Leistung einer RE 604 (bei 350 V Anodenspannung) oder AD 1 not-

wendig. Besser ist jedoch die Anwendung einer größeren Röhre oder eines Gegentaktverstärkers mit zwei RE 604. Von der Anwendung eines B-Verstärkers zum Schallplattenschneiden sollte abgeraten werden, da ein guter B-Verstärker ohne umfangreiche Messungen nicht gebaut werden kann und wir hier doch vor allem einwandfreie Verstärker benötigen, um nachher eine gute Klangqualität zu erreichen.

Wollen wir eine größte Entzerrung im Verhältnis 1 : 50 zugrunde legen, so erhalten wir am Eingang nach der Entzerrung noch etwa 2 Volt Wechselspannung und benötigen einen 2stufigen Verstärker, um der Schneidedose die nötige Leistung zuzuführen. Der Kraftverstärker setzt sich demnach zusammen aus: dem Entzerrer samt Röhre und einem zweistufigen Endverstärker, also z. B.: Entzerrer, REN 914, RE 604 in *R*-*C*-Kopplung. Von der Verwendung von Hochfrequenz-Schirmgitterröhren, auch bei Verwendung von hohen Spannungen und Außenwiderständen, in *R*-*C*-Kopplung sollte abgeraten werden, da auch in diesem Falle größere nicht-lineare Verzerrungen als bei einer gewöhnlichen Verstärkerröhre auftreten. Das oben Gesagte gilt erst recht für Fünfpol-Endröhren, wozu noch Anpassungsschwierigkeiten kommen, die durch entsprechende Entzerrer wieder ausgeglichen werden müßten. Für unseren Verstärker bleibt also nur noch die Verwendung von Dreipolröhren übrig, etwa wie das obige Beispiel angibt.

Die Aussteuerungskontrolle

Dem Kraftverstärker muß das Aussteuerungskontrollgerät angegliedert werden. Eine Kontrolle allein mit dem Ohr ist unbrauchbar. Man wird in vielen Fällen zu laut, in vielen zu leise schneiden.

Das Aussteuerungskontrollgerät besteht gewöhnlich aus einem Röhrenvoltmeter, dessen Zeitkonstante so bemessen ist, daß auch bei Sprache keine zu großen Schwankungen des Zeigers am Anzeigeinstrument entstehen, um ein leichtes Ablesen zu gestatten. Diese Schaltung, die ja bekannt sein dürfte, soll hier nicht beschrieben werden, besonders deshalb, da viele der hohen Kosten wegen nicht in der Lage sein werden, ein solches Gerät fest einzubauen. Wir verwenden eine andere Schaltung. Meist wird man ein überzähliges Drehspulinstrument mit 20 mA Vollausschlag besitzen, da alle billigen Instrumente, seien es Volt- oder Amperemeter, sofern es Drehspulinstrumente sind, diese Empfindlichkeit besitzen. Wir verwenden ein solches

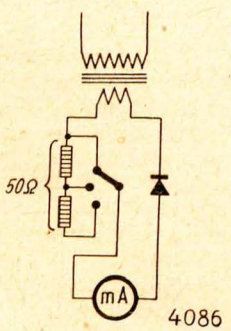


Abb. 8. Das Aussteuerungskontrollgerät

Instrument gemäß der Schaltung in Abb. 8. Die von der Endröhre abgegebene Spannung wird zunächst so weit herabtransformiert, daß ein Strom in der Sekundärwicklung von 20 mA keine wesentliche Belastung der Endröhre bedeutet. Dazu benötigen wir keinen besonderen Transformator; wir verwenden vielmehr die niederohmige Wicklung des Ausgangstransformators (bestimmt für dynamische Lautsprecher). Diese Spannung wird in einem Selen- oder Kupferoxydulgleichrichter gleichgerichtet und dem Instrument zugeführt. Vorzuschalten ist noch ein Widerstand von wenigen Ohm, der in Stufen regelbar sein kann, so daß man mehrere Meßbereiche erhält. Die Wahl des Trockengleichrichters ist dabei ziemlich belanglos, da er nur 20 mA bei kleinen Spannungen verarbeiten muß. Es sollte ein möglichst gut gedämpftes Meßgerät verwendet werden, da eine zusätzliche Dämpfung, wie sie bei den eigentlichen Aussteuerungskontrollgeräten vorgenommen wird, nicht möglich ist.

Der Aufbau der Geräte

Anzustreben wäre eine vollständig tragbare Anlage, um überall Aufnahmen machen zu können. Dabei müßte die Anlage an alle in Betracht kommenden Spannungen anzuschließen sein. Aus diesem Grunde hat der Verfasser den Vorverstärker, der in einem Koffer untergebracht ist, als Batteriegerät ausgeführt. Man ist dann aller Sorge hinsichtlich Netzspannung ledig und braucht auch beim Arbeiten an fremden Netzen kein Netzbrummen zu befürchten. In diesem Koffer sind selbstverständlich die Misch- und Überblendvorrichtungen mit untergebracht, außerdem ist ein Audion eingebaut, um jederzeit Aufnahmen von Rundfunkdarbietungen machen zu können.

Der Kraftverstärker mit Entzerrer, Aussteuerungskontrollgerät, Schneidedose und Motor ist in einem zweiten Koffer untergebracht. Das Gerät des Verfassers ist für alle Stromarten zu verwenden. Da zur Zeit des Baus Allstromröhren vollständig fehlten, wurden Batterieröhren verwendet. Bei Wechselspannung wird aus Akkumulatoren geheizt, und nur die Anodenspannung wird aus dem Netz bezogen. Bei Gleichspannung kann auch die Heizung aus dem Netz erfolgen. Dadurch wird Unabhängigkeit von der Netzspannung erreicht, besonders, da für ein Netz von 110 Volt Gleichspannung ein Umformer vorhanden ist. Unter Verwendung der neuen Allstromröhren wäre der Anschluß an alle Lichtnetze einfacher zu gestalten.

Der Vollständigkeit halber soll an dieser Stelle noch einiges über den Motor und die Schneidedose gesagt werden. Der zum Schneiden von Schallplatten zur Verwendung gelangende Motor ist möglichst stark zu wählen. Verwendet man einen Allstrommotor, so ist in vielen Fällen eine Vergrößerung der Gewichte des Reglers notwendig, um konstante Geschwindigkeit zu erreichen. Bei Synchronmotoren hat man zwar sicher eine konstante Geschwindigkeit, doch erhält man sehr leicht einen Brummton mit auf die Platte, der von einer Pendelung des Synchronmotors herrührt, wodurch sich die Umfangsgeschwindigkeit des Plattentellers stoßweise mit der Netzfrequenz ändert. Beim Kauf eines Synchronmotors ist darauf besonders zu achten, da sich diese Eigenschaft beim Abtasten kaum bemerkbar macht.

Die Schneidedose wird ja wohl auch immer fertig gekauft werden, so daß über die Bauart als solche nichts gesagt werden muß. Jedoch sollen einige Gesichtspunkte für den Kauf einer Schneidedose gegeben werden: Bei zu kleinen Dosen treten oft Verzerrungen dadurch ein, daß durch die angelegte Wechselspannung das Eisen der Zunge übersättigt ist. Wir arbeiten dann nicht mehr auf dem geraden Teil der Magnetisierungskurve. Aus diesem Grunde kaufe man keine zu kleine Dose. Man verwende nur eine Dose, die besonders für Schallplattenaufnahmen gedacht ist, und keine gewöhnliche Abtastdose.

Eine Erscheinung, die viel Kopfzerbrechen verursachen kann, soll hier noch erwähnt werden. Ist die Bohrung für die Nadeln in der Zunge der Schneidedose etwas zu weit, so kann das an und für sich fest eingespannte Ende der Nadel doch etwas schwingen. Wir werden dann bei gleicher Aussteuerung je nach Einspannung der Nadel verschieden laut geschnittene Platten erhalten, deren Frequenzkurve zudem verschieden ist. Tritt diese Erscheinung auf, so sucht man zunächst vergebens den Fehler am Verstärker oder Aussteuerungskontrollgerät, ehe man die Nadel dafür verantwortlich macht. Abhilfe schafft entweder die Verwen-

dung dickerer Nadeln oder eine kleine Buchse, die den Zwischenraum zwischen Nadel und Zunge ausfüllt. Eine solche Buchse ist allerdings meist sehr schwer zu drehen.

Die für eine einwandfreie Schallplattenaufnahme notwendige Ausrüstung ist damit angegeben, und es soll nun eine kurze Besprechung der Maßregeln erfolgen, die für die Aufnahme einer Schallplatte notwendig sind.

Die Aufstellung der Mikrophone

Wesentlichen Einfluß auf die Güte der Aufnahme hat die Aufstellung der Mikrophone. Bei der Aufnahme von Sprache wird man mit dem Mikrophon möglichst nahe an den Sprecher herangehen, um Störgeräusche zu vermeiden. Allerdings ist die Entfernung des Sprechers vom Mikrophon wieder so groß zu wählen, daß die Atemgeräusche nicht unliebsam in Erscheinung treten. Praktisch wird sich der Sprecher 30 bis 50 cm entfernt vom Mikrophon aufstellen.

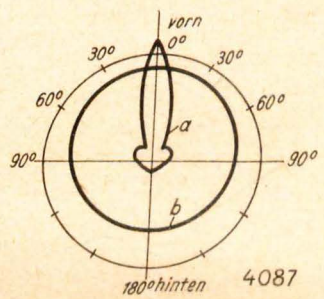


Abb. 9. Beispiel der Richtwirkung eines Mikrophons a) bei 8000 Hz, b) bei 100 Hz

Die Besprechung des Mikrophons muß senkrecht zur Membranebene von vorn geschehen. Durch die Richtwirkung des Mikrophons, die für verschiedene Frequenzen verschieden ist, tritt sonst eine Benachteiligung der hohen Frequenzen ein. Wie wir aus Abb. 9 entnehmen können, hat man für hohe Frequenzen (8000 Hz) eine sehr ausgeprägte Richtwirkung des Mikrophons, so daß nur in einer Richtung eine Aufnahme stattfindet. Eine niedrige Frequenz dagegen, sagen wir 100 Hz, wird fast in jeder Richtung in gleicher Amplitude aufgenommen. Wir sehen daraus, daß für eine einwandfreie Aufnahme die Stellung des Sprechers zum Mikrophon maßgebend ist.

Wollen wir nun z. B. eine Aufnahme ohne Wissen der Mitwirkenden machen, so werden wir nicht damit rechnen können, daß die Sprecher immer in der richtigen Stellung zu den Mikrophonen stehen, die in diesem Falle versteckt aufzustellen sind. Deshalb werden wir jetzt anders entzerren müssen, und zwar so, daß die tiefen Frequenzen mehr als sonst benachteiligt werden, um den Einfluß der Richtwirkung etwas auszugleichen. Dieser Einfluß kann auch zum Teil durch Aufstellung mehrerer Mikrophone ausgeglichen werden, wenn diese so erfolgt, daß immer ein Mikrophon etwa in der richtigen Achse besprochen wird. Dies kann z. B. praktisch dadurch geschehen, daß man in jeder Zimmerecke ein Mikrophon aufstellt, dessen Membran nach der Zimmermitte gerichtet ist. Allerdings wird auch hier eine zusätzliche Entzerrung nicht zu umgehen sein.

Bei Aufnahmen von Musik liegen die Verhältnisse wesentlich komplizierter. Um eine einwandfreie Wiedergabe zu erreichen, muß die Musik nicht nur unverzerrt wiedergegeben werden, sondern sie muß auch im Raum einen der Art der Musik angepaßten Nachhall erzeugen.

Es ist bekannt, daß Musik in verschiedenen Räumen ganz verschieden klingt; man könnte ja sonst nicht von guten und schlechten Konzertsälen sprechen. Man hat nun festgestellt, daß man ein Musikstück als schön empfindet, wenn es in einem Raum mit einer Nachhallzeit von 1,5 bis 3 Sek., je nach Art des Musikstückes, zu Gehör gebracht wird (daß die Größe des Raumes für die anzuwendende Nachhallzeit auch eine Rolle spielt, soll nur der Vollständigkeit halber erwähnt werden; es hat für uns jedoch keine praktische Bedeutung). Für uns wird eine Wiedergabe meist in kleinen Räumen (Wohnzimmer und dergleichen) in Frage kommen. Wir haben hier sehr kurze Nachhallzeiten (max. ca. 0,5 Sek.). Aus diesem Grunde müssen wir auf der Platte das Musikstück schon mit Nachhall aufnehmen, um später eine optimale Wiedergabe zu erreichen. In der Praxis geschieht dies dadurch, daß man die Aufnahme in akustisch geeigneten Sälen durchführt. Dem Bastler jedoch werden solche Säle nicht zur Verfügung stehen; er wird Räume seiner Wohnung dazu verwenden müssen. Hier haben wir aber nur sehr kurze Nachhallzeiten, und wir müssen deshalb eine Möglichkeit schaffen, um die verlangten Nachhallzeiten künstlich herzustellen.

Das Verfahren der Wiedergabe der Musik in einem schallharten Raum und die Überblendung des Aufnahmemikrophons mit dem im schallharten Raum dürfte wohl allen Lesern bekannt sein; sie wird ja heute beim Rundfunk für besondere Zwecke verwendet. Für uns scheidet sie in dieser Form wegen der dazu notwendigen Räumlichkeiten aus. Jedoch kann nur auf diese Art eine Verlängerung der Nachhallzeiten erreicht werden. Wir wenden diese Anordnung deshalb in folgender Vereinfachung an:

Wir verwenden den Aufnahmeraum gleich als Hallraum, d. h.: wir stellen in zwei verschiedenen Entfernungen von der Schallquelle Mikrophone auf und erreichen dadurch Laufzeitunterschiede, die zusammen mit dem vorhandenen Nachhall, den jedes Mikrophon getrennt aufnimmt, eine Verlängerung des gesamten Nachhalls ergeben. Selbstverständlich können wir dadurch keine beliebig langen Nachhallzeiten erreichen, jedoch erhalten wir eine wesentlich größere Halligkeit, die für normale Aufnahmen genügen dürfte. In besonderen Fällen (getragene Musik) kann der Aufnahmeraum durch Ausräumen eines Teils der Inneneinrichtung (vor allem von Teppichen und dergl.) schallhärter gemacht werden, so daß noch längere Nachhallzeiten erreicht werden. Jedoch darf hier nicht zu weit gegangen werden, da sonst störende Resonanzen, welche auf die im Raum eingeschlossene Luftsäule zurückzuführen sind, entstehen. Die Mikrophone stehen dabei etwa 4 bis 5 m auseinander. Das eigentliche Aufnahmemikrophon ist etwa 1 bis 2 m von der Schallquelle entfernt und das andere demnach etwa 6 bis 7 m (evtl. im anschließenden Raum).

Durch verschiedene Überblendung der beiden Mikrophone sind verschiedene Nachhallzeiten einzustellen, und das Gefühl und die Erfahrung muß entscheiden, wie weit das entferntere Mikrophon aufgedreht werden darf, um nachher gute Aufnahmen zu erzielen (im Anfang kann ja eine kurze Versuchsaufnahme gemacht werden, die sich später, wenn mehr Erfahrung vorhanden ist, aber erübrigt). Klanglich in bezug auf Dämpfungsverzerrungen ist dieses Verfahren nicht ganz einwandfrei, denn das zweite Mikrophon, das ja fast gar keinen direkten Schall mehr aufnimmt, sondern nur noch den an den Wänden reflektierten, wird infolge seiner Richtwirkung die hohen Frequenzen stark vernachlässigen. Man höre sich zur Kontrolle die beiden Mikrophone einzeln an. Das von der Schallquelle weit entfernte Mikrophon wird die Musik sehr viel verwaschener und dumpfer bringen, als das in unmittelbarer Nähe stehende. Wie die Praxis aber gezeigt hat, klingen bei geeigneter Überblendung beider Mikrophone und anschließender zusätzlicher Entzerrung Aufnahmen dieser Art doch wesentlich besser, als Aufnahmen gänzlich ohne Nachhall. Bei der Einstellung des Nachhalls vor der Aufnahme darf dieser ruhig reichlich groß gewählt werden, da durch die Nadelgeräusche bei der Wiedergabe sehr viel zugedeckt wird, so daß eine scheinbare Verkleinerung des Nachhalls eintritt. Meist wird es auch kaum möglich sein,

auf diese Weise zu großen Nachhall zu erzeugen, da die Entfernung der Mikrophone nicht sehr groß ist. Nach den Erfahrungen des Verfassers sind die zu erreichenden Nachhallzeiten für leichte Musik geeignet, während für getragene Musik noch größere Nachhallzeiten anzuwenden wären.

Für die Wahl des Aufnahmeraumes ist aber nicht nur die Nachhallzeit maßgebend, sondern es muß noch beachtet werden, daß keine stehenden Wellen oder Resonanzlagen der eingeschlossenen Luft oder von Teilen der Inneneinrichtung auftreten können. Die durch Teile der Inneneinrichtung (Ofenschirme oder dergleichen) hervorgerufenen Resonanzen lassen sich durch Entfernung dieser Teile beheben, jedoch ist die durch den Raum bedingte Resonanz nicht zu ändern. Hier hilft nur eine Dämpfung des Raumes, z. B. durch Vorziehen der Vorhänge usw.

Wir haben demnach für Musikaufnahmen folgende sich teilweise entgegenstehenden Forderungen zu erfüllen:

1. Nachhall 1 bis 2 Sek.: 1 Sek. für leichte Musik; 2 Sek. und mehr für getragene Musik. Das wird in unserem Falle einigermaßen erreicht durch zwei Mikrophone in ziemlich leeren Räumen.

2. Verhinderung von stehenden Wellen im Raum, wird teilweise vermieden durch eine Dämpfung des Raumes. Im allgemeinen genügt dazu schon die normale Zimmereinrichtung.

Gang der Aufnahme einer Schallplatte

Zum Schlusse dieser Ausführungen soll noch der Gang der Aufnahme einer Schallplatte behandelt werden. Es soll daran gezeigt werden, worauf während der Aufnahme besonders zu achten ist.

Der Senderaum und der Aufnahmeraum müssen bei jeder Aufnahme so weit auseinanderliegen, daß jederzeit eine Kontrolle der Musik im Lautsprecher möglich ist, ohne die Originalmusik mitzuhören, da man sonst auf etwaige Fehler nicht aufmerksam wird. Die gesamte Anlage, der Vorverstärker wie auch der Kraftverstärker, wird im Aufnahmeraum so aufgestellt, daß jederzeit eine leichte Bedienung aller Geräte möglich ist.

Nach Aufstellung der Mikrophone im Senderaum kann mit den Proben begonnen werden. Man hört sich dazu das aufzunehmende Musikstück am Lautsprecher an und stellt die Mitwirkenden wie auch die Mikrophone unter Beachtung der vorher gegebenen Gesichtspunkte nach dem am Lautsprecher entstehenden Klangbild auf. Die einzelnen Mikrophone werden gegenseitig entsprechend überblendet, und zum Schluß wird noch entzerrt. Zur Entzerrung gehört ziemliche Übung, da vor der Aufnahme die Darbietungen sehr spitz klingen müssen. Man läßt sich dadurch sehr leicht täuschen und entzerrt zugunsten der tiefen Frequenzen. Aus diesem Grunde ist eine für gewöhnlich anzuwendende Entzerrung zu merken, und diese wird nur in kleinen Grenzen geändert.

Ist das entstehende Klangbild zufriedenstellend, so wird die Platte aufgelegt und die Nadel eingespannt. Die für das eigentliche Schneiden zu beachtenden Gesichtspunkte seien hier, da wiederholt erörtert, übergangen.

Jetzt kann zum Beginn der eigentlichen Aufnahme geschritten werden. Der Beginn kann durch Lichtzeichen gegeben werden oder auch dadurch, daß einer der Mitwirkenden die Aufnahme einleitet mit den Worten: „Achtung, Dose aufsetzen." Nach zwei Sekunden beginnt die eigentliche Aufnahme.

Während der Aufnahme ist die Aussteuerung zu überwachen und evtl. die Überblendung der einzelnen Mikrophone zu bewirken. Bei der Aussteuerungskontrolle während der Aufnahme ist darauf zu achten, daß die der Dose zugeführte Spannung nicht zu hoch wird. Die Regelung geschieht durch den in den Kraftverstärker eingebauten Spannungsteiler (in Abb. 5 mit R_2 bezeichnet). Die größte der Dose zuzuführende Spannung richtet sich nach folgenden drei Punkten: Es können nämlich Verzerrungen auftreten entweder durch Übersteuerung der Dose oder des Verstärkers. Als dritter Punkt für das Mißlingen einer Aufnahme kann Überschneiden der Rillen in Frage kommen. Die Platte läßt sich nachher nicht einwandfrei abspielen. Eine Überschneidung tritt vor allem wegen der tiefen Frequenzen ein, da diese mit sehr viel größerer Amplitude geschnitten werden, denn die Spannung, die eine Abtastdose beim Abspielen einer Schallplatte abgibt, ist umgekehrt proportional dem Quadrat der Frequenz, wie man sich leicht klarmachen kann. Um also mit möglichst großer Amplitude schneiden zu können, wird man die tiefen Frequenzen etwas abschwächen. Inwieweit diese Frequenzen abgeschwächt werden können, ist abhängig von der gewünschten Qualität der Platte und in das Belieben des einzelnen gestellt. Die zur Innehaltung dieser drei Punkte abzugebende größte Spannung kann man am besten durch den Versuch feststellen. Am Aussteuerungskontrollgerät ist diese Spannung entsprechend deutlich zu vermerken.

Während der Aufnahme ist aber nicht nur auf die größte der Dose zugeführte Spannung zu achten, sondern auch auf die kleinste zur Dose gelangende Spannung. An und für sich müßte vorher die Verstärkung so eingestellt werden, daß an keiner Stelle eine Übersteuerung auftritt. Während der Aufnahme wäre dann an der Verstärkung nichts zu ändern. Die bei Musik auftretenden Lautstärkeschwankungen sind aber so groß, daß Pianostellen vollständig im Nadelgeräusch untergehen. Wir werden deshalb die Pianostellen heben und die Fortestellen senken und vermerken uns am Instrument zwei Spannungen: die größte und die kleinste zulässige Spannung. Die Tätigkeit des Aussteuerns besteht nun darin, daß während der Aufnahme nur Spannungen innerhalb dieses Bereichs zur Dose gelangen. Auch die Festlegung der Kleinstspannung geschieht am besten durch den Versuch. Über ein Spannungsverhältnis von 1 : 10 wird man bei den zur Zeit üblichen Selbstaufnahmeplatten kaum hinausgehen können, ohne zu stark durch das Nadelgeräusch bei der Wiedergabe gestört zu werden.

Hat man während der Aufnahme nur ein Mikrophon in Betrieb, so ist die Tätigkeit des Aussteuerns neben der Überwachung des Spans die einzige und ist leicht von einer Person auszuführen. Hat man aber mehrere Mikrophone, die während der Aufnahme zu bedienen sind (als Beispiel soll eine Aufnahme ohne Wissen der Mitwirkenden angenommen werden), oder hat man im Verlauf der Aufnahme Schallplatten oder Rundfunk einzublenden, so wird es für eine Bedienungsperson nicht leicht sein, alles zu bedienen. Am besten teilt man die Arbeit dann so auf, daß eine Person die Mischung und Überblendung übernimmt, und die andere Person überwacht den Spanablauf und die Aussteuerung. Die erste Person richtet sich bei der Überblendung nach dem im Lautsprecher entstehenden Klangbild. Eine Überblendung der einzelnen Mikrophone nach dem Ausschlag des Aussteuerungskontrollgeräts ist unmöglich, da hier ja nicht die von den einzelnen Mikrophonen abgegebene Spannung angezeigt wird.

Damit dürfte wohl alles für die Aufnahme von Schallplatten Wissenswerte angegeben sein. Auf nähere Einzelheiten ist nicht eingegangen worden, doch wird es ohne weiteres möglich sein, die angegebenen Entzerrer usw. an Hand dieser Beschreibung zu bauen.

Sämtliche beschriebenen Teile werden vom Verfasser verwendet und haben sich allmählich nach mancherlei Irrwegen im Verlauf von einigen Jahren als günstigste Lösung für denjenigen herausgestellt, der gezwungen ist, mit möglichst einfachen Mitteln zu arbeiten.

Zeichnungen vom Verfasser

Neues elektrisches Musikinstrument

Vor einiger Zeit hat Ing. J. Winckelmann ein neues Musikinstrument entwickelt, dessen Spielweise äußerlich große Ähnlichkeit mit der des Theremingeräts hat. Bei diesem Gerät werden Kippschwingungen auf dem Umweg über eine lichtelektrische Zelle durch Lichteinwirkung gesteuert. An der Hand des Spielenden befindet sich eine kleine Taschenlampen-Glühlampe, die der Photozelle mehr oder weniger genähert wird, wodurch sich Töne der verschiedensten Frequenzen wahlweise erzeugen lassen. Wegen der genauen Einzelheiten sei der am Bau interessierte Bastler auf die Veröffentlichung des Erfinders verwiesen[1]). Hier sei kurz das wesentliche der Neuerung mitgeteilt, und es seien ferner einige Anregungen zum weiteren Ausbau gegeben.

In der Abbildung ist das Prinzip der Tonerzeugung und -Beeinflussung dargestellt. In den aus Glimmlampe, Widerstand und Kapazität bestehenden Kippschwingungskreis sind die Photozelle *F* und der Übertrager *Ü* eingeschaltet. Die Übertragung der Kippschwingungen an den Verstärker könnte an sich auch durch Kondensatoren und Widerstände geschehen, jedoch bietet der Transformator den Vorteil, daß die sehr obertonreichen sägezahnförmigen Kippschwingungen in klanglicher Hinsicht günstig durch die Selbstinduktion des Übertragers geglättet werden[2]).

Die Einstellung bestimmter Klangfarben erfolgt in bekannter Weise durch im Verstärker vorhandene Formantkreise, durch die bestimmte Oberschwingungen resonanzmäßig verstärkt werden. Die Anordnung kann als Vorsatzgerät für Rundfunkempfänger gebaut werden, jedoch ist dabei die Verwendung einer Vorverstärkerröhre zweckmäßig, namentlich dann, wenn viele Formantkreise benutzt werden, da sie die Grundfrequenzen schwächen.

Zum Spiel wird mit einem Halter eine kleine Glühlampe am Finger oder an der Hand befestigt. Als Stromquelle dient eine in der Rocktasche gesteckte Taschenlampen-Batterie. In die gleiche Hand nimmt man den Unterbrecher *U* (z. B. einen leichtbeweglichen Klingelkontakt), der eine stufenweise Tonfolge ermöglicht. Zur Lautstärkenregelung ist der Dreh-Spannungsteiler *Sp* bestimmt, der mit der anderen Hand bedient wird. Zweckmäßiger wäre hierfür statt des Drehwiderstands ein auf Druck empfindlicher Regler, ähnlich wie beim Manual des Trautoniums, da sich rasche Lautstärkenänderungen so wesentlich besser erzielen lassen. Dazu könnte beispielsweise ein mit Graphitpulver gefüllter Gummischwamm dienen, der — in einer Isolierhülle steckend — zusammengedrückt wird[3]).

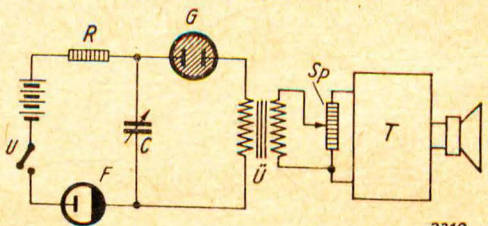
[1]) Das Jowiphon. Von Ing. J. Winckelmann. Deutsch-Technischer Buchverlag, Berlin-Lichterfelde.

[2]) Siehe „Funk" 1933, Heft 31, Seite 488.

[3]) Siehe „Funk" 1935, Heft 24, Seite 795.

Die Photozelle wird so eingebaut, daß sie nicht unmittelbar von Fremdlicht getroffen werden kann. Besonders wichtig ist dies, wenn zur Zimmerbeleuchtung Wechselstrom benutzt wird, weil andernfalls eine störende Frequenzmodulation der Kippschwingungen erfolgen kann. In der Abhängigkeit vom Fremdlicht würde durch Verwendung farbigen Lichts oder unsichtbarer Strahlen als Spiellicht Abhilfe geschaffen werden können. Da die Photozellen für diese Strahlen eine geringere Empfindlichkeit aufweisen, würde die Einfügung eines Photozellen-Verstärkers notwendig sein. Grundsätzlich lassen sich außer den Photozellen auch andere lichtelektrische Zellen, wie Selenzellen oder die sehr leistungsfähigen Sperrschichtzellen, verwenden, da deren Trägheit hier nicht im geringsten schadet. Wegen des geringen inneren Widerstandes dieser Zellen bzw. wegen der geringen Spannungen ist hier jedoch die Zwischenschaltung einer Verstärkerröhre unbedingt erforderlich.

Der Tonbereich richtet sich einmal nach dem bei der Grundhelligkeit vorhandenen Ton, dessen Höhe mit Hilfe des Drehkondensators C eingestellt wird, und weiter nach der Nähe und Helligkeit der Glühlampe. Er beträgt im Durchschnitt drei bis vier Oktaven, wobei als äußerste Entfernung ¾ m gerechnet sind.



3319

Prinzipanordnung eines durch Licht zu beeinflussenden elektrischen Musikinstrumentes. G = Glimmlampe, R = Schutzwiderstand (10 000 bis 30 000 Ohm), C = Drehkondensator zur Einstellung der Anfangsfrequenz, F = Photozelle, welche unter dem Einfluß des Lichtes die Frequenz der Kippschwingungen steuert, U = Unterbrecher, der stufenweise Tonfolge ermöglicht, Ü = Übertrager, Sp = Drehspannungsteiler, T = Tonverstärker mit eingebauten veränderlichen Formantkreisen zur Klangfarbenregelung

Wie die meisten elektrischen Musikinstrumente, so besticht auch dieses durch seine große Mannigfaltigkeit an Klangfarben, Tönen und — wenn man will — an Geräuschen. Dabei ist der Bau, zumal, wenn man statt der Photozelle einfachere Widerstands- oder Sperrschichtzellen zur Anwendung bringt, nicht teuer. Gegenüber dem Theremingerät fällt der wesentlich größere Reichtum an Klangfarben auf, sowie die größere Betriebssicherheit und geringere Abhängigkeit von fremden Einflüssen. Dem bastelnden Funkliebhaber bietet sich hier jedenfalls ein ebenso interessantes wie abwechslungsreiches Betätigungsfeld.

H. B.

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Messung einer Ultrahochfrequenzleistung

Die bekannten Leistungsmesser kann man infolge ihrer hohen Eigenkapazität nicht zur Messung ultrahochfrequenter Leistungen verwenden. B. Brunn schlägt vor, diese Messungen auf folgende Weise auszuführen:

Die ultrahochfrequenten Ströme werden zur Speisung einer Glühlampe benutzt, deren Licht auf eine Photozelle wirkt. Die Photozellenströme werden in einem Gleichstrominstrument gemessen. Aus dem Ausschlag des Instrumentes und der Entfernung der Lichtquelle von der Photozelle können Schlüsse auf den die Glühlampe durchfließenden Strom gezogen werden.

Schr.

Radio World, New York, Bd. 27, Nr. 5, Seite 6

Verzerrungen in Rundfunkempfängern

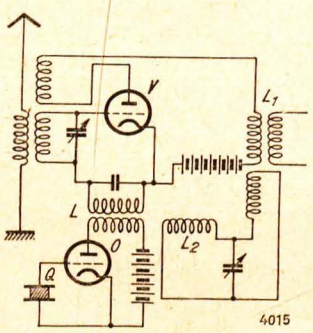
Wie R. Feldtkeller feststellt, rufen Unsymmetrien in der Resonanzkurve der Rundfunkempfänger, die im Aufbau der Siebe entstehen oder durch ungenaue Abstimmung des Empfängers auf den Sender zustande kommen, ungleiche Phasendrehungen der beiden Seitenbänder und damit eine

zusätzliche Phasenmodulation hervor, die selbst bei sauberer linearer Gleichrichtung zu nichtlinearen Verzerrungen führt. Diese Verzerrungen sind stark vom Modulationsgrad abhängig. Bei 75 % Modulation zeigt ein moderner Bandfilter-Fernempfänger, der um ein paar hundert Hertz verstimmt ist, bereits Klirrgrade von 5 % und mehr. *Schr.*

Zeitschrift für Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Leipzig, Bd. 46, H. 4, Seite 133

Empfänger für kurze Wellen

Es ist bekannt, daß für kurze Wellen der Überrückkopplungsempfang besonders wirksam ist. Man hat auch bereits vorgeschlagen, gleichzeitig das Überlagerungsprinzip zur Anwendung zu bringen, doch sind für solche Empfänger in der Regel zwei örtlich in verschiedenen Stufen erzeugte Schwingungen verwendet worden.

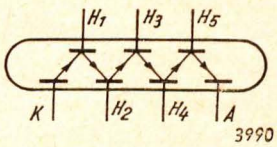


Die Abbildung zeigt eine Schaltung, bei der die Unterbrechungsschwingung und die Überlagerungsschwingung in dem gleichen Generator erzeugt werden. Der durch einen Quarz Q stabilisierte Überlagerer O liefert seine Grundfrequenz über den abgestimmten Transformator L an die Empfangsstufe U. Eine Harmonische der örtlich erzeugten Schwingung wird über den auf diese Harmonische abgestimmten Zwischenkreis L_2 als Überlagerungsschwingung dem Transformator L_1 zugeleitet. *Schr.*

Wireless World, London, Bd. 38, Nr. 5, S. 113

Ein neuer Sekundärelektronen-Verstärker

Die Erscheinung der Sekundäremission wird bei der von Zworykin, Morton und Malter beschriebenen Röhre dazu ausgenutzt, den an einer Kathode ausgelösten Elektronenstrom in hohem Maße zu vervielfältigen. Die von der Kathode K ausgesandten Elektronen lösen an der Hilfselektrode H_1 Sekundärelektronen aus, die nun nach der etwas stärker als H_1 vorgespannten Hilfselektrode H_2 fliegen und hier ebenfalls Sekundärelektronen auslösen usf. Nimmt man an, daß jedes Elektron an jeder der P Hilfselektroden n Elektronen auslöst, so erreicht die Anode A



schließlich ein Elektronenstrom, der n^P mal so stark ist wie der von der Kathode ausgehende. Die Röhre kann als Gleichrichter, Modulator, Generator und Verstärker benutzt werden. Ihre Wirtschaftlichkeit ist zwar nicht höher als die der bekannten Röhren (17 Watt Leistungsverbrauch für 1 Ampere Emission), dafür sollen aber die von der Röhre herrührenden Störgeräusche wesentlich geringer als bei normalen Röhren sein (etwas im Verhältnis 1 : 80). [1])

[1]) Vgl. auch den Aufsatz: Neue elektronenoptische Systeme. „Funk" 1936 Heft 6, S. 185 ff.

Electronics, New York, Bd. 8, Nr. 11, S. 10
Schr.

PATENTSCHAU

Schaltungsanordnung für wechselstromgeheizte Verstärkerröhren

Nach der deutschen Patentschrift 609 329 Kl. 21 a 4 Gr. 35/15 (Siemens & Halske, A. G.)

Um bei wechselstromgeheizten Verstärkerröhren das Störgeräusch zu beseitigen, werden die Gitter- und Anodenkreise bekanntlich an den durch Symmetriewiderstände hergestellten elektrischen Mittelpunkt der Kathode angeschlossen; man hat auch schon für diese Symmetriewiderstände komplexe Widerstände benutzt. In vielen Fällen ist es wichtig, insbesondere die Oberwellen des Heizstromes von dem Heizfadenkreis fernzuhalten, da diese nicht mehr durch besondere Siebmittel nachträglich aus den Sprechkreisen beseitigt werden können, weil sie bereits in das Sprachfrequenzband fallen. Besonders wichtig ist auch die Fernhaltung der Oberschwingungen, wenn die wechselstromgeheizten Heizfäden in Reihe geschaltet sind und die Röhren aus gemeinsamen Gitter- und Anodenbatterien gespeist werden, da in diesem Falle sehr leicht unerwünschte Kopplungen zwischen den einzelnen Röhren auftreten.

Um die Beseitigung der Oberwellen durch den komplexen Symmetriewiderstand möglichst vollkommen durchzuführen, wird der komplexe Symmetriewiderstand als Parallelschwingungskreis ausgebildet und auf die Grundfrequenz des Heizwechselstromes abgestimmt. Ferner werden die die Heizfadenenden überbrückenden Kondensatoren des Symmetriewiderstands so bemessen, daß ihr Widerstand für die Oberschwingungen des Heizwechselstromes klein ist gegenüber dem Widerstand des Heizfadens.

Abb. 1 und 2 zeigen Ausführungsbeispiele der Schaltung. In Abb. 1 ist zwischen die Heizfadenenden der Verstärkerröhre U der aus den beiden Induktivitäten L und den beiden Kondensatoren C bestehende komplexe Widerstand eingeschaltet. Eingangs- und Ausgangskreis der Verstärkerröhre sind am Symmetriepunkt P angeschlossen. Die Heizung erfolgt über den Transformator T aus dem Wechsel-

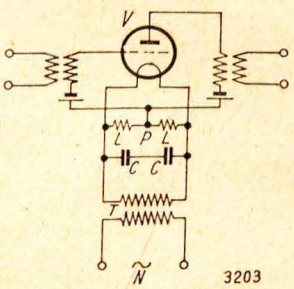


Abb. 1.

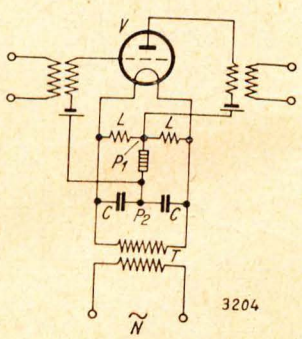


Abb. 2.

stromnetz N. Der Parallelschwingungskreis L, C ist auf die Netzfrequenz abgestimmt und bildet infolgedessen für diese einen sehr hohen Widerstand. Die Größe der Kondensatoren ist dagegen so gewählt, daß die harmonischen Oberschwingungen des Netzstromes zum allergrößten Teil durch die Kondensatoren und nicht durch den Heizfaden der Röhre fließen.

Abb. 2 zeigt dasselbe Grundschaltbild. Nur sind Eingang- und Ausgangskreis an zwei getrennte Symmetriepunkte P_1 und P_2 angeschlossen, um Rückkopplung des Eingangskreises auf den Ausgangskreis zu verhindern. *L.*

FUNK-Werkstattpraxis
Monatsbeilage für die Funkwerkstatt
5

Ausgangs-Messungen mit dem Anpassungs- und Trennglied

In FW 4, Beilage zum „Funk" Heft 20, brachten wir die Bauanleitung für ein Anpassungs- und Trennglied zum Strom- und Spannungszeiger, wie es für Ausgangs-Messungen an Empfängern notwendig und zweckmäßig ist. Nachstehend sollen nun die Messungen mit diesen Geräten etwas ausführlicher behandelt werden.

Ausgangs-Messungen an Empfängern und Verstärkern werden auf verschiedene Weise durchgeführt. Handelt es sich um Vergleichsmessungen, beipielsweise um die Feststellung der Trennschärfe eines Empfängers, um eine Prüfung des Schwundausgleichs oder um ähnliche Arbeiten, bei denen das Ausgangs-Meßgerät mehr die Rolle eines Indikators spielt und es auf die Ermittlung der genauen Ausgangsleistung überhaupt nicht ankommt, so genügt ein Wechselstrom-Gleichrichter-Meßgerät mit Drehspul-Meßwerk vollkommen. Interessiert dagegen der Wert der Ausgangsleistung, werden aber an die Genauigkeit der Meßergebnisse keine sehr hohen Anforderungen gestellt, so bedient man sich der Ausgangs-Leistungsmesser (Output-Meter), jener Drehspul-Gleichrichter-Voltmeter, deren Innenwiderstand bei allen Meßbereichen konstant auf 4000 Ω gehalten wird. Besteht das Bedürfnis für genaueste Messungen und hat man außerdem den Wunsch, die Ausgangsleistung für verschieden große Ausgangswiderstände zu ermitteln, so macht man von unserem Anpassungsgerät in Verbindung mit einem Tonfrequenz-Strom- und Spannungszeiger Gebrauch.

Das Anpassungsgerät hat zwei Aufgaben zu erfüllen: 1. riegelt es den Anoden-Gleichstrom von dem Meßgerät ab, 2. ermöglicht es die Einschaltung eines beliebig großen Ausgangs- oder Belastungswiderstandes. Dieser Widerstand läßt sich in dem Bereich 1 bis 60 kΩ in 21 Stufen ändern. Die Anschaltung an den Empfänger ist sehr einfach; sie erfordert nur zwei Leitungen, von denen die eine mit der Anode der Endröhre, die andere mit Masse verbunden wird. Die Anode der Endröhre liegt bei den meisten Empfängern an einer von den beiden Buchsen, die zum Anschluß eines zweiten Lautsprechers dienen. Für den Anschluß des Tonfrequenz-Strom- und Spannungszeigers sind drei Buchsen vorhanden, die sinngemäß mit den Buchsen des Meßgerätes verbunden werden. Die Schaltung ist hierbei so getroffen, daß die drei Verbindungen ständig bestehen bleiben können; geht man von Strommessungen zu Spannungsmessungen oder umgekehrt über, so legt man am Anpassungsglied den Schalter Sch_2 um, und am Meßgerät schaltet man den Umschalter von den Strombereichen auf die Spannungsbereiche oder umgekehrt.

Bei der Messung geht man so vor, daß man den Drehgriff des Anpassungsgliedes zunächst auf den entsprechenden Belastungswiderstand einstellt, d. h. bei Dreipol-Endröhren auf den doppelten, bei Fünfpol-Endröhren auf den halben Röhreninnenwiderstand. Außerdem schaltet man den Schalter Sch_2 auf mA oder V, je nachdem, ob man Strom oder Spannung messen will. Am Strom- und Spannungszeiger schaltet man den Drehgriff auf den größten Meßbereich der Strom- oder der Spannungsseite, also auf 50 mA oder 300 V. Nun erst darf der Empfänger eingeschaltet werden und man darf ihn auf den Sender bzw. auf den Prüfgenerator abstimmen.

Einen merklichen Ausschlag wird man am Strom- und Spannungszeiger nicht sofort bekommen, da der oberste Meßbereich für die üblichen Rundfunkempfänger-Ausgangsleistungen in der Regel zu groß ist. Der Drehgriff des Strom- und Spannungszeigers wird deshalb langsam auf kleinere Meßbereiche geschaltet, bis ein entsprechend großer Ausschlag vorhanden ist. Aus dem abgelesenen Strom bzw. der abgelesenen Spannung und dem am Anpassungsglied eingestellten Widerstand kann man nun in bekannter Weise die Ausgangsleistung errechnen

$$(N_{mW} = I_{mA}^2 \cdot R_{k\Omega} = \frac{E_V^2}{R_{k\Omega}}).$$

Man ist natürlich nicht gezwungen, die Messung unbedingt bei dem doppelten Innenwiderstand der Dreipol- und dem halben Innenwiderstand der Fünfpol-Endröhre vorzunehmen, sondern man kann mit Hilfe des Anpassungs- und Trenngliedes auf bequemste Weise bei allen praktisch in Frage kommenden Anpassungswiderständen messen. So ist es mit Leichtigkeit möglich, zu ermitteln, in welchem Maße die von einer Endstufe abgegebene Leistung eine Änderung mit dem Anpassungswiderstand erfährt. Um dem Leser die Art der Abhängigkeit zu zeigen, wurde für Abb. 1 die Endstufe eines Gerätes unter stufenweiser Änderung des Anpassungswiderstandes ausgemessen, und zwar wurden sowohl der Strom als die Spannung bestimmt (die Messungen wurden mit Hilfe des Prüfgenerators ausgeführt, der mit 400 Hz moduliert wurde). Das Bild gibt die Kurven der Strom- und der Spannungsmessung wieder, außerdem die Leistungskurven, von denen die eine aus der Strommessung, die andere aus der Spannungsmessung errechnet wurde. Theoretisch müßten diese Kurven übereinstimmen; sie können es praktisch aber nicht, weil wohl der Innenwiderstand des Strom- und Spannungszeigers bei der Strommessung vernachlässigbar klein ist, so daß Verluste praktisch nicht entstehen, nicht aber der Innenwiderstand bei der Spannungsmessung so groß, daß Verluste im Meß-

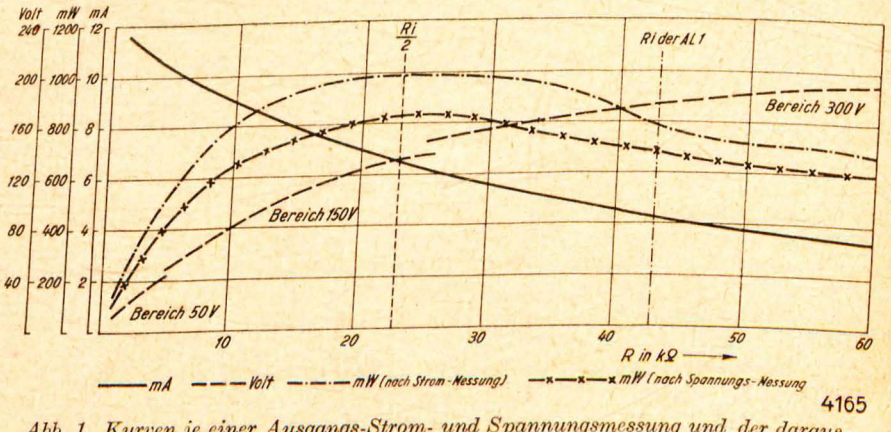


Abb. 1. Kurven je einer Ausgangs-Strom- und Spannungsmessung und der daraus errechneten Leistungen.

gerät nicht auftreten. Man sieht das auch deutlich beim Umschalten vom einen zum anderen Meßbereich; beim Übergang zu dem höheren Meßbereich und damit zum größeren Innenwiderstand tritt auch eine Erhöhung der abgelesenen Spannung ein, da der Verlust im Meßgerät-Widerstand kleiner wird. Die errechnete Leistungskurve zeigt diese Absätze nicht mehr, sie wurde vielmehr ausgeglichen.

Die Kurven der Abb. 1 zeigen außerdem, daß die größte abgegebene Leistung etwa beim halben Innenwiderstand der Endröhre vorhanden ist; der halbe und auch der ganze Innenwiderstand sind besonders eingetragen. Man erkennt aber außerdem, daß die Leistungskurven verhältnismäßig flach verlaufen, so daß eine sorgfältige Einstellung des Anpassungswiderstandes an sich nicht erforderlich ist; es wäre in dem Beispiel gleichgültig gewesen, ob man die Leistung bei 20, 25 oder 30 kΩ bestimmt hätte. Sie bei 4 kΩ zu bestimmen, wie es die eingangs erwähnten Ausgangs-Leistungsmesser (Output-Meter) ermöglichen, wäre bei der verwendeten Endröhre (AL 1) aber grundfalsch

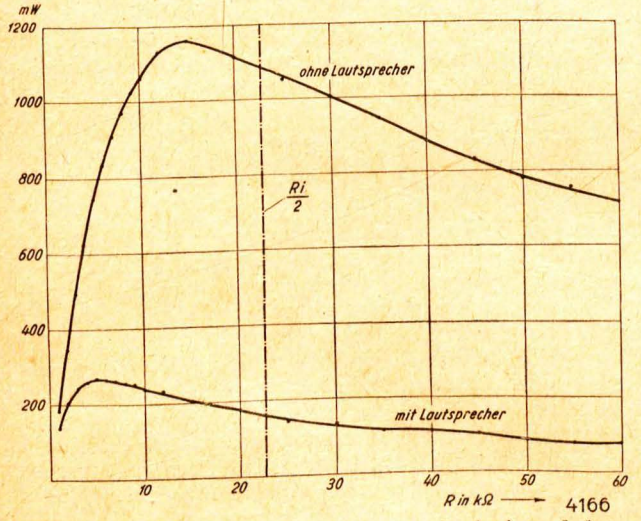


Abb. 2. Ausgangs-Leistungskurven ohne und mit eingeschaltetem Lautsprecher.

gewesen, denn bei 4 kΩ Anpassungswiderstand gibt diese Endstufe noch nicht einmal 50 % der möglichen Leistung ab.

Zuweilen wird auch gefragt, ob diese Ausgangs-Messungen mit eingeschaltetem oder ausgeschaltetem Lautsprecher vorgenommen werden sollen. Kommt es darauf an, zu ermitteln, welche Leistung die Endstufe abzugeben vermag, so muß der Lautsprecher selbstverständlich abgeschaltet werden, denn sonst verbraucht ja er den größten Teil der Leistung und für das Anpassungsgerät bleibt nichts übrig bzw. es bekommt nur einen Bruchteil der von der Endstufe abgegebenen Leistung. Abb. 2 gibt zwei gemessene Leistungskurven wieder, die obere bei abgeschaltetem, die untere bei eingeschaltetem Lautsprecher.

Für die praktische Ausführung der Ausgangs-Messungen sei nachstehend noch die Reihenfolge der einzelnen Handgriffe angegeben:

	Strom-messung	Spannungs-messung
1. Bereichwähler am Strom- und Spannungszeiger einstellen auf	50 mA	300 V
2. Drehgriff am Anpassungsglied auf den richtigen Anpassungswiderstand einstellen;		
3. Umschalter am Anpassungsglied einstellen auf	mA	V
4. Anpassungsglied an Empfänger anschalten: M mit Masse (meist Erdklemme), A mit Anode der Endröhre (eine der Buchsen für den 2. Lautsprecher) verbinden;		
5. Strom- und Spannungszeiger durch drei Schnüre an Anpassungsglied anschalten;		
6. Empfänger einschalten, abstimmen, Prüfgenerator einschalten;		
7. Bereichwähler am Strom- und Spannungszeiger drehen in Richtung:	15 — 5 — 1,5 mA	150 — 50 — 15 — 5 usw. Volt
8. Bereichwähler nach d. Messung zurückdrehen auf	50 mA	300 V

Die Farbring-Kennzeichnung von Kondensatoren und Widerständen

Die übliche Kennzeichnung der Widerstände und Kondensatoren durch aufgedruckte Zahlen hat bei der Herstellung von Rundfunkempfängern gewisse Nachteile; in einen Kasten mit z. B. 50-cm-Kondensatoren kann sich leicht ein solcher von vielleicht 100 cm einschmuggeln, ohne daß die Arbeiterin am Band dies bemerkt. Auch für einen Prüfer ist es schwer, den Aufdruck auf einem eingelöteten Kondensator zu erkennen. Sind aber die Kondensatoren farbig gekennzeichnet und ist jedem Kapazitätswert eine gewisse Farbenbezeichnung zugeordnet, so können Irrtümer nicht mehr so leicht vorkommen. Das ist der Grund dafür, daß Kondensatoren und Widerstände neuerdings mehr und mehr nach einem bestimmten Farbsystem gekennzeichnet werden.

Der Funkpraktiker muß wissen, was die verschiedenen Farbringe auf den Blocks und Widerständen bedeuten, wenn ihm ein Empfänger mit solchen Teilen unter die Hände kommt. Ein Nachmessen ist meist nicht mehr möglich, da das betreffende Teil oft schadhaft sein dürfte.

Wie Abb. 1 zeigt, werden Jahre-Blocks durch dünne und dicke Farbringe gekennzeichnet. Die Farbe der Ringe bezeichnet dabei die Grundzahl (z. B. 5 oder 8) und die Anzahl der dünnen und dicken Ringe die folgenden Nullen. Ein dicker Ring gilt dabei so viel wie drei dünne Ringe. Die folgende Farbringtafel zeigt dies klar. Ein einziger grüner Farbring bedeutet beispielsweise 5 cm, zwei dünne weiße Ringe 10 cm, drei dünne und ein dicker

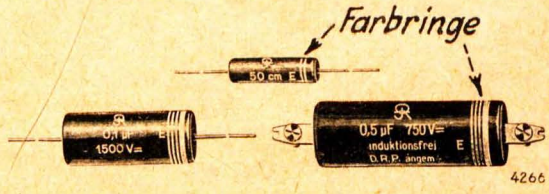


Abb. 1. Kondensatoren mit Farbring-Kennzeichnung

Ring in gelber Farbe 400 000 cm. Man hüte sich vor Farbverwechslungen. Braun und gold, orange und gelb, hellblau und dunkelblau, rot und rosa könnten von einem Unbefangenen unter Umständen vielleicht verwechselt werden.

Etwas anders ist das Farbsystem der NSF-Widerstände aufgebaut (Abb. 2). Zuerst ist dabei die Körperfarbe maßgeblich, also die Grundfarbe des Widerstandsstabes. Dann

bemerken wir einen oder zwei Kappenringe und einen Körperring in der Mitte des Stabes. Chemische Widerstände haben nur einen Kappenring und Drahtwiderstände zwei Kappenringe.

Bezeichnungstafel für Rundwickel

Farbe	Kapazität in cm und Ringmarkierung				
weiß	10	100	1000	10 000	100 000
hellblau	15	150	1500	15 000	150 000
rot	20	200	2000	20 000	200 000
braun	25	250	2500	25 000	250 000
orange	30	300	3000	30 000	300 000
gold	35	350	3500	35 000	350 000
gelb	40	400	4000	40 000	400 000
hellgrün	5	50	500	5000	50 000	500 000
dunkelblau	6	60	600	6000	60 000	600 000
violett	7	70	700	7000	70 000	700 000
rosa	8	80	800	8000	80 000	800 000
silber	9	90	900	9000	90 000	900 000

Die Farbe des Körpers entspricht nun der ersten Zahl des gesuchten Widerstandswertes, die der Kappenringe der zweiten Zahl, und durch den farbigen Körperring in der

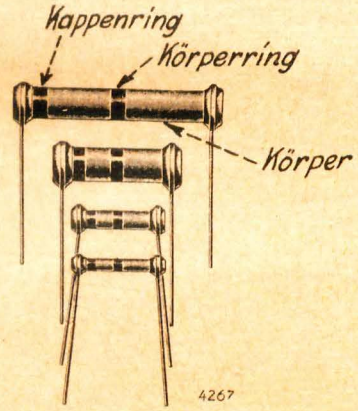


Abb. 2. Widerstände mit Farb-Kennzeichnung

Mitte des Stabes wird die Anzahl der Dezimalen angegeben. Die nachstehende Tafel zeigt uns dies. Man beachte die darunter angegebenen Beispiele.

Farbringkennzeichnung der Widerstände

Farben auf:	Körper	Kappenring	Körperring
schwarz	0	0	,0
braun	1	1	0
rot	2	2	00
orange	3	3	000
gelb	4	4	0 000
grün	5	5	00 000
blau	6	6	000 000
violett	7	7	
grau	8	8	
weiß	9	9	

Beispiele:

	Körper grün	= 5
1	Kappenring rot	= 2
	Körperring gelb	= 0000
	Chem. Widerstand	520000 Ω
	Körper grün	= 5
2	Kappenringe schwarz	= 0
	Körperring rot	= 00
	Drahtwiderstand	5000 Ω
	Körper grau	= 8
2	Kappenringe grün	= 5
	Körperring schwarz	= ,0
	Drahtwiderstand	85,0 Ω

Wie schon Abb. 2 durch die verschiedene Größe der Widerstände zeigt, werden die Widerstände in mehreren Belastbarkeiten hergestellt. Die Wattzahl geht jedoch nicht aus der Farbkennzeichnung hervor; sie wird auf Grund der Größe des betreffenden Widerstandes aus der folgenden Tafel entnommen.

Wattbelastung der farben-bezeichneten Widerstände

Länge des Widerstandes in mm	Durchmesser des Widerstandes in mm	Draht-widerstand	Chemischer Widerstand
29	4	1 Watt	0,5 Watt
29	6	2 „	1 „
38	10	4 „	2 „
61	10	6 „	3 „

Der Vollständigkeit wegen sei darauf hingewiesen, daß bei den NSF-Widerständen mit Zahlenaufdruck die Körperfarbe uns angibt, wie hoch die Widerstände belastbar sind und wie ihr Aufbau ist. Die letzte Tafel zeigt uns dies; sie hat aber naturgemäß nichts mit den vorstehenden Tafeln zu tun, weil in den letzten der Zusammenhang zwischen Farbe und Kapazität bzw. Widerstandswert aufgeführt wurde.

Farbentafel (Belastbarkeit) für wertgestempelte Widerstände

Chemische Widerstände		Drahtgewickelte Widerstände	
N (Watt)	Stab-Farbe	N (Watt)	Stab-Farbe
0,5	rot	1	braun
1	blau	2	grau
2	grün	4	weiß
3	violett	6	orange

Werkbilder Wrona

Deutsche Funk-Fachsprache

Der „Spezialist" beherrscht die Technik, die Wirtschaft, die Medizin. Der „Spezialist" hat sich auf allen Gebieten in den Vordergrund geschoben. Unter uns gibt es Empfänger-„Spezialisten", Röhren-„Spezialisten", Kraftverstärker-„Spezialisten", Lautsprecher-„Spezialisten", ...-„Spezialisten", ...-„Spezialisten" ... Das hört sich so wichtig an, und keiner denkt sich etwas dabei.

Dabei haben wir doch das schöne, deutsche, inhaltreiche und würdige Wort „Fachmann". Ein Mann, der sein Fach versteht, ist das nicht eine treffendere Bezeichnung als die des Spezialisten? Viele unserer Fachgenossen haben das eingesehen und schreiben über ihre Werkstatt „Rundfunk-Fachmann". Und im Betrieb des Rundfunk-Fachmannes gibt es wieder Empfänger-Fachleute, Röhren-Fachleute, Kraftverstärker-Fachmänner.

Ebenso abwegig wie „Spezialist" ist auch das Wort „Spezial". Immer noch ist von Spezial-Konstruktionen die Rede, obgleich man in dem Wort „Sonder-Bauart" eine treffende und verständlichere Bezeichnung hat.

—*dt.*

Das alte Gerät

Verbesserungen an veralteten Empfängern

Netzantenne nachträglich eingebaut

Zuweilen besteht der Wunsch, einen Rundfunkempfänger nachträglich mit einer Lichtnetzantenne auszustatten. Das bereitet technisch keine Schwierigkeiten, denn dazu ist nichts anderes erforderlich als ein kleiner Rollblock-Kondensator 200 bis 300 pF, 1500 Volt, der einpolig an die Netzleitung gelegt wird. Sein zweiter Belag wird an eine Buchse geführt, die neben der Antennenbuchse anzubringen ist; die Lichtnetzantenne ist eingeschaltet, wenn man diese zusätzliche Buchse durch eine kurze, beiderseitig mit Steckern versehene Litze mit der Antennenbuchse verbindet.

An Stelle dieser Anordnung kann man auch eine sogen. Schaltbuchse wählen, an die ein Umschaltkontakt angebaut ist, der durch den Bananenstecker betätigt wird. Es gibt zwei Arten solcher Schaltbuchsen: die ältere Art öffnet den Kontakt und schaltet damit die Lichtnetzantenne ab, wenn man den Stecker in die Buchse einführt, und die neuere Form nimmt eine Umschaltung vor. D. h. sie hebt die Verbindung zwischen dem Lichtnetz-Kondensator und der Antennenbuchse auf und stellt eine neue Verbindung zwischen dem Kondensator und einem weiteren Anschluß her, der an Erde geschaltet werden kann. Diese neuere Ausführung bewirkt demnach eine Erdung der Lichtnetzantenne, sobald man einen Antennenstecker einführt, also mit offener Antenne empfängt. Sie ist unbedingt zu bevorzugen, da durch sie verhindert wird, daß während des Empfangs mit offener Antenne die im Lichtnetz vorhandenen Störungen in den Antennen-Eingang des Empfängers eintreten können.

Entbrummen älterer Empfänger

Wechselstromempfänger älterer Bauart haben nicht selten ein anormal starkes Netzbrummen. Man war früher nicht in der Lage, das Brummgeräusch so weitgehend zu beseitigen, wie es heute der Fall ist, da die erforderlichen Bauteile zu ausreichend niedrigen Preisen nicht erhältlich waren. Heute aber ist es ohne Schwierigkeiten möglich, den Brummton solcher Geräte ganz erheblich zu vermindern; es ist in den meisten Fällen nichts anderes erforderlich als eine wesentliche Vergrößerung der Sieb-Kondensatoren.

Zunächst wird man sich der Anodenstrom-Siebkette annehmen, in der sich nicht selten Kondensatoren von 2×2 oder 2×4 µF befinden. Mit Hilfe der neuen, kleinen Elektrolyt-Kondensatoren, die sogar als Doppel-Kondensatoren (zwei Kapazitäten in einem geteilten Becher übereinander) gebaut werden, ist es weder schwierig noch kostspielig, die Siebketten-Kapazität auf 2×8 oder gar 2×16 µF zu vergrößern, was einen wesentlichen Rückgang des Brummgeräusches zur Folge hat. Ebenso erweist es sich als sehr vorteilhaft, die Kondensatoren parallel zu den Kathodenwiderständen, die in älteren Empfängern 0,1 bis 1 µF groß sind, auf 6 bis 10 µF zu vergrößern; das kostet bei Benutzung der Niedervolt-Elektrolyt-Kondensatoren nicht viel, hat aber hervorragenden Erfolg. Auch die Vergrößerung der Kondensatoren zwischen den Schirmgittern der Röhren und Kathode erweist sich als sehr vorteilhaft.

Besitzt das Gerät eine direkt geheizte Endröhre, so kann man noch eine gewisse Verbesserung erzielen, wenn man an Stelle des festen Entbrummers oder des Transformator-Mitten-Abgriffes einen veränderlichen Entbrummer einbaut und das Brummgeräusch sorgfältig auf den Kleinstwert einregelt. Schließlich kann es vorteilhaft sein, wenn man die Netzleitung vom Eintritt in das Gerät an panzert, und zwar auf allen Wegen, zum Netzschalter, zum Übertrager usw. Auch eine Panzerung der Gitterleitungen des Audions und der Niederfrequenzstufen erweist sich häufig als vorteilhaft.

Zusammengebaute Bedienungselemente

Man kann in der Praxis häufig die Feststellung treffen, daß von den zusammengebauten Bedienungselementen in Form des nachträglichen Einbaus in ältere Geräte längst nicht in dem Maße Gebrauch gemacht wird, wie es im Interesse der Vervollkommnung der älteren Empfänger erwünscht wäre. Wie viele Geräte gibt es, die noch keinen Klangfarbenregler aufweisen, und doch ist der Einbau eines solchen ohne wesentliche Änderungen und ohne Hinzukommen eines weiteren Knopfes eine Kleinigkeit, wenn man sich eines Drehwiderstandes mit angebautem Netzschalter bedient. Dieses Teil tritt dann einfach an die Stelle des ja sowieso vorhandenen Netzschalters. Ebenso ist es leicht möglich, bei einem Empfänger, der den Bedienungsgriff für den Klangfarbenregler ausgerechnet an der Rückwand besitzt, wo man ihn nicht oder nur schwer erreichen kann, mit einem bequem von vorn zu bedienenden Regler zu versehen, wenn man den Regler mit angebautem Schalter verwendet. Wie viele ältere Geräte haben aber nicht einmal einen Lautstärkeregler; für sie ist der Zusammenbau von Drehwiderstand mit Schalter noch viel wichtiger, kann man doch nachträglich einen frequenzunabhängigen Lautstärkeregler einbauen, ohne daß ein neuer Knopf hinzukommt. Zweckmäßig wird man sich hier der Reglerart bedienen, die keinen Drehschalter, sondern einen Schiebeschalter aufweist; man kann den Empfänger dann ein- und ausschalten, ohne daß der Regler verstellt werden müßte.

Auch ein Stillschalter läßt sich auf gleiche Weise nachträglich anbringen; für diesen Zweck ist ebenfalls der Drehregler mit Schiebeschalter das gegebene Teil. Ebenso kann man einen Lautstärke- oder einen Klangfarbenregler mit einem Orts-Fernschalter vereinigen; die Schaltungen hierfür sind ja jedem Praktiker bekannt.

Der Lautsprecher-Ausschalter

Es gibt kaum noch einen neuzeitlichen Rundfunkempfänger, der nicht an der Rückwand ein Buchsenpaar zum Anschluß eines zweiten Lautsprechers besitzt, eine Einrichtung, die ganz außerordentlich wichtig ist, die aber von der Hörerschaft seltsamerweise noch sehr wenig gewürdigt wird, wie ja überhaupt das Geschäft in „zweiten Lautsprechern" sehr zu wünschen übrig läßt. Geht man dem Grund nach, so kann man mit Leichtigkeit feststellen, daß von Seiten der Empfänger-Industrie viel zu wenig für den zweiten Lautsprecher getan wird. Man bringt zwar die eingangs erwähnten Anschlußbuchsen an, aber man schafft nicht einmal in allen Fällen die Möglichkeit, den eingebauten Lautsprecher abzuschalten. Und sieht man eine Abschaltung vor, so erfolgt diese entweder dadurch, daß man den Stecker des zweiten Lautsprechers in zwei ganz bestimmte Buchsen von insgesamt drei einführen muß; stöpselt man in Buchse I und II ein, so arbeitet der eingebaute Lautsprecher mit, stöpselt man dagegen in II und III ein, so schweigt er. Um das richtige Buchsenpaar zu treffen, muß man den Empfänger herumdrehen, man muß suchen, die Bezeichnungen entziffern, kurz, Arbeiten ausführen, die jedem Laien unsympathisch sind. Die ganz großzügigen Firmen sehen wohl einen Ausschalter für den eingebauten Lautsprecher vor, aber sie verstecken ihn schamhaft an der Rückwand des Gerätes.

Wenn die Industrie so erweist, daß sie den zweiten Lautsprecher nicht fördern will oder kann — denn die geschilderten Maßnahmen sind wirklich keine Aufmunterung für den Gerätebesitzer, sich eines zweiten Lautsprechers zu bedienen —, so sollte der fortschrittlich eingestellte Händler

doch hier Wandel schaffen. Er soll ruhig in solche Geräte an der Frontplatte einen zusätzlichen Dreh- oder Kippschalter vorsehen — geeignete Formen sind im Handel, evtl. kommt auch ein Regler mit angebautem Schalter in Frage —, um auf diese Weise den eingebauten Lautsprecher von vorn ausschaltbar zu machen. Die Kundschaft wird es ihm danken, und mancher verkaufte permanent-dynamische Lautsprecher wird es ihm lohnen. Vielleicht aber lernt einmal auch die Industrie hieraus und sieht ein, daß es bei einem Rundfunkempfänger durchaus nicht darauf ankommt, möglichst wenig Knöpfe zu haben, sondern darauf, wichtige Bedienungsgriffe — und hierzu gehören unter allen Umständen sowohl der Sperrkreis-Drehkondensator, als auch der Klangfärber und der Ausschalter für den eingebauten Lautsprecher — bequem erreichen zu können.

Der Einbau umschaltbarer Meßbereiche in ein Drehspul-Meßgerät

In mancher Werkstatt liegt vielleicht noch ein sonst nicht benötigtes Einbau-Drehspulgerät mit irgendeinem beliebigen Meßbereich herum, das man in ein Universal-Meßgerät mit mehreren bequem umschaltbaren Meßbereichen umbauen möchte. Besteht die Möglichkeit, ein gutes Vergleichsgerät mit denselben Meßbereichen für die Eichung heranzuziehen, so ist dieser Selbstbau durchaus lohnend.

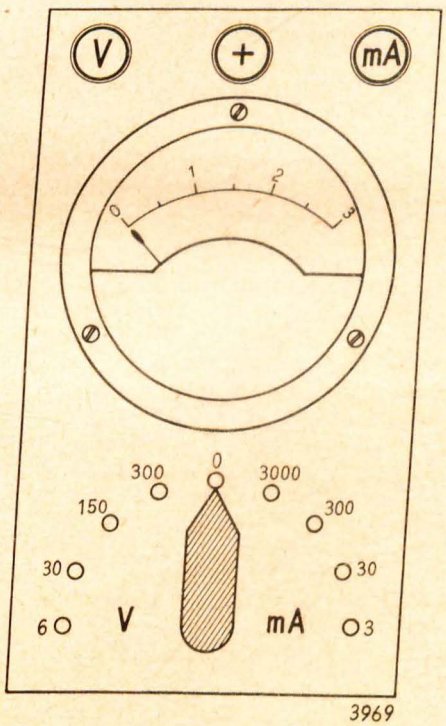


Abb. 1. Ansicht des Umschalt-Meßgerätes

Abb. 1 zeigt die äußere Form des zu bauenden Meßgerätes, die sich als besonders zweckmäßig erwiesen hat. Das Einbau-Meßgerät ist versenkt in eine rechteckige Hartpapierplatte eingebaut. Oben befinden sich drei Anschlußklemmen, unten der Meßbereichumschalter. Der Umschalthebel steht vor jeder Messung in der mittleren Nullstellung.

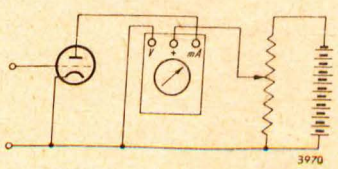


Abb. 2. Mißt man die Anodenspannung, so wird der Anodenstrom nicht unterbrochen

Zur Spannungsmessung z. B. dreht man so weit nach links, bis der Ausschlag groß genug ist. Wenn der Umschalter auf Null oder auf einem Spannungsbereich steht, ist die mittlere Klemme mit der mA-Klemme unmittelbar verbunden (kurzgeschlossen). Legt man z. B. nach Abb. 2 das Meßgerät in eine Röhrenschaltung, so kann die zu einem bestimmten Anodenstrom gehörige Anodenspannung durch einfaches Drehen des Umschalters gemessen werden, ohne daß der Anodenstrom eine Unterbrechung erfährt. Die in Abb. 1 dargestellte Frontplatte wird auf ein flaches Kästchen aufgeschraubt, das gleichzeitig die Widerstände in seinem Inneren birgt.

Die Gesamtschaltung des umschaltbaren Gerätes zeigt Abb. 3. Für beispielsweise acht Meßbereiche 300, 150, 30, 6 Volt, 3000, 300, 30, 3 Milliampere braucht man einen doppelpoligen Umschalter mit 2×9 Kontakten oder zwei einpolige Umschalter mit je 9 Kontakten mit gemeinsamer isolierter Achse. Der Umschalter soll ohne Kontaktunterbrechung arbeiten, das heißt beim Schalten soll die Kontaktfeder stets kurzzeitig zwei benachbarte Kontakte berühren. In Abb. 3 sollen die gegenüberliegenden Kontakte rechts oben und links unten paarweise miteinander verbunden sein. Diese Verbindungen wurden der Übersicht halber nur durch kurze Striche angedeutet.

Die Schaltung hat folgende Vorteile:

1. Der Übergangswiderstand an den Schalterkontakten beeinträchtigt nicht die Meßgenauigkeit; bei Strommessungen liegt der eine Kontakt in dem Kreis der Drehspule, sein Übergangswiderstand ist also gegen den Widerstand der Drehspule vernachlässigbar, der andere Kontakt

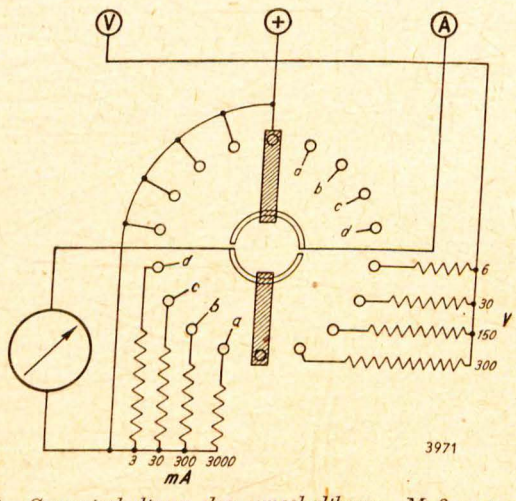


Abb. 3. Gesamtschaltung des umschaltbaren Meßgerätes

hat überhaupt keinen Einfluß auf die Meßgenauigkeit. Bei der Spannungsmessung ist der Kontakt-Widerstand gegenüber dem Vorschaltwiderstand erst recht klein.

2. Selbst Unterbrechungen der Kontakte können das Instrument nicht beschädigen. Trotzdem wird man einen guten Umschalter einbauen, der auch nach längerem Gebrauch einwandfrei arbeitet.

3. Die Widerstände sind im Gegensatz zu den Schaltungen der Industriegeräte voneinander unabhängig, d. h. jeder einzelne Widerstand ist für sich abgleichbar und auswechselbar, ohne daß die anderen Meßbereiche durch solche Eingriffe berührt werden. Das ist sehr wichtig, wenn etwa für einen Meßbereich kein genaues Vergleichsgerät zur Verfügung steht; dann kann eine genaue Nacheichung bei Gelegenheit nachgeholt werden.

Als Nachteil wäre festzustellen, daß beim Übergang von dem Meßbereich 300 Volt auf 150 Volt durch die Parallelschaltung der Widerstände beim Kontaktübergang der Meßbereich vorübergehend auf 100 Volt verringert wird. Beim Übergang von 150 Volt auf 30 Volt hat man einen Bereich von 25 Volt, doch ist diese geringe Überlastung für das Meßwerk nicht schädlich.

Nun einige Winke für den Bau der Widerstände. Die Auswahl der richtigen Drahtstärke und Drahtsorte für die Strommesser-Nebenschlüsse hat nach folgenden Gesichtspunkten zu erfolgen: 1. Die Drahtstärke muß so gewählt werden, daß keine nennenswerte Erwärmung auftritt. 2. Die Länge des Nebenschlusses darf nicht zu klein sein, sonst kann sich leicht folgender Fehler ergeben:

Beim Abgleichen wendet man im allgemeinen die in Abb. 4 gezeichnete Schaltung an. Aus Batterie, Regelwiderstand (R), Vergleichs-Meßgerät (V) und einem genügend langen Draht für den Nebenschluß zwischen den

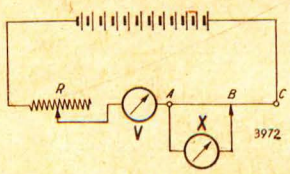


Abb. 4. Schaltung für das Abgleichen

Klemmen A und C wird ein Stromkreis gebildet. Nun legt man die eine Zuleitung zur Drehspule an A und tastet mit der anderen AC so lange ab, bis der Punkt B gefunden ist, bei dem X denselben Ausschlag zeigt wie V. Das Stück AB sollte nun nicht kürzer als etwa 1 m sein, denn sonst kann es vorkommen, daß nach Anlöten der Instrumentzuleitungen an den Punkten A und B die Eichung auf einmal nicht mehr stimmt. Das kann entweder daher rühren, daß beim endgültigen Anlöten der Zuleitungen die Länge AB sich doch etwas ändert, oder daß die Lötwärme eine dauernde Widerstandsänderung hervorruft. Bei größerer Drahtlänge fallen beide Fehler nicht ins Gewicht. Für den 3 Amp.-Bereich benutzte ich z. B. isolierten Kupfer-Schaltdraht von 1 mm Durchmesser, für den 300 mA-Bereich 0,4 mm Kupferdraht, für die beiden kleineren Bereiche dünnen Konstantandraht. Um langweiliges Probieren mit verschiedenen Drahtsorten zu vermeiden, empfiehlt es sich, den ungefähren Wert der Widerstände im voraus zu berechnen.

Bei den höheren Spannungsmeßbereichen möchte ich von dem Selbstbau drahtgewickelter Widerstände wegen der schwierigen Verarbeitung großer Längen sehr dünnen Drahtes dringend abraten. Hier kommen folgende Möglichkeiten in Frage:

1. Drahtgewickelte Widerstände auf Porzellanrohr oder auf Streifen mit einer verschiebbaren Schelle. Besonders letztere sind praktisch, da sie eine geringere Selbstinduktion haben, als runde Drahtwiderstände, und auch weniger Platz beanspruchen.

2. Widerstandskordel von 100 000 Ω pro m für die höheren Spannungen und gegebenenfalls von 10 000 Ω pro m für den kleinsten Spannungsmeßbereich. Die Schellen zum Abgreifen muß man sich hierbei selbst anfertigen. Als Endschellen, die nicht verschiebbar zu sein brauchen, kann man Hohlnieten verwenden, die über die Widerstandskordel geschoben und mit einer Zange flachgedrückt werden, wodurch die Kordel unverrückbar festgeklemmt wird.

3. Kommen drahtlose Widerstände in Frage, wie sie in Empfängern benutzt werden. Der Leser wird vielleicht einwenden, sie seien weder konstant, noch ließen sie sich auf einen bestimmten Ohmwert abgleichen. Wenn ein guter Markenwiderstand aber nicht bis zu der aufgedruckten maximalen Belastungsfähigkeit beansprucht wird, sondern nur bis etwa ¼ dieses Wertes, liegt die Widerstandsänderung bei verschiedenen Belastungen unter 1 %. Den richtigen Ohmwert findet man am einfachsten durch Probieren; außerdem aber sind solche Widerstände gegen Aufpreis mit 1 % Genauigkeit zu beziehen. Da der aufgedruckte Widerstandswert bei den üblichen Stäben um 10 % abweichen kann, wird man beim Durchprobieren einer größeren Anzahl bald den richtigen Wert finden. Wenn nicht, versucht man es durch eine Kombinationsschaltung mehrerer Widerstände. In Abb. 5 sei dem

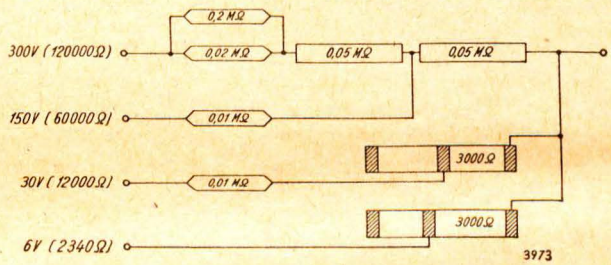


Abb. 5. Beispiel für die Zusammenschaltung der Vorwiderstände für die Spannungsmeßbereiche

Leser als Beispiel vorgeführt, wie ich durch Probieren von Widerständen, die sich in meiner Vorratskiste fanden, die Spannungsbereiche zusammengestellt habe. In den Klammern sind die berechneten Ohmwerte angegeben. Die 3000 Ω-Widerstände sind Streifen mit verschiebbarer Schelle.

Die Selbstinduktion der Widerstände macht sich störend nur bei stark pulsierendem Gleichstrom bemerkbar. Wenn also in das Meßinstrument ein Trockengleichrichter zur Messung von Wechselstrom eingebaut wird, müssen unbedingt induktionsfreie Widerstände benutzt werden.

Studienassessor H. K. Krumm
Zeichnungen vom Verfasser

FW-Ratschläge

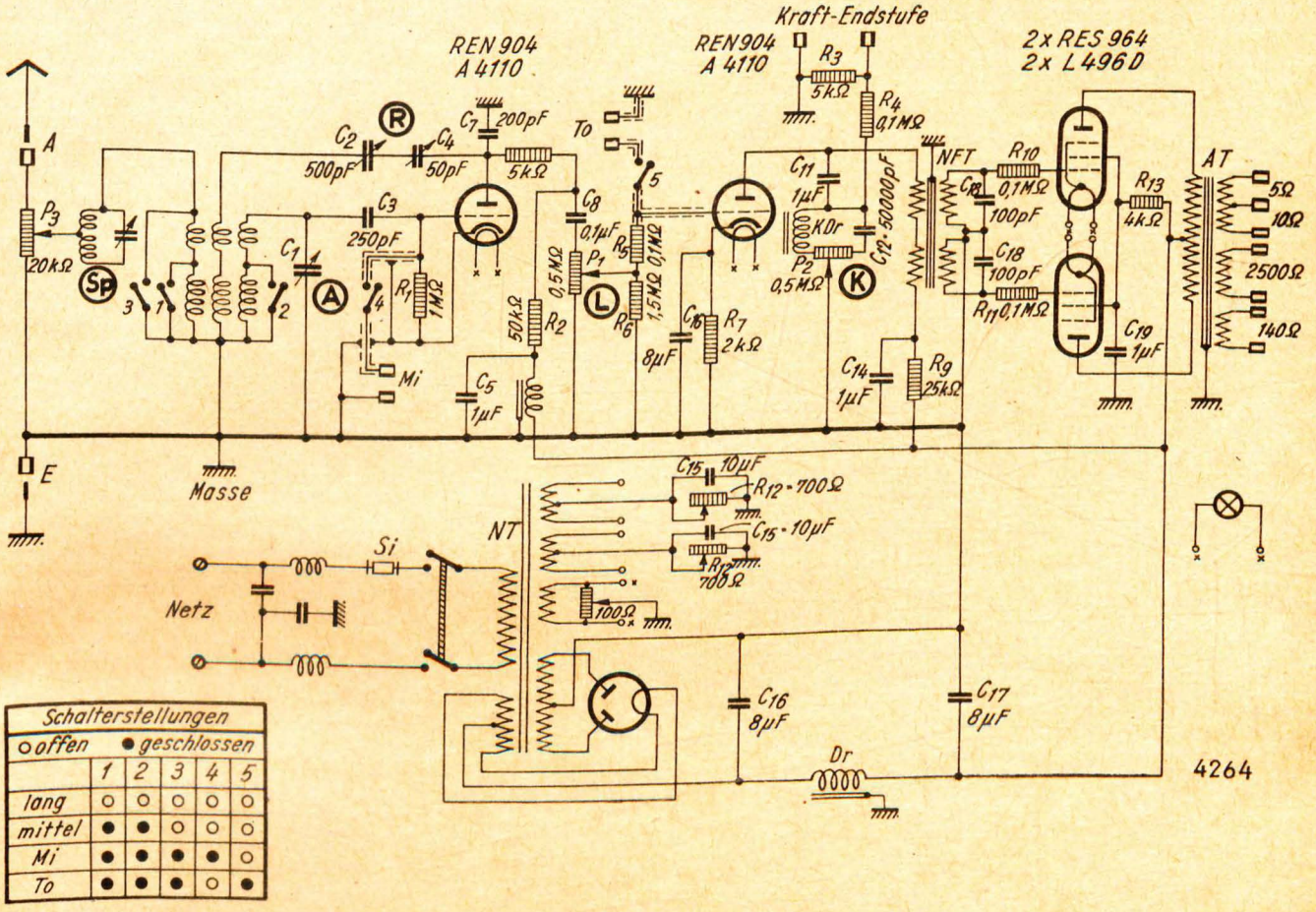
Etwas über die Feilen

Es dürfte vielleicht nicht allgemein bekannt sein, daß man Feilen, die man zur Bearbeitung von Messing verwenden will, nicht auch zur Bearbeitung von Eisen benutzen soll. Man soll für die Bearbeitung dieser beiden Werkstoffe unbedingt getrennte Feilen gebrauchen. Um Verwechselungen vorzubeugen, ist es daher nützlich, die Feilen, die zur Eisenbearbeitung dienen, irgendwie zu kennzeichnen, z. B. durch einen schwarzen Ring um das Feilenheft.

Sind Messingfeilen für die Bearbeitung dieses Metalls zu stumpf geworden, so kann man sie als Eisenfeilen weiter verwenden und sie dadurch wirtschaftlicher ausnutzen. Es ist ferner wichtig, Feilen, die durch Späne und dergl. verunreinigt sind, mit einer Stahldrahtbürste (Feilenreinigungsbürste) zu säubern, damit sie wieder ordentlich „greifen". —r.

Die Schaltung des Funkpraktikers

Berliner Schul-Einheitsempfänger



Schalterstellungen					
○ offen ● geschlossen					
	1	2	3	4	5
lang	○	○	○	○	○
mittel	●	●	○	○	○
Mi	●	●	●	●	○
To	●	●	●	○	●

Um den Schulen Groß-Berlins ein verzerrungsfrei arbeitendes Empfangsgerät zur Verfügung zu stellen, das über eine genügend große Ausgangsleistung verfügt, wurde von den Radio-Funkwerkstätten nach Vorschlägen von Dipl.-Ing. Gerhard Wiechell ein Einheitsempfänger entwickelt, der bereits in einer ganzen Reihe von Berliner Schulen zur Aufstellung gelangt ist. Seine Schaltung ist ganz aus den praktischen Bedürfnissen heraus gewachsen, die für diesen Sonderfall vorliegen. Der Empfänger stellt einen zweistufigen Kraftverstärker (Gegentakt-Endstufe!) mit eingebautem rückgekoppeltem Gittergleichrichter dar.

Am Eingang des Empfängers ist ein Dreh-Spannungsteiler vorgesehen, der so eingestellt wird, daß die erste Stufe noch nicht übersteuert wird. Es folgt ein auf einen eventuellen Störsender abzustimmender Sperrkreis und darauf der induktiv angekoppelte Schwingkreis (umschaltbar für Mittel- und Langwellen), der von großer Durchlaßbreite (also ziemlich bedeutender Dämpfung) ist, um die für eine gute Wiedergabe unerläßlichen hohen Frequenzen nicht über Gebühr zu beschneiden. Das Audion ist mit einer Dreipolröhre bestückt und mit regelbarer Rückkopplung ausgestattet.

Es folgt die erste Niederfrequenzstufe; sie ist in CW-Kopplung angeschlossen. Ein Teil des Gitterwiderstandes ist als Lautstärkeregler ausgebildet.

Der Anschluß für das Mikrophon ist im Gitterkreis der ersten Röhre vorgesehen, so daß für die Mikrophon-Verstärkung drei Stufen verfügbar sind; es können alle gebräuchlichen Kohle-Mikrophone angeschlossen werden. Das Mikrophon wird parallel zum Gitterwiderstand des Audions angeschaltet. Der Anschluß für den Tonabnehmer dagegen befindet sich am Gitter der zweiten Röhre, und zwar zwischen Gitter und Masse, so daß bei der Schallplattenverstärkung die negative Vorspannung dieser Stufe wirksam bleibt. An der Anode der Niederfrequenz-Vorstufe ist ein Klangfarbenregler vorgesehen, der aus Drossel, Kondensator und Drehspannungsteiler besteht und infolgedessen zweiseitig arbeitet, also von einer mittleren Stellung aus eine Aufhellung und eine Verdunkelung zuläßt. An der gleichen Stelle ist ein Spannungsteiler vorhanden, der aus zwei festen Widerständen besteht und der es ermöglicht, hinter der zweiten Röhre eine Steuerspannung von etwa 0,2 Watt für eine Kraft-Endstufe zu entnehmen. Durch diese Spannungsabnahme wird die Ausgangsleistung des Verstärkers selbstverständlich nicht geschwächt; man kann also gleichzeitig die vorgesehenen Lautsprecher betreiben und einen mehrstufigen großen Kraftverstärker steuern.

Die durch einen Übertrager angekoppelte Gegentakt-Endstufe macht von zwei indirekt beheizten Fünfpol-Endröhren Gebrauch, um mit niedrigen Röhrenkosten eine hohe Verstärkung bei großer Ausgangsleistung zu erzielen. Sie wird im Interesse kleinen Klirrgrades in A-Schaltung betrieben und liefert etwa 5 Watt bei 5 % Klirrgrad. Die Gittervorspannung der beiden Endröhren kann unabhängig voneinander durch Regler (R_{12}) eingestellt werden.

Werkzeuge und Hilfsmittel

Ein geschirmter Kabelstecker

Bekanntlich müssen Kondensatormikrophon, Photozellen und dergl. durch sorgfältig abgeschirmte Leitungen mit dem Verstärkereingang verbunden werden. Es ist ferner zweckmäßig, auch zum Anschluß von Tonabnehmern, und zwar hauptsächlich solchen dynamischer Bauart, abgeschirmte Kabel zu benutzen, um einen brumm- und störungsfreien Betrieb zu gewährleisten.

In den meisten Fällen kann man mit einem einadrigen gschirmten Kabel (einer sogenannten NLHCI-Leitung) das Auslangen finden, wobei die zu erdende Metallumspinnung gleichzeitig als Rückleitung dienen kann. Es hat sich aber gezeigt, daß bei einem gewöhnlichen Doppelstecker (bzw. zwei Einfach-Bananensteckern), den man vielleicht zum bequemen Anschluß des Kabels an den Verstärker benützt, schon das dabei vorhandene, höchstens 20 mm lange,

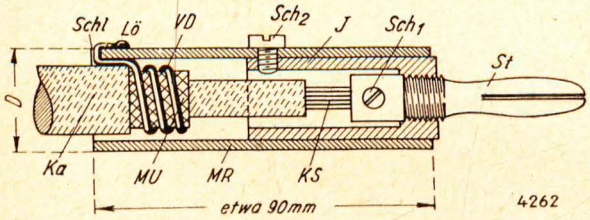
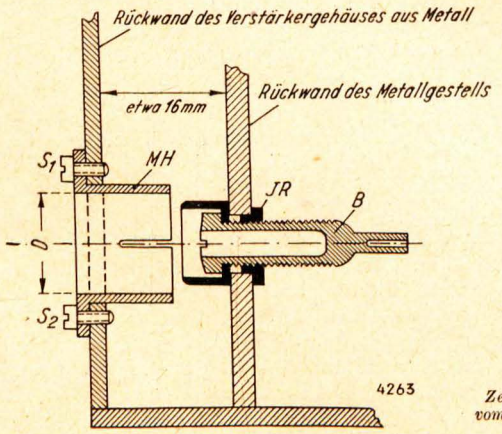


Abb. 1. Abgeschirmter Kabelstecker im Schnitt

ungeschirmte Leitungsstück (nämlich die Metallteile des Steckers selbst) zu erheblichen Brummstörungen führen können. Um Abhilfe zu schaffen, hat sich der Verfasser den in den Abbildungen gezeigten Sonderstecker gebaut; diese praktische Steckerbauart sei in Abb. 1 dargestellt — der Stecker ist leicht und billig herstellbar.

Über die Isolierhülse J eines normalen (handelsüblichen) berührungsschutzsicheren Bananen- oder Kreuzschlitzsteckers (4 mm) wird ein Stück Messingrohr MR (Wandstärke 1 mm) von einer lichten Weite, die dem Außendurchmesser der Isolierhülse entspricht, geschoben



Zeichnungen vom Verfasser

Abb. 2. Abschirmung der Buchse

und dieses später durch die Schraube Sch_2 (2,6 mm Gewinde) an der Isolierhülse befestigt, wobei natürlich die Schraube den Steckerstift nicht berühren darf (vgl. Abb. 1). Das Kabel Ka wird nun so abisoliert, wie es die Abb. 1 erkennen läßt (die Gummiisolation ist besonders gekennzeichnet). Um die Metallumspinnung MU wird das eine Ende eines Kupferdrahtes VD von etwa 1 mm Durchmesser (Länge rd. 100 mm) in ein paar Windungen herumgelegt und dann sorgfältig mit der Umspinnung verlötet.

Nun wird die Kabelseele KS an den Bananensteckerstift St geschraubt, die Isolierhülse J darüber geschoben und verschraubt, darauf diese in das Messingrohr gesteckt, dann der Verbindungsdraht VD in einen vorher in das Rohr eingefeilten Schlitz Schl eingelegt, mit diesem verlötet und das überstehende Kupferdrahtende abgeschnitten.

Das „Gegenstück" zu diesem Stecker zeigt Abb. 2; B ist eine sogenannte Einheitsbuchse und MH eine Messinghülse, in die dann federnd (daher viermal einsägen!) das Messingrohr MR genau passen soll, um eine sichere Verbindung zu gewährleisten. Für diese abgeschirmte Buchse ließen sich verschiedene Ausführungsarten angeben; da diese u. a. von der Aufbauart des Verstärkers abhängen, sei nur dieses eine Beispiel gezeigt. Wem die Anfertigung der Hülse MH zu schwierig erscheint, der kann auch an dem dann nicht abzuschneidenden Verbindungsdraht (vgl. oben) einen zweiten ungeschirmten Bananenstecker anbringen; dieser muß in eine gesonderte Erdbuchse gesteckt werden. *Ke.*

Praktischer Ersatzteilschrank

Für die Instandsetzung von Empfängern braucht man immer wieder dieselben Widerstände und Kondensatoren; es sind nur wenige verschiedene Teile, die jedoch ständig wiederkehren. Um das Ersatzteillager für die Empfängerinstandsetzung so klein wie möglich zu halten, wurde ein praktischer Ersatzteilschrank herausgebracht, dessen Inhalt aus den Erfahrungen bestimmt wurde, die in den Funkwerkstätten der eigenen technischen Büros einer Rundfunkgroßfirma gesammelt wurden.



Das Bild zeigt den 405×305×200 mm großen Schrank, der mit zehn Schubladen ausgestattet ist, mit Inhalt. Der Schrank enthält: 10 (2) Kondensatoren hoher Prüfspannung 0,1 . . . 6 µF; 13 (5) Kondensatoren mittlerer Prüfspannung 0,1 . . . 6 µF; 28 (28) Rohrkondensatoren 50 pF bis 0,5 µF; 4 (2) Elektrolyt-Rohrkondensatoren 8 und 10 µF; 2 (2) Elektrolyt-Becherkondensatoren 6 und 8 µF; 16 (3) Widerstände 2 Watt 500 Ω bis 100 kΩ; 36 (24) Widerstände 1 Watt 500 Ω bis 2,5 MΩ; 27 (18) Widerstände 0,5 Watt 50 kΩ bis 5 MΩ. Die eingeklammerten Werte gelten für die sogen. kleine Schrankfüllung. *Werkbild (K)*

Alle Abbildungen in diesem Heft, die keinen Urhebervermerk tragen, wurden nach Angaben der Schriftleitung hergestellt

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. — DA III. Vj. 1936 = 8700. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G. Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 88378, Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung. — Nachdruck sämtlicher Artikel verboten.

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

1. Dezember 1936 — Heft 23

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 — Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungskosten von 1 Pfg. enthalten. Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Der Piezoeffekt in der Zeitmeßkunde

Von **O. Morgenroth**

Ein Kristall, der in der Natur vorkommt, hat in neuerer Zeit weite Gebiete der Technik erobert: der Quarz. Seine Eigenschaft, Schwingungen größter Konstanz zu erzeugen, ließ ihm bald in der Funktechnik eine hervorragende Rolle zukommen. Wir verdanken ihm die Frequenzkonstanz unserer Rundfunksender, deren Welle wir immer an derselben Stelle der Skala unseres Empfängers finden, vorausgesetzt, daß nicht eine beabsichtigte Änderung erfolgt ist. In der Kurzwellentechnik ist der Schwingquarz, auch Steuerquarz genannt, ebenfalls sehr verbreitet; viele Amateure haben die Steuerstufe ihres Senders mit einem Steuerkristall ausgestattet (Kristalloszillator). Unerläßlich ist die Verwendung eines Kristalls für genaue Frequenzmessungen und zur Wellenkontrolle, die mit Quarzresonatoren erfolgt.

Die eben angeführten Anwendungsformen des Quarzes sind dem Funkfreund bekannt. Es überrascht aber, daß man sich eines Schwingquarzes neuerdings in der Zeitmeßkunde bedient und die Frage, welche Bedeutung ihm dort beizumessen ist, ist im folgenden zu behandeln. Zunächst muß indessen zum besseren Verständnis auf die Wirkungsweise des Steuerquarzes im allgemeinen und auf den von ihm hervorgerufenen „piezoelektrischen Effekt" (piezein = drücken) eingegangen werden.

Die Schwingquarze werden aus dem Bergkristall, der bei ungestörtem Wachstum ein sechsseitiges Prisma mit aufgesetzten Pyramiden bildet, in Form eines Stabes oder einer Platte herausgeschnitten, und zwar in der Regel derart, daß die neutrale (x-) Achse senkrecht zur Fläche der Scheibe steht (Abb. 1). Die Flächen der Platte, die übrigens vollkommen planparallel geschliffen und optisch homogen sein muß, zeigen sodann den „piezoelektrischen Effekt". Auf beiden Flächen bilden sich elektrische Ladungen mit entgegengesetzten Vorzeichen aus, wenn das Kristallstück in Richtung der elektrischen (y-) Achse gedrückt oder gezogen wird (direkter Piezoeffekt). Wenn man den Vorgang umkehrt, also elektrische Ladungen auf den Kristall bringt, so erreicht man eine Formänderung des Kristalls. Das elektrische Feld übt auf die Kristallplatte eine mechanische Kraft aus, die diese Formänderung bewirkt (indirekter oder reziproker Piezoeffekt). In der Steuerstufe eines Senders befindet sich der Quarz in einem Schwingungskreis, der ein Wechselfeld darstellt, und zwar zwischen den Platten eines Kondensators. Infolge des indirekten Piezoeffekts führt er mechanische Schwingungen aus, sobald die Frequenz des Schwingungskreises der Eigenfrequenz des

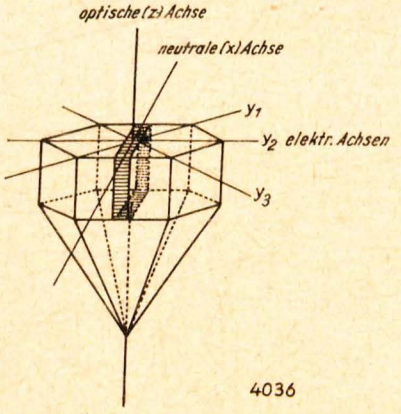


Abb. 1. So wird der Schwingquarz aus einem Quarzkristall herausgeschnitten

Quarzes entspricht, d. h. wenn der Schwingungskreis mit dem Quarz sich in Resonanz befindet. Der somit erzeugte direkte Piezoeffekt beeinflußt dann das elektrische Feld in dem Kondensator und ruft eine Rückwirkung auf die Schwingungen des Senders hervor. Die Frequenz des Senders ist nunmehr von der Eigenfrequenz des Kristalls abhängig. Die Kristallschwingungen sind von unbedingter Gleichförmigkeit, sodaß ein Kristalloszillator eine sehr konstante Frequenz erzeugt.

Die Herbeiführung eines physikalischen Vorgangs, der mit großer Regelmäßigkeit erfolgt und sich zudem periodisch wiederholt, war eines der Haupterfordernisse im Präzisionsuhrenbau. Die bisher gebauten Uhren bedienten sich fast durchweg des schwingenden Pendels. Seine regelmäßig erfolgenden und einem physikalischen Gesetz gehorchenden Schwingungen wurden gezählt, und damit diente das Pendel als Zeitmesser. An sich ist die Möglichkeit gegeben, auch

jeden anderen physikalischen Vorgang zur Zeitmessung heranzuziehen, sobald dieser sich mit großer Regelmäßigkeit periodisch wiederholt. So wurde beispielsweise eine „Stimmgabeluhr" gebaut.

In den letzten Jahren hat man ein Verfahren ausgearbeitet, das sich der „Piezoelektrizität" bedient. Das neue Prinzip, in der „Quarzuhr" verwirklicht, besteht in der Verwendung des Kristalloszillators als Frequenznormal. A. Scheibe und U. Adelsberger von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt können das Verdienst in Anspruch nehmen, den Oszillator derart ausgebildet zu haben, daß er als Uhr benutzt werden kann. Im folgenden sollen zunächst die technischen Einzelheiten der Quarzuhr, von der bisher in Deutschland sechs existieren (vier bei der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und zwei beim Geodätischen Institut in Potsdam), beschrieben werden. Die Angaben beziehen sich auf die neueste Konstruktion (Geodätisches Institut); ihnen liegt eine Beschreibung von F. Pavel und W. Uhink vom letztgenannten Institut zugrunde.

Die Quarzuhr besteht aus einem quarzgesteuerten Sender, einem zweistufigen Verstärker in Kapazitäts-Widerstandskopplung, einem dreistufigen Frequenzteiler, dem Synchronmotor und dem Zeitgeber. Der Quarz befindet sich in einem (inneren) Thermostaten, der aus 13 abwechselnd wärmeisolierenden und gutleitenden Schichten besteht. Der gesamte innere Thermostat ist nebst Steuersender und Verstärker in einem zweiten (äußeren) Thermostaten untergebracht. Bezüglich der Frequenzteilerstufen erwies sich die Konstanthaltung der Temperatur als nicht erforderlich.

Die Steuerquarze der Potsdamer Uhren sind Stäbe mit quadratischem Querschnitt von 91 mm Länge und 11,4 mm Querschnittsseite. Sie sind aus dem Kristall so herausgeschnitten, daß die Längsrichtung des Stabes mit der elektrischen (y-)Achse zusammenfällt, während die Querschnittsseiten parallel zu der neutralen (x-)Achse bzw. zur optischen (z-)Achse verlaufen (Orientierung II). Die Stäbe werden in ihrer zweiten longitudinalen Eigenschwingung von 60 000 Hertz in Richtung der Längsachse erregt. Die drei Anregungselektroden mit ebenfalls quadratischem Querschnitt sind derart über den Quarzstab geschoben, daß sie überall einen Abstand von 1 mm von den Stabflächen haben. Die beiden Elektroden sind miteinander verbunden und liegen am Gitter der Oszillatorröhre, während die mittlere Elektrode mit der Kathode verbunden ist.

Die Orientierung II bietet den Vorteil nur äußerst geringer Temperaturabhängigkeit der Frequenz. Die Temperatur/Frequenzkurve (Abb. 2) zeigt in der Nähe von 36 ° C ein

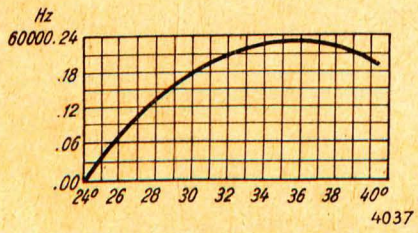


Abb. 2. Abhängigkeit der Frequenz von der Temperatur

flaches Maximum, sodaß an dieser Stelle Temperaturänderungen nur einen sehr geringen Einfluß auf die Frequenz ausüben. Man hat deshalb den inneren Thermostaten auf diesen Wert eingestellt. Dieser wird mittels Röhrenrelais (für die selbsttätige Regelung der Heizströme) und empfindlicher Kontaktthermometer konstant gehalten, wie man hofft, auf etwa 0.001° C.

Das Schaltschema für alle Apparate innerhalb des äußeren Thermostaten zeigt Abb. 3. Innerhalb der Abschirmung für den Steuersender befinden sich die Schwingröhre (RE 134), der Anodenschwingungskreis (I), aus einem Minosglaskondensator von 6300 $\mu\mu$F Kapazität und einer Selbstinduktionsspule von 96 Windungen Hochfrequenzlitze bestehend, die Kopplungsspule L_1 für den Verstärker und eine Siebkette, die das Eindringen von Störwellen verhindert. Durch geeignete Wahl der Kondensatoren zwischen Gitter und Kathode (Cg) und Gitter und

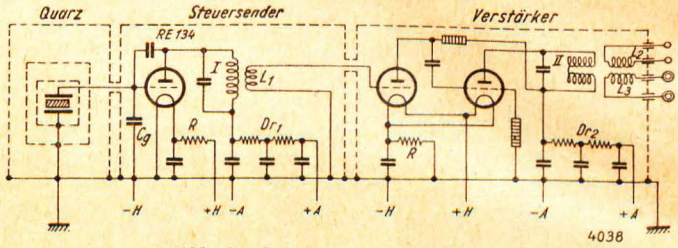


Abb. 3. Schaltung der Quarzuhr

Anode der Schwingröhre kann die Frequenz des Schwingungskreises und damit der Gang der Uhren in engen Grenzen geändert werden.

Der zweistufige Verstärker, der mit abgestimmtem Anodenkreis arbeitet und über die Spule L_1 an den Steuersender gekoppelt ist, verstärkt die von diesem erzeugten Schwingungen (Frequenz 60 000 Hertz) und gibt sie über den Ausgangskreis (II), der ebenfalls auf 60 000 Hertz abgestimmt ist, ab, einmal an die Spule L_2, die zur Entnahme der Normalfrequenz dienen kann, ferner an die Spule L_3, die zur ersten Frequenzteilerstufe gehört.

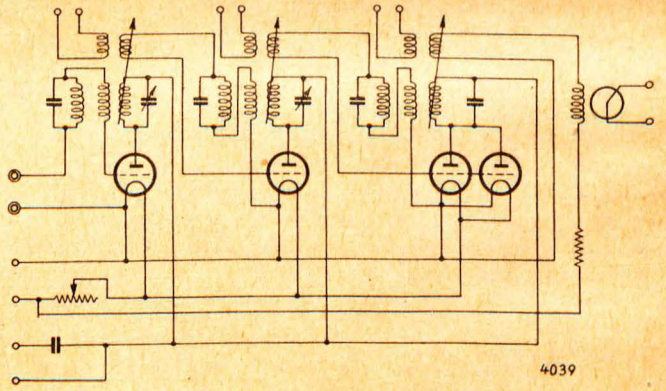


Abb. 4. Schaltung des Frequenzteilers

Abb. 4 zeigt das Schema des Frequenzteilers, der den Zweck hat, eine Frequenz zu liefern, welche endlich den Antrieb eines Synchronmotors gestattet. Wie man bei einer Pendeluhr die Schwingungen des Pendels zählt, indem man sie in eine Drehbewegung der Zeigerachsen umformt, kann man auch die Schwingungen des Wechselstromes zählen. Man braucht nur mit diesem Wechselstrom einen Motor zu betreiben, dessen Umdrehungszahl streng von der Frequenz des ihn betreibenden Wechselstroms abhängt.

In unserem Falle wird die Frequenzteilung, um zu dem eben erwähnten Ziel zu gelangen, in drei Stufen vorgenommen: in der ersten Stufe von 60 000 auf 10 000 Hertz, in der zweiten von 10 000 auf 1000 Hertz und in der dritten von 1000 auf 500 bzw. 250 Hertz. Jede Frequenzteilerstufe besteht aus einem induktiv rückgekoppelten Röhrensender, dessen Anodenkreis auf die Frequenz abgestimmt ist, die man durch Teilung jeweils erhalten will, während die zu teilende Frequenz dem Gitter zugeführt wird.

An die letzte Stufe ist über eine Kopplungsspule ein Synchronmotor angeschlossen, der einen den Zeitgeber steuernden Kontakt betätigt. Jener bildet nur ein Zwischenglied zur Registriervorrichtung, einem Drehspul-Schnellschreiber (Recorder) mit einer Papiergeschwindigkeit von 15 cm pro Sekunde. Die Ablesegenauigkeit beträgt dann 0.001 Sekunden. Mittels dieser Vorrichtung wird die Quarzuhr täglich an das Nauener Zeitzeichen angeschlossen.

das gleichzeitig mit den Zeitmarken der Quarzuhr auf dem Papierstreifen des Recorders aufgezeichnet wird.

Die in dem Schema des Frequenzteilers offengelassenen Kopplungsspulen verfolgen einen Zweck: sie dienen einem Verfahren, das die Vergleichung mehrerer Uhren ermöglicht, der Schwebungsmethode. Hierauf soll indessen an dieser Stelle nicht eingegangen werden; es sei nur bemerkt, daß es für die Ermittlung der Gangkonstanz der Quarzuhren von Bedeutung ist.

Die für den Betrieb der Quarzuhren benötigten Ströme werden dem Lichtnetz entnommen. Es erfolgt Transformierung und Gleichrichtung. Durch Verwendung von Pufferbatterien ist Vorsorge getroffen, daß ein Fortgang der Uhren beim Aussetzen des Netzstromes gewährleistet ist. Der tägliche Stromverbrauch der beiden Potsdamer Uhren beträgt 4,5 kwh.

Zum Schluß möge noch kurz einiges über die mit den neuen Uhren erzielte Meßgenauigkeit gesagt werden. Die Beobachtungen haben ergeben, daß der Gang der Quarzuhren über längere Zeit auf 0,001 bis 0,002 Sekunden am Tage konstant geblieben ist. Diese Werte werden auch nicht innerhalb momentaner Schwankungen, die durch Uhrenvergleichung nach der Schwebungsmethode ermittelt werden konnten, überschritten. Es unterliegt kaum einem Zweifel, daß es gelungen ist, in der Quarzuhr einen Zeitmesser zu schaffen, der nicht nur alle bisher bekannten Konstruktionen in den Schatten stellt, sondern sogar auf sich selbst zurückgreifen muß, um sich zu kontrollieren; denn die genauesten astronomischen Zeitbestimmungen vermögen es nicht!

Zeichnungen vom Verfasser
(Abb. 2 bis 4 nach „Astronomische Nachrichten" Nr. 6167/68)

Messungen an Innenantennen

Von **Heinz Boucke**

Während die Literatur über die Berechnung von Hochantennen und über Empfangsmessungen recht umfangreich ist, sind über Messungen an Innenantennen kaum Veröffentlichungen vorhanden. Die Innenantenne wird vom Fachmann berechnungsmäßig nicht behandelt, vor allem, weil wegen der großen Abhängigkeit der Empfangsergebnisse von den örtlichen Verhältnissen keine allgemein gültigen Vergleichsmaßstäbe zu erhalten sind. In einer Hinsicht ist nun allerdings ein Vergleich doch möglich, und zwar darin, die Unterschiede im Empfang mit verschiedenen Antennendrähten bei gleicher Antennenlänge und gleichen örtlichen Verhältnissen festzustellen.

Zu diesem Zweck wurden zehn verschiedene Ausführungen von Innenantennen untersucht. Als Meßwert diente die Resonanzspannung eines zwischen das eine Ende der Antenne und Erde gelegten Schwingungskreises, der wahlweise auf Mittelwellen- oder Langwellenempfang umgeschaltet werden konnte. Empfangsort war Lichterfelde-West, wo sowohl der Berliner Sender als auch der Deutschlandsender trotz der kleinen Antennenlänge mit genügender Intensität einfallen, um Messungen ohne Vorverstärkung unmittelbar mit einem einstufigen Röhrenvoltmeter (Gittergleichrichtung) zu ermöglichen. Allerdings handelte es sich dabei um ein besonders empfindliches Meßgerät, wie es unlängst beschrieben wurde. [1])

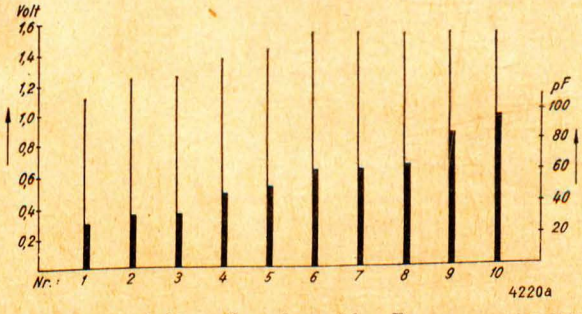


Abb. 1. Graphische Darstellung der erzielten Resonanzspannungen (dünne ausgezogene Linien) und der Eigenkapazität der Antenne (stark ausgezogene Linien) in Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Antennenmaterials lt. Tafel.

a) beim Mittelwellenempfang (Berliner Sender: 357 m)

Die untersuchten Antennen hatten alle die gleiche Länge von 4,5 m. Die Spiralantennen waren dabei auf das übliche Maß auseinander gezogen. Um eine schnelle Durchführung der Messungen zu gewährleisten, wurden die Antennen der Reihe nach in mittlerer Höhe von 1 m über dem Fußboden an derselben Stelle und in der gleichen Richtung ausgespannt. Um den Einfluß etwaiger Feldstärkeschwankungen auszuschalten, erwies es sich als zweckmäßig, die ganze Folge der Einzelmessungen mehrmals zu wiederholen. Erschwerend hinsichtlich der Genauigkeit der Messungen wirkte sich auch die Abhängigkeit der gemessenen Feldstärke vom Modulationsgrad aus, die durch die Krümmung der Empfindlichkeitskurve des Röhrenvoltmeters noch verstärkt wird. Um diesen Einfluß zu beseitigen, wurde bei jeder einzelnen Messung auf einen Moment gewartet, in der der Sender ohne Modulation war.

Es ist interessant festzustellen, daß die erzielten Resonanzspannungen bei Rundfunkwellen nur in geringem Maß von der Oberfläche der Antennen abhängen, während beim Langwellenempfang eine sehr viel merklichere Abhängigkeit der Empfangsintensität von der Oberfläche und damit von der Eigenkapazität besteht.

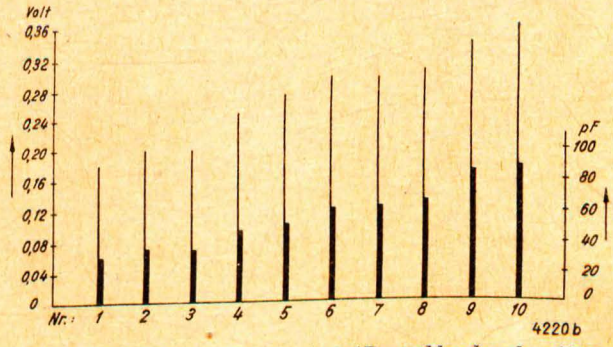


Abb. 1. b) beim Langwellenempfang (Deutschlandsender: 1571 m)

Bei den untersuchten Antennen handelte es sich um folgende Ausführungen:

1. Kupferdraht, 0,08 mm stark, lackisoliert,
2. Kupferdraht, 0,6 mm stark, Baumwolle-isoliert,
3. Kupferlitze, 0,6 mm stark, Seide-isoliert,
4. Aluminium-Band, 10 mm breit,
5. Spiralantenne, 10 mm Windungsdurchmesser,
6. Aluminium-Band, 25 mm breit,
7. Spiralantenne, 25 mm Windungsdurchmesser, aus Messingdraht, 0,8 mm Drahtdurchmesser, mit Überzug aus Neusilber,
8. Aluminium-Band, 40 mm breit,
9. Aluminium-Band, 20 mm breit und Aluminium-Band, 40 mm breit, unmittelbar nebeneinander ausgespannt,
10. drei Aluminium-Bänder (eines zu 25 und zwei zu 40 mm) dicht nebeneinander gespannt.

[1]) Siehe „Funk" 1936, Heft 11, Seite 321 u. f., und Heft 12, Seite 363 u. f.

In Abb. 1 a sind die erzielten Resonanzspannungen für Rundfunkwellen nebeneinander aufgezeichnet und in Verbindung damit sind auch die Eigenkapazitäten der benutzten Antennen graphisch dargestellt. Die durch die Eigenkapazität der Antenne auftretende Dämpfungszunahme gleicht offenbar von einem gewissen Wert ab den an sich mit der Zunahme der Oberfläche zu erwartenden Energiezuwachs wieder aus. Beim Langwellenempfang, dessen Meßwerte in der Abb. 1 b dargestellt sind, spielt die Dämpfungszunahme wegen der an sich höheren Dämpfung des Kreises eine geringere Rolle. Dort bringt eine Vergrößerung der Oberfläche des Antennenbandes eine merkliche Erhöhung der Resonanzspannung Der Endwert, von dem ab auch beim Langwellenempfang keine Vergrößerung der Empfangsintensität mit zunehmender Verbreiterung der Oberfläche mehr eintritt, wurde bei diesen Messungen noch nicht erreicht.

Zeichnungen vom Verfasser

Bel, Dezibel und Neper

Von **Dr.-Ing. F. Bergtold**

Die Bel-Zählung ist eine Zählung von Zählschritten

Als wir uns mit der logarithmischen Zählung und Teilung beschäftigten [1]), sahen wir, daß die übliche Zählweise 1, 2, 3 usw. nicht in allen Fällen günstig ist, und daß man auch so zählen kann: 1, 10, 100 usw. Diese zweite Zählweise, die — wie wir nun wissen — großen Zahlenbereichen viel besser entspricht als die im täglichen Leben übliche Zählung, liegt dem Bel zugrunde.

Ein Bel bedeutet nichts anderes als einen Zählschritt vom Einfachen aufs Zehnfache. Zwei Bel entsprechen demgemäß zwei aufeinander folgenden Schritten vom Einfachen auf das Zehnfache, also vom Einfachen auf das $10 \times 10 =$ Hundertfache.

Die Bel-Zählung unterscheidet sich von der logarithmischen Zählung zunächst einmal dadurch, daß sie sich im allgemeinen nicht auf tatsächliche Zahlenwerte, sondern nur auf Zahlenverhältnisse bezieht. Wir wollen uns das an einem Beispiel klarmachen: Eine Leistung werde von 2 Milliwatt auf 20 Watt erhöht. Die Erhöhung beträgt somit 20 000 Milliwatt : 2 Milliwatt = 10 000. Das ist gleichbedeutend mit 4 Bel. Wir sehen, daß in der Angabe „4 Bel" die Wattzahlen überhaupt nicht vorkommen, und daß dieselbe Bel-Zahl auch herauskäme, wenn die ursprüngliche Leistung statt 2 Milliwatt etwa 1,8 Milliwatt und die erhöhte Leistung demgemäß 18 Watt betrüge.

Die Bel-Zählung unterscheidet sich von der gewöhnlichen Zählweise ebenso wie von der logarithmischen Zählung außerdem noch dadurch, daß man an Stelle der üblichen Zahlenwerte die Bel-Ziffern schreibt. Bei logarithmischer Zählung würden wir unter Verwendung von Zählsprüngen auf das jeweils Zehnfache beispielsweise so zählen: 1, 10, 100, 1000 usw. In der Bel-Zählung lautet das gleiche folgendermaßen: 0 Bel, 1 Bel, 2 Bel, 3 Bel usw.

Erstaunlich ist hierbei vielleicht die Zahl 0. Wir wissen doch, daß der Nullpunkt in der logarithmischen Teilung überhaupt nicht verwertet werden kann und haben hier bei einer ebenfalls logarithmischen Zählweise auf einmal die Zahl 0. Woher kommt das? — Die Antwort ergibt sich aus folgendem Beispiel von selbst: Wenn wir eine Leistung auf das Zehnfache des ursprünglichen Wertes erhöhen, so beträgt die Erhöhung gerade 1 Bel. Wenn wir am Ausgang eines Leistungs-Verstärkers genau dieselbe Leistung erhalten wie an seinem Eingang, so ist keine Verstärkung vorhanden. Sie ist in diesem Fall gleich Null. Der Zählschritt ist demnach Null. Jetzt haben wir die gesuchte Antwort, wenn wir uns nur noch vor Augen halten, daß in der Bel-Zählung die Zählschritte an Stelle der tatsächlichen Zahlen genannt werden. Der Zählschritt kann selbstverständlich bei jeder Zählweise auch einmal gleich Null sein. Er ist es immer dann, wenn gar kein Schritt gemacht wird, wie das ja hier der Fall war.

[1]) Funk, 1936, Heft 1, Seite 19.

Der Zählschritt kann sogar negativ werden. Wenn unser Verstärker, den wir als Beispiel herangezogen haben, statt zu verstärken, abschwächt, so ist seine „Verstärkung" negativ. Nehmen wir an, die Ausgangsleistung betrage $^1/_{10}$ der Eingangsleistung, so erhalten wir eine Abschwächung von 1 Bel, was gleichbedeutend ist mit einer Verstärkung von — 1 Bel.

Die Dezibel-Zählung ist eine verfeinerte Bel-Zählung

Ein Zählschritt vom Einfachen auf das Zehnfache ist für viele praktische Fälle zu groß, weshalb oftmals eine Unterteilung der Bel-Schritte notwendig wird. Diese Unterteilung muß selbstverständlich dem Wesen der Bel-Zählung entsprechen. Hierfür darf also unsere gewöhnliche Zählweise nicht benutzt werden, da ja der Sprung von der Zahl 1 auf die Zahl 2 verhältnismäßig größer ist als der Sprung von der Zahl 2 auf die Zahl 3 oder gar der von der Zahl 9 auf die Zahl 10. Die Unterteilung eines Bel muß vielmehr so vorgenommen werden, daß Teilschritte verhältnisgleich werden. Dabei wäre die Zahl der Teilschritte grundsätzlich beliebig. Man hat sich aber — in Anlehnung an das Zehnersystem, das auch der Bel-Zählung zugrunde liegt — darauf geeinigt, jedes Bel in 10 gleiche Zählschritte aufzuteilen. Jeden dieser Zählschritte bezeichnet man (in Anlehnung an das Dezimeter) mit „Dezibel". Ein Bel umfaßt somit 10 Dezibel (wie ein Meter 10 Dezimeter).

Ein Dezibel entspricht einem Schritt auf das jeweils 1,259fache des Anfangswertes. Die Zahl 1,259 erklärt sich daraus, daß 10 Zählschritte von jeweils einem Dezibel zusammen 1 Bel ergeben müssen. Es ist nämlich: $1{,}259 \times 1{,}259 \times 1{,}259 \times 1{,}259 \times 1{,}259 \times 1{,}259 \times 1{,}259 \times 1{,}259 \times 1{,}259 \times 1{,}259 = 10$.

Dies wird durch die nachstehende Zahlentafel, die der Übertragung der gewöhnlichen Zählung in Dezibel-Zählung dient, besonders deutlich vor Augen geführt:

Zählung in Dezibel	Schritt in gewöhnlichen Zahlen von der Zahl 1 auf die Zahl
0	1
1	$1 \times 1{,}259 = 1{,}259$
2	$1{,}259 \times 1{,}259 = 1{,}585$
3	$1{,}585 \times 1{,}259 = 1{,}995$
4	$1{,}995 \times 1{,}259 = 2{,}512$
5	$2{,}512 \times 1{,}259 = 3{,}161$
6	$3{,}161 \times 1{,}259 = 3{,}981$
7	$3{,}981 \times 1{,}259 = 5{,}012$
8	$5{,}012 \times 1{,}259 = 6{,}310$
9	$6{,}310 \times 1{,}259 = 7{,}943$
10	$7{,}943 \times 1{,}259 = 10$

Die Zahlentafel umfaßt lediglich die Werte für 0 bis 10 Dezibel. Wie erhalten wir nun die Werte für andere Dezibelzahlen? — Wir wählen beispielsweise 15 Dezibel.

Den Wert von 15 Dezibel erhalten wir, indem wir die Zahl 1,259 fünfzehnmal mit sich selbst vervielfachen. Dieses ziemlich zeitraubende Verfahren kann — wie nachstehend erläutert — mit Hilfe der vorstehenden Zahlentafel weitgehend abgekürzt werden:

Daß zehn Dezibel gleich 10 sind, wissen wir. Überdies wird das auch in der Zahlentafel angegeben. Daß fünf Dezibel gleich 3,162 sind, steht ebenfalls in der Zahlentafel. Nun gilt aber: 10 = (1,259 zehnmal mit sich selbst vervielfacht); 3,162 = (1,259 fünfmal mit sich selbst vervielfacht). Vervielfachen wir also 10 mit 3,162, so ist das gleichwertig damit, daß die Zahl 1,259 fünfzehnmal mit sich selbst vervielfacht wird. Dieser Erkenntnis geben wir die Form einer Rechenvorschrift:

Der Wert einer beliebigen Dezibel-Zahl kann dadurch bestimmt werden, daß wir die Dezibel-Zahl in einzelne Summanden zerlegen, deren Werte (z. B. aus der Zahlentafel) bestimmen und diese Werte miteinander vervielfachen.

Beispiel: Welchem Zahlenverhältnis entsprechen 36 Dezibel?

Wir zerlegen 36 Dezibel in 30 + 6 Dezibel. 30 Dezibel sind gleichbedeutend mit 3 Bel, was einem Zahlenwert von 1000 entspricht. Aus der obenstehenden Zahlentafel entnehmen wir für 6 Dezibel den Zahlenwert 3,981. Nun müssen wir die beiden Zahlenwerte 1000 und 3,981 miteinander vervielfachen und erhalten so für die 36 Dezibel einen Wert von $1000 \times 3{,}981 = 3981$.

Mitunter spielen auch Bruchteile von Dezibel eine Rolle. Hierfür gilt natürlich wiederum eine der Bel-Zählung entsprechende Einteilung. Nachstehende Zahlentafel bringt die zugehörigen Werte:

Zählung in Dezibel	Schritt in gewöhnlichen Zahlen von der Zahl 1 auf die Zahl
0,1	1 × 1,023 = 1,023
0,2	1,023 × 1,023 = 1,047
0,3	1,047 × 1,023 = 1,069
0,4	1,069 × 1,023 = 1,096
0,5	1,096 × 1,023 = 1,122
0,6	1,122 × 1,023 = 1,148
0,7	1,148 × 1,023 = 1,175
0,8	1,175 × 1,023 = 1,202
0,9	1,202 × 1,023 = 1,230
1	1,230 × 1,023 = 1,259

Die Werte der negativen Dezibel

Wir gehen wieder vom Bel aus. Ein positives Bel bedeutet den Schritt vom Einfachen auf das Zehnfache. Ein negatives Bel bedeutet denselben Schritt in umgekehrter Richtung — also vom Zehnfachen auf das Einfache oder (was auf dasselbe hinauskommt) vom Einfachen auf ein Zehntel.

Wenn demnach ein positives Dezibel dem Schritt auf das 1,259fache entspricht, so gehört zu einem negativen Dezibel der Schritt auf das $1 : 1{,}259 = 0{,}7943$fache, während — 2 Dezibel dem Zahlenwert $0{,}7943 \times 0{,}7943 = 0{,}631$ gleichkommen. Folgende Zahlentafel enthält die fraglichen Zusammenhänge:

Zählung in Dezibel	Schritt in gewöhnlichen Zahlen von der Zahl 1 auf
— 1	1 × 0,7943 = 0,7943
— 2	0,7943 × 0,7943 = 0,6310
— 3	0,6310 × 0,7943 = 0,5012
— 4	0,5012 × 0,7943 = 0,3981
— 5	0,3981 × 0,7943 = 0,3162
— 6	0,3162 × 0,7943 = 0,2512
— 7	0,2512 × 0,7943 = 0,1995
— 8	0,1995 × 0,7943 = 0,1585
— 9	0,1585 × 0,7943 = 0,1230
—10	0,1230 × 0,7943 = 0,1

Zur Vervollständigung der negativen Dezibelreihe brauchen wir mitunter schließlich auch noch die Werte von — 0,1 bis — 1, die nachstehend aufgeführt sind:

Zählung in Dezibel	Schritt in gewöhnlichen Zahlen von der Zahl 1 auf
— 0,1	0,9972
— 0,2	0,9550
— 0,3	0,9333
— 0,4	0,9120
— 0,5	0,8912
— 0,6	0,8710
— 0,7	0,8510
— 0,8	0,8318
— 0,9	0,8128

Nun ein Beispiel mit negativen Dezibeln: Gesucht sei der Zahlenwert, der — 22,5 Dezibel entspricht. Wir teilen auf in — 20, — 2, — 0,5 Dezibel

zu — 20 Dezibel gehört $^1/_{100} = 0{,}01$
zu — 2 Dezibel gehört $= 0{,}6310$
zu — 0,5 Dezibel gehört $= 0{,}8912$.

Demgemäß gehört zu — 22,5 Dezibel ein Zahlenwert von $0{,}01 \times 0{,}631 \times 0{,}8912 = 0{,}00563$.

Die Neper-Zählung ist der Bel-Zählung wesensgleich

Bei der Neper-Zählung geht jeder Zählschritt — statt wie bei der Bel-Zählung auf das Zehnfache — auf das 2,718fache. Der Zahlenwert 2,718 ist nicht etwa (wie der des Dezibel) durch eine Unterteilung der Zahl 10 entstanden. Er wurde vielmehr aus rein mathematischen Gründen gewählt, die für die Praxis belanglos sind. Die Zahl 2,718 stellt nämlich die „Basis der natürlichen Logarithmen" dar. Was das heißt, spielt für die Verwertung der Neper-Zählweise keine Rolle. Hierfür ist es lediglich wichtig zu wissen, daß jedes Neper einen Sprung auf das 2,718fache des Anfangswertes bedeutet. Die folgenden zwei Zahlentafeln geben den Zusammenhang zwischen der Neper-Zählung und den in gewöhnlichen Zahlenwerten ausgedrückten Zählschritten unmittelbar an:

Zählung in Neper	Schritt in gewöhnlichen Zahlen von der Zahl 1 auf
0	1
0,01	1,01
0,02	1,02
0,03	1,03
0,04	1,041
0,05	1,051
0,06	1,062
0,07	1,073
0,08	1,083
0,09	1,094
0,1	1,105
0,2	1,221
0,3	1,350
0,4	1,492
0,5	1,649
0,6	1,822
0,7	2,014
0,8	2,226
0,9	2,460
1	1 × 2,718 = 2,718
2	2,718 × 2,718 = 7,40
3	7,40 × 2,718 = 20,1
4	20,1 × 2,718 = 54,5
5	54,5 × 2,718 = 148
6	148 × 2,718 = 402
7	402 × 2,718 = 1 090
8	1 090 × 2,718 = 2 960
9	2 960 × 2,718 = 8 050
10	8 050 × 2,718 = 21 800
11	21 800 × 2,718 = 59 300
12	59 300 × 2,718 = 161 000
15	3 269 017

Zählung in Neper	Schritt in gewöhnlichen Zahlen von der Zahl 1 auf
— 0,1	0,905
— 0,2	0,819
— 0,3	0,741
— 0,4	0,670
— 0,5	0,607
— 0,6	0,549
— 0,7	0,497
— 0,8	0,449
— 0,9	0,407
— 1	0,368
— 2	0,135
— 3	49,8 : 1 000
— 4	18,3 : 1 000
— 5	6,74 : 1 000
— 6	2,48 : 1 000
— 7	0,912 : 1 000
— 8	0,335 : 1 000
— 9	0,123 : 1 000
—10	45,4 : 1 000 000
—15	16,7 : 1 000 000

Die Umrechnung von Dezibel auf Neper und umgekehrt

Die Dezibel-Zählweise bezieht sich ursprünglich auf die Leistung. Eine Leistungserhöhung auf beispielsweise das Hundertfache ist demnach gleichbedeutend mit einer Steigerung um 20 Dezibel. Falls gleichbleibende Widerstände vorausgesetzt werden, kann man die Leistung durch Strom und Widerstand oder durch Spannung und Widerstand folgendermaßen zum Ausdruck bringen:

Leistung = Strom × Strom × Widerstand und
Leistung = Spannung × Spannung: Widerstand.

Hieraus folgt (natürlich wiederum nur unter Voraussetzung gleichbleibender Widerstände) beispielsweise, daß eine Leistungssteigerung auf das Vierfache einer Spannungs- oder Stromerhöhung auf das Doppelte gleichkommt, und daß zu einer Spannungserhöhung auf das Hundertfache eine Leistungssteigerung auf das 10 000fache gehört. Legen wir nun für das letzte Zahlenbeispiel die Leistung zugrunde, so ergibt das (im Leistungsmaß) auch für die Spannungsverstärkung einen Wert von 40 Dezibel.

Also: Beim starren Festhalten an der Leistungsgrundlage der Bel-Zählung werden für Strom- und Spannungsverstärkung oder für Strom- und Spannungsabschwächung doppelt so große Bel- oder Dezibel-Zahlen angegeben, wie es dem zugehörigen Strom- oder Spannungsverhältnis entspräche!

Die Neper-Zählweise ist nicht auf die Leistung, sondern auf Spannung oder Strom bezogen. Demgemäß erhalten wir aus dem Strom- oder Spannungswert den Neper-Leistungswert, indem wir die für Strom oder Spannung gültige Neperzahl verdoppeln.

Beispiel: Eine Spannungserhöhung von 1 Neper ist gleichbedeutend einer Erhöhung auf das 2,718fache. Dazu gehört bei gleichbleibendem Widerstand eine Leistungserhöhung von 2 Neper — d. h. eine Leistungserhöhung auf das 2,718 × 2,718 = 4,4fache.

Die Umrechnung zwischen Neper und Dezibel geschieht unter Berücksichtigung dessen, daß das Neper auf Strom oder Spannung und das Dezibel auf Leistung bezogen ist, gemäß folgenden Rechenvorschriften:

1 Neper = 8,686 Dezibel und 1 Dezibel = 0,11515 Neper.

Diesen Rechenvorschriften entsprechen die folgenden beiden Zahlentafeln:

Dezibel	Neper	Leistungsverhältnis	Strom- oder Spannungsverhältnis
1	0,11515	1,259	1,12
2	0,2303	1,584	1,259
3	0,34545	1,996	1,413
4	0,46060	2,511	1,584
5	0,57575	3,162	1,780
6	0,6909	3,981	1,996
7	0,80605	5,012	2,240
8	0,92120	6,310	2,511
9	1,03635	7,934	2,817
10	1,1515	10	3,162
12	1,3818	15,84	3,981
14	1,6121	25,11	5,012
16	1,8424	39,81	6,310
18	2,0727	63,10	7,934
20	2,3030	100	10

Neper	Dezibel	Leistungsverhältnis	Strom- oder Spannungsverhältnis
1	8,686	7,4	2,718
2	17,372	54,5	7,4
3	26,058	402	20,1
4	34,744	2960	54,5
5	43,430	21800	148
6	52,116	161000	402
7	60,802	1100000	1090
8	69,488	8888000	2960
9	78,174	65680000	8050
10	86,860	486200000	21800
11	95,546	3586000000	59300
12	104,232	11020000000	161000
13	112,918	134600000000	410000
14	121,604	1645000000000	1100000

Da die Annahme gleichbleibender Widerstände — wenigstens in der Rundfunk- und Verstärkertechnik — meist nicht zu Recht besteht, wird (wenn auch nur selten) die Bel- und Dezibel-Zählung auf Strom- oder Spannungsverhältnisse bezogen. In diesem Falle gilt:

1 Neper = 4,343 Dezibel und 1 Dezibel = 0,2303 Neper.

Rechnungen mit Bel, Dezibel und Neper

Dadurch, daß alle drei Zählweisen logarithmischen Charakter haben, und daß wir dabei nicht die Längen der Schritte, sondern die Schrittzahlen verwerten, gestaltet sich die Rechnung mit Bel, Dezibel oder Neper außerordentlich einfach.

Wir machen uns das an einem Beispiel klar: In eine Leitung mögen in gleichen Abständen Verstärker eingeschaltet sein. Die Zahl der Leitungsstücke sei 5, die Zahl der Verstärker 6. In jedem Leitungsstück finde eine Schwächung der zu übertragenden Spannung statt, während in jedem Verstärker eine Spannungserhöhung vorgenommen werde. Die Schwächung betrage jeweils 5,6 Dezibel (das bedeutet eine Verstärkung von — 5,6 Dezibel), die Verstärkung betrage jeweils 8,3 Dezibel. Wir erhalten demgemäß eine gesamte Änderung der Spannung vom Eingang bis zum Ausgang von 6 × 8,3 — 5 × 5,6 = 21,8.

Ein umschaltbares Nadelgeräuschfilter

Seine Verwendung bei der Anschaltung eines dynamischen Tonabnehmers an den vollnetzbetriebenen Tonfilmverstärker

Von
Dipl.-Ing. Julius Keßler

Durch die interessanten Veröffentlichungen von Dr.-Ing. W. Nestel im „Funk“ [1]) darauf aufmerksam gemacht, daß dynamische Tonabnehmer nunmehr auch im Handel erhältlich sind, hat Verfasser selbst Versuche mit einem solchen Tonabnehmer angestellt. Man kann wirklich sagen, daß erst bei der Benutzung einer solchen Abtastdose die hohe Wiedergabegüte, welche die derzeitigen Schallplatten schon besitzen, klar zutage tritt. Leider stören aber diese gute Wiedergabe bei Pianostellen die sogen. Nadelgeräusche. Gerade bei der Verwendung eines Tonabnehmers, der die hohen Frequenzen noch bis 10 000 Hz ungeschwächt wiedergibt, treten diese noch stärker auf als man es von den normalen (elektro-magnetischen) Tonabnehmern gewohnt ist. Es wäre daher zu wünschen, daß einmal eine Schallplattenmasse gefunden würde, die es gestattet, die hohen Frequenzen zwischen 5000 und 10 000 Hz einwandfrei aufzuzeichnen wie auch wiederzugeben, ohne dabei noch Nadelgeräusche zu zeigen. Es sollen dem Vernehmen nach in dieser Richtung schon vielversprechende Versuche im Gange sein. Da man aber z. Zt. noch mit Schallplatten rechnen muß, die diese lästigen Störgeräusche in mehr oder minder starkem Maße zeigen, so sollte man diese durch elektrische Siebketten unterdrücken. Es leidet dabei nur leider wiederum der Klangcharakter ein wenig, so daß man auch hier wie so oft zu Kompromissen greifen muß.

Bekanntlich liegen die hauptsächlichsten, d. h. die stärksten Teile der Nadelgeräusche über 6000 Hz. Messungen von anderer Seite [2]) zeigten zwar, daß schon ab etwa 1000 Hz sich diese Geräuschanteile störend bemerkbar machen können. Da wegen ihres zischenden Charakters die hohen Frequenzanteile des Nadelgeräusches am unangenehmsten sind, kann man doch mit Nadelgeräuschfiltern den Gesamteindruck der Wiedergabe verbessern, d. h. bei geringer Beeinträchtigung des Klangcharakters die Nadelgeräusche wesentlich verringern.

Wie schon Dr. Nestel hervorhob [3]), sind Kondensator und Widerstand allein nicht geeignet, als einwandfreies Nadelgeräuschfilter zu dienen, denn ein solches Siebglied

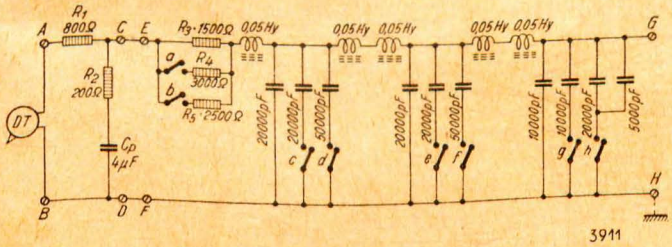


Abb. 1. Das ausführliche Schaltbild des umschaltbaren Nadelgeräuschfilters und des Entzerrungsgliedes für die tiefen Frequenzen. DT = Dynamischer Tonabnehmer

würde, falls es einigermaßen wirksam sein sollte, auch die mittleren Tonlagen stark schwächen. Aber auch mit dem von ihm angegebenen „Saugkreis“ — gebildet aus der Reihenschaltung einer Spule von 0,05 Henry und einem Kondensator von 10 000 cm — erzielte der Verfasser nur geringe Erfolge. Zwar unterdrückt eine solche Filter die Resonanzfrequenz etwa 7000 Hz praktisch gänzlich, aber wegen dessen sehr schmalen Sperrbereiches treten die höheren Frequenzanteile der Nadelgeräusche wieder in Erscheinung.

Bemerkt sei an dieser Stelle, daß manche Personen, hauptsächlich ältere, diese dann nicht mehr hören, weil ja die obere Hörbarkeitsgrenze individuell starken Schwankungen unterliegt.

Ein einwandfreies Nadelgeräuschfilter soll folgende Eigenschaften besitzen: Alle Frequenzen bis zur sogenannten Grenzfrequenz = f_0 gleichmäßig durchzulassen, die darüber liegenden aber zu sperren (d. h. stark zu dämpfen). Verfasser hat sich daher für diesen Siebzweck einen sogenannten Kettenleiter aufgebaut, denn nur solche Siebketten können dieses Problem praktisch einwandfrei lösen. Der Abfall der Frequenzkurve nach Überschreiten der Grenzfrequenz erfolgt um so schneller, d. h. das Abschneiden der zu unterdrückenden hohen Frequenzen ist um so schärfer, je höher die Gliederzahl der Siebkette gemacht wird. Da es sich bei der Anlage des Verfassers darum handelte, das Filter an den offenen Gittereingangskreis seiner vollnetzbetriebenen „Tonfilmverstärker“ unmittelbar, d. h. ohne

Schema des Nockenschalters

Schaltnocke:	Spezial	2/6	Spezial	2/6	Spezial	2/6	Dreifach	2/6
○ Kontakt offen ● Kontakt geschlossen								
Stellung des Schalters	a	b	c	d	e	f	g	h
1	○	○	○	○	○	○	○	○
2	●	○	●	○	●	○	●	○
3	○	●	○	●	○	●	○	●
4	●	●	●	●	●	●	●	●
5	○	○	○	○	○	○	○	○
6	○	○	○	○	○	○	●	○

3912

Abb. 2. Schalt-Schema des Nockenschalters. Die Werte für die Grenzfrequenzen sind stark abgerundet

Zwischenschaltung eines Transformators, anzuschalten, hatte dies zu folgender, durch langwierige Versuche ermittelten Schaltung Veranlassung gegeben. Bei der Entwicklung dieser Schaltung wurde auch sehr darauf geachtet, mit handelsüblichen Teilen das Auslangen zu finden.

Das Schaltbild unseres Nadelgeräuschfilters ist in Abb. 1 ausführlich, in Abb. 3 vereinfacht wiedergegeben. Bei diesen beiden Abbildungen ist auch die Schaltung des Entzerrungsgliedes für tiefe Frequenzen der Vollständigkeit halber mit eingezeichnet. Letzteres soll unbedingt bei der Benutzung eines dynamischen Tonabnehmers vorgesehen werden, um den Abfall der Schallplattenfrequenzkurve unter 200 Hz auszugleichen. Bezüglich dieses Entzerrungsgliedes sei noch folgendes erwähnt:

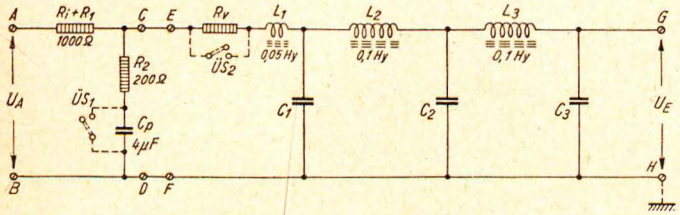
Durch andere Wahl des Längswiderstandes R_1 (vgl. Abb. 1 und 3 der vorliegenden Arbeit mit Abb. 3 in „Funk“, 1935, Heft 11, Seite 341; R_1 in Abb. 3 soll

[1]) Funk 1934 Heft 19, 32, 35, 37, S. 337, 549, 666, 707 ff.; 1935 Heft 11, S. 339 ff.

[2]) Vgl. Elektrische Nachrichtentechnik, Jahrgang 1931, Nr. 5, G. Buchmann & E. Meyer: Frequenzbereich des Nadelgeräusches bei Schallplatten.

[3]) Vgl. „Funk“, 1935, Heft 11, Dr.-Ing. Nestel: Empfangsanlage für besonders gute Wiedergabe.

den inneren Widerstand dieses niederohmigen Tonabnehmers — etwa 200 Ohm bei tiefen Frequenzen — bei der Aufnahme der Frequenzkurven nachbilden) ist die Entzerrung dieses Gliedes etwas „energischer", wie die des von Dr. Nestel angegebenen. Bei unserem Gliede werden die Frequenzen von etwa 200 bis etwa 40 entzerrt, wobei



Stellung des Nockenschalters	R_v in Ω	C_1 in µF	C_2 in µF	C_3 in µF	Grenz-Kreisfrequenz $\cdot\omega_0$	$f\ \frac{\omega_0}{2\pi}$
1	1500	0,02	0,02	0,01	40800	6500
2	1000	0,04	0,04	0,02	28600	4600
3	900	0,07	0,07	0,035	22000	3500
4	700	0,09	0,09	0,045	18800	3000
5	1500	0,02	0,02	0,01	40800	6500
6	1500	0,02	0,02	0,02	34500	5500

3913

Abb. 3. Das vereinfachte Schaltbild

die Frequenz von 40 Hz (untere Grenzfrequenz [4]) gegenüber der von 200 Hz auf den sechsfachen Betrag angehoben wird. Somit wird der Bereich zwischen diesen beiden tiefen Grenzfrequenzen etwa in dem Maße entzerrt, wie er bei der Aufnahme zur Vermeidung von Rillenüberschneidungen absichtlich verzerrt (linear) wurde.

Unmittelbar an die Ausgangsklemmen *CD* dieses Entzerrungsgliedes wird unser Nadelgeräuschfilter geschaltet. Ein Lautstärkeregler wurde absichtlich hier nicht vorgesehen, weil bei unserer Siebkettenschaltung dieser die Frequenzkurve ungünstig beeinflussen würde und für die Lautstärkereglung die in die Tonfilmverstärker sowieso eingebauten Regler hierfür mitbenutzt werden können.

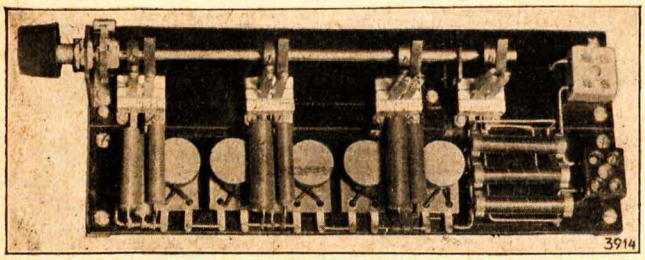


Abb. 4. Das Nadelgeräuschfilter in der Draufsicht. Der Nockenschalter steht in Stellung 2

Da je nach Güte und Herstellerfirma der zu spielenden Schallplatten das Spektrum der Nadelgeräusche verschieden ist und da man daher je nach dem Inhalt (z. B. ob Sprache oder Musik) der Schallplatten die Grenzfrequenzen in ihrer Höhenlage verschieben soll, so wurde die Nadelgeräusch-Siebkette so aufgebaut, daß eine bequeme wie schnelle Umschaltung ihrer Grenzfrequenz bewirkt werden kann.

Zwar bedingt diese Umschaltmöglichkeit eine Beschränkung der Gliederzahl, um den Aufbau nicht zu kompliziert und teuer zu gestalten. Versuche zeigten aber, daß man mit drei Gliedern, wie hier vorgesehen, praktisch auskommt.

Dem nachbauenden Bastler ist aber dringend anzuraten, sich genau an die hier gebrachten Bemessungsangaben zu halten, damit die Frequenzkurve seines Filters den erforderlichen günstigen Verlauf zeigt, d. h. bis zur

[4]) Vgl. „Funk", 1933, Heft 42, Theo Sturm: Methoden zur Klangfarbenreglung und Stördämpfung.

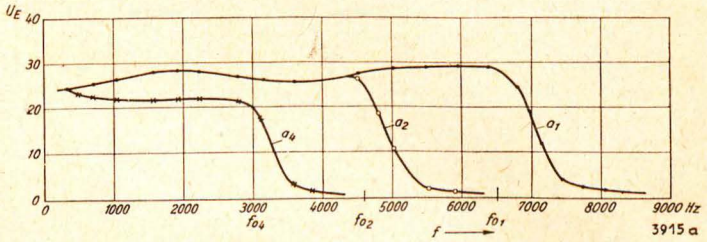


Abb. 5a. Der Frequenzgang des Nadelgeräuschfilters bei wirkungslos gemachtem Entzerrungsglied für tiefe Frequenzen (Schalter $ÜS_1$ in Abb. 3 geschlossen!), Kurve a_1 ist bei der Schalterstellung 1, Kurve a_2 ist bei der Schalterstellung 2, Kurve a_4 ist bei der Schalterstellung 4 aufgenommen

Grenzfrequenz f_0 praktisch gradlinig wie parallel zur Abzissenachse, um dann möglichst schnell abzufallen.

Um den gewünschten Verlauf des Frequenzganges zu erzwingen, müssen die Vorwiderstände R_3, R_4, R_5 eingebaut werden. Deren Notwendigkeit soll nun an Hand der Kurve b_1 in Abb. 5b gezeigt sein, welche die üblen Folgen zeigt, die die Überbrückung (Schalter $ÜS_2$ geschlossen, dieser Schalter ist nur für Meßzwecke nötig) bzw. Weglassung des Widerstandes von 1500 Ohm z. B. bei der Schalterstellung 1 hätte. Wie die Größe dieser drei Widerstände zu berechnen wäre, das zu besprechen würde hier zu weit führen. In der Tafel (vgl. Abb. 3) sind die

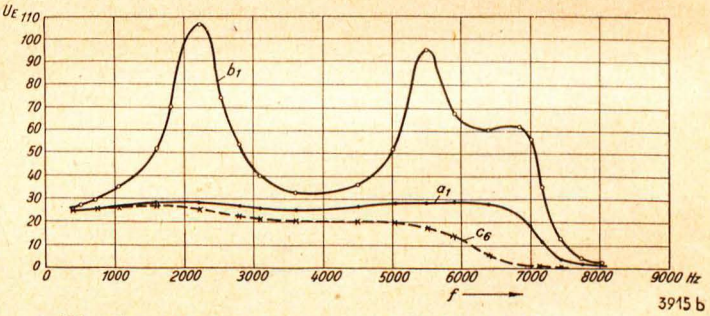


Abb. 5b. Der Frequenzgang der Siebkette. Kurve a_1 bei Schalterstellung 1, Kurve b_1 bei Schalterstellung 1 und Überbrückung von R_v, Kurve c_6 bei Schalterstellung 6 (alle Querkondensatoren gleich groß)

bei den einzelnen Schalterstellungen resultierenden Widerstände (mit R bezeichnet) mit aufgeführt, wobei aber die Werte etwas abgerundet wurden.

Auch die Kurve c_6 (vgl. Abb. 5 b) läßt erkennen, wie sich der Kurvenverlauf ungünstig gestaltet, falls man alle Querkondensatoren (C_1, C_2 wie C_3) gleich groß macht. (In der Schalterstellung 6 ist dieser Fall verwirklicht.) Es sei noch erwähnt, daß die Kurven der Abbildungen 5 a und 5 b dadurch aufgenommen wurden, daß an die Punkte *A*

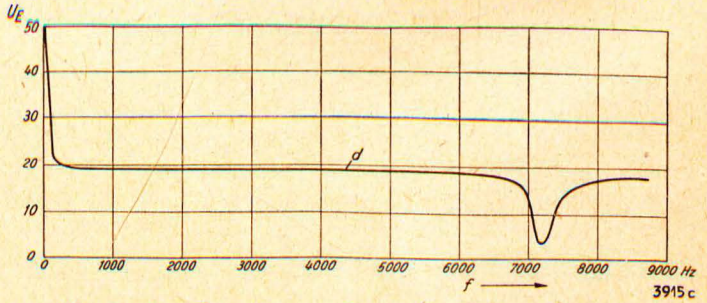


Abb. 5c. Der Frequenzgang eines aus nur einem sogenannten Saugkreis L = 0,05 Henry (C = 10 000 pF) bestehenden Nadelgeräuschfilters

und *B* der Schaltung in Abb. 3 eine tonfrequente Wechselspannung U_A (bezogen aus einem Schwebungssummer) gelegt und bei allen Meßfrequenzen konstant gehalten wurde. Die Endspannung U_E wurde dann für die jeweils eingestellte

Frequenz mittels eines empfindlichen Röhrenvoltmeters, das den Effektivwert von tonfrequenten Wechselspannungen zu messen gestattet, festgestellt und in der Tafel vermerkt. Auf Grund der so erhaltenen Zahlentafel wurden dann die Kurven $U_E = f_0\ (f)$ für die verschiedenen Schalterstellungen gezeichnet.

Absichtlich wurde bei dieser Kurvendarstellung kein logarithmischer Maßstab gewählt, weil hierbei leicht ein solcher ein zu günstiges Bild vortäuschen könnte.



Abb. 6. Die Herstellung der Sondernocke aus einer Dreifach-Nocke. Der schraffiert gezeichnete Teil ist wegzufeilen

Die Kurve *d* in Abb. 5 c stellt zum Vergleich den Frequenzgang des Nestelschen Nadelgeräuschfilters dar, wobei aber U_E bei Weglassung des Transformators 1 : 15 gemessen wurde, um den Frequenzgang des Transformators selbst nicht mitzumessen. Die Kurve zeigt den zwar sehr günstigen steileren Abfall (bei etwa 7000 Hz) der Endspannung $= U_E$, aber auch leider deren schnellen Wiederanstieg. Bei der Aufnahme dieser Kurve war das vorgesehene Entzerrungsglied (aber nach den bereits erwähnten Angaben von Dr.-Ing. Nestel bemessene) eingeschaltet. Zwar läßt sich nun aus der Abb. 5 c der hierdurch bedingte starke Kurvenanstieg bei tiefen Frequenzen deutlich erkennen, aber wegen des linearen Maßstabes der genaue Kurvenverlauf bei diesen Frequenzen nicht mehr ersehen.

Der Aufbau und die Einzelteile

Das Entzerrungsglied für tiefe Frequenzen wird zweckmäßigerweise gesondert aufgebaut, wobei eine Beschreibung des Aufbaues dieses Gliedes wegen seiner überaus großen Einfachheit sich erübrigt. Wie die Einzelteile des Nadelgeräuschfilters selbst auf der Hartpapier-Grundplatte (diese wird aus zwei aneinander gelegten „Nockenschaltergrundplatten" gebildet, was die Anbringung des Nockenschalters erleichtert) angeordnet sind, läßt wohl genügend klar das Photo erkennen. Daher wurde auch auf die Wiedergabe eines ausführlichen Lageplanes hier verzichtet.

Als Induktivitäten L'_1—L'_5 (vgl. Abb. 1) haben sich nach vielen Versuchen Spulen mit Hochfrequenzeisenkern als recht geeignet erwiesen. Einerseits sind solche Spulen sowohl elektrisch stabil wie von kleinen äußeren Abmessungen, anderseits sind solche Induktivitäten L auch leicht im Handel erhältlich, und zwar mit dem hierfür erforderlichen Selbstinduktivitätswerte mit der nötigen geringen Toleranz (± 10 % höchstens).

Es müssen dabei die Induktivitäten L_2 und L_3 (vgl. Abb. 3) aus je zwei hintereinander geschalteten Einzelspulen gebildet werden; $L_2 = L'_2 + L'_3$; $L_3 = L'_4 + L'_5$. Wegen der Kleinheit unserer Spulen führt dies aber zu keinerlei Nachteilen.

Die Querkondensatoren C_1, C_2 mit C_3 (vgl. Abb. 3) werden, um die gewollte Umschaltung der Grenzfrequenz „f_0" zu ermöglichen, durch wahlweises Parallelschalten von einzelnen sogenannten Rohrkondensatoren (vgl. Abb. 1 und 4) gebildet. Solche Kondensatoren sind im Handel auch mit den hier erforderlichen geringeren Toleranzen erhältlich, wobei aber ein kleiner Preisaufschlag für diese genauere Qualität erhoben wird.

Verfasser verwandte zwar für den Aufbau seines Filters Rohrkondensatoren mit ± 5 % Toleranz, da aber die Spulen selbst nur mit ± 10 % Toleranz geliefert werden, können ohne Bedenken hierfür auch Kondensatoren mit ± 10 % eingebaut werden. Die normale (listenmäßige) Toleranz für Rohrkondensatoren dieser Art von ± 20 % wäre aber für unsere Zwecke zu groß.

Um die für die gewünschte Grenzfrequenzveränderung erforderliche gleichzeitige Größenänderung der drei Querkondensatoren C_1, C_2 und C_3 bequem und schnell auszuführen, wird die Parallelschaltung der Rohrkondensatoren durch einen sogenannten Nockenschalter vorgenommen. Zur Erleichterung der richtigen Einstellung der acht Schalternocken stellt man sich für die sechs Schalterstellungen ein Schaltschema auf; Abb. 2 zeigt dieses. Die Kontakte *a b*, *c d*, *e f*, *g h* sind paarweise auf vier einzelne Kontakteinheiten mit je zwei Arbeitskontakten verteilt. Um eine sichere Kontaktgabe zu gewährleisten, ist es sehr zu empfehlen, Kontakteinheiten mit Feinsilberkontakten und nicht mit Neusilberkontakten einzubauen.

Zunächst wird der Nockenschalter für sich auf eine der beiden Hartpapier-Grundplatten (3 × 50 × 250 mm) montiert, wie, das zeigt Abb. 4. Die Schalterachse mit den Schaltnocken wird aber erst später eingebaut. Darauf werden auf der zweiten gleich großen Grundplatte die fünf Spulen befestigt und diese gleich mit anzulötendem Schaltdraht verbunden. Auch die Widerstände R_3, R_4 und R_5 werden jetzt freiliegend eingebaut. Die aus dem Lichtbild ebenfalls zu ersehenden beiden anschraubbaren zweipoligen Abzweigklemmen dienen zur späteren bequemeren Anschaltung an das Entzerrungsglied einerseits und an das Verbindungskabel zum Verstärker anderseits. Nun werden die beiden Grundplatten durch zwei Querschienen (aus Vierkantmessing 10 × 10 mm o. dgl.) verbunden und die sieben Rohrkondensatoren gemäß dem ausführlichen Schaltbild Abb. 1 eingebaut.

Nunmehr kann auch die Achse mit den Schaltnocken angebracht werden. Wie das Schema des Nockenschalters (vgl. Abb. 2) erkennen läßt, brauchen wir für unsere Schaltungsart aber drei Nocken in Sonderbauart. Zwar werden für diesen Aufbauschalter schon sieben verschiedene Nocken geliefert. Unter diesen ist aber keine, die folgendermaßen schaltet: Kontakt offen, geschlossen, offen geschlossen offen, offen. Man kann sich aber die erforderlichen Nocken in wenig Minuten aus dem sogenannten Dreifach-Nocken zurechtfeilen, die folgendermaßen schalten: offen, geschlossen, offen geschlossen, offen, geschlossen. Abb. 6 gibt durch den schraffierten Teil an, was von den Dreifach-Nocken abzufeilen ist, um die gewünschten Sonder-Nocken zu erhalten.

Mancher Leser dürfte sich jetzt wohl fragen, warum die Schalterstellung 5 vorgesehen ist, die doch genau der Stellung 1 entspricht. Dazu ist folgendes zu sagen:

Wir brauchen nämlich für die eigentliche Nadelgeräusch-Siebkettenschaltung nur vier Schalterstellungen. Da aber dieser Nockenschalter sechs verschiedene Schaltstellungen erlaubt, so wurden die beiden eigentlich überzähligen Stellungen 5 und 6 für Versuchszwecke vorgesehen. Die Stellung 5, die doch der Stellung 1 entspricht, gestattet ein sofortiges Umschalten von der höchsten auf die niedrigste Grenzfrequenz, d. h. ohne die Zwischenstellungen 2 und 3 durchdrehen zu müssen. Dies ist für Hörvergleichsversuche sehr zweckmäßig, weil man dadurch die Wirkung des „scharfen" Abschneidens der hohen Frequenzen auf die Sprach- wie hauptsächlich auf die Musikwiedergabe besser beurteilen kann. Näher soll hier aber nicht darauf eingegangen werden, weil über diese Verwandlung der Sprache und Musik ein anderer Aufsatz eingehendere Erläuterungen wie Experimentbeschreibungen bringen soll.

Die Stellung 6 dagegen ist mehr für Meßzwecke vorgesehen worden (zur Aufnahme der Kurve c_6 in Abb. 5 b wurde diese auch benutzt).

Zum Schutze gegen äußere fremde Störfelder soll dieses Nadelgeräuschfilter in ein Gehäuse aus Aluminiumblech (erden!) eingebaut werden. Dabei muß selbstverständlich

der Zeigerknopf für den Nockenschalter außen zu liegen kommen. Die einzelnen Schalterstellungen müssen dann noch irgendwie gekennzeichnet werden, wobei praktischerweise die Grenzfrequenz = f_0 vermerkt wird. Es sei hier noch bemerkt, daß wegen der eigenartigen Empfindlichkeitskurve der Ohren für Lautstärkeunterschiede der wirklich empfundene Durchlässigkeitsbereich unseres Filters noch etwas über diese Grenze hinausgeht, ungefähr so weit, bis die Spannung U_E auf den 10. Teil abgenommen hat, d. h. um etwa 2,3 Neper.

Daß unser Nadelgeräuschfilter hauptsächlich bei dem Abspielen von Schallplatten mittels eines dynamischen Tonabnehmers von großem Nutzen ist, wurde eingangs schon angedeutet. Da eine solche Abtastdose eine viel geringere Spannung als die normalen (elektromagnetischen) Tonabnehmer abgibt, wobei obendrein diese durch das erforderliche Entzerrungsglied für tiefe Frequenzen auf den sechsten Teil weiterhin reduziert wird, kann eine solche Abtastdose nicht unmittelbar an die Tonabnehmerbuchsen eines Rundfunkgerätes geschaltet werden. Wollte man ein solches Gerät benutzen, so müßte eine gesonderte Vorverstärkerstufe davorgeschaltet werden. Dagegen kann unter anderem der vom Verfasser schon beschriebene vollnetzbetriebene Tonfilmverstärker [5]) ohne weiteres dafür benuzt werden. Noch wirkungsvoller erkennt man aber die Güte dieses dynamischen Tonabnehmers bei Verwendung eines Verstärkers mit größerer Ausgangsleistung bei kleinerem Klirrgrad.

Zeichnungen und Aufnahme vom Verfasser

[5]) Vgl. „Funk", 1935, Heft 4 und 6.

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

1 Widerstand $R_1 = 800\ \Omega \pm 5\%$ induktionsfrei.
1 Widerstand $R_2 = 200\ \Omega \pm 5\%$ induktionsfrei.
1 Widerstand $R_3 = 1\,500\ \Omega \pm 5\%$ induktionsfrei.
1 Widerstand $R_4 = 3\,000\ \Omega \pm 5\%$ induktionsfrei.
1 Widerstand $R_5 = 2\,500\ \Omega \pm 5\%$ induktionsfrei.
1 Becherkondensator $C_p = 4\ \mu F \pm 10\%$ (Prüfspannung 500 Volt).
5 Drosseln $L_1 \div L_5$ je 0,05 Henry ± 10% mit Hochfrequenzeisenkern.
2 Rohrkondensatoren je 10 000 pF ± 5% (eventuell ± 10%) Toleranz.
5 Rohrkondensatoren je 20 000 pF ± 5% (eventuell ± 10%) Toleranz.
2 Rohrkondensatoren je 50 000 pF ± 5% (eventuell ± 10%) Toleranz.
1 Rohrkondensator 5 000 pF ± 10% Toleranz.
2 Grundplatten (Hartpapier) für Montage 3 × 50 × 250 mm.
1 Trägerlage mit Gewindebuchse.
1 einfaches Trägerlager.
1 Achse 250 mm lang.
4 Kontakteinheiten mit Feinsilberkontakten.
4 Schaltnocken $^2/_6$.
4 Schaltnocken dreifach.
1 Rastscheibe nebst Rastfeder.
1 Zeigerknopf (schwarz).
2 Abzweigklemmen (Lüsterklemmen für Transformatoren), 2polig.
4 Vierkantmessingstücke 10 × 10 × 100 mm. Verschiedene Schrauben, verzinnter Schaltdraht 1,2 mm stark.

Neue Senderöhre hoher Ausgangsleistung für Zentimeter-Wellen

Diese neue Röhre ist grundsätzlich verschieden von den üblichen Ausführungen mit Glühkathode, Steuergittern und Anode; vielmehr ist das ganze Elektrodensystem mitsamt dem Schwingungskreis in eine Kathodenstrahlröhre eingebaut. Auch hier gibt es eine statische Steuerung des Elektronenstroms, durch die Wechselströme erzeugt und verstärkt werden. Doch ist vor allem die Elektronenquelle weit außerhalb der Elektroden angeordnet, an welchen die elektrischen Schwingungen erregt werden.

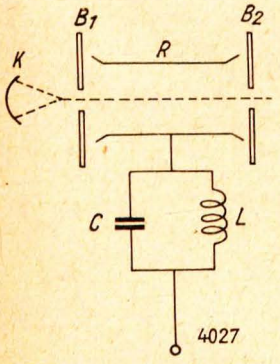


Abb. 1. Senderöhre für Zentimeterwellen im Aufbau einer Braunschen Röhre

Abb. 1 zeigt den Aufbau der Röhre in vereinfachter Zeichnung: Der Kathodenstrahl, der Strom der Elektronen also, fliegt hier durch ein Rohr R, dessen Enden etwas aufgeweitet sind. Wird dieses Rohr negativ vorgespannt, so bremst es die Elektronen ab, so daß diese im verlangsamten Tempo das Rohr durchfliegen und darum auch längere Zeit im Innern des Zylinders bleiben. Umgekehrt wieder werden die Elektronen durch eine positive Spannung am Rohr beschleunigt und passieren diese Strecke in kürzerer Zeit. Die negativ geladenen Elektronen wirken aber wieder auf die Spannung am Rohr R zurück: durch elektrische Influenz wird positive Ladung an den Innenwänden des Rohrs gebunden und negative Ladung fließt ab. Diese Influenzladung steigt um so mehr an, je länger die Elektronen einwirken, je langsamer sie also den Zylinder durchfliegen. Negative Spannungen an R verursachen also eine Verzögerung des Elektronenstroms, und diese erhöhen wieder die negative Spannung an den Schaltelementen, welche mit R verbunden sind, so z. B. am Schwingkreis LC.

Ebenso wie in einer rückgekoppelten Verstärkerröhre schaukeln sich auch hier die Wechselspannungen auf, deren Frequenz auf den Schwingkreis abgestimmt sind; hier müssen jedoch andere Betriebsdaten auf diese Frequenz abgestimmt werden. Die Elektronengeschwindigkeit muß so eingeregelt sein, daß diejenigen Elektronen, welche zu Beginn einer positiven Halbwelle in das Rohr R einfliegen, hier soweit beschleunigt werden, daß sie noch vor Ablauf dieser Halbwelle den Zylinder verlassen; dagegen müssen die Elektronen, welche während einer negativen Halbwelle eintreten, bis zu Beginn der nächsten positiven Halbwelle innerhalb des Rohres bleiben. Naturgemäß kommen hier nur winzige Zeitspannen, d. h. also sehr hohe Frequenzen in Betracht, die in dieser Senderöhre erzeugt werden können. Und gerade für diese Frequenzen besitzt das System ganz wesentliche Vorteile gegenüber den bekannten Röhrentypen: Es können nämlich auch starke Ströme durch den Zylinder geleitet und so Schwingungen hoher Energie erzeugt werden. Weiter fällt hier die schädliche Elektrodenkapazität fort, da sowohl die Kathode als auch die Anode außerhalb des Raumes liegen, in dem die Schwingungen entstehen. Aus diesem Grund auch können Kathode und Anode räumlich weit voneinander getrennt werden, da die Phasenlaufzeiten des Elektronenstroms nur innerhalb des Rohres R, nicht aber auf dem ganzen Stromweg in der Röhre eine Rolle spielen.

Die notwendige Beschleunigung erhalten die Elektronen durch die beiden positiv vorgespannten Lochblenden B_1 und B_2, welche dem Rohr R vor- bzw. nachgeschaltet sind. Gleichzeitig sorgen diese Blenden auch für eine Verengung des Strahls. Als Elektronen-Sammellinse ist auch die Kathode selbst ausgeführt, die ähnlich einem Hohlspiegel konkav gebogen ist und zusammenlaufende Elektronen-

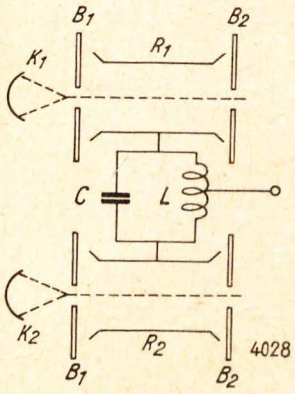


Abb. 2. Gegentakt-Senderöhre nach der in Abb. 1 gezeigten Grundlage

strahlen aussendet. Es ist notwendig, daß ein möglichst eng gebündelter Strahl das Rohr durchfliegt, damit der Abstand zwischen Elektronenstrahl und Rohrwandung möglichst groß, die Kapazität zwischen Rohr und Elektronen, die dem Schwingkreis parallel geschaltet ist, möglichst klein wird. An die Blenden werden 10 000 Volt angelegt, der Zylinder R mit 4000 Volt vorgespannt.

Zweckmäßig wird an Stelle dieses Einröhrensystemes eine Gegentaktschaltung verwendet, an der nach Abb. 2 zwei Elektronenstrahlen durch je ein Steuerrohr geleitet werden. Die Vorbeschleunigung und Sammlung der Strahlen erfolgt ebenso wie in der Röhre von Abb. 1. Der Schwingkreis ist zwischen die beiden Zylinder R_1 und R_2 geschaltet, die Vorspannung zum neutralen Punkt des Schwingkreises geführt. Der Schwingkreis besteht hier aus einem Kurzschlußbügel, der R_1 und R_2 verbindet und dem als Abstimmkondensator die Kapazität zwischen den beiden Zylindern sowie deren Kapazität gegen den durchfliegenden Elektronenstrahl parallel geschaltet ist.

Mit dieser Gegentaktröhre ist selbst bei Dezimeterwellen ein Wirkungsgrad von 35 % zu erzielen, wobei die ausgestrahlte Hochfrequenzenergie mit der gesamten aufgewendeten Gleichstromleistung im Heiz- und Anodenkreis verglichen wird. Der mittlere Anodenstrom der 10 000-Volt-Röhre beträgt 50 Milliamp., die Ausgangsleistung 100 bis 140 Watt.

Dr. P.

Zeichnungen vom Verfasser

Widerstands-Gegentaktverstärker mit Phasenumkehrröhre

In Amerika spielt ebenso wie bei uns der 20-Watt-Verstärker für Übertragungszwecke eine bedeutende Rolle. Man verwendet dort in den Fällen, wo es auf gute Wiedergabequalität ankommt, den A-Verstärker.

Eine verzerrungsfreie Phasenumkehrschaltung für den Gegentakteingang macht den Gebrauch von Gegentakt-Eingangstransformatoren und Drosseln überflüssig und beseitigt somit eine Quelle von Induktionsgeräuschen, die durch Streuung des Netzteiles auf diese Schaltteile leicht auftreten können. Außerdem ist die Möglichkeit einer linearen Verzerrung durch Transformatoren, die nicht von allerbestem Fabrikat sind, beseitigt.

Widerstands-Kapazitäts-Filter von genügend großen Ausmaßen garantieren völliges Fehlen von Sarrerscheinungen („motor boating" in Amerika genannt) und wilden Kopplungen und begrenzen einen etwaigen Brummton auf ein nicht ins Gewicht fallendes Maß. Absolute Stabilität der Schaltung mit guter Verstärkung wurde durch Sorgfalt in Entwurf und Wahl der Einzelteile erreicht.

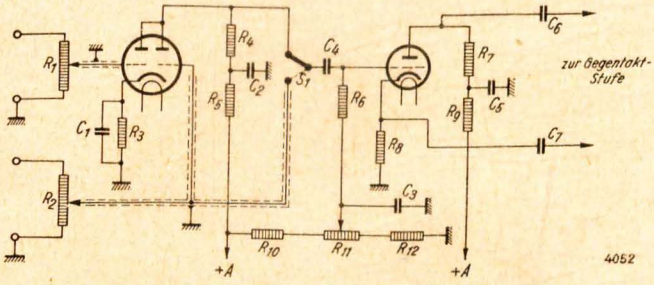


Abb. 1. Die Eingangsschaltung

In dem Schaltbild der Abb. 1 ist die Eingangsschaltung bemerkenswert. Es wird eine Doppel-Dreipolröhre in sogen. Elektronen-Mischschaltung verwendet. Man kann hier zwei Mikrophone oder dgl. anschließen und sie mittels der Regler R_1 und R_2 regeln und mischen, und zwar völlig unabhängig voneinander. Ein Schalter S_1 ist vorgesehen, um den Verstärker zur Schallplattenübertragung ohne die Doppel-Dreipolröhre, die nur für die Verstärkung der Mikrophonspannungen gedacht ist, verwenden zu können. Ein Tonregler ist ebenfalls vorhanden (in Abb. 1 nicht eingezeichnet), um bei Schallplattenwiedergabe das lästige Nadelgeräusch zu mindern.

Wir kommen nun zum Phasenumkehrer. Wir wissen, daß bei der Gegentaktschaltung die Wechselspannungen den Gittern der Gegentaktröhren in entgegengesetzter Phase zugeführt werden müssen, was ja im allgemeinen durch den Eingangstransformator geschieht, auf den wir aber hier, wie schon vorher betont, verzichten. Wir müssen nun ein Mittel haben, um das ohne diesen zu bewirken.

Der gewöhnliche Phasenumkehrer bestand aus zwei Dreipolröhren und beruht auf der Tatsache, daß die Anodenwechselspannung um 180 ° in der Phase gegenüber der Gitterwechselspannung verschoben ist. Die Phasenumkehr findet so statt, indem man einen Teil der Ausgangsspannung der einen Röhre zum Gitter der anderen Röhre führt und nun die Signalspannung von den Anoden der beiden Röhren zusammen abnimmt. Dieses System ist unvollkommen, weil durch die Kapazitätskopplung der beiden Röhren die beiden Seiten nicht in genau entgegengesetzter Phase sind, wenn auch der Unterschied gering ist. Wenn außerdem eine Röhre ihre Kennlinie durch Alterung ändert, ist das Gleichgewicht sowieso gestört und die beiden Seiten der Spannung werden ungleiche Schwingungsweite haben.

In dem hier vorgeführten Verstärker wird ein Phasenumkehrer, welcher nur eine Röhre verwendet, gezeigt. Hier sind beide Seiten des Signals um genau 180 ° in der Phase verschoben und von gleich großer Amplitude.

Der Schaltung liegt folgendes Prinzip zugrunde: Wenn im Anodenkreis einer Röhre ein Widerstand liegt, so wird während der positiven Halbwelle des Eingangssignals der Anodenstrom zunehmen und ein größerer Spannungsabfall an diesem Widerstand stattfinden, so daß also die Anodenspannung an der Anode der Röhre fällt. Legen wir nun einen Widerstand in die Kathodenleitung, so nimmt, wenn der Anodenstrom abnimmt, die Kathodenspannung zu. Wird nun der Belastungswiderstand der Röhre gleichmäßig zwischen Kathoden- und Anodenstromkreis verteilt, R_7 und R_8 in Abb. 1, so ist die Abnahme der Wechselspannung an diesen beiden Belastungswiderständen von gleicher Amplitude und entgegengesetzter Phase. Die Umkehrung ist vollständig, da keine Kondensatoren vorhanden sind, welche die Phase verfälschen. Veränderungen der Röhre haben keine Wirkung, weil sich eine etwaige Änderung der Emission auf beide Seiten in demselben Sinne auswirkt. Das große Problem ist jedoch, die richtige Gittervorspannung aus dem Netz zu erhalten, ohne das Gleichgewicht zu stören. Wird aber der Gittervorspannungsbetrag von einem Spannungsteiler $R_{10} - R_{11} - R_{12}$ entnommen, welcher hinsichtlich der Kathode negativ ist, so ist die richtige Vorspannung der Röhre dadurch gewährleistet. Unter diesen Bedingungen wirkt nun eine Änderung der Spannung am Kathodenwiderstand R_8 auf die Gittervorspannung so, daß diese ebenfalls in gleichem Sinne geändert wird. Infolgedessen darf aus dieser Röhre keine große Verstärkung herausgeholt werden. Die Wahl der

Verstärkung ist hier so getroffen, daß die Ausgangsspannung an der einen Seite des Phasenschiebers ungefähr nur 8mal so groß wie das Eingangssignal ist. Die Veränderung der Spannung am Kathodenwiderstand berührt daher praktisch nicht in irgendeiner Weise die Phasenumkehrung.

Der Phasenumkehrer ist nun mit der nachgeschalteten Gegentakt-Spannungsverstärkerstufe widerstandsgekoppelt. Die Anoden- und Gitterwiderstandswerte sind so gewählt worden, daß zwar nicht das äußerste an Verstärkung herausgeholt wird, sondern ein verläßliches Arbeiten mit Röhren von unterschiedlichem Gasinhalt gewährleistet wird.

Auf diese Spannungsverstärkerstufe folgt die Endstufe, ebenfalls in Gegentaktschaltung. Hier werden zwei amerikanische Sonderröhren verwendet. Das Wesentliche ist hier, daß jede Röhre wieder zwei Systeme in einem Glaskolben hat, und zwar ist das zweite System mit dem ersten direkt gekoppelt. Durch Anwendung dieser Röhren wird eine verzerrungsfreie Ausgangsleistung von 20 Watt erreicht mit einer Einfachheit der Schaltung, wie sie mit den anderen gebräuchlichen Röhren nicht möglich ist.

Abb. 2 bringt uns nun das Gesamtschaltbild der ganzen Verstärkeranlage. Wir wollen hier noch einige Bemerkungen zur Eingangsschaltung nachholen: An die Eingangskanäle der Doppel-Dreipolröhre *A* und *B* werden zwei Mikrophone zu liegen kommen. Da die Anoden dieser Röhre parallel geschaltet sind, werden die an die Eingangsgitter der Röhre geführten Mikrophonspannungen verstärkt und im Anodenstromkreis gemischt, bevor sie den Phasenumkehrer passieren. Getrennte Lautstärkeregler sind an beiden Eingangskanälen vorgesehen, um eine gut dosierbare Mischung bewirken zu können. Außerdem kann bei Schallplattenabtastung, wo die Verstärkung der Doppel-Dreipolröhre nicht nötig ist, der Kanal *B* und sein angeschlossener Lautstärkeregler direkt an den Phasenumkehrer gelegt werden, indem der Schalter S_1 nach Punkt *b* gelegt wird. Der Eingang *C* führt direkt zur Phasenröhre und ist für den Anschluß eines getrennten Vorverstärkers vorgesehen. Außerdem kann hier ein Tonabnehmer mit angebautem Lautstärkeregler verwendet werden. Der Klangfarbenregler ist zwischen Anode und Kathode der Phasenröhre geschaltet und daher immer wirksam, ganz gleich, welcher Eingangskanal benutzt wird.

Auf den Phasenumkehrer folgt nun, wie aus Abb. 2 ersichtlich, eine in Gegentakt geschaltete Spannungsverstärkerstufe, welche durch zwei Fünfpolröhren gebildet wird. Hinter dieser Stufe sehen wir die Endstufe mit den weiter oben beschriebenen Sonderendröhren. In allen Schaltteilen, ausgenommen die Schirmgitterableitung der beiden Fünfpolröhren, sind beträchtliche Größen der Kondensatoren zur Siebung benutzt worden. Die Schirmgitterfilterung, bestehend aus einem Widerstand von 1 Megohm und einem Kondensator von 0,1 µF, hat eine Zeitkonstante von einer Zehntelsekunde, welche genügend groß ist, um ein Brummgeräusch oder eine der bekannten Unstabilitäten zu beseitigen, ohne die hohe Wiedergabequalität des Verstärkers zu beeinflussen. Am Widerstand R_{23} wird die richtige Gittervorspannung der Phasenumkehrröhre eingestellt. Widerstand R_{22} dient zur Einstellung der Schirmgitterspannung der Fünfpolröhren.

Um den Verstärker voll auf 20 Watt auszusteuern, ist eine Eingangsspannung von 0,025 Volt nötig. Ohne Verwendung der Doppel-Dreipolröhre ist eine Eingangsspannung von 0,25 Volt zur vollen Aussteuerung erforderlich, welche leicht von einem üblichen Tonabnehmer geliefert wird.

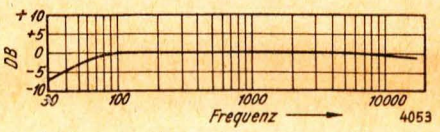


Abb. 3. Frequenzkurve des Verstärkers

Abb. 3 zeigt uns die Frequenzkurve des Verstärkers, welche in der üblichen Weise aufgenommen wurde. Die Brummspannung beträgt bei voller Ausgangsleistung an einem Abschlußwiderstand von 500 Ohm 1 Volt.

Gerhard Froboess

Zeichnungen nach amerikanischen Quellen vom Verfasser

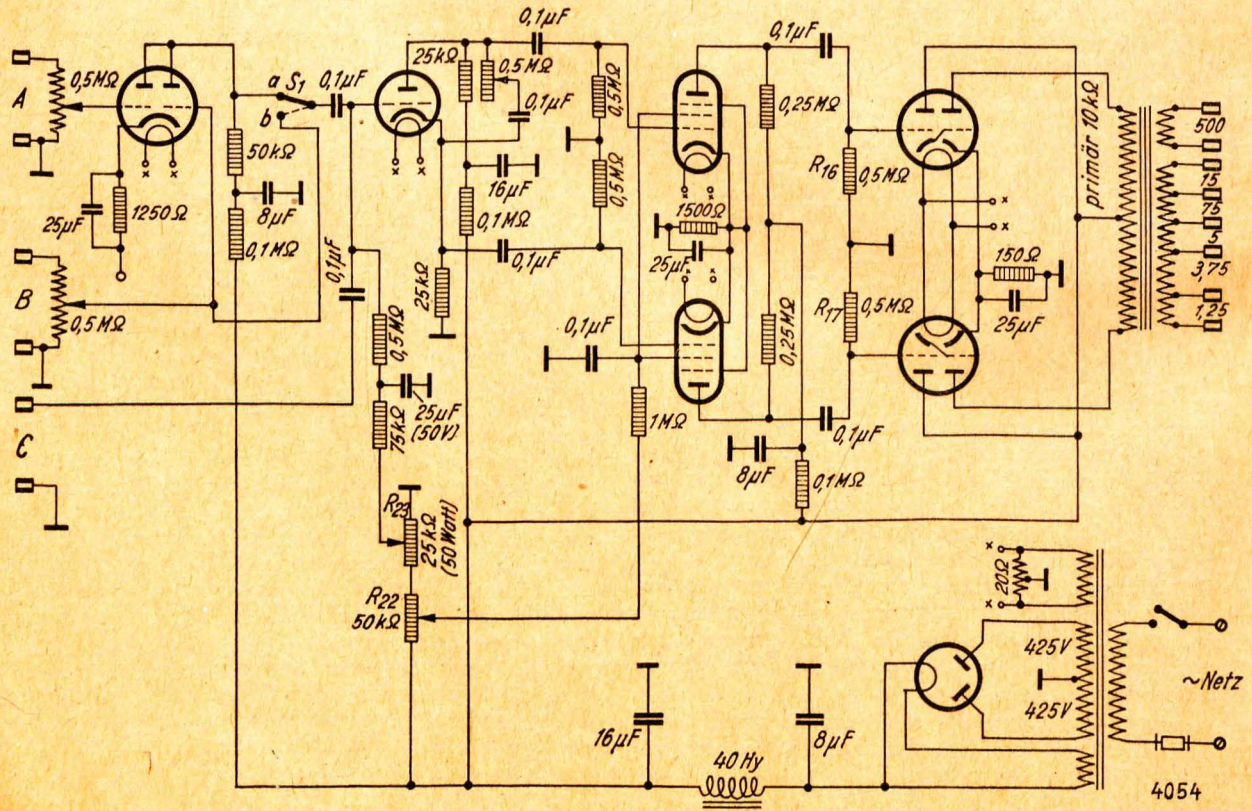


Abb. 2. Gesamtschaltung des Verstärkers

Neue Elektronenstrahlröhren für Meßzwecke

Von

Manfred von Andenne

Bei der Entwicklung der Elektronenstrahlröhre zeigt sich in letzter Zeit immer deutlicher das Bestreben, Systemarten und Systembemessungen auszubilden, die in bestimmten Anodenspannungsbereichen gut arbeiten, d. h. in diesen Bereichen hohen Strahlstrom bei guter Fleckschärfe liefern. So sind Hochvakuum- und Gasröhrentypen mit Anodenspannungen von 400 bis 1000 Volt für solche Aufgaben konstruiert worden, die geringe Fleckhelligkeiten, aber große Ablenkempfindlichkeiten verlangen. Die Mehrzahl der Röhrentypen ist jedoch für den Anodenspannungsbereich zwischen 1000 und 4000 Volt eingerichtet. Einzelne Hochvakuumtypen erlauben sogar einen Betrieb bis 7500 Volt, und in neuester Zeit sind für besonders hohe Schreibgeschwindigkeiten Glüh-Kathoden-Oszillographen bis zu 25 000 Volt hergestellt worden.

Bei der großen Bedeutung der Höhe der anzuwendenden Anodenspannung für die Leistungsfähigkeit einer Elektronenstrahlröhre sowie für die Systemauswahl und Systembemessung sollen in den folgenden Zeilen zunächst die grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen Röhreneigenschaften und Anodenspannung angedeutet werden. Die erzielbare Leuchtdichte im Brennfleck hängt, wie eine nähere Untersuchung zeigt, in sehr starker Weise von der Höhe der Anodenspannung ab. Ein Beispiel möge dies erläutern:

Für konstanten Strahlstrom und unveränderten Fleckdurchmesser bringt die Steigerung der Anodenspannung von 500 auf 5000 V eine Zunahme der Leuchtdichte im Brennfleck im Verhältnis 1 : 100. Da die Strahlleistung in diesem Beispiel sich nur verzehnfacht hat, muß durch die Wahl der höheren Anodenspannung auch der Wirkungsgrad des Fluoreszenzschirmes sich verzehnfacht haben. In der Tat zeigt eine Messung der Abhängigkeit des Schirmwirkungsgrades von der Anodenspannung ein fast lineares Anwachsen des Schirmwirkungsgrades mit der Spannung. Die Zunahme des Wirkungsgrades dürfte mit dem Anwachsen der Eindringtiefe der Elektronen in den Phosphor zusammenhängen. Eine Messung über die Abhängigkeit des photographischen Schirmwirkungsgrades für den bei Meßröhren häufig benutzten gesinterten Cadmium-Wolframat-Schirm zeigt Abb. 1. Bis 4000 Volt steigt der

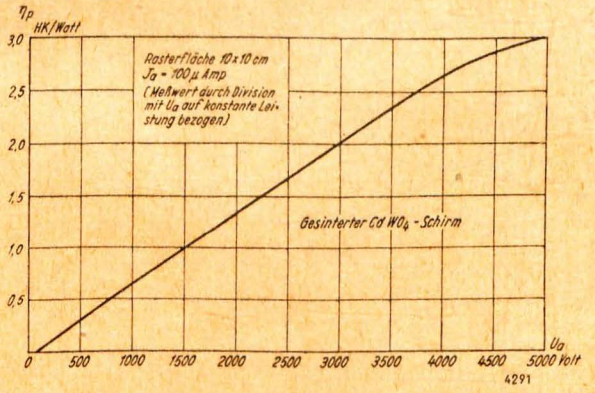


Abb. 1. Messung über die Abhängigkeit des photographischen Schirm-Wirkungsgrades von der Anodenspannung für einen gesinterten Kadmium-Wolframat-Schirm

Wirkungsgrad linear an, später erfolgt die Zunahme etwas langsamer, aber auch noch jenseits 5000 Volt ist ein weiteres Ansteigen gegeben. Praktisch die gleiche Gesetzmäßigkeit ist auch bei Calcium-Wolframatschirmen und Fernsehschirmen zu beobachten. Ein ähnliches Ergebnis wie bei der Messung Abb. 1 wurde kürzlich auch von E. Schwartz [1]) gefunden.

Tatsächlich ist die Zunahme der Leuchtdichte im Fleck bei Steigerung der Anodenspannung noch größer, als in dem Beispiel angegeben, denn mit zunehmender Anodenspannung nehmen infolge der größeren Elektronendichte

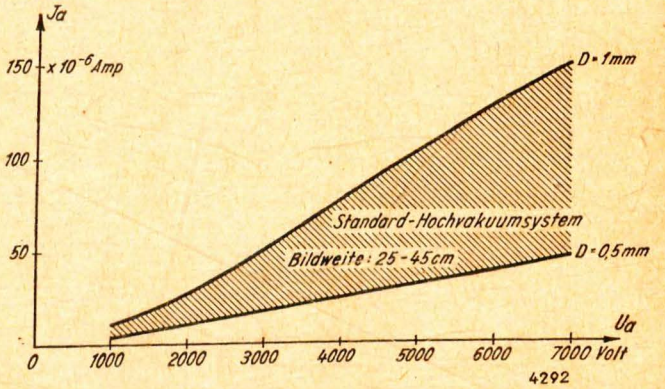


Abb. 2. Typische Streu-Bereiche des Strahlstromes bei einem Hochvakuumsystem

die Raumladungsstörungen ab, so daß höhere Elektronendichten im Brennfleck einstellbar werden. Das Anwachsen des Strahlstromes bei gleichbleibendem Fleckdurchmesser mit Zunahme der Anodenspannung ist in den Abb. 2

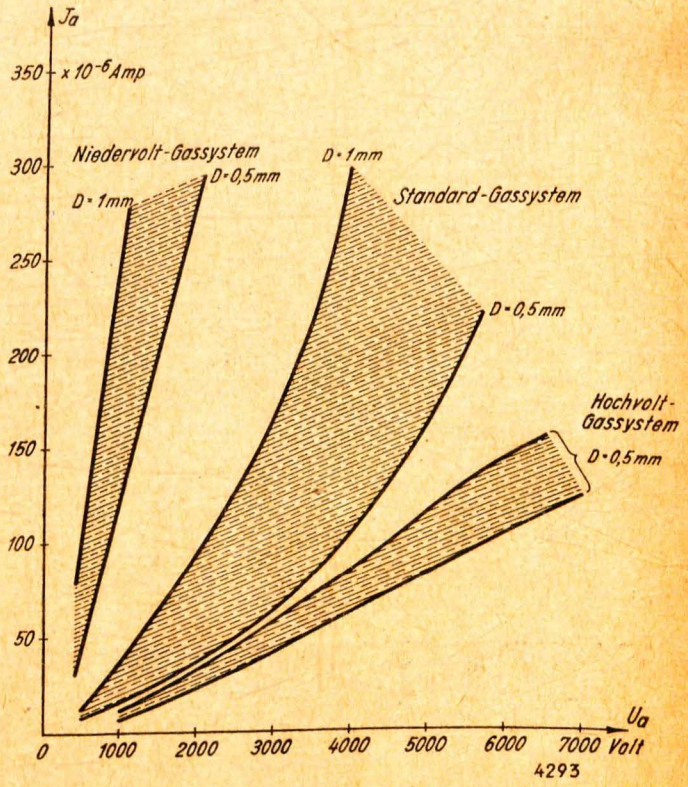


Abb. 3. Strahlströme bei verschiedenen Gassystemen in Abhängigkeit von der Anodenspannung

[1]) Bild 10 der Arbeit: B. v. Borries und E. Ruska, „Angewandte Elektronenoptik", Zeitschrift V. D. I., Bd. 80, Nr. 33, 1936.

und 3 für verschiedene charakteristische Systemarten aufgetragen. Im Mittel kann man annehmen, daß der Strahlstrom bei einer gegebenen Röhre bei Verzehnfachung der Anodenspannung ebenfalls auf mindestens den 10fachen Betrag steigt. Die Leuchtdichte im Fluoreszenzfleck steigt bei einer gegebenen Röhre bei Verzehnfachung der

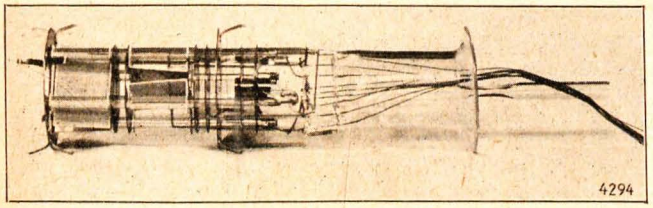


Abb. 4. Elektrodensystem einer Röhre mit vier durch den Quetschfuß herausgeführten Meßplatten und schwacher Gasfüllung.

Anodenspannung also auf mehr als das 1000fache. Die vorstehend geschilderten Zusammenhänge sind der Grund dafür, warum bei universell verwendbaren Oszillographen, die höhere photographisch registrierbare Schreibgeschwindigkeiten aufweisen müssen, sowie beim Fernsehen heute allgemein relativ hohe Anodenspannungen (2500 V bis 7000 V) zur Anwendung kommen.

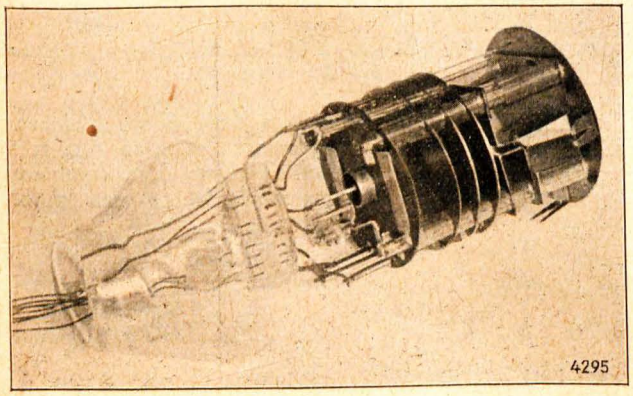


Abb. 5. Ansicht eines Gassystems mit einem Ablenkplattenpaar für Betrieb ohne Nullpunktfehler und für besonders kleine Anodenspannungen

Die außerordentliche Zunahme der erreichbaren Fleckhelligkeit wird, insbesondere bei der Benutzung der Elektronenstrahlröhre für Meßzwecke, dazu führen, daß die Abnahme der Ablenkempfindlichkeit mit steigender Anodenspannung, die nur nach einem linearen Gesetz vor sich geht, gern in Kauf genommen wird. Hinzu kommt, daß die Empfindlichkeitsabnahme leicht durch die Vorschaltung einer Verstärkerstufe ausgeglichen werden kann, während eine zu geringe Fleckhelligkeit durch keinerlei äußere Mittel wieder gutzumachen ist.

Die Darstellungen Abb. 2 und 3 zeigen, daß für solche Fälle, wo mit kleinen Anodenspannungen relativ hohe

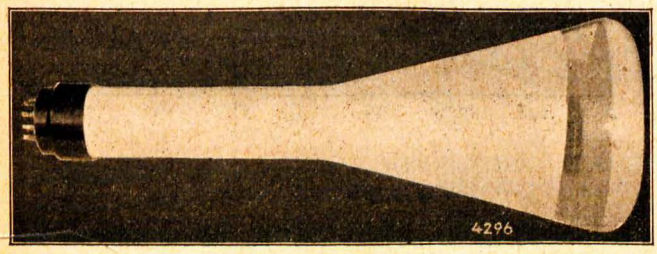


Abb. 6. Ansicht der Röhre für große photographisch registrierbare Schreibgeschwindigkeiten mit Gasfüllung.

Fleckhelligkeiten oder mit mittleren Anodenspannungen sehr große Fleckhelligkeiten verlangt werden, die Systeme mit Gasfüllungen nicht zu entbehren sind. Immerhin dürfen diese Systeme nicht mit den älteren, gasgefüllten Anordnungen der früheren Jahre verwechselt werden. Die modernen Konstruktionen arbeiten mit einem sehr viel geringeren Gasdruck; er ist gerade noch ausreichend, um die Elektronen-Raumladung teilweise zu kompensieren. Nullpunktsfehler und sonstige durch die Gasfüllung bedingte Störungen sind kaum mehr ausgeprägt.

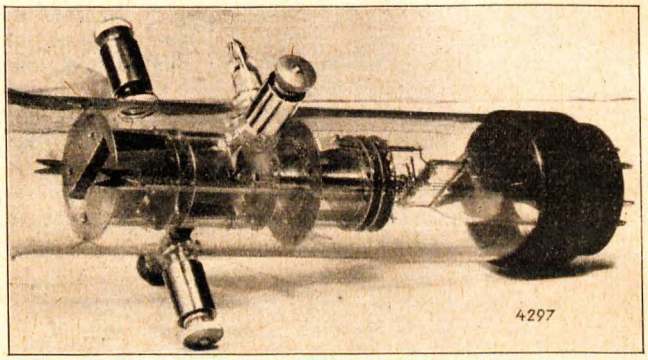


Abb. 7. Elektrodenanordnung einer Hochvakuum-Meßröhre mit seitlich herausgeführten Ablenkplatten-Anschlüssen

Das Elektrodensystem einer mit schwacher Gasfüllung arbeitenden Meßröhre zeigt Abb. 4 (Standard-Gastyp). Durch Abfangen der Randfelder der Ablenkplatten sind Störungen sowie Rückwirkungen zwischen den Plattensätzen vermieden worden. Die Rechtwinkligkeit der Koordinaten bleibt bis in die Randzonen des Schirmes so weit erhalten, daß Röhren mit diesen Systemen z. T. mit einem Koordinatennetz auf dem Schirm ausgerüstet werden.

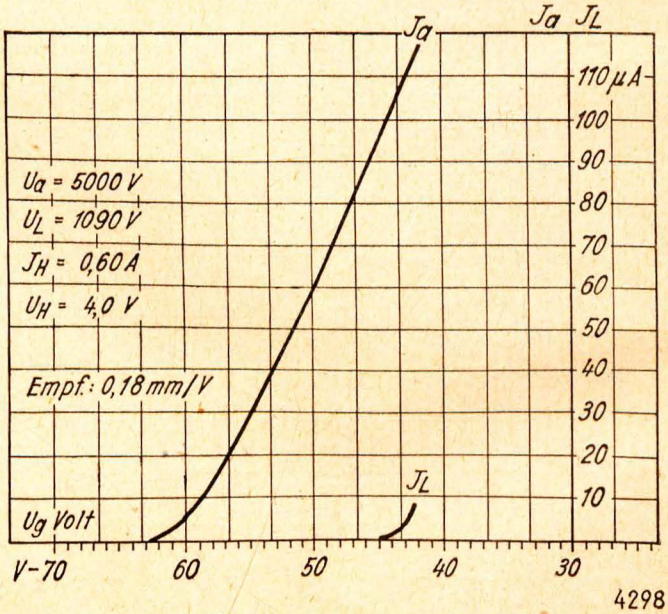


Abb. 8. Typische Kennlinie des Hochvakuumsystems

Ein System, das bereits bei Anodenspannungen von 500 V Strahlströme der Größe 100 Mikroampere liefert (Niedervolt-Gassystem), ist in Abb. 5 photographiert. Der Hauptunterschied zwischen dem Strahlerzeugungssystem der Röhren Abb. 4 und 5 liegt in Unterschieden der Elektrodenabstände und der wirksamen Kathodenquerschnitte.

Bei den bisher besprochenen Röhren sind die Ablenkplatten, wie schon erwähnt, im Quetschfuß ausgeführt. Die Außenansicht einer normalen Meßröhre mit dem System

Abb. 4 und einem 18-cm-Schirm zeigt Abb. 6. Die Kapazität zwischen zwei Ablenkplatten beträgt etwa 4 pF. Die Elektrodenanordnung einer Röhre mit unmittelbar seitlich herausgeführten Ablenkplatten und Hochvakuumsystem wird in Abb. 7 gezeigt. Die Kapazität zweier gegenüberliegender Ablenkplatten zueinander beträgt hier nur 1,4 pF. Gerade in Verbindung mit Röhren-Kippschwingungsgeräten für hohe Kippfrequenzen ist bekanntlich ein niedriger Wert dieser schädlichen Kapazität wichtig. Durch die zwischen den Elektroden erkennbaren Abschirmbleche, die zugleich dazu dienen, die Randfelder abzufangen, wird die ebenso wichtige Teilkapazität zwischen den beiden Meßplattensätzen soweit herabgesetzt, daß auch bei Hochfrequenz-Rückwirkungen bei geeigneter Ausführung der äußeren Schaltung vermieden werden können. Eine charakteristische Steuerkennlinie dieses Rohres ist in Abb. 8 abgebildet. Eine Änderung der Wehnelt-Zylinderspannung um etwa 15 Volt genügt, um die Hell-Dunkelsteuerung vorzunehmen. Die bei dem Hochvakuumsystem gegebene Möglichkeit der Lichtsteuerung ist zur Zeitmarkierung oder Markierung besonderer Zeitpunkte in den Oszillogrammen wertvoll. Auch zur Strahlsperrung oder Strahlschaltung ist die Herausführung der Lichtsteuerelektrode nützlich.

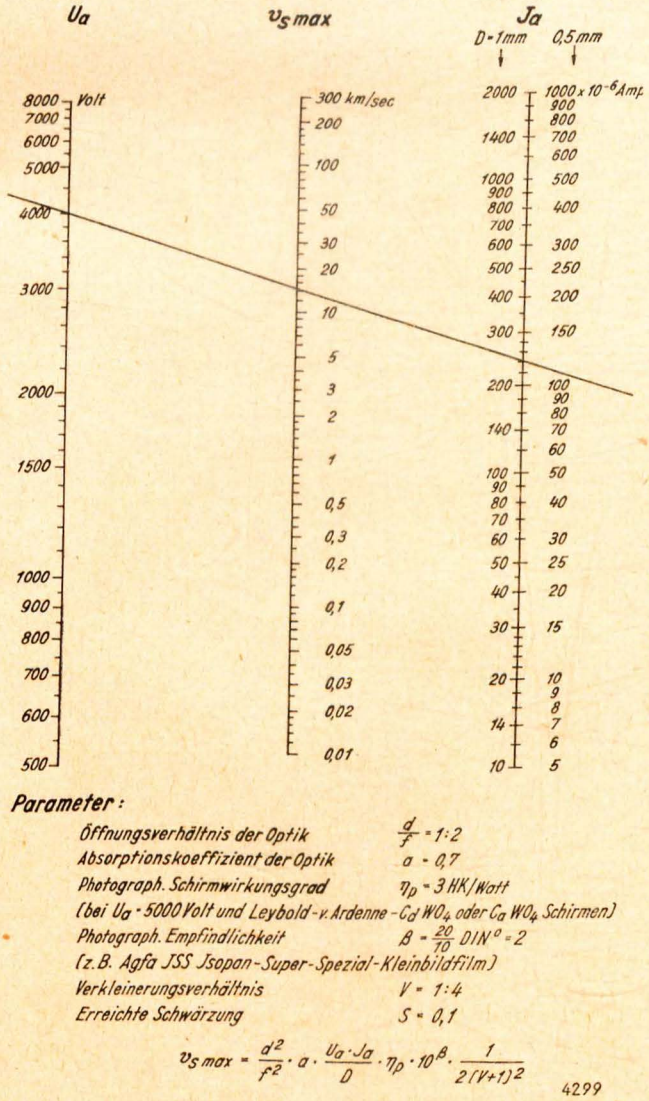


Abb. 9. Nomogramm der größten photographisch registrierbaren Fleckgeschwindigkeit am Schirme

Die photographische Registrierung einmaliger Vorgänge gehört zu den wichtigsten Aufgaben beim Arbeiten mit Elektronenstrahlröhren. Fast immer sind die Geschwindigkeiten der Fluoreszenzfleckbewegung am Schirm, die registriert werden sollen, ungefähr bekannt oder durch einfache Vorversuche bestimmbar. Dieser Wert legt die notwendige Leistungsfähigkeit der Oszillographenanordnung, d. h. die anzuwendende Anodenspannung und das anzuwendende Röhrensystem, fest [2]). Um die Systemauswahl und

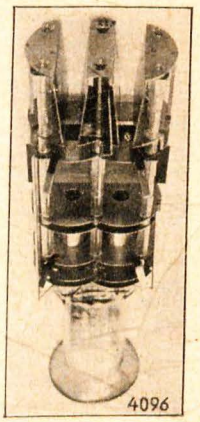


Abb. 10. System einer Hochvakuum-Doppelstrahl-Röhre

die Bestimmung der Anodenspannung zu erleichtern, ist in Abb. 9 ein Nomogramm für die höchsterreichbare photographische Schreibgeschwindigkeit gezeichnet. Das Nomogramm gilt für die unterhalb angegebenen Parameter, die gerade noch wirtschaftlich erreichbaren Bedingungen entsprechen.

Wird beispielsweise eine Schreibgeschwindigkeit von 15 km/sec bei einer Anodenspannung von 4000 V verlangt, so muß ein Röhrentyp ausgesucht werden, der bei

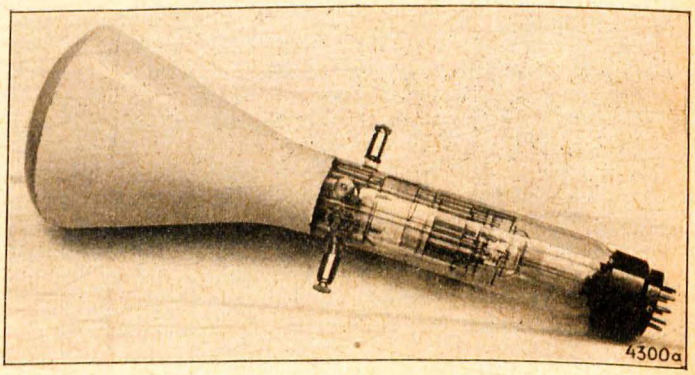


Abb. 11. Ansicht der Doppelstrahl-Röhre mit vier unmittelbar seitlich herausgeführten Meßplatten und zwei, beiden Systemen gemeinsamen Zeitplatten

einem Fleckdurchmesser von 1 mm etwa 220 Mikroampere Strahlstrom aufweist bzw. bei 0,5 mm Fleckdurchmesser etwa 110 Mikroampere. Bei der genannten Anodenspannung sind diese Werte nur bei dem Standard-Gassystem gegeben (vgl. Abb. 3). Die gleiche Schreibgeschwindigkeit kann bei 7500 Volt Anodenspannung bei einem Fleckdurchmesser von 1 mm ohne weiteres auch mit dem Hochvakuumsystem erzielt werden.

[2]) Siehe u. a. Ch. Bachem, „Zur photographischen Registrierung mit Braunschen Röhren", Zeitschr. f. Physik 1936, H. 8.

Die besprochenen Strahlerzeugungssysteme sind in neuerer Zeit [3]) auch in Mehrstrahlröhren eingebaut worden. Das System einer Hochvakuum-Doppelstrahlröhre ist in Abb. 10 photographiert. Durch sorgfältige Abschirmmaßnahmen im Innern der Röhre, durch Abfangen der Randfelder sowie durch die in Abb. 11 erkennbare unmittelbar seitliche Ausführung der vier Meßplatten sind gegenseitige Beeinflussungen bei der Ablenkung der beiden Kathodenstrahlen nicht gegeben. Durch weitgehende Parallelschaltung der Strahlerzeugungssysteme wird erreicht, daß das Doppelrohr aus einem normalen Oszillographen-Netzanschlußgerät betrieben werden kann. Nur die Wehnelt-Zylinder beider Systeme sind getrennt ausgeführt, um durch Einstellung verschiedener Helligkeiten die Unterscheidung der Kurvenzüge bei Ineinanderschreiben von Oszillogrammen zu erleichtern.

[3]) Vgl. M. v. Ardenne, „Über neue Doppel-Elektronenstrahlröhren", Archiv für Technisches Messen, 1936.

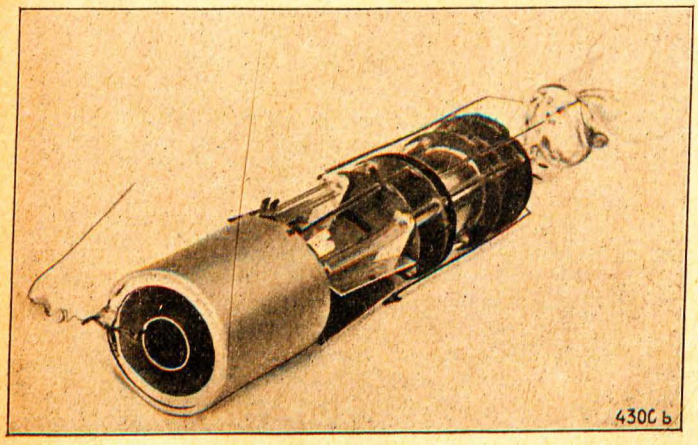


Abb. 12. System der Hochvakuum-Polar-Koordinaten-Röhre

Als weitere Neuentwicklung sei in diesem Zusammenhange die in Abb. 12 abgebildete Röhre für Ablenkung in Polar-Koordinaten erwähnt. Eine mit gemischter elektrostatischer und magnetischer Ablenkung arbeitende Anordnung [4]), auf die im Rahmen dieses Aufsatzes nicht weiter eingegangen werden soll, ruft eine genau kreisförmige Fluoreszenzfleckbewegung am Schirm hervor. Zwischen dem Schwerpunkt des Zeitablenksystemes und dem Schirm ist der in Abb. 12 vorn erkennbare Zylinderkondensator vorgesehen, der eine radiale Auslenkung durch den Meßvorgang bewirkt. Die großen Vorteile der Aufzeichnung in Polarkoordinaten, die durch diesen neuen Röhrentyp ausnutzbar werden, sind gegeben durch eine Aufzeichnung ohne Zeitlücke, durch sehr große Länge der Zeitlinie und große Einfachheit des Zeitablenkgenerators sowie durch die Möglichkeit, die Gleichmäßigkeit des Zeitmaßstabes mit Hilfe einer Meßskala zu kontrollieren.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

[4]) M. v. Ardenne, „Ein neuer Polar-Koordinaten-Elektronenstrahloszillograph mit extrem linearem Zeitmaßstab", Vortrag Physiker-Tagung Salzbrunn 1936.

Ein wirksamer Fest-Sperrkreis

In der Nähe eines Orts- oder Bezirkssenders ist auch bei hochwertigen, an sich trennscharfen Empfangsgeräten ein Sperrkreis erforderlich, weil sonst der benachbarte Störsender auf einem mehr oder weniger großen Skalenbereich durchschlagen würde. Wir finden daher auch bei vielen Industriegeräten einen Sperrkreis eingebaut, der dann von dem jeweiligen Besitzer auf den für den Empfangsort in Frage kommenden Störsender einmalig eingestellt werden muß und danach nicht weiter bedient wird. Die Herstellerfirma eines Empfängers mit eingebautem Sperrkreis bzw. eines Sperrkreises als Zusatzgerät muß natürlich darauf Rücksicht nehmen, daß das Gerät an den verschiedensten Empfangsorten und damit für die verschiedensten Störsender zu gebrauchen ist; daher muß ein solcher Sperrkreis für den ganzen Wellenbereich einstellbar sein. Der Besitzer eines ortsgebundenen Empfängers braucht diese Einstellbarkeit nicht, da es sich bei ihm ja immer um denselben, um s e i n e n Störsender handelt, so daß er nur einen für diesen bestimmten Sender fest eingestellten Sperrkreis benötigt.

Grundsätzlich stellt der Sperrkreis einen Schwingungskreis dar; er besteht also aus einer Selbstinduktion (der Spule *L*) und einer Kapazität (dem Kondensator *C*, Abb. 2 rechts). Zwecks Einstellmöglichkeit auf verschiedene Störsender muß nun entweder die Spule oder der Kondensator regelbar sein. Im praktischen Gebrauch macht man die Kapazität regelbar, man benutzt dazu meist einen Drehkondensator. Um den Sperrkreis möglichst verlustarm zu halten und eine scharf ausgeprägte Sperrwirkung zu erzielen, müßte man für den Abstimmkondensator eine Ausführung mit geringsten Verlusten wählen, also einen hochwertigen Luftkondensator. In der Praxis behilft man sich aus räumlichen Gründen jedoch meist mit einem raumsparenden Kondensator mit festem Dielektrikum, z. B. aus Trolitul. Da wir nun unseren Sperrkreis nur für einen bestimmten Sender, der uns gerade stört, fest einstellen wollen, brauchen wir den großen Einstellbereich durch einen Drehkondensator nicht, sondern wir benutzen einen der Spule parallel geschalteten Blockkondensator und wickeln die Spule so, daß beide zusammen einen Schwingungskreis bilden, der annähernd auf die gewünschte Sperrwelle abgestimmt ist. Die genaue Einstellung auf beste Sperrwirkung erfolgt dann durch die Selbstinduktionsänderung der benutzten Eisenkernspule.

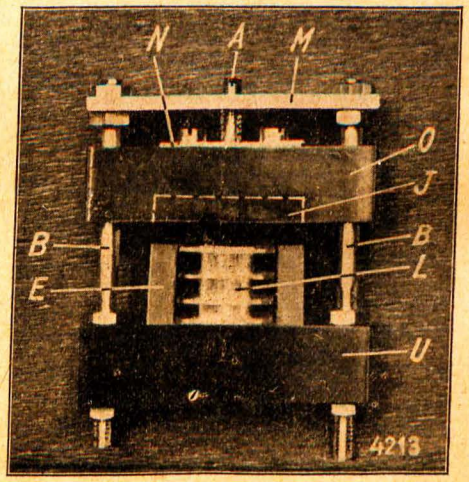


Abb. 1. Die zusammengesetzte Bastel-Einheit B 41

Abb. 1 zeigt die hier verwendete, zusammengesetzte Basteleinheit B 41 in der Form, wie sie für Empfängerspulen üblich ist. Zwei Bakelitteile, von denen der obere *O* zur Aufnahme des Joches *J* und der untere *U* zur Aufnahme des E-Kernes *E* dient, sind, ebenso wie der Messingstreifen *M*, auf zwei Bolzen *B* aufgereiht, *U* und *M* fest, *O* beweglich. Der Streifen *M* enthält in der

Mitte ein Gewinde für die Abgleichspindel *A*, die am oberen Ende mit einem Schlitz zwecks Einstellung durch einen Schraubenzieher versehen ist. Der untere, scheibenförmig verbreiterte Teil der Spindel liegt drehbar unter der Metallplatte *N*, die auf *O* festgeschraubt ist, so daß durch Drehen der Spindel *A* der obere Bakelithalter *O* mit dem in ihm enthaltenen Joch *J* dem E-Kern genähert und von ihm entfernt werden kann, wodurch die Selbstinduktionsänderung der Spule erfolgt. Um den Regelbereich zu erweitern, ist nun nach Abb. 2 links in dem unteren Bakelit-

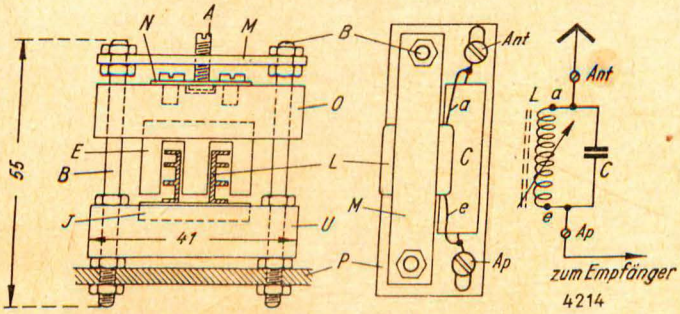


Abb. 2. Der Aufbau des Fest-Sperrkreises

balken *U* nicht der E-Kern, sondern das Joch *J* so eingesetzt und mit Trolitullösung (Trolitul in reinem Benzol gelöst) oder Cohesan festgekittet, daß die Oberfläche des Joches mit der Oberfläche des Bakelitbalkens *U* in gleicher Höhe liegt. Im oberen Haltebalken *O* wird der E-Kern festgekittet.

Nachdem der Spulenkörper nach den unten angegebenen Angaben bewickelt ist, wird die Spule in der Mitte des Joches so aufgekittet, daß beim Heben und Senken des Halters *O* der mittlere Schenkel des E-Kerns mehr oder weniger tief in den Hohlraum der Spule taucht, ohne Widerstand durch Reibung oder Anstoßen an der Spule zu finden. Nötigenfalls sind die Schenkel des E-Kerns durch Sandpapier etwas abzuschleifen. An dem unteren Ende der Schraubbolzen *B*, die zugleich mit zur Befestigung im Empfänger dienen können, bringen wir zweckmäßig noch eine kleine Isolierplatte *P* mit zwei Schrauben *Ant* und *Ap* an; unter *Ant* legen wir zugleich den Anfang a der Spulenwicklung und den einen Anschlußdraht des Blockkondensators *C* von 300 cm, unter *Ap* das Ende e der Wicklung und den anderen Kondensatoranschluß. Die beiden gleichzeitig mit befestigten Lötösen dienen zum Anschluß im Empfänger. Wer den Sperrkreis nicht einbauen will, kann ihn auch in ein kleines Kästchen bringen und statt der Lötösen Buchsen vorsehen. Für den Blockkondensator wählen wir eine induktionsfreie, verlustarme Ausführung (Glimmer).

Bei der ersten Inbetriebnahme müssen wir nun noch eine Nachstimmung durch Drehen der Abgleichspindel *A* vornehmen. Die Dämpfung des Sperrkreises ist am geringsten und die Einstellung am günstigsten, wenn bei genauer Abstimmung auf den Störsender der E-Kern dicht über dem Joch steht, ohne es eben zu berühren. Merken wir, daß bei der ersten Einstellung der E-Kern vollkommen an das Joch herangebracht werden muß, ohne daß die größte Sperrwirkung erzielt wird, so müssen noch etwa zwei bis vier Windungen abgewickelt werden. Kann im umgekehrten Fall der Kern nicht weit genug vom Joch entfernt werden, um den schärfsten Sperrgrad zu erreichen, so sind einige Windungen mehr zu nehmen. Wir erhalten auf diese Weise bei einer Ausgabe von noch nicht 3 RM einen wirksamen Sperrkreis.

Die Windungszahlen mit Hochfrequenzlitze 20×0,06 oder 30×0,05 sind für die einzelnen Sender folgende: Königsberg (222,6 m) bis Gleiwitz (243,7 m) 55 Wdg., Frankfurt a. M. (251 m) 60 Wdg.; Heilsberg (291 m) 65 Wdg.; Breslau (315,8 m) 70 Wdg.; Hamburg (331,9 m) 72 Wdg.; Berlin (356,7 m) 75 Wdg.; Leipzig (382,2 m) 77Wdg.; München (405,4 m) 80 Wdg.; Langenberg (455,9 m) 85 Wdg.; Stuttgart-Mühlacker (522,6 m) 90 Wdg.; Deutschlandsender 350 Wdg. mit Kupferdraht 0,1 mm, 2mal Seide. Die Wicklungen werden auf die Kammern des Spulenkörpers verteilt. *K. König*

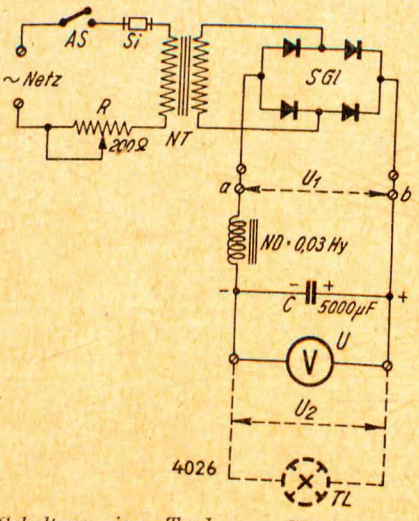
Zeichnung und Aufnahme vom Verfasser

Ein praktischer Tonlampengleichrichter

Bekanntlich hat bei der Lichttonfilmwiedergabe neben der Photozelle die Tonlampe oder Tonkerze, wie sie jetzt in Fachkreisen viel genannt wird, eine wichtige Aufgabe zu erfüllen. Um eine genügend starke Ausleuchtung der Tonspur zu gewährleisten, werden als Tonkerzen nur niedervoltige Lampen mit einer Leistungsaufnahme von mindestens 25 Watt, meist aber 30 Watt verwendet, wobei somit bei einer Lampenspannung von 6 Volt (normal!) ein Strom von 5 Ampere benötigt wird.

Es hat sich nun — auch bei der Heimtonfilmanlage des Verfassers — gezeigt, daß es auf die Dauer recht unbequem ist, diese erhebliche Stromstärke einer Akkumulatorenbatterie zu entnehmen. Denn diese muß, will man nicht zu einer für den Hausgebrauch recht unhandlichen hochkapazitiven Batterie greifen, nach jeder Vorstellung neu geladen werden, was obendrein ziemlich lange Zeit in Anspruch nimmt, wenn man mit einem billigen Ladegerät das Auslangen finden möchte. Es hat sich daher als viel zweckmäßiger erwiesen, auch die Tonlampe aus einem Netzanschlußgerät zu speisen. Aus Gründen der Brummfreiheit soll man die Heizleistung der Tonkerze aber unbedingt aus einem Gleichrichtergerät entnehmen und die Lampe nicht mit Wechselstrom beheizen.

Eine schon längere Zeit erprobte Tonlampengleichrichterschaltung zeigt die Abbildung. Ein solcher Gleichrichter ist sehr einfach, aber leider nicht ganz billig aufzubauen, wobei den Löwenanteil des Finanzbedarfes das erforderliche hochbelastbare Selengleichrichterelement verschlingt. Auch



Schaltung eines Tonlampen-Gleichrichters

bezüglich der unbedingt nötigen Siebkette zur Beruhigung der Gleichspannung darf man nicht sparsam sein, will man die Brummfreiheit nicht gefährden.

Unsere Siebkette besteht nur aus der Drossel *ND* und dem hochkapazitiven Kondensator *C*. Es dürfte vielleicht auffallen, daß ein eigentlicher Ladekondensator hier nicht vorgesehen wurde; ein solcher würde, ohne eine nennenswerte Verbesserung zu bringen, lediglich zur Kostenvermehrung beitragen. Sogar ohne den Querkondensator *C* ist hier, weil der Leistungsverbraucher, d. h. die Tonlampe, sehr niederohmig ist — der Widerstand = R_T der Tonkerze beträgt im Brennzustande ≈ 1,2 Ohm — durch die Drossel *ND* allein schon eine merkliche Siebwirkung gegeben. Die Induktivität unserer Drossel beträgt nämlich wegen der erforderlichen hohen Strombelastbarkeit nur 0,03 Henry bei einem Gleichstromwiderstand von 0,2 Ohm. Somit ist ihr Scheinwiderstand X_L für die niedrigste in Frage kommende Pulsationsfrequenz f_u von 100 Hz, $X_L = 2 \cdot \pi \cdot f_u \cdot L \approx 18$ Ohm.

Nun verhält sich

$$\frac{U_1}{U_2} \approx \frac{\sqrt{X_L^2 + R_T^2}}{R_T}, \text{ und da hier } R_T \ll X_L,$$

wird angenähert:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{X_L}{R_T} = \frac{18}{1{,}2} = 15,$$

d. h. der zwischen den Punkten a und b vorhandene Wechselspannungsteil U_1 (Brummspannung) wird durch die Drossel allein schon auf den 15. Teil herabgesetzt.

Nun genügt praktisch diese Verringerung noch nicht, sondern wir müssen durch das Einschalten des Querkondensators *C* diese Störspannung noch weiter verkleinern. Eine einfache rechnerische Untersuchung würde zeigen, daß, falls der Scheinwiderstand X_C dieses Kondensators bei der Frequenz f_u ($X_C = \frac{10^6}{2 \cdot \pi \cdot f_u \cdot C_{\mu F}}$) $X_C = R_T$ ist, die Verbesserung noch keine 50 % betragen würde.

Die Kapazität des Querkondensators muß dabei mindestens so groß gewählt werden, daß $X_C < R_T$, d. h. $\frac{10^6}{2 \cdot \pi \cdot f_u \cdot C_{\mu F}} < 1{,}2$ Ohm wird. Würden wir als Kondensator C einen solchen mit einer Kapazität von 3000 μF benutzen, so wäre $X_C \approx 0{,}5$ Ohm und $\frac{U_1}{U_2} = \frac{18}{0{,}5} = 36$. Schalten wir dagegen den hier angegebenen Wert von 5000 μF ein, so wird $X_C \approx 0{,}3$ Ohm, d. h. nun merklich kleiner als $R_T = 1{,}2$ Ohm.

Die Brummspannung wird jetzt folgendermaßen herabgesetzt: $\frac{U_1}{U_2} \approx \frac{18}{0{,}3} = 60$, d. h. 60fach. Dieser Betrag erwies sich in praxi als ausreichend, da die Tonlampe selbst infolge der Wärmeträgheit ihres Leuchtdrahtes (Wendel) bei der Siebung des wirksamen Lichtstromes mitwirkt.

In nachstehender Tafel sind noch einige Ergebnisse von Brummspannungsmessungen zusammengestellt.

U_1 in mV	U_2 in mV bei C =			$U_1 : U_2$ bei C =		
	0	3000	5000	0	3000	5000
5500	370	110	75	15	50	75

Die Abweichungen der Werte in den beiden letzten Spalten gegenüber der obigen Berechnung finden ihre hauptsächliche Begründung darin, daß die „Ist"-Werte der Elektrolyt-Kondensatoren aus fabrikatorischen Gründen bis 20 % von ihren „Soll"-Werten (Nennwerten) abweichen können.

Bei dem mechanischen Aufbau unseres Tonlampengleichrichters hat es sich als recht nützlich herausgestellt, die Siebkette, d. h. die Drossel und den Elektrolytkondensator, in einen gesonderten Metallkasten einzubauen. Man kann dann nämlich jederzeit leicht den eigentlichen Gleichrichterteil noch für andere Zwecke, z. B. zum Laden von Akkumulatorenbatterien, benutzen. Aus diesem Grunde wurde auch als Netztransformator *NTr* ein solcher eingebaut, der mehrere Anzapfungen auch an der Sekundärwicklung besitzt. Zweckmäßigerweise wird ferner die Tonlampenspannung durch ein Drehspulenvoltmeter (Meßbereich 0 ÷ 6 Volt) dauernd überwacht.

Die praktische Erfahrung lehrte auch, daß es vorteilhafter ist, die Regelung der Tonkerzenspannung auf der Netzseite und nicht im Lampenkreise selbst vorzunehmen, denn bei der hohen Stromstärke im Niedervolt-Kreise würden sich Wackelkontakte an dem dann niederohmig auszuführenden Regelwiderstande äußerst störend bemerkbar machen. Daher sollen auch die Verbindungsleitungen zwischen Gleichrichter und dem Siebgerät wie auch zwischen letzterem und der Tonkerze nicht mit Bananensteckern, sondern mit Kabelschuhen, die an Klemmen festzuschrauben sind, angeschlossen werden.

Es sei noch bemerkt, daß als Regelwiderstand = *R* ein solcher mit einer Belastbarkeit von mindestens 0,7 Amp. vorgesehen wurde, um ihn auch bei Wechselstromnetzen von nur 110 Volt gebrauchen zu können. Dabei muß natürlich auch auf der Primärseite auf die entsprechende Spannung umgeschaltet werden. *K.*

Zeichnung vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

1 Netztransformator *NT*, primär 110/125/220 Volt, normal 50 Per., sek 2 × 6 Volt (angezapft bei 2 × 5 Volt). Größe: Hg 20.
1 Netzdrossel *ND*, 0,03 Henry bei 5 Amp. Gleichstromwiderstand etwa 0,2 Ohm, Größe Zo 50.
1 Regelwiderstand *R* = 200 Ohm belastbar mit 0,7 Amp. (bei Verwendung nur an 220 Volt-Netzen genügt eine Belastbarkeit von 0,3 Amp.)
1 Niedervolt-Elektrolyt-Kondensator *C* = 5000 μF (Betriebsspannung 10 Volt).
1 Selen-Metall-Gleichrichter-Element *SGl* 8 Volt 5,6 Amp.
1 Drehspul-Voltmeter *V*, Meßbereich 0 ÷ 6 Volt.
1 Ausschalter (Netzschalter) *AS* (einpolig).
1 Feinsicherung *Si* 0,8 Amp. mit Halter.
2 Metalleinbaukästen, Klemmen, Schaltdraht usw.

Vorbereitungen zur Weltfunkkonferenz

Das Frühjahr 1938 bringt wieder eine Weltfunkkonferenz, die in Kairo stattfinden wird. Diese in regelmäßigen Abständen stattfindende Weltfunkkonferenz beschäftigt sich mit allen Fragen des Funkverkehrs, wobei das Schwergewicht natürlich auf den Gebieten des Funk-Nachrichtenverkehrs, des kommerziellen Verkehrs, des Flug- und Schiffsfunks usw. liegt, während der Rundfunk in diesem Rahmen nur eine kleine Rolle spielt. An dieser Konferenz sind nicht die Rundfunkverwaltungen, sondern nur die jeweiligen Postverwaltungen beteiligt, jedoch ist der Weltrundfunkverein als Beobachter und wohl auch mit beratender Stimme zugelassen.

Die technische Kommission des Weltrundfunkvereins hielt jetzt eine Sitzung ab, in der sie sich mit Fragen beschäftigte, die unter Umständen auf dieser Weltfunkkonferenz zur Sprache kommen könnten. Es verlautet, daß man die bisherige Leistungsbeschränkung der Rundfunksender auf 100 kW aufheben und dafür als Höchstgrenze 500 kW einführen will. D. h., daß dann sicherlich ein neuer Leistungskampf der europäischen Sender beginnt, und daß jedes Land mindestens einen 500-kW-Sender errichten dürfte.

Ob wesentliche Änderungen des bestehenden Rundfunk-Wellenplans vorgenommen werden, erscheint zweifelhaft, doch dürften irgendwelche Anträge in diesem Sinne sicherlich vorgebracht werden.

Wirkungsvolle Widerstandsverstärkung mit Fünfpol-Schirmröhren

Frequenzentzerrung und Verstärkungsgrad - Klirrgrad - Betriebsbedingungen und Praxis

Von **Klaus Thiele**

Neuzeitliche Mikrophone, Tonabnehmer und Schallplattenschreiber zeigen meist unvermeidliche Frequenzfehler sehr hoher und auch sehr tiefer Töne, die sich am bequemsten durch elektrische Entzerrung der Grenzfrequenzen im Verstärker beseitigen lassen. Es gelingt dadurch praktisch, den Übertragungsbereich noch um etwa zwei bis drei Oktaven gleichmäßig zu erweitern. Entzerrung bedeutet aber stets Lautstärkeverlust in dem gleichen Maße, in dem bestimmte Frequenzen bevorzugt werden sollen. Um nach wie vor eine angemessene Lautstärke zu erhalten, muß der Verstärkungsgrad der Geräte im Verhältnis der geforderten Entzerrung heraufgesetzt werden. Man braucht also entweder eine oder zwei Stufen mehr im Verstärker, oder man muß Schirmröhren in besonderer Schaltung verwenden, um die erforderliche Verstärkungszahl bei kleinem Klirrgrad für die nicht entzerrten Frequenzen beizubehalten.

Aus den im folgenden zusammengestellten Meßergebnissen an Widerstandsverstärkern sollen nun gewisse Richtlinien hergeleitet werden, aus denen zu ersehen ist, unter welchen Umständen und mit welchen Mitteln ein Vorverstärker hoher Verstärkungszahl und möglichst geringer Formverzerrung eine erforderliche Wechselspannung abgeben kann.

Die Verstärkungszahl V eines Widerstandsverstärkers kann in der folgenden Form geschrieben werden:

$$V = \frac{1}{\frac{1}{S \cdot Ra} + D}.$$

Darin ist S die Steilheit der statischen Kennlinie in A/V, auf welcher der Arbeitspunkt liegt. Ra ist der Arbeitswiderstand in Ohm, hier gleichgesetzt dem Gleichstromwiderstand des Anodenwiderstandes. In Wirklichkeit sind ihm wechselstrommäßig der Gitterableitungswiderstand und die Gitter-Kathode-Kapazität der folgenden Röhre parallel geschaltet, so daß nur bei richtiger Wahl der Koppelungselemente Ra im geforderten Übertragungsbereich frequenzunabhängig sein kann. Das gilt nur, wenn Ra praktisch nicht wesentlich über zwei Megohm hinauswächst. D ist der Durchgriff, als Bruch in Hundertsteln angegeben. Für die Genauigkeit der vorliegenden Betrachtung genügt es, ihn bei Anodenwechselspannungen bis etwa 100 Volt als konstant anzusehen.

Die Formel läßt erkennen, daß der Verstärkungsgrad von der Kleinheit der beiden Teile des Nenners abhängt. Bei normalen Dreipolröhren in Widerstandsschaltung (z. B. RE 034, REN 914 usw.) ist bei den üblichen Betriebsbedingungen ($Ra > 0{,}1$ MΩ, Anodenspannung etwa 100 Volt) der zweite Teil des Nenners größer als der erste.

$$\left(D \gg \frac{1}{S \cdot Ra}.\right)$$

Die Verstärkungszahl läßt sich dabei im Grenzwert auf maximal $V \to 1/D$ treiben, wenn $Ra \to \infty$. Eine weitere Erhöhung ist nicht möglich, auch nicht durch Steigerung der Betriebsspannung oder anderer Mittel.

Der Klirrgrad ist in erster Linie von der Veränderlichkeit der Steilheit (Krümmung) abhängig. Für wachsende Anodenwiderstände wird der Bruch $\frac{1}{S \cdot Ra}$ immer unwirksamer für die Verstärkungszahl, d. h. auch die Steilheit S und deren Änderung in der Umgebung des Arbeitspunktes nimmt an Einfluß ab. Mit wachsendem Ra verringert sich daher der Klirrgrad einer Widerstandsstufe mit Dreipolröhre. Abb. 1 zeigt dieses Verhalten in Abhängigkeit von verschiedenen Anodenwiderständen bei gleichbleibender Betriebsspannung. Bei allen Messungen wurde für verschieden große Verstärkungsgrade jeweils eine so große Gittersteuerspannung gewählt, daß an dem angeschalteten Anodenwiderstand der Röhre in allen Fällen eine Wechselspannung von 40 Volt eff. herrschte.

Das Verhältnis Klirrgrad zu Anodenwechselspannung bleibt auch für Aussteuerungsgrade, die unter 40 V eff. Anodenwechselspannung liegen, annähernd gleich. Danach kann man an Hand der Meßkurven für andere Verhältnisse umrechnen und z. B. den Gesamtklirrgrad eines mehrstufigen Verstärkers im voraus abschätzen.

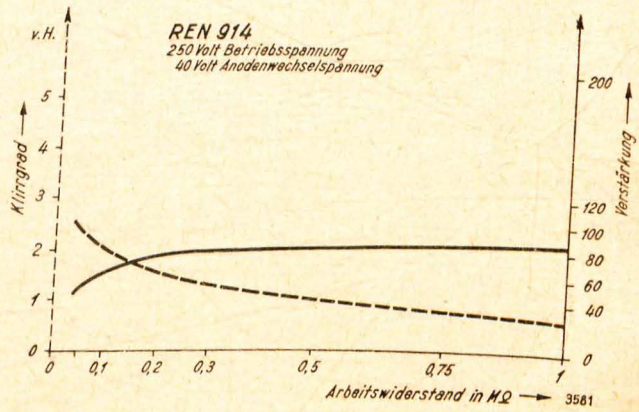


Abb. 1. Klirrgrad und Verstärkungsgrad einer Dreipolröhre (REN 914) in Abhängigkeit vom Arbeitswiderstand (Anodenwiderstand)

Nun zur Widerstandsverstärkung durch Fünfpol-Schirmröhren (mit RENS 1284, AF 7). Unter den üblichen Betriebsverhältnissen (Ra 0,1 bis 0,5 MΩ, Anodengleichspannung etwa 100 V) gilt für die Verstärkungsgrad-Formel gerade das Umgekehrte, wie für normale Dreipol-Verstärkerröhren; der Bruch $\frac{1}{S \cdot Ra}$ ist erheblich größer als $D\left(\frac{1}{S \cdot Ra} \gg D\right)$. Die Verstärkungszahl F hängt also hier im wesentlichen von $\frac{1}{S \cdot Ra}$ ab. Wollte man hierbei (wie bei Dreipolröhren) in das Arbeitsgebiet gelangen, in welchem nur noch der Durchgriff in der Hauptsache die Verstärkungszahl bestimmt, so müßte der Anodenwiderstand Werte in der Größenordnung von 20 MΩ annehmen; das ist aber praktisch der Frequenzabhängigkeit wegen nicht durchführbar. Bei den zulässigen Anodenwiderständen (bis max. 2 MΩ) ist nun die Größe des Klirrgrades zu untersuchen. Dieser ist in dem Bestimmungsglied $\frac{1}{S \cdot Ra}$ in dem Faktor S enthalten. Soll die Steilheit S hinsichtlich kleiner Verzerrungen über einen größeren Bereich der Gitterspannung gleich groß bleiben, so muß wohl oder übel wie bei Kraftverstärkern der gerade Teil der Röhrenkennlinie benutzt werden. Ein verhältnismäßig hoher Anodenstrom läßt für Ra in der Regel nur geringe Werte zu. Abb. 2 zeigt die Meßergebnisse des Klirrgrades und des Verstärkungsgrades in Abhängigkeit vom Arbeitswiderstand Ra (Anodenwiderstand). Für die Umrechnung des Klirrgrades von 40 Volt Wechselspannung

auf andere Anodenwechselspannungen gilt das für Abb. 1 Gesagte. Ein Vergleich von Abb. 1 und 2 zeigt das gänzlich andersartige Verhalten der beiden Röhrenarten unter den gleichen Betriebsbedingungen. Um beispielsweise 40 Volt eff. Anodenwechselspannung bei höchstens 1 % Klirrgrad zu erzeugen, muß bei einem Dreipolröhren-Verstärker der Anodenwiderstand größer als 0,3 MΩ sein. Das ergibt etwa 85fache Verstärkung: Der Anodenwiderstand der Schirmgitterröhre dagegen muß unterhalb von 0,1 MΩ liegen und läßt 170fache Verstärkung erzielen. Bei normaler (kleiner) Betriebsspannung ist die Verstärkung von Fünfpolschirmröhren nicht erheblich größer, als bei Benutzung von Dreipolröhren. Ein wesentlicher Unterschied, abgesehen von der andersartigen Auswahl des Anodenwiderstandes, tritt zwischen den beiden

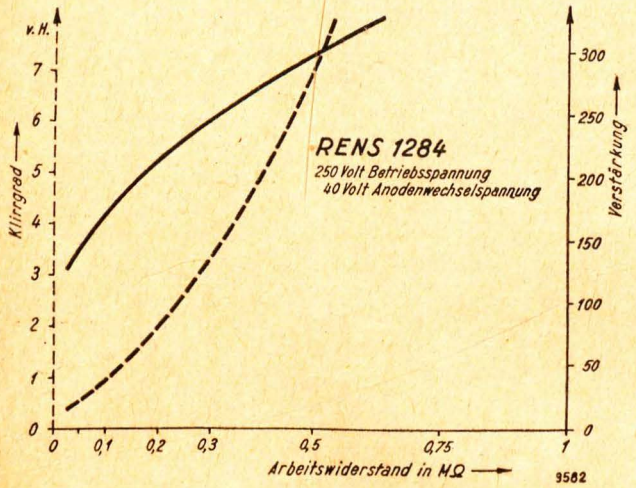


Abb. 2. Verstärkungsgrad und Klirrgrad einer Fünfpol-Schirmröhre (RENS 1284) in Abhängigkeit vom Anodenwiderstand

Röhrenarten erst dann zutage, wenn die Betriebsspannung für die Schirmgitterverstärker heraufgesetzt wird. Der Außenwiderstand läßt sich im gleichen Maße erhöhen, während Arbeitspunkt, Steilheit und Klirrgrad erhalten bleiben. Abb. 3 zeigt die Auswirkung einer Betriebsspannungs- und Anodenwiderstands-Steigerung. Die Über-

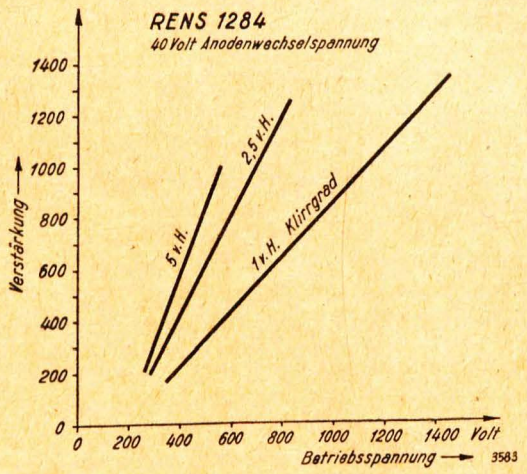


Abb. 3. Verstärkungsgrad einer Röhre RENS 1284 bei Steigerung von Betriebsspannung und Anodenwiderstand. Anodenwechselspannung gleichbleibend 40 Volt

legenheit über einen Widerstandsverstärker mit Dreipolröhre ist ganz offensichtlich, wenn man beachtet, daß in einer Stufe eine tausendfache Verstärkung möglich ist (40 V eff. bei 1 % Klirrgrad).

In welchen Fällen nun Dreipolröhren oder Fünfpolschirmröhren am zweckmäßigsten für die Verstärkung eingesetzt werden, hängt außer diesen Überlegungen auch von einem Vergleich der Unkosten für die jeweiligen Betriebsmittel ab; die Erzeugung und Filterung einer hohen Betriebsspannung darf nicht teurer sein als der Aufwand einer Dreipolverstärkerröhre und der dazugehörigen Kopplungsglieder. Am günstigsten liegen die Verhältnisse für

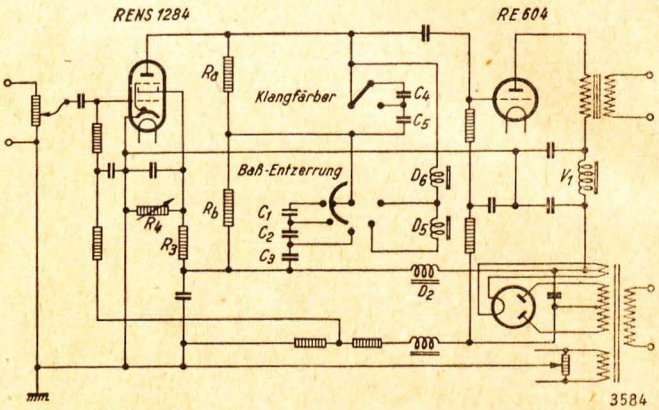


Abb. 4. Schaltbild eines zweistufigen Niederfrequenzverstärkers mit Fünfpolschirmröhre und Baßentzerrer

den Einbau einer Schirmgitterverstärkung, wenn für die Endstufe bereits eine hohe Anodenspannung zur Verfügung steht. Bei vielen Geräten werden die Vormagnetisierung (V_1) des dynamischen Lautsprechers und die Endstufe von einem Gleichrichter aus in Serienschaltung gespeist. Abb. 4 zeigt einen Verstärker dieser Art, der in der Vorstufe eine

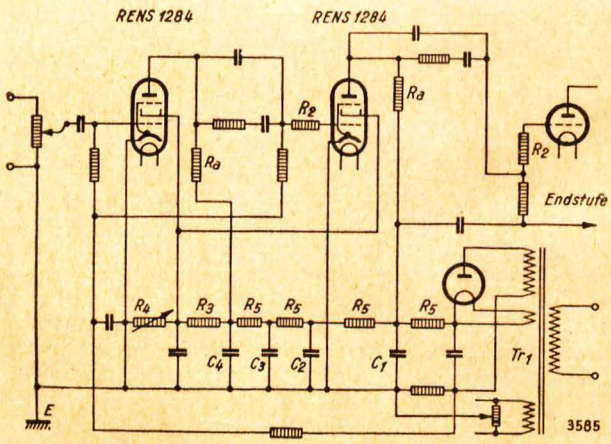


Abb. 5. Schaltbild eines Mikrophonverstärkers für 20000fache Verstärkung bei 15facher Entzerrung der hohen Frequenzen (8000 Hertz)

RENS 1284 enthält, die bei 580 Volt Betriebsspannung eine 800fache Verstärkung ergibt (bei max. 1,5 % Klirrgrad) und die zum größten Teil für eine 8fache Baßentzerrung (Verhältnis *Rb* zu *Ra*) aufgewendet wird. Die Schirmgitterspannung ist veränderlich und beträgt etwa 40 Volt. Sie wird an einem hochohmigen Spannungsteiler (R_3, R_4) erzeugt, dessen unteres Teilstück veränderlich ist. Die Schirmgitterspannung beeinflußt infolge des hohen Schirmgitter-Durchgriffs in sehr starkem Maße den Anodenstrom. Gittervorspannung, Anodenwiderstand und Betriebsspannung werden auf gleichbleibenden Wert eingestellt und der gewünschte Arbeitspunkt auf der Kennlinie am zweckmäßigsten mit Hilfe der Schirmgitterspannung festgelegt.

Ein Schaltungsbeispiel eines zweistufigen Mikrophon-Vorverstärkers mit zwei Röhren RENS 1284, der bei etwa 15facher Entzerrung der hohen Frequenzen (8000 Hz) durch geeignete Kopplungsglieder eine 20 000fache Spannungsverstärkung der nicht entzerrten Frequenzen erzielt, zeigt Abb. 5. Der Verstärker wird für Schallaufnahme in

Lackplatten benutzt (Metallophon und ähnliche), auf welche sich infolge der Zerspanungsvorgänge beim Schneiden die hohen Frequenzen über 5000 Hz von Natur aus nur benachteiligt aufnehmen lassen. Eine Entzerrung bei der Aufnahme über das normale Maß hinaus läßt später das Abspielen der Platten mit stark eingedrehtem Klangfärber zu und ergibt in bekannter Weise geringes Plattengeräusch und dennoch hellen Ton bei der Widergabe. Jede Stufe des Gerätes ist sorgfältig abgeschirmt. Der Gleichrichterteil enthält einen kleinen Transformator für 5 mA mit 1 × 1000 Volt eff., der über eine Gleichrichterröhre in Sonderbauart etwa 1300 Volt Gleichspannung erzeugt. Die Betriebsspannung beträgt nach der Filterung etwa 1000 Volt; über die Arbeitswiderstände *Ra* gelangen etwa 120 Volt Gleichspannung an die Anoden. Die genannten Geräte haben sich praktisch bewährt. Abb. 6 zeigt den Aufbau des ersten Verstärkers.

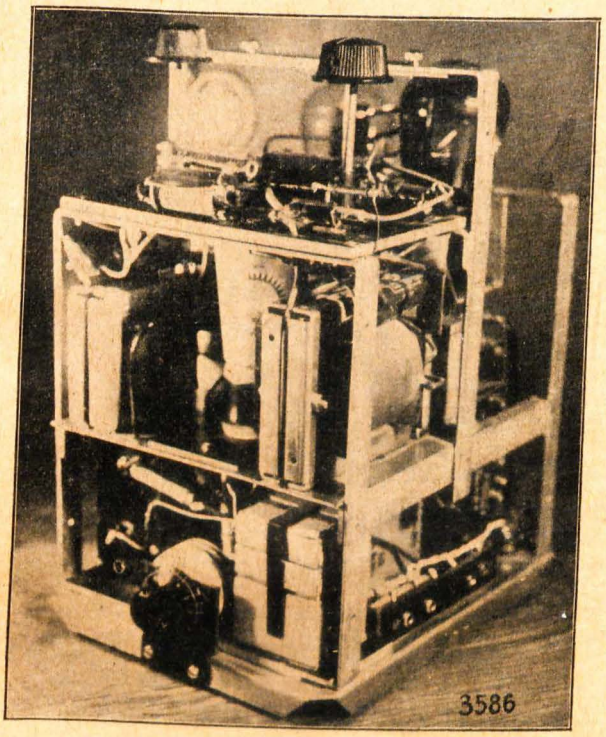


Abb. 6. Ansicht des Verstärkers mit Fünfpol-Vorstufe und Baßentzerrung

Hervorragende Klangwirkungen lassen sich allerdings mit Entzerrern nur unter gewissen Voraussetzungen erzielen, worauf besonders nachdrücklich hingewiesen werden muß. Eine Verzehn- oder Verzwanzigfachung der Verstärkung in den von Natur aus benachteiligten Gebieten muß ausreichen, um deren Amplitude auf einen normalen Wert zu bringen. Der Frequenzgang der fehlerhaft arbeitenden Übertragungsglieder darf in den zu entzerrenden Gebieten nicht praktisch bereits auf Null abgesunken sein. So ist es aussichtslos — auch bei größter Entzerrung —, durch ungeeignete Mikrophone naturwahre Zischlaute übertragen zu wollen oder beispielsweise durch bedeutende Entzerrungsmittel mit einem dynamischen Lautsprecher, der in ein kleines Gehäuse eingebaut ist, normale Schalldrucke für 80 Hz und darunter zu erzeugen. Anwendung von Entzerrern unter solchen Umständen trägt nicht zur Annäherung der Wiedergabe an den Naturklang bei, sondern verunstaltet eine ohne Entzerrung vielleicht noch ganz brauchbar erscheinende Übertragung.

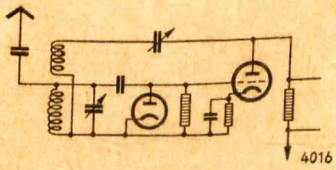
Sofern die vorstehend erwähnten Voraussetzungen ausreichend sind, ermöglicht die Verwendung von Entzerrern und damit der Vorteil des Einsatzes von widerstandsgekoppelten Fünfpolschirmröhren eine ganz bedeutende Verbesserung einer Lautsprecherwiedergabe oder Schallaufzeichnung hinsichtlich der Originaltreue.

Zeichnungen und Aufnahme vom Verfasser

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Rückkopplungsaudion mit verringertem Klirrgrad

Das Rückkopplungsaudion weist zwar einen hohen Wirkungsgrad auf; sein Nachteil ist der hohe Klirrgrad. Dieser hat seine Ursache vornehmlich darin, daß die Strecke Gitter-Kathode sehr hochohmig ist und sich ihr Widerstand je nach der Lage des Arbeitspunktes sehr stark ändert. Könnte der Außenwiderstand sehr groß gegenüber dem Innenwiderstand gemacht werden, so würden sich die Änderungen des letzteren nur wenig als Verformung der Niederfrequenzkurvenform äußern. Das ist aber nicht möglich,



weil 1. die Isolationswiderstände nicht hoch genug sind und 2. dem Widerstand die Kapazität der Röhre und des Gitterkondensators parallel liegen. W. Nestel schlägt daher vor, den Innnenwiderstand der Strecke Gitter-Kathode in der Durchlaßrichtung herabzusetzen und gibt als Mittel dafür die Parallelschaltung einer Zweipolröhre zur Gitter-Kathoden-Strecke an. Vergleichsmessungen haben bei zu 70 % ausgesteuertem Sender beim normalen Audion einen Klirrgrad bis zu 17 %, bei der geänderten Schaltung (vergl. Abb.) einen solchen bis zu 4 % ergeben. *Schr.*

Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin, 56. Jahrg., Heft 37, S. 1012

Magnetronschwingungen in Dreipolröhren

M. Jahoda untersucht die in einer Magnetron-Zweipolröhre auftretenden Schwingungen und stellt fest, daß zwei Arten von Schwingungen entstehen. Die Schwingungen I. Art sind mit den Elektronenschwingungen einer Magnetron-Zweipolröhre identisch. Die Wellenlänge der Schwingungen II. Art sinkt mit steigendem Magnetfeld und ist — allerdings in sehr engen Grenzen — vom äußeren angekoppelten System abhängig.

Schr.

Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Leipzig, Bd. 47, Heft 1, S. 22

Nachhallzeiten von Konzerträumen und Schallschluckung

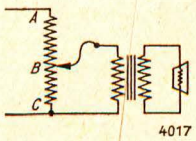
Für die Beurteilung der Hörsamkeit von Konzert- und Theaterräumen ist das Schallschluckvermögen der Zuhörerschaft von großer Bedeutung. Von E. Meyer und V. Jordan wurden mit einem neu entwickelten Meßverfahren Messungen in dieser Richtung angestellt. Es ergab sich, daß die Nachhallzeit mit abnehmender Frequenz ansteigt. Ferner ergab die Ausrechnung des Schluckgrades je Person wesentlich kleinere Werte, als man bisher annahm, besonders für die tiefen Frequenzen, für die das Publikum unter geeigneten Umständen sogar den Raum entdämpfen kann.

Schr.

Elektrische Nachrichtentechnik, Berlin, Bd. 12, Heft 7, S. 213

Lautstärkeregler

Benutzt man zur Lautstärkeregelung am Lautsprecher einen Spannungsteiler, so werden mit Übergang zu geringeren Lautstärken die hohen Frequenzen mehr und mehr benachteiligt, da der Widerstand des Teiles *BC* gering ist gegenüber dem Widerstand der Lautsprecherspule für die hohen Frequenzen. Um diesen Mangel zu beseitigen, muß dafür gesorgt werden, daß beim Übergang zu geringeren Lautstärken die Zufuhr der hohen Frequenzen an den



4017

Punkt *B* anteilmäßig gegenüber den tiefen Frequenzen erhöht wird. Dies wird gemäß einem Vorschlage von M. G. Smith durch Einschaltung eines Kondensators zwischen *A* und *B* erreicht. Der Widerstand des Kondensators für die tiefen Frequenzen muß hoch, der für die hohen Frequenzen merklich geringer sein. Je größer der Ohmsche Widerstand zwischen *A* und *B* wird, um so größer wird der Anteil der hohen Frequenzen, die ihren Weg über den relativ geringen kapazitiven Widerstand nehmen.

Wireless World, London, Bd. 37, Nr. 15, S. 391

Die besten Drähte für Kurzwellenempfänger und -spulen

Je höher die Frequenz der Empfangswellen, desto höher steigt auch, infolge der Stromverdrängung zur Oberfläche des Leiters, der Ohmsche Widerstand der Leitungsdrähte. Es ist daher zweckmäßig, an Stelle von Runddrähten solche Formen zu verwenden, die bei gleichem Aufwand von Kupfer möglichst viel Oberfläche aufweisen. Von bandförmigen Drähten mit scharfen Kanten wird jedoch auch abgeraten, da an den Ecken die Stromdichte stark ansteigt und ein Teil der Hochfrequenzenergie ausgestrahlt wird. Am besten eignen sich zur Leitungsführung ebenso wie zur Ausführung der Abstimmspulen Flachdrähte mit abgerundeten Kanten, mit elliptischem Querschnitt also. An einem solchen Drahtband, an welchem sich die Höhe h zur Breite b wie 1 : 30 verhält, sinkt der Hochfrequenzwiderstand gegenüber einem Runddraht gleicher Stärke (gleicher Fläche des Querschnitts) auf ein Viertel; beträgt das Verhältnis h : b ein Zehntel, so ist der Hochfrequenzwiderstand die Hälfte des entsprechenden Wertes bei Runddrähten.

Dr. P.

Philosophical Magazine, London, Bd. 18, S. 433

Die „kritische" Schirmgitterspannung

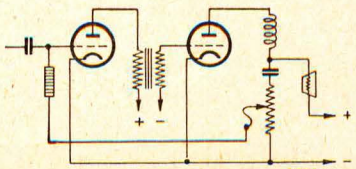
An Vierpol-Schirmröhren besteht für die Gittervorspannung ein enger Bereich, innerhalb welchem der Verstärkungsfaktor ganz außerordentlich hohe Werte annimmt. Diese hohe Empfindlichkeit aber kann nur für kleine Eingangswechselspannungen ausgenützt werden; bei höheren Amplituden wird die Röhre übersteuert, da die Empfindlichkeit für die Spitzenwerte der Eingangswechselspannungen bereits merklich absinkt. Im Bereich dieser hohen Verstärkung ist die Röhre stark entdämpft und kann daher sehr leicht zum Schwingen erregt werden. Als „Rückkopplungsschaltung" wirken hier die Sekundärelektronen, welche durch den Anprall des Elektronenstroms aus dem Anodenblech herausgeschlagen werden. Diese werden beim normalen Betrieb von der Spannung an der Anode wieder angezogen und hier festgehalten. Ist jedoch das Schirmgitter hoch vorgespannt, so fliegen die Sekundärelektronen auch zum Teil gegen die Schirmgitterstäbe, gehen daher dem Anodenstrom verloren: und zwar ist die Abwanderung der Elektronen während der negativen Halbwellen der Anodenwechselspannung am stärksten. Durch den Verlust an Sekundärelektronen sinkt der Anodenstrom noch mehr; die Spannungswellen im Anodenkreis werden daher vertieft, dadurch wieder der Sekundärelektronenstrom zum Schirmgitter größer, und so schaukeln sich die Wechselspannungen im Anodenkreis ebenso auf wie durch eine andere Entdämpfungsschaltung. Die Sättigung ist hier jedoch bald erreicht; sobald nämlich der Strom der Sekundärelektronen trotz weiterer Erniedrigung der Anodenspannung nicht weiter anwächst. Aus diesem Grund ist die Verstärkung für kleine Eingangswechselspannungen am höchsten und kann tatsächlich den Betrag von 1000 übersteigen.

Dr. P.

Alta Frequenza, Mailand, Bd. 4, Nr. 3, S. 260

Niederfrequente Rückkopplung

Im Rahmen einer ausführlichen Empfängerbeschreibung (S. T. 700) behandelt J. Scott-Taggart eine Anordnung zur niederfrequenten Rückkopplung, die dem Zweck dient, Seitenbandverzerrungen zu kompensieren. Der



3983

Lautsprecher wird durch eine Serienschaltung eines Kondensators und eines Ohmschen Spannungsteilers überbrückt, dessen Abgriff mit dem Gitter einer vorhergehenden Röhre verbunden ist. Die höheren Frequenzen werden dann in stärkerem Maße rückgekoppelt als die tieferen. *Schr.*

Popular Wireless, London, Bd. 28, Nr. 700, S. 213

Ein Gleichstromempfänger als Anzeiger von Netzstörungen

An diesem Empfänger, der in einem Fabriksgebäude aufgestellt war, hatte die Siebkettendrossel in der negativen Anodenspannungszuleitung Erdschluß; überdies hatte die Isolation eines Beruhigungsblocks gelitten. Dieser Empfänger erwies sich als empfindlicher Anzeiger für Störungen und Fehler an den Starkstromanlagen, die vom gleichen Netz gespeist wurden. So wurde z. B. ein Erdschluß an einem Motor, ebenso ein durchgeschlagener Anker an einem Umformer durch das starke Anwachsen der Netztongeräusche in Empfänger angezeigt, bevor man noch den Fehler im Betrieb selbst erkannt hatte. Ließ dagegen im Empfänger die Lautstärke empfindlich nach, so war dies ein Zeichen dafür, daß die Erdschlußspannung von ihrem durchschnittlichen Wert um 70 Volt auf 100 Volt oder mehr angestiegen war. *Dr. P.*

Wärme, Berlin, Bd. 58, S. 308

Neue Röhrentypen für den Ultrakurzwellenbereich

Es wurden sowohl Kleinsender- als auch Empfängerröhren entwickelt. Die Schirmgitter-Senderöhren sind für eine Leistungsaufnahme bis zu 150 Watt gebaut, wobei mit luftgekühlter Anode gearbeitet werden kann. Die Anode wird getrennt aus dem metallisch geschirmten Kolben herausgeführt. Der Sender wird über die Schirmgitterspannung moduliert; in dieser Schaltung soll es möglich sein, nahezu hundertprozentig verzerrungsfrei auszusteuern. Die Röhren besitzen konzentrischen Elektrodenaufbau und sind bis zu etwa 1 m Wellenlänge verwendbar, während die Röhren für Dezimeterwellen ebene Elektroden besitzen. Die entsprechenden Empfängerröhren dagegen sind durchweg mit zylinderförmigen Elektrodensystemen ausgestattet. Der Aufbau jedoch ist so gedrängt, die Durchschlagsspannung daher so niedrig, daß die Anodenspannung nicht über 22,5 Volt gesteigert werden darf. *Dr. P.*

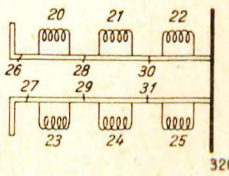
Report of Radio Research of Japan, Tokyo, Bd. 5, Nr. 1, S. 25

PATENTSCHAU

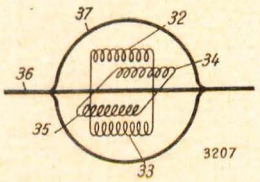
Ultrakurzwellensender und Empfänger

Nach der deutschen Patentschrift 116 805 Kl. 21 a 4 Gr. 9/01 (Jul. Pintsch A. G. und K. Kohl)

Zur Verbesserung von Ultrakurzwellenschaltungen mit einem Paralleldrahtsystem und einer Anzahl induktiv, kapazitiv oder galvanisch angekoppelter Schwinggebilde werden mehrere Schwinggebilde räumlich in Parallelschaltung an je einen Einzelleiter angeschlossen, und zwar zweckmäßig im Abstand von einer halben Wellenlänge längs des Lechersystems.



3206



3207

Abb. 1 3206 Abb. 2 3207

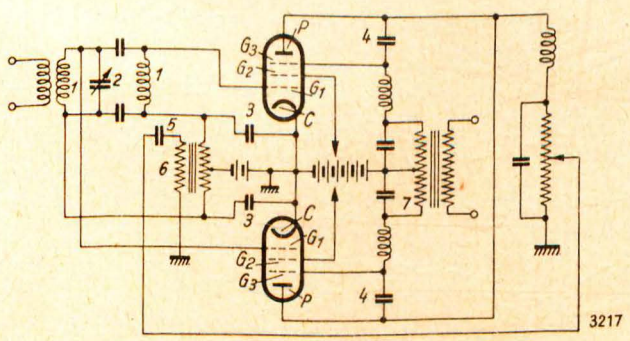
Abb. 1 zeigt beispielsweise ein Lechersystem mit galvanisch angekoppelten Schwinggebilden 20—25, von denen jedes aus mehreren räumlich parallel geschalteten Kreisen 32—35 besteht, wie es die Abb. 2 erkennen läßt. Dabei können die räumlich parallel geschalteten Gruppen in ein Vakuumgefäß 37 eingeschmolzen sein, und die so entstehenden Gebilde können durch Posaunenauszüge miteinander verbunden werden. *L.*

Reflexschaltung mit Mehrgitterröhren

Nach der deutschen Patentschrift 614 601, Kl. 21 a 4, Gr. 29/01 (Radio Corporation of America).

Es sind Reflexschaltungen mit Mehrgitterröhren bekannt, bei denen die Kathode und ein anderer Pol, vorzugsweise die eigentliche Anode, als Zweipol-Gleichrichtersystem, dagegen die Kathode und weitere Pole, vorzugsweise die Gitter, als Verstärkersystem wirken.

Es ist nun vorteilhaft, in einer solchen Reflexstufe zwei Mehrgitterröhren vorzusehen und diese so zu schalten, daß sie als Hochfrequenzverstärker und Gleichrichter parallel, als Niederfrequenzverstärker aber in Gegentakt wirken. Es ergibt sich dabei der Vorteil, daß für die kleinen Amplituden bei der Hochfrequenzverstärkung und Gleichrichtung die große Steilheit der Parallelschaltung, für die größeren Amplituden der Niederfrequenzverstärkung die Verzerrungsfreiheit der Gegentaktschaltung ausgenutzt wird. Die Abbildung zeigt eine derartige Anordnung.



3217

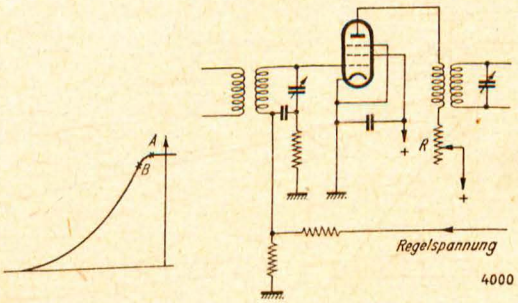
Die Hochfrequenz-Eingangskreise für die Röhren bestehen aus zwei genau gleichen Spulen, die gleichzeitig durch den Drehkondensator 2 auf Resonanz abgestimmt werden. Die Spulen sind einerseits mit dem Steuergitter G_1 und anderseits über die Kondensatoren 3 mit der Kathode C verbunden.

G_2 sind die Schirmgitter, die direkt mit der Anodenspannungsquelle in Verbindung stehen. Die im Anodenkreis der Verstärkerstrecke erzeugte Wechselspannung wird über Kondensatoren 4 auf die Gleichrichteranode P übertragen. Die gleichgerichtete Niederfrequenzspannung wird über einen Kondensator 5 der Primärwicklung 6 des Niederfrequenz-Eingangstransformators zugeführt. Die verstärkte Niederfrequenzspannung wird an der Sekundärwicklung des Niederfrequenz-Ausgangstransformators 7 abgenommen. *Schr.*

Lautstärkeregelung und Geräuschunterdrückung

Nach der französischen Patentschrift 780 455 — Radio Corporation of America

Um bei einer Empfängerschaltung mit selbsttätigem Schwundausgleich durch Änderung der Steuergitterspannung ohne besonderen Aufwand auch eine Stillabstimmung zu erzielen, wird vorgeschlagen, die Betriebsspannungen der geregelten Röhre so zu wählen, daß die dynamische Arbeitskennlinie der Röhre bereits im Gebiete negativer Gittervorspannung in die Sättigung übergeht und der Arbeitspunkt *A* im Ruhezustand im Sättigungsgebiet liegt. Schwingungen geringer Amplitude werden dann praktisch unterdrückt werden, nur ein sehr geringer Teil erreicht den die Regelspannung erzeugenden Gleichrichter. Werden die Schwingungen so groß, daß sie aus dem Sättigungsgebiet herausragen, so wird in dem Gleichrichter eine merkliche Regelspannung erzeugt, die den Arbeitspunkt in Gebiete größerer Steilheit verschiebt. Dadurch ist eine Vergrößerung der dem Regelgleichrichter zugeführten Wechselspannung bedingt, die eine weitere Verschiebung des Arbeitspunktes verursacht. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis der Arbeitspunkt im Punkte B größter Steilheit der Kennlinie liegt. Auf diese Weise wird erreicht, daß bis zu einer bestimmten Eingangsspannung die Verstärkung Null ist, dann aber plötzlich auf den höchsten Wert ansteigt. Eine weitere Erhöhung der Eingangsspannung bedingt dann die gewöhnliche Lautstärkeregelung. Zur Erzielung der gewünschten dynamischen Arbeitskennlinie wird eine Fünfpolröhre verwendet, deren Gitter von der Kathode aus gesehen als Steuer-, Schirm- und Fanggitter dienen. Eine solche Röhre weist bei niedrigen Anodenspannungen einen geringen Verstärkungsgrad auf. Um diese Eigenschaft auszunutzen, wird in den Anodenkreis ein so hoher ohmscher Widerstand *R* eingeschaltet, daß die Anodenspannung im Ruhezustand bis auf sehr geringe Werte vermindert wird. *Schr.*



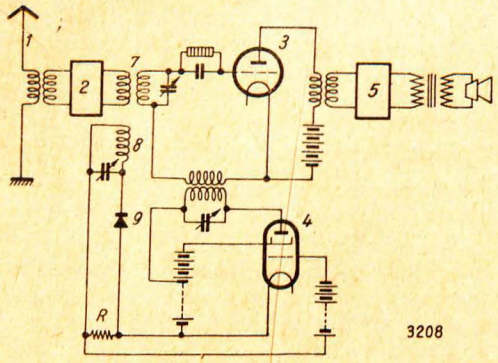
4000

Überlagerungsempfänger mit selbsttätiger Lautstärkeregelung

Nach der britischen Patentschrift 416 501 (Marconi's Wireless Telegraph Comp. und A. A. Linsell)

Die Abbildung zeigt einen Überlagerungsempfänger, bei dem die selbsttätige Lautstärkeregelung durch die Regelung der Amplitude der örtlich erzeugten Schwingung bewirkt wird. Die bei 1 aufgenommenen Schwingungen werden nach Verstärkung in dem Hochfrequenzverstärker 2 über den Transformator 7 dem ersten Gleichrichter 3 zugeführt. Die

Überlagerungsschwingungen werden in dem Generator 4 erzeugt, der in Dynatron-Schaltung geschaltet ist. Der Transformator 7 trägt noch eine dritte Wicklung 8, die wie die im Eingangskreis des Gleichrichters liegende auf die Empfangsfrequenz abgestimmt ist. Die in dieser Wicklung erzeugten Spannungen werden einem Detektor 9 zugeführt. Der in



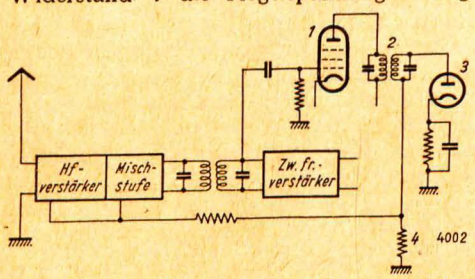
diesem Detektor erzeugte Gleichstrom ruft in dem Widerstand R einen Spannungsabfall hervor, der mitbestimmend ist für die Gittervorspannung der Generatorröhre 4. Auf diese Weise werden die Amplituden der örtlich erzeugten Schwingungen in Abhängigkeit von den Amplituden der Empfangsschwingungen geregelt, und es wird erreicht, daß dem Zwischenfrequenzverstärker 5 Schwingungen konstanter mittlerer Trägerwellenamplitude zugeführt werden.

Schr.

Empfänger mit Schwundausgleich

Nach der Schweizer Patentschrift 172 522 — Radio Corporation of America

Empfänger mit selbsttätiger Lautstärkeregelung bieten bekanntlich die Schwierigkeit, daß ohne besondere Anzeigemittel eine scharfe Abstimmung auf den gewünschten Sender nicht vorgenommen werden kann. Dieser Nachteil ist durch die in der Abbildung dargestellte Anordnung behoben. Aus dem Zwischenfrequenzteil des mit Bandfilterkreisen ausgestatteten Empfängers wird die zur Erzeugung der Regelspannung benötigte Wechselspannung entnommen. Nach Verstärkung in der Röhre 1 wird sie über ein Bandfilter 2 dem Gleichrichter 3 zugeleitet, dessen Gleichstrom in dem Widerstand 4 die Regelspannung erzeugt.



Das Bandfilter 2 ist nun so ausgebildet, daß seine Resonanzkurve in der Mitte eine starke Einsattelung aufweist. Dadurch wird bewirkt, daß bei genauer Abstimmung des Empfängers die an die Regelröhre 3 gelangenden Schwingungen eine geringere Amplitude aufweisen, als bei geringer Verstimmung gegenüber der Empfangsfrequenz. Mithin ist auch bei genauer Abstimmung der Verstärkungsgrad des Empfängers am größten, und die Abstimmung kann nach dem Gehör durch Einstellung der größten Lautstärke erfolgen.

Schr.

Glühkathodenröhrenschaltung für Ultrakurzwellen

Nach der deutschen Patentschrift 613 856 Kl. 21a4 Gr. 9/01 (Telefunken).

Bei Ultrakurzwellensendern ist es besonders wichtig, verteilte Kapazitäten und Selbstinduktionen entweder zu vermeiden oder doch wenigstens nutzbringend zu verwerten. Aus diesem Grunde wird erfindungsgemäß bei Sendern mit Glühkathodenröhren die Anordnung so getroffen, daß die Anode der Röhren oder ein Teil der Anodenfläche zugleich innere Belegung des Kondensators wird, dessen äußere Belegung ein niedrigeres hochfrequentes Potential oder Erdpotential besitzt. Dieselbe Maßnahme kann natürlich auch bei Sendern mit mehreren Röhren getroffen werden.

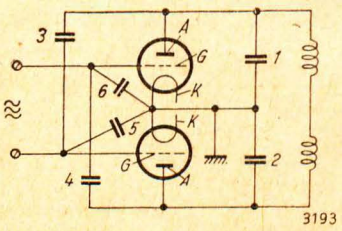


Abb. 1

Abb. 1 zeigt einen Gegentaktsender, dessen räumliche Anordnung in Abb. 2 in Draufsicht und im Grundriß dargestellt ist. Die Anoden *A*, welche die höchste Spannung gegenüber Erde führen, sind von einem Zylinder *O* völlig eingeschlossen und dieser Zylinder *O* bildet zusammen mit den Anoden *A*, soweit er diese umgreift, die Zwischen-

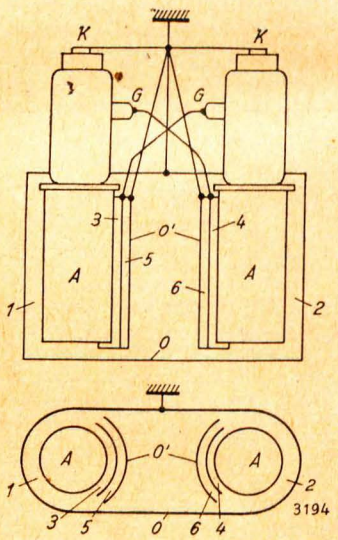


Abb. 2

kapazitäten 1 und 2 der Schaltung nach Abb. 1. Die Streukapazitäten der einander zugekehrten Anodenhälften in Abb. 2 erhalten als Gegenpole Elektroden, die an das Gitterpotential der anderen Röhre angeschlossen sind, so daß hierdurch die beiden Anoden-Gitter-Neutralisations-Kapazitäten 3 und 4 der Abb. 1 gebildet werden. Jede der an das Gitter der anderen Röhre angeschlossenen Elektroden ist außen von einer weiteren an Erde liegenden Elektrode O' umgeben und bildet mit dieser zusammen die Gitter-Kathoden-Neutralisationskapazität 5 bzw. 6 der Abb. 1

L.

Anodengleichrichter

Nach der österreichischen Patentschrift 140 390 — Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.

Versuche haben gezeigt, daß es bei Verwendung von Schirmröhren in Anodengleichrichterschaltung vorteilhaft ist, das Schirmgitter direkt mit der Kathode zu verbinden oder ihm eine geringe positive Vorspannung dieser gegenüber zu geben. Die Krümmung der Anodenstrom-Gitterspannungs-Kennlinie wird um so größer, je geringer die Schirmgitterspannung wird, und damit steigt auch die Gleichrichterwirkung. Diese ist am größten, wenn man das Schirmgitter auf die gleiche Spannung wie die Kathode bringt.

Schr.

CQ
MITTEILUNGEN DES DEUTSCHEN AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGS-DIENSTES e. V.
JAHR 1936 (DASD e.V.) JAHR 1936
HERAUSGEBER: DEUTSCHER AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGSDIENST e.V.
ANSCHRIFT: BERLIN-DAHLEM, SCHWEINFURTHSTRASSE 78, FERNRUF: G 6 (BREITENBACH) 49 41/42
DIE BEILAGE „CQ" ERSCHEINT MONATLICH / GESONDERT DURCH DEN DASD e.V. BEZOGEN VIERTELJÄHRLICH 3,— RM

Persönlichkeit kontra Kilowatts

Nicht nur Neulinge auf dem Kurzwellengebiet vertreten die Meinung, daß es höchst zweckmäßig sei, einen Kurzwellensender immer mit der größtmöglichen Leistung zu betreiben, da man auf diese Weise um so sicherer den Wirrwarr der Stationen durchdringen, sich „ein Loch bohren" könne. Stimmt man seinen Empfänger auf eines der den Kurzwellenamateuren freigegebenen Frequenzbänder ab, so findet man zu Hauptbetriebszeiten ein Chaos von durcheinander sendenden Stationen, ein gurgelndes Tosen, und fragt sich entsetzt, wie denn hier überhaupt noch eine Verständigung zweier Stationen miteinander möglich ist. Sehr zur „Verschönerung" dieses Zustandes tragen — insbesondere auf dem 7-MHz-Band — auch die zahlreichen Stationen bei, die — vielfach mangels hinreichender Kenntnisse des Morsens — Telephonie senden, bzw. das, was sie sich unter Telephonie vorstellen. Nicht selten hören sich diese krächzenden Telephonieversuche geradezu grotesk an, wenn man bedenkt, daß sie heute, nach mehr als 13 Jahren Rundfunktechnik, noch nicht entfernt an die Qualität herankommen, wie sie die simpelsten Rundfunksender schon in der Anfangszeit hatten! Gegen vernünftige Telephonie auf dem 3,5-MHz-Band und auf dem 14-MHz-Band ist ja nichts einzuwenden, aber auf 7 MHz?! Der langen Rede kurzer Sinn: hört man dieses Durcheinander der Stationen, so kann man als harmloses Gemüt natürlich sehr leicht auf den Gedanken kommen, daß hier nur rohe Gewalt helfe, also Vergrößerung der eigenen Senderleistung bis zur obersten Grenze, um auf diese Weise die Lautstärke der eigenen Zeichen so weit zu steigern, daß sie lauter als die der „Konkurrenz" bei der zu erreichenden Gegenstation vernehmbar werden.

Wie sieht es denn nun mit dem Erfolg dieser Gewaltkur aus? Das Maß für die Lautstärke ist zwischen „wohl vernehmbar, aber nicht aufzunehmen" und „außerordentlich laut im Lautsprecher" in neun *R*-Stufen unterteilt (R 1 bis R 9) [1]. Es fragt sich nun, welche Leistungserhöhung man gebraucht, um bei einer bestimmten Lautstärke, mit der die eigenen Zeichen von der Gegenstation wahrgenommen werden, auf den wünschenswerten, höheren Lautstärkewert zu kommen. Hier können die Veröffentlichungen von J. Fuchs, Wien [2] [3], Aufschluß geben. Nimmt man an, daß ein Zeichen mit R 2, also „vernehmbar und mit äußerster Anstrengung vielleicht teilweise lesbar" aufgenommen wird und wünscht man eine Verbesserung der Lautstärke durch Erhöhung der Sendeleistung auf R 5 („gute, angenehme Lautstärke, leicht lesbar"), mithin um 3 *R*-Stufen, so muß man die 48fache Leistung (!) aufbringen. Bei einem Sender, der mit 10 Watt arbeitet, müßte also die Leistung auf nahezu ½ Kilowatt gebracht werden, um dieser Forderung Genüge zu leisten. Bei einer gewünschten Verbesserung um 5 *R*-Stufen müßte die Leistung auf das 631fache gebracht werden, d. h. bei dem als Beispiel gewählten 10-Watt-Sender auf 6,31 Kilowatt! Selbst der Gewinn einer einzigen *R*-Stufe muß mit fast einer Vervierfachung der Leistung erkauft werden. Abgesehen davon nun, daß in Deutschland die zulässige Grenze 50 W — bzw. in Sonderfällen 100 W — beträgt, wären ja auch die Kosten eines Senders mit ein oder mehreren Kilowatt außerhalb der Finanzkräftigkeit des Durchschnittsamateurs, obendrein wachsen die Gefahren durch die hohe Anodenspannung bei nicht sehr sorgfältiger Handhabung und einwandfreiem Aufbau dann sehr erheblich an.

Diese Ausführungen veranschaulichen recht eindeutig den geringen Gewinn, den es bedeutet, wenn man statt des ursprünglich geplanten 20-W-Senders vielleicht einen solchen mit 100 W baut, weil man sich sagt „sicher ist sicher"! Der Gewinn beträgt nur wenig über eine *R*-Stufe! Er ist also kaum der Rede wert, wenn es sich nicht um Ausnahmen handelt, also um die Erzielung extremer Reichweiten, wobei u. U. der Gewinn einer *R*-Stufe gerade das vorher unleserliche Zeichen leserlich macht. Kann aber eine Station irgendwelche Zeichen schon aufnehmen, so wird der Gewinn von etwa einer *R*-Stufe kaum bewirken, daß sie weniger stark von anderen Stationen, die frequenzbenachbart senden, gestört werden, das „Aufdrehen" hat also praktisch erst dann Sinn, wenn man auf Sendeleistungen übergeht, die außerhalb des zulässigen bzw. möglichen Bereiches liegen!

Würden die Amateure der ganzen Welt endlich einmal sich dieses „ABC der Lautstärkekunde" zu eigen machen und — das ist das Ausschlaggebende — auch danach handeln, es wäre besser um die Verkehrsmöglichkeiten in unseren wirklich nicht gerade breiten Amateurbändern bestellt. Es ist an der Zeit, hier durch vernünftiges Handeln Abhilfe zu schaffen, denn die Zahl der Kurzwellenamateure ist ja in ständigem Steigen begriffen.

Daß die von J. Fuchs in seinen Veröffentlichungen angegebenen Werte mit der Praxis weitgehend übereinstimmen, haben Versuche bewiesen, die von der Leitfunkstelle des DASD in Berlin-Dahlem (D 4 baf) kürzlich vorgenommen wurden und über die an anderer Stelle dieses Heftes berichtet wird. Die für einen 8-Watt-Sender gemeldeten Lautstärken lagen hierbei fast durchweg um zwei *R*-Stufen unter denen, die ein 100-W-Sender erzielte, was mit den Fuchschen Angaben, daß man zur Erzielung eines Lautstärkegewinnes von 2 *R*-Stufen etwa eine Vergrößerung der Leistung auf das 13fache benötige, gut übereinstimmt.

Was man mit einer Leistungserhöhung erreicht, ist nur in den selteneren Fällen eine Verbesserung der Lesbarkeits-

[1]) S. a. Fuchs-Fasching, Signalbuch für den Kurzwellenverkehr 4. Auflage S. 63.

[2]) Fuchs-Fasching, Signalbuch für den Kurzwellenverkehr, 4. Aufl. S. 62.

[3]) Funk 1932, Heft 45, S. 713.

skala. Wird ein Zeichen durch frequenzbenachbarte Störzeichen größerer Lautstärke unleserlich gemacht, so nutzt eine in den normalen Grenzen liegende Lautstärkeerhöhung fast nie, um „durchzukommen", mit dem „Loch bohren" ist es also nichts. Dafür kann es aber vorkommen, daß man selbst nun durch die entsprechend verstärkten Zeichen in einer Entfernung den Empfang stört, von der man selbst keine Zeichen aufnimmt. Die Vergrößerung der Leistung trägt also vielfach lediglich dazu bei, den Wirrwarr noch größer zu machen, ohne Abhilfe schaffen zu können. Da aber oberstes Gesetz der Amateurfunkerei Höflichkeit und gegenseitige Hilfsbereitschaft ist, entspricht es kaum dem Sinn von der „Kameradschaft des Äthers", wenn man zur Befriedigung eines vagen Wunsches nach größeren Lautstärken andere Amateure empfindlich stört.

Es ist nun sehr leicht, Kritik zu üben an diesem „Mißbrauch der elektrischen Leistung", aber weniger einfach, Vorschläge zu machen, wie man denn ohne übersteigerte elektrische Leistungen durch die große Zahl arbeitender Sendestationen hindurchkommen soll. Die Antwort auf diese Frage lautet klar und einfach: „Durch persönliche Leistungen." Wir wollen im folgenden kurz auseinander setzen, was darunter zu verstehen ist.

Fest steht, daß kaum je ein Amateurband so stark besetzt ist, daß es bei einiger Geduld nicht doch noch möglich wäre, die eine odere andere, noch unbesetzte Frequenz zu finden. Ein geübter Amateur wird ohne langes Suchen eine solche Lücke finden können und — ja nun kommt das „Aber". Und wird seinen Sender auf diese noch freie Frequenz abstimmen, sollte hier stehen. Die älteren, erfahreneren Kurzwellenamateure kennen dieses Aussuchen der gewünschten Sendefrequenz schon lange und haben es häufig mit bestem Erfolg angewandt — als sie noch die alten, selbsterregten Sender hatten. Da diese aus mancherlei Gründen durch mehrstufige, fremdgesteuerte Sender ersetzt worden sind, ist es längst nicht mehr so einfach, sich „auf eine gewünschte Frequenz zu setzen". Meist erfordert das die Betätigung einer ganzen Anzahl von Drehknöpfen, Umschaltung von Meßinstrumenten usw., so daß man nicht nur ungern daran geht, sondern auch beim Frequenzwechsel während eines drahtlosen Gegenverkehrs meist viel zu viel Zeit damit verbraucht. Ist ein Sender quarzgesteuert, so wird — abgesehen von neuerdings angewandten Spezialschaltungen bzw. bei Vorhandensein mehrerer Varioquarze — meist nur eine festgelegte Sendefrequenz zur Verfügung stehen. Neben quarzgesteuerten Sendern mit Spezialanordnungen (Mischung der Quarzfrequenz mit einer veränderbaren, weit niedrigeren Frequenz und Absiebung der Differenzfrequenz als Senderfrequenz) werden stabile, selbsterregte Oszillatorschaltungen für die Steuerung der mehrstufigen Sender auf jeden Fall zu bevorzugen sein. Hier hat sich der elektronengekoppelte Oszillator, der jetzt auch mit größeren Leistungen ausgeführt werden kann, ausgezeichnet bewährt. Mittels des einfachen Mithörgerätes (Monitors) bzw. des für diesen Zweck benutzten Röhren-Frequenzmessers stimmt man den Steuersender auf die gewünschte noch freie Frequenz ab und stimmt die weiteren Stufen des Senders nach. Wesentlich geschickter ist es, einen Oszillator zu verwenden, bei dem man den Umweg über den Frequenzmesser (bzw. Monitor) umgeht und den Steuersender direkt mit dem Empfänger empfangen und überlagern kann. Das setzt eine zweckmäßige Oszillatorschaltung voraus. Die Schwierigkeiten der Neuabstimmung mehrerer Senderstufen kann man am besten dann beherrschen, wenn man seinen Sender so stabil aufgebaut hat, daß er sich hinreichend genau eichen läßt oder indem man von der in der Rundfunkempfängertechnik längst üblichen Einknopfabstimmung weitgehend Gebrauch macht. Allerdings erfordert das beim Bau des Senders einen etwas größeren Einsatz an Geschicklichkeit und Abgleicharbeit.

Nun ist es aber u. U. nicht allein damit getan, daß man seinen Sender auf eine gerade unbesetzte Frequenz abstimmt. Während eines länger dauernden Gegenverkehrs kann es ja vorkommen, daß wieder eine Störung auftritt und daß man eine neue freie Stelle im Bande suchen muß. Dann kann ein Frequenzwechsel nur ohne Zeitverlust die Weiterführung des Verkehrs ermöglichen, wenn abgesehen von schnell einstellbarem Sender ein hinreichend genauer Frequenzmesser vorhanden ist, der es gestattet, der Gegenstation die neue Frequenz so genau mitzuteilen, daß sie die Zeichen schnell wiederfindet.

Die Forderungen nach neuzeitlichem Senderbau zur Erzielung hinreichend kleiner Umstellzeiten und nach dem Besitz genauer Frequenzmesser zusammen mit der Forderung nach sinngemäßer Auswertung der hier liegenden Möglichkeiten können nur durch erhöhten persönlichen Einsatz der Amateure erfüllt werden. Bestimmt ist es aber aussichtsreicher und zugleich auch ehrenvoller, durch gut beherrschte Gerätetechnik und gute Schulung in den Gepflogenheiten des Verkehr das gesteckte Ziel, nämlich möglichst reibungslose und schnelle Abwicklung eines Gegenverkehrs, zu erreichen, als durch sinnlosen Mehraufwand an elektrischer Leistung. Die persönliche Leistung gibt den Ausschlag!

Wir werden in Zukunft bestrebt sein, vor allen Dingen solche Sender zu beschreiben, die den neuzeitlichen verkehrstechnischen Anforderungen gewachsen sind, wie wir auch den Fragen der Verkehrspraxis weiten Raum zur Verfügung stellen wollen.

Neben der richtigen Handhabung des Senders und Frequenzmessers und der leichten Einstellbarkeit aller Geräte muß aber auch allergrößter Wert darauf gelegt werden, daß stets nur soviel Sendeleistung verwendet wird, wie zur Aufrechterhaltung eines betriebssicheren Verkehrs gerade notwendig ist. Hier wird am meisten gesündigt, denn die Gepflogenheit, den Sender stets mit der größtmöglichen Leistung zu betreiben — gleichgültig, ob man sich mit einer weit entfernten Station oder mit einem Freund im benachbarten Häuserblock unterhalten will — kann nur als grober Unfug bezeichnet werden. Ebenso wichtig wie das Vorhandensein eines genauen Frequenzmessers, eines Empfängers und eines einfach bedienbaren Senders ist das Vorhandensein eines Reglers für die Senderleistung.

Erstreckt sich die groß angelegte Frequenzmesseraktion des Deutschen Amateur-Sende- und Empfangsdienstes e. V. (bekanntlich muß jeder, der die Sendeerlaubnis haben will, den Besitz eines einwandfrei geeichten Röhren-Frequenzmessers nachweisen, und auch die deutschen Empfangsstationen — DEs — sollen einen solchen haben!) auf die Erziehung der deutschen Kurzwellenamateure zu genauem Messen und zur Erlangung der für den Betrieb erforderlichen Fertigkeit in der Anwendung der Meßgeräte, ist der Betriebsdienst des DASD außer zur Aneignung der erforderlichen Morsekenntnisse und der Schulung im praktischen Verkehrsbetrieb auch zur Anleitung des richtigen Gebrauchs der zur Verfügung stehenden Geräte wichtig und ist endlich ein in nächster Zeit vom DASD zu unternehmendes Versuchsenden (s. a. Seite 751) ganz der Verbesserung der persönlichen Leistung der Amateure gewidmet, so wird in Zukunft auch der Frage der Leistungsregelung der Sender besondere Beachtung zu widmen sein. Eine durchgreifende Verbesserung aller Sendestationen in dieser Richtung erscheint dringend geboten.

Diese Ermahnung zur Vernunft wäre unvollständig ohne den Hinweis auf die Richtantennen. Unter richtiger Ausnutzung der auf dem Antennengebiet liegenden Möglichkeiten kann man — vorausgesetzt, daß die örtlichen Verhältnisse entsprechend sind — unter Umständen einen größeren Lautstärkegewinn herauswirtschaften als durch Ver-

größerung der Sendeleistung und hat dabei noch den großen Vorteil, daß man in anderen als der gewünschten Richtung schwächer gehört wird als vorher, so daß also auch auf diese Weise viel zur Verbesserung der Verkehrsbedingungen auf den Amateurbändern beigetragen werden kann. Auch auf dem Antennengebiet muß vom Amateur ein erhöhter persönlicher Einsatz gefordert werden, Dort, wo sich eine längere Antenne unterbringen läßt, kann man vielfach auch einen passenden Richtstrahler aufhängen!

An den Schluß wollen wir die tröstlichen Worte setzen, daß natürlich denjenigen, bei denen es u. U. auf jedes Watt Leistung ankommt, also den Spezialisten für große Reichweiten (DX), die Leistung ruhig gegönnt werden kann — vorausgesetzt, daß sie mit der großen Leistung wirklich nur zu Zeiten „fahren", zu denen überhaupt die Möglichkeit besteht, die erwünschten DX-Stationen zu erreichen und sich beim sonstigen Verkehr auf die kleinstmögliche Leistung umstellen. Um nicht mißverstanden zu werden: Nicht jeder, der einmal sechs Nordamerikaner hintereinander „gemacht" hat, kann als „DX-Spezialist" gelten, vielmehr gehören hierher nur die international bekannten Stationen, die laufend mit einer großen Zahl von Amateuren in allen Erdteilen arbeiten.

Hoffen wir, daß Vernunft in die Reihen der Amateure einzieht und daß wir in nicht zu ferner Zeit vermelden können, daß auch Amateure anderer Länder sich zur „persönlichen Leistungserhöhung" an Stelle der „elektrischen" bekennen, damit wir uns in unseren Bändern wieder rühren können und — daß die sogenannten Telephoniestationen des 7-MHz-Bandes — soweit sie sich nicht zum Überwechseln auf ein anderes, für Telephonie freigegebenes Band entschließen können — sich wenigstens zum Entschlusse durchringen, statt jammervollen Gekrächzes wirklich brauchbare Telephonie zu senden, ihre Gespräche nicht endlos ausdehnen und wenn möglich, nicht noch mehr als 80 kHz Bandbreite pro Sender (so was gibt's!) einzunehmen. Hoffen wir, daß die Persönlichkeit bald auf der ganzen Linie den Sieg über die Kilowatts davongetragen hat. Wir deutschen Amateure wollen unser Bestes dazu tun.

Rolf Wigand, D 4 xcf

Leistungsversuche im Betriebsdienst

Die wöchentlich von der Leitfunkstelle D 4 baf des DASD an das gesamte Reichsgebiet ausgegebenen Rundspruchsendungen, die sofort anschließend von sämtlichen am Empfang beteiligten Betriebsdienststationen mit Lautstärken- und Lesbarkeitsangaben bestätigt werden, bieten eine gute Gelegenheit, in kürzester Zeit einen Überblick über die Lautstärkenverteilung in den verschiedenen Gegenden zu bekommen. Es wurde deshalb am Freitag, dem 23. Oktober 1936, diese Sendung dazu benutzt, um die Lautstärkenunterschiede bei verschiedenen Senderleistungen zu vergleichen.

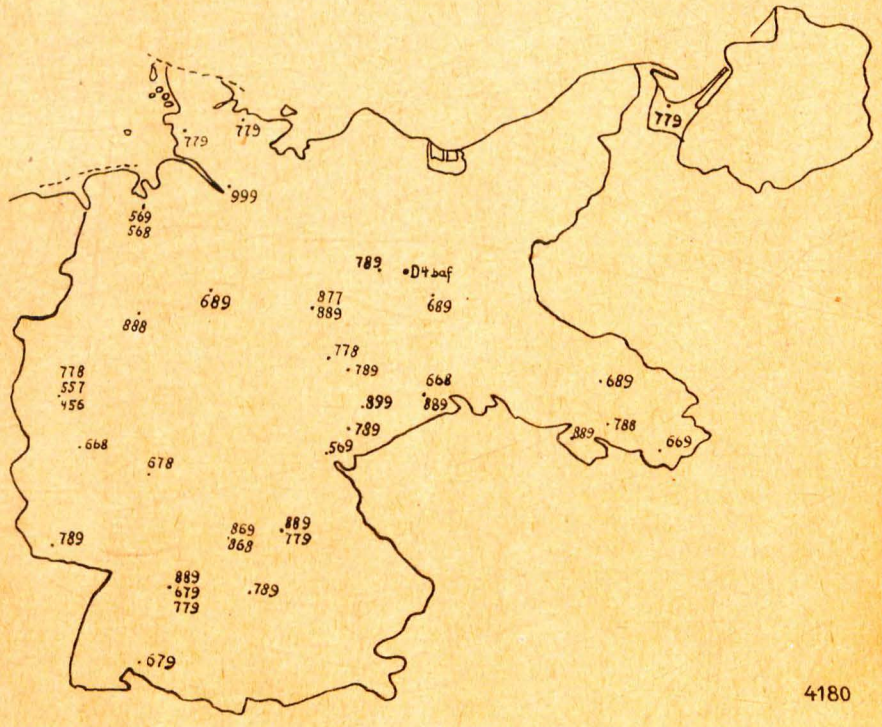
Innerhalb desselben Rundspruchs, der insgesamt etwa 6 Minuten dauerte, wurden die ersten zwei Minuten mit 8 Watt Antennenenergie gesendet. Als Sender diente hierbei das DASD-Standardgerät Nr. 6 [1]), das aus einer 12 Volt-Batterie über Zerhacker-Umformer („Funk" 1936/19) gespeist wurde. Im zweiten Teil des Rundspruchs erfolgte unter Beibehaltung der gleichen Frequenz eine Umschaltung auf dreistufigen Eco-Sender mit 20 Watt Antennenleistung, an den im letzten Teil des Rundspruchs eine weitere Verstärkerstufe mit 100 Watt Antennenleistung angehängt wurde. Im Rundspruch selbst erging die Aufforderung, die Lautstärkenunterschiede der drei Sendungsteile festzustellen und diese anschließend drahtlos nach dem üblichen Bestätigungsverfahren zu melden. Es wurde absichtlich vermieden, über die Art der Versuche Angaben zu machen, um die Lautstärkenbeurteilung hierdurch nicht zu beeinflussen. Erst nach Schluß des Bestätigungsverkehrs wurden in einem weiteren Rundspruch die verschiedenen Sendeanordnungen bekanntgegeben.

Den Rundspruch selbst bestätigten 38 Stationen, so daß am Schluß des Verkehrs, der etwa ½ Stunde in Anspruch nahm, bei der Leitstelle bereits 114 Lautstärkemeldungen zur Auswertung vorlagen. Diese Lautstärken sind in der Kartenskizze in Form von dreistelligen Zahlen eingetragen, wobei jeweils die erste Ziffer für 8 Watt Antennenleistung, die zweite für 20 und die dritte für 100 Watt Antennenleistung gilt („R"-System von R 1 bis R 9).

Die Zahlen zeigen, daß in Entfernungen bis etwa 250 km zwischen allen drei Leistungsstufen ein Lautstärkenunterschied festzustellen ist, während bei den größeren Entfernungen zwischen 8 und 20 Watt in vielen Fällen kein Lautstärkeunterschied festgestellt wurde, sondern erst bei Erhöhung der Leistung auf 100 Watt. Hierdurch ist erwiesen, daß bereits mit 8 Watt Antennenleistung im ganzen Reichsgebiet Lautstärken zu erzielen sind, die ohne weiteres für die Abwicklung eines sicheren Verkehrs ausreichen. Der gleiche Versuch wird Anfang des nächsten Jahres noch einmal wiederholt, um auch bei ungünstigen Nahverkehrsbedingungen, wie sie auf 80 m im Winter einzutreten pflegen, die sich dabei ergebenden Lautstärkenunterschiede zu untersuchen.

E. Graf, D 4 laf.

[1]) „Funk" 1936/19.



Absorption der direkten Strahlung bei 10 m Wellenlänge

Von **Ernst Fendler**

Im Grenzwellenbereich um 10 m ergeben sich meist unterschiedliche Übertragungsbedingungen bei der Bodenwelle in bezug auf die Feldstärken je nach der Geländebeschaffenheit, über die eine Untersuchung im Stadtgebiet nachstehende interessanten Aufschlüsse gibt. Ein Sender mit einer Wellenlänge von 10,3 m und einer Anodenverlustleistung von 1,2 Watt bei einer 2,5 m langen Vertikalantenne wurde an 4 verschiedenen Plätzen in gleichmäßigem Abstand vom standortfesten Empfänger (3 Kilometer) und gleicher Höhe über dem Erdboden aufgestellt (Abb. 1). Die Versuche wurden zweimal durchgeführt, a bei trockenem und b bei Regenwetter.

Die Feldstärken des Senders wurden gehörmäßig ermittelt und mit der Lautstärke eines neben dem Empfänger aufgestellten Meßsenders, dessen Anodenverlustleistung veränderlich ist, in Übereinstimmung gebracht. Die sich ergebenden Leistungen in Watt sind in Abb. 2 eingetragen.

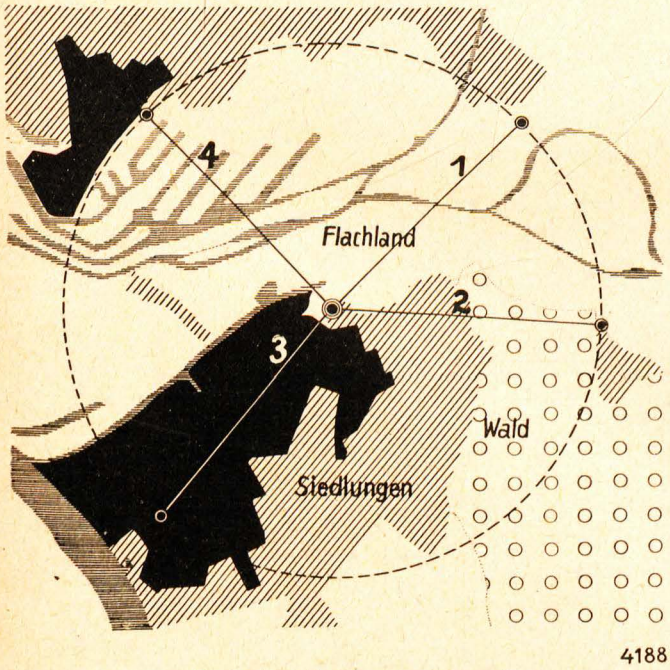


Abb. 1. Stadtgebiet Duisburg und Umgebung 1,2,3 und 4-Untersuchung bei 10 m

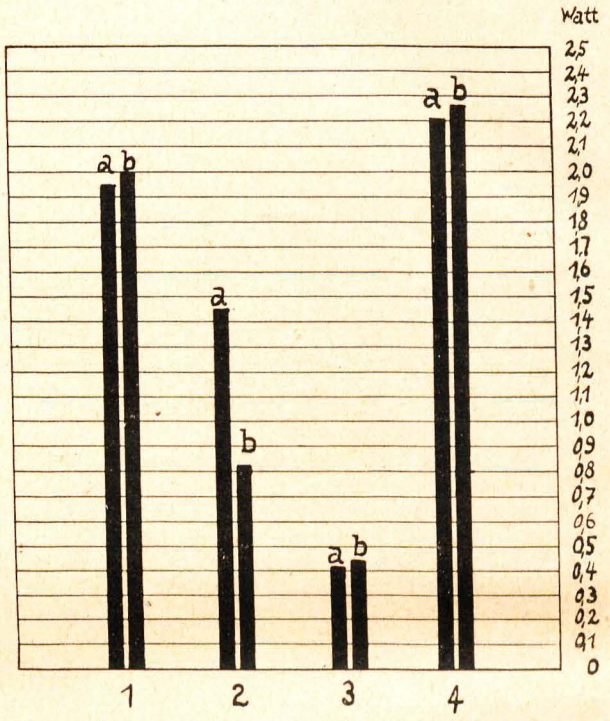


Abb. 2

Eine ungeschwächte Ausbreitung (große Lautstärke) ergibt sich in den Richtungen 1 und 4; die Wetterbedingungen weisen hier keinen Unterschied auf. Erwähnenswert ist, daß die Strecke 4 durch 9 Wasserkanäle (Duisburg-Ruhrorter Häfen) sowie zahlreiche Eisenbahnanlagen unterbrochen ist, während Strecke 1 sich durch gänzlich unbebautes flaches Land auszeichnet. Die Strecke 2 gibt ungünstigere Werte; die weit kleinere Lautstärke, insbesondere bei nassem Wetter, (b) ist wohl auf Absorption der im zweiten Teil der Linie durchquerten hügeligen Waldgegend zurückzuführen. Die durch ganz dichtbesiedeltes Stadtgebiet verlaufende Strecke 3 ergibt außerordentliche Feldstärkeverluste, und zwar ohne Unterschied bezüglich der meteorologischen Bedingung.

Abbildungen vom Verfasser

DASD-Standardgerät Nr. 9

Zweiröhren-Batterieempfänger

Um dem in den DASD eintretenden Jungamateur in kurzer Zeit den Besitz einer brauchbaren Empfangsanlage zu ermöglichen, wurde ein kleines, billiges Gerät entwickelt. Der Heizstrom der beiden Zweivoltröhren KC 1 beträgt 0,13 Ampere, der Anodenstromverbrauch bei 100 Volt Anodenspannung etwa 2 mA. Die Betriebskosten sind also niedrig. An Stelle der KC 1 können auch vorhandene Viervoltröhren (RE 084, A 408, RE 074, N 406 oder ähnliche) eingesetzt werden.

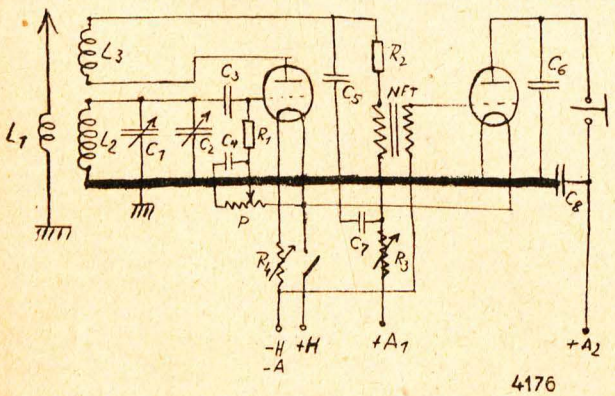


Abb. 1

Die Schaltung Abb. 1 zeigt das normale Rückkopplungs-Audion mit einer Stufe Niederfrequenzverstärkung. Der Abstimmkreis besteht aus der zusammen mit der Rückkopplungs- und Antennenspule auf einen 35-mm-Spulenkörper aufgebrachten Gitterspule L_2 und den Drehkondensatoren C_1 und C_2 von etwa 15 und 100 cm Endkapazität. Die Rückkopplungsregelung wird durch den veränderlichen Anodenwiderstand R_3 vorgenommen. Mit C_2 wird nach Einstöpseln der entsprechenden Spule in die in der Mitte der Grundplatte befindlichen Fassung das gewünschte Band eingestellt. Zur Markierung der dabei erhaltenen Konden-

satorenstellungen, die ja reproduzierbar sein müssen, dient ein Skalenknopf von etwa 50 mm Durchmesser. Der Abstimmkondensator C_1 wird durch eine Skalenscheibe von 100 mm Durchmesser betätigt. Auf der Frontplatte (Abb. 2) sieht man ferner links unten den Griff für den Rückkopplungswiderstand R_3, daneben den Ausschalter und rechts den Kopfhöreranschluß. Abb. 3 u. 4 zeigen

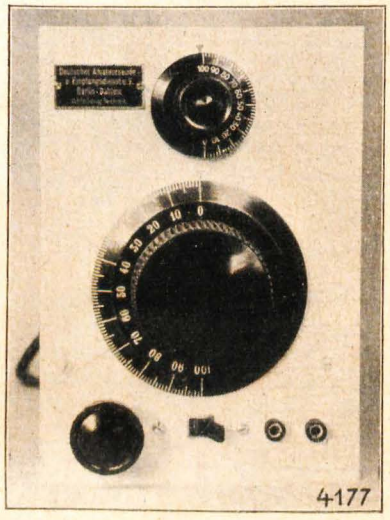


Abb. 2

Ober- und Unterseite der Grundplatte. Das auf dieser befestigte Potentiometer P sowie der Heizwiderstand R_4 bedürfen i. a. nur selten einer Nachregulierung; daher kann auf ihre Bedienbarkeit von der Frontplatte aus verzichtet werden.

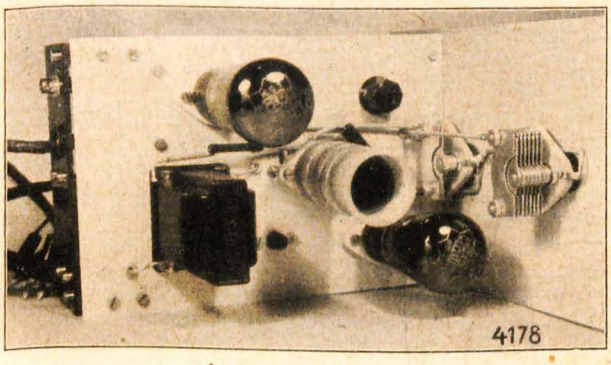


Abb. 3

Der Empfänger ist auf einem DASD-Din-A-5-Chassis aufgebaut, das nach Bedarf in einen DASD-Din-A-5-Kasten eingeschoben werden kann. Bei der Verdrahtung sind nach Möglichkeit alle Verbindungen zu verlöten. Sämtliche an „Erde" zu legenden Anschlüsse werden an eine Schraube (in der Zeichnung Abb. 1 stark ausgezogenen Linie) auf der Grundplatte geführt. Diese ist mit der auf der Rückseite des Gerätes isoliert eingesetzten Erdbuchse zu verbinden. Auch die Rotoren der beiden Drehkondensatoren sind durch Isolierscheiben von der Frontplatte elektrisch getrennt.

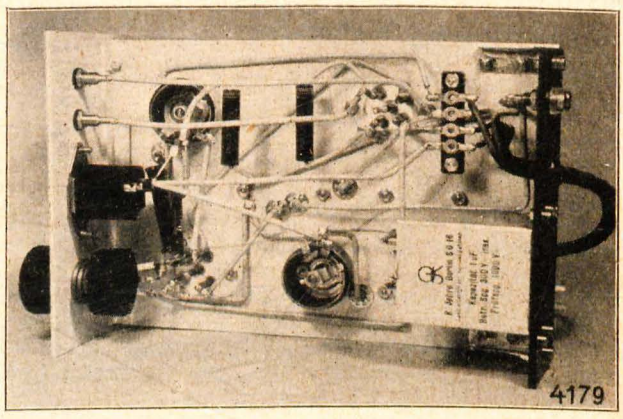


Abb. 4

Die Spulendaten sind die gleichen wie diejenigen für das Standardgerät Nr. 7 [1]). Das Gerät ist bis zu etwa 30 MHz brauchbar. Beim Empfang dieser hohen Frequenzen ist allerdings eine Anodenspannung von etwa 100 Volt für das Audion bei Verwendung der KC 1 erforderlich, wogegen man auf den übrigen Bereichen mit etwa 50 Volt auskommt. Der Abgriff für diese Spannung auf der Anodenbatterie ist stets so zu wählen, daß sich der Rückkopplungs-Einsatzpunkt etwa in der Mitte des Drehbereiches des Regelwiderstandes befindet. *H. Queck*

Zeichnung und Aufnahmen vom Verfasser

[1]) „Funk" 1936, Heft 15, S. 473.

Liste der Einzelteile

C_1	Drehkondensator	ca. 15 cm
C_2	„	ca. 100 cm
C_3	Festkondensator	Cali 100 cm
C_4	„	Glimmer 250 cm
C_5, C_6	„	Glimmer 5000 cm
C_7, C_8	Becherkondensator	1 MF/250 V Betriebsspannung
R_1	Hochohmwiderstand	1 MOhm 0,5 Watt
R_2	„	10 kOhm 0,5 Watt
R_3	Regelwiderstand	100 kOhm 0,5 Watt log.
R_4	„	10—20 Ohm
P	Drehpotentiometer	1000 Ohm
NFT	Niederfrequenztransformator	ca. 1 : 5
1	einpoliger Ausschalter	
1	5pol Einbaufassung	für Spule
2	„ „	für KC 1
2	Röhren KC 1 (bzw. RE 084, A 408, RE 074, N 406 o. ä.)	
1	DIN A 5 — Chassis (Frontplatte 210 × 148, Grundplatte 210 × 144 mm)	

Bandwechsel im Kurzwellensender

Von **Werner W. Diefenbach**

Der fortgeschrittene Amateur legt im allgemeinen mehr Wert auf die technische Vervollkommnung seiner Kurzwellenstation. Beim Wellenbereichwechsel muß er unter Umgehung der umständlichen Steckspulenmethode innerhalb kürzester Zeit durch Umschaltung eines einzigen Wellenschaltergriffes auf jedem der in Deutschland vier zugelassenen Bänder senden können. Eine derartig eingerichtete Kurzwellenstation wird sich nicht allein im sportlichen Wettbewerb aller Amateure leichter tun, sondern auch die pflichtmäßige Teilnahme am Betriebsdienst sicherstellen, der sich meist im 80-m-Band abspielt und eine Umschaltung der Stationen zu gegebener Zeit notwendig macht.

Vielfach wird übersehen, daß beim Senderbandwechsel wohl ein ähnlicher Umschaltvorgang zugrunde liegt wie beim Empfängerbandwechsel, die angewandten Mittel aber mit Rücksicht auf die Erfordernisse der Sendetechnik andere sein müssen. Während im Empfängerbau der Bereichwechsel meist durch An- und Abschalten von Schwingkreisspulen vor sich geht, die parallel zum Abstimmkonden-

sator geschaltet sind, findet beim Senderbandwechsel in der Regel ein Kurzschluß von überflüssigen Spulenwindungen statt, wobei die Selbstinduktion des umzuschaltenden Abstimmkreises für das niedrigste Frequenzband zu bemessen ist. Am einfachsten gestaltet sich die Bandumschaltung beim selbsterregten Sender z. B. in Colpitts-Schaltung

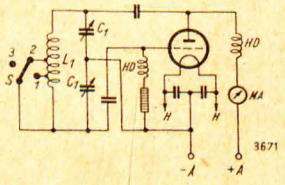


Abb. 1

(Abb. 1). Die Selbstinduktion L_1 besitzt 20 Windungen (Spulendurchmesser 10 cm, Kupferrohr 5 mm Durchmesser) bei einem Abstimmkondensator C_1 von 2×200 cm und erfaßt bei Stellung 3 des dreistufigen Umschalters das 3,5 MHz Band, bei Stellung 2 das 7 MHz Band und bei Stellung 1 das 14 MHz Band. Nach dem gleichen Prinzip arbeitet die Bandumschaltung des in Abb. 2 gezeigten Huth-

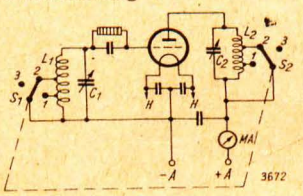


Abb. 2

Kühn-Senders. Der Umschalter besteht hier aus dem Doppelschalter S_1 für den Gitterkreis und S_2 für den Anodenkreis. Da am Anodenschwingkreis L_2C_2 die volle Anodenspannung liegt, kann nur ein Doppelschalter mit sorgfältig isolierter Achse verwendet werden. Bei Parallelspeisung des Anodenkreises über eine Drossel-Kondensator-Anordnung läßt sich die Anodenspannung vom Schalter S_2 fernhalten. Beim neutralisierten Endverstärker bietet die Bandumschaltung nach der Kurzschlußmethode insofern eine Schwierigkeit, als die Einstellung der Neutralisation für die Dreipolröhren meist für jedes Band genau vorgenommen werden muß (Abb. 3). Verwendet man statt eines

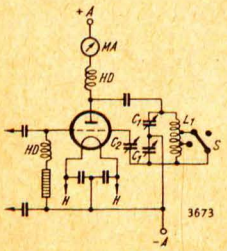


Abb. 3

abgestimmten Gitterkreises die einfache Kondensatorkopplung an die vorausgehende Stufe, so kommt man mit einem einzigen Stufenschalter S aus. Nach Erfahrungen amerikanischer Amateure lassen sich die Hochfrequenzverluste bei der Umschaltung verhältnismäßig gering halten, wenn man den Spulenkurzschluß vom „kalten" Ende des Abstimmkreises aus vornimmt und nicht mehr als Dreifach-Bandumschaltung vorsieht. Um eine möglichst verlustarme Vierfach-Bandumschaltung zu erhalten, empfiehlt sich Schaltung 4, bei der am Beispiel eines Endverstärkers die Aufteilung der Anodenkreisspule in zwei für verschiedene Bänder zu bemessende Spulen gezeigt wird. Sollen 4 Bänder umgeschaltet werden, so ist L_1 für das 14-MHz-Band zu bemessen und L_2 so, daß sich bei Hintereinanderschaltung von L_1 und L_2 die richtige Selbstinduktion für das 3,5-MHz-Band ergibt. Durch geeignete Wahl der Abgriffe an L_1 und L_2 erhält man den richtigen Spulenwert für das 28-MHz- und 7-MHz-Band. Bei entsprechender Spulenbemessung lassen sich mit dieser Methode sogar fünf Bänder mühelos umschalten.

In Gegentaktendstufen kann wegen des Mittelabgriffes der Anodenkreisspule die gewöhnliche Kurzschlußschaltung nicht verwendet werden. Hier empfiehlt sich eine Schaltung

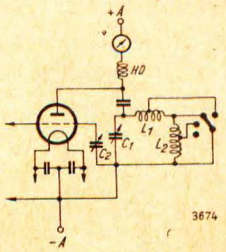


Abb. 4

nach Abb. 5, bei der für jede Bereichumschaltung zwei Spulenabgriffe mit gleichem Abstand von der Spulenmitte anzuordnen sind. Mehr als drei Bänder sollen wegen der Gefahr eines Energieverlustes bei dieser Umschaltung nicht geschaltet werden. Die Verwendung von zwei

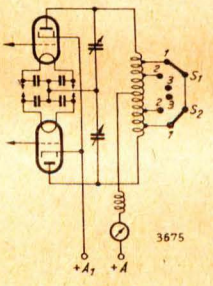


Abb. 5

Schirmgitterröhren an Stelle von Dreipolröhren stellt wegen der überflüssigen Neutralisation eine wesentliche Vereinfachung dar.

Die angegebenen Bandwechselschaltungen besitzen den Vorzug geringen Aufwandes, erscheinen aber in mancher Hinsicht verbesserungsbedürftig. Z. B. muß der Anodenkreisabstimmkondensator meist für jedes Band neu eingestellt werden. Diese u. U. unliebsame Betriebserschwerung wird nach Abb. 6 durch Verwendung von drei Abstimmkondensatoren für jedes Band umgangen. Mit dem Spulenschalter S_1 ist ein zweiter Stufenschalter S_2 gekoppelt. Da für drei Bänder drei verschiedene Abstimmkondensatoren vorhanden sind, kann hier der Bereichwechsel bei vorheriger Abstimmung von C_1, C_2 und C_3 tatsächlich durch

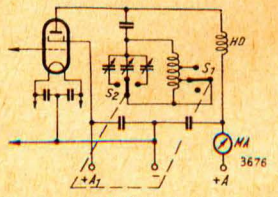


Abb. 6

Einknopfbedienung getätigt werden. Sehr gut ließen sich statt der drei Abstimmkondensatoren Trimmer verwenden, sofern sie für Sendezwecke gebaut sind und billiger als Abstimmkondensatoren kommen.

Eine noch günstigere Lösung, die allerdings nur für Sender mittlerer Leistung um 20 Watt Input in Betracht kommt, bietet die getrennte Anordnung besonderer Abstimmkreise für jedes einzelne Band (Abb. 7). Dieses Prinzip läßt sich praktisch für beliebig zahlreiche Bänder anwenden, wobei eine Abschirmung der einzelnen Schwingkreise von Vorteil ist. Koppelt man mit dem Bandwechselschalter S_1 des

Anodenkreises der Schirmgitterendstufe einen vor dem Gitterkondensator C angeordneten zweiten Stufenschalter S_2, so läßt sich im mehrstufigen Sender für den Fall, daß drei Verdoppler (7 MHz, 14 MHz, 28 MHz) und ein Oszillator (3,5 MHz) vorhanden sind, die Einknopfbereichumschaltung mit Hilfe von einem einzigen Doppelschalter bewerkstelligen. In Sendern größerer Leistung würden die verschiedenen Anodenabstimmkreise selbst bei Beschränkung

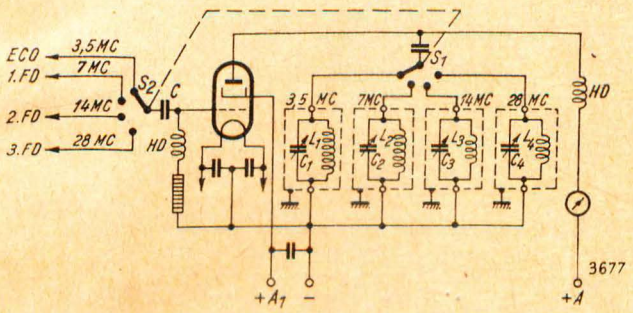


Abb. 7

auf 3 Bänder verhältnismäßig umfangreich. Ein sehr vorteilhafter, allerdings auch etwas kostspieliger Bandwechsel ist durch Verwendung einzelner Endstufen für jedes Band möglich (Abb. 8). Wenn man nämlich jeden Endverstärker mit abgestimmtem Antennenfilter und getrennter Antenne ausstattet, verfügt man über eine ideale Bandwechselvorrichtung, die ohne irgendwelche Zusatzabstimmungen beim Bereichwechsel arbeitet und lediglich eine Umschaltung des Schalters S_1, S_2 auf die jeweilig verwendeten Stufen vornimmt. Noch höhere Ansprüche könnten durch Verwendung einzelner Sendeanlagen für jedes Frequenzband befriedigt werden. Eine Umschaltung irgendwelcher Art wird hier bei getrennten Antennen überhaupt nicht mehr notwendig. In Übersee gibt es verschiedene solcher Amateurstationen, die allerdings für normale Verhältnisse kaum erschwinglich sind und schon kommerziellen Eindruck machen.

An die Bandwechselschalter für Sender müssen besondere Anforderungen gestellt werden. Geringe Kapazität zwischen den Kontakten und einwandfreie Isolation durch Verwendung neuzeitlichen keramischen Baumateriales müssen

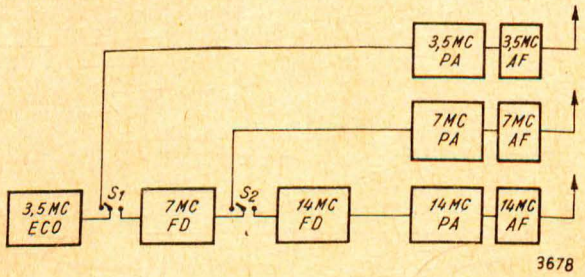


Abb. 8

unbedingt verlangt werden. In jeder Beziehung einwandfreie Ausführungen liefert z. B. der amerikanische Markt in Ausführungen, die Endstufen mit Sendeleistungen bis zu 1 Kilowatt schalten können.

Zusammenfassend wollen wir kurz auf das wichtigste hinweisen.

1. Bei Sendern kleiner und mittlerer Leistung sind umschaltbare Schwingkreise für jedes Band am vorteilhaftesten.

2. Größere Sender verwenden die einfache Kurzschlußmethode der überflüssigen Spulenwindungen. Der Kurzschluß der Windungen erfolgt zur Vermeidung von Verlusten vom kalten Ende aus.

3. Neutralisation erschwert jede Bandwechselschaltung. Sie soll nach Möglichkeit durch Schirmgitterröhren in der Endstufe vermieden werden.

4. Wer keine Ausgaben zu scheuen braucht, benutzt einen besonderen Endverstärker für jedes Band.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Deutscher Geschicklichkeitswettbewerb

Weihnachten 1936

Um den deutschen Amateuren Gelegenheit zu geben, ihre funkerischen Fähigkeiten und die praktische Verwendbarkeit ihrer Stationseinrichtungen unter Beweis zu stellen, wird in den Weihnachtstagen für alle Ds und DEs ein Funkwettbewerb veranstaltet, bei dem den beteiligten Stationen folgende Aufgabe gestellt wird.

Es sind möglichst zahlreiche Dreiecksverbindungen zwischen möglichst vielen deutschen Stationen herzustellen. Innerhalb dieser Dreiecksverbindungen ist dann an jede der beiden anderen Stationen eine Kontrollgruppe durchzugeben, diese bestätigen zu lassen und die dafür von den anderen Stationen empfangenen Kontrollgruppen zu bestätigen.

Zur Herstellung einer Dreiecksverbindung ist als allgemeiner Anruf D 4 ezz zu verwenden. Melden sich auf diesen Ruf, der nicht länger als zwei Min. ausgedehnt werden darf, gleich zwei oder mehr Stationen, so kann mit zwei von diesen sofort Verbindung aufgenommen werden. Es sind mit beiden die WRT-Meldungen auszutauschen. Das Dreieck gilt erst als hergestellt, wenn sich auch die beiden anderen Stationen gefunden haben und ihrerseits die WRT-Meldung ausgetauscht haben. Zur Beschleunigung dieses Auffindens ist es zweckmäßig, die Frequenzen der beiden Stationen zu messen und durchzugeben.

Meldet sich auf den D 4 ezz-Ruf nur eine Station, so ist mit dieser ebenfalls Verbindung aufzunehmen und die WRT-Meldung auszutauschen. Die Station, die D 4 ezz gerufen hatte, gibt darauf der anderen „qrx 2 min." Von diesem Zeitpunkt an versuchen beide Stationen gleichzeitig durch den Ruf D 4 eze, eine dritte Station für die Teilnahme am Dreieck zu erreichen. Nach Ablauf dieser zwei Minuten gehen beide wieder auf Empfang und suchen das Band nach Abrufen ab. Wer zuerst eine neue Station hierfür erreicht und mit dieser durch Austausch der WRT-Meldung Verbindung aufgenommen hat, meldet diese Station seinem QSO-Partner unter Angabe deren Frequenz, fordert den Partner auf, die dritte Station anzurufen und sorgt dafür, daß beide so schnell wie möglich in Verbindung kommen. Ist auf diese Weise das Dreieck hergestellt, so beginnt der Austausch der Kontrollgruppen, und zwar werden diese von den einzelnen Stationen in der Reihenfolge abgegeben, wie sie zueinander gefunden haben. Jede Station hat also zwei verschiedene Kontrollgruppen abzugeben. Die Gegenstationen haben die Nummer zu wiederholen und durch anhängen von „ve" als richtig aufgenommen zu kennzeichnen. Die Kontrollgruppe selbst besteht aus einer vierstelligen Zahl, der durch Bruchstrich (— . . — .) getrennt eine zweistellige Zahl folgt. Die erstere stellt die ersten vier Ziffern der eigenen Sendefrequenz in kHz dar, die zweistelligen Zahlen die Minuten der augenblicklichen Uhrzeit. Also z. B. 3569/05 oder 7125/23 oder 1432/46 und im 10-m-Band entsprechend 2835/17.

Der Wettbewerb wird in drei Arbeitsperioden abgewickelt: Am 25. 12. von 09.00 bis 13.00 MEZ, am 26. 12. von 10.00 bis 12.00 MEZ und am 27. 12. von 17.00 bis 19.30 MEZ. Innerhalb jeder Arbeitsperiode darf nicht mehr als zweimal mit derselben deutschen Station gearbeitet werden.

An dem Wettbewerb nehmen sämtliche Ds und DEs teil. Die Berichterstattung erfolgt durch Ausfüllung und Einsendung des diesem CQ-Heft beigefügten Logblattes, wobei die Bewertung nach dem unten angegebenen Punktsystem selbst auszurechnen ist. Es kann auf sämtlichen zugelassenen Bändern gearbeitet werden. Während der Arbeitsperioden des Wettbewerbs ist jeder andere Privatverkehr verboten, der Reichs- und Landesgruppen-Betriebsdienst zu dieser Zeit fallen aus. Stationen, die hiergegen verstoßen, sind im Log zu melden.

Punktsystem für Ds

Für Abgabe einer Kontrollgruppe, wenn durch die Gegenstation bestätigt . . . . . 2 Punkte.

Für den Empfang einer Kontrollgruppe und Bestätigung an die Gegenstation . . . . 2 Punkte.

Heranholen einer dritten Station zur Dreieckbildung, wenn das Dreieck dadurch zustandekommt . . . . . 6 Punkte.

Für Dreiecke, die schneller als in 10 Min. erledigt sind, erhält jede beteiligte Station jeweils einen Zuschlag von . . . . . 2 Punkten.

Die Gesamtpunktzahl ist mit der Zahl der gearbeiteten Landesgruppen zu multiplizieren und durch die mittlere Anodenleistung der letzten Senderstufe (in Watt) zu dividieren.

Punktsystem für DEs

Bei den DEs wird jedes beobachtete Dreieck gesondert gewertet. Innerhalb dieses Dreiecks zählt jede aufgenommene Kontrollgruppe . . . . . 1 Punkt.

Die Summe dieser Punkte, die jeweils maximal 6 sein kann, wird multipliziert: bei Beobachtung einer Station eines Dreiecks mit 0 (Null), bei Beobachtung von zwei Stationen eines Dreiecks mit 2 und bei Beobachtung von drei Stationen mit 3. Als beobachtete Stationen gelten hier nur solche, von denen eine abgegebene Kontrollziffer empfangen wird.

Die ausgefüllten Logs sind bis zum 5. Januar 1937 an die Landesgruppenleitung und von dieser gesammelt bis zum 12. Januar 1937 an die DASD-Leitung einzusenden. Bei nach diesem Termin eingehenden Logs wird nur die halbe Punktzahl gewertet. *E. Graff, D 4 baf*

Erdmagnetischer Bericht

für die Zeit vom 11. September bis 31. Oktober 1936

Zeiten in mittlerer Greenwicher Zeit

11. September 0 unruhig. 15.40—18.00, H, sinförmig, Ampl. 58 γ; 15.10—16.10, D, ∪, 8½′; 23.15—24.00, H, ∩, 28 γ.
12. September 0 ruhig. 21.10—22.00, H, ∩, 29 γ; 20.05 bis 21.35, D, sin-förmig, Ampl. 5½′.
13. September 0 ruhig.
14. September 0 ruhig.
15. September 0 leicht bewegt.
16. September 0 ruhig. 17.50—20.00, schnelle, geringe Schwankungen bei D und H.
17. September 0 ruhig. 21.52 (W—Z) Störung; H steigt um 16 γ.
18. September 0 unruhig.
19. September 0 leicht bewegt.
20. September 0 leicht bewegt.
21. September 0 leicht bewegt. Zeitweilig auftretende Elementarwellen bei allen Elementen.
22. September 0 unruhig. Stärker gestört von 20.30—24.00.
23. September 0 unruhig. Bewegung flaut nach 13.00 ab.
24. September 0 leicht bewegt.
25. September 0 ruhig.
26. September 0 gestört. 22.00—23.50 D, ∪, 9½′; 22.00 bis 23.40, H, ∩, 40 γ.
27. September 0 unruhig. Stärker gestört von 8.30—17.00.
28. September 0 unruhig. 11.55—13.00, H, ∪, 26 γ; 11.30 12.30, D, sin-förmig, Ampl. 7′.
29. September 0 unruhig. Ab 15.00 Abflauen der Bewegung.
30. September 0 ruhig.
1. Oktober 0 21.00—24.00 leicht bewegt.
2. Oktober 0 ruhig.
3. Oktober 0 ruhig.
4. Oktober 0 21.00—23.00 von Elementarwellen überlagerte Bewegung.
5. Oktober 0 von 18.00 ab bewegt. 21.00—23.00, D, ∪, 7′.
6. Oktober 0 etwas ruhig. 22.05—22.45, D, ∩, 10′; H, ∩, 44 γ; bei Z Abfall um 15 γ.
7. Oktober 0 7.00—16.00 etwas unruhig. 20.09—21.10, D, ∪, 13′; H unterdeß ansteigend mit Elementarwellen.
8. Oktober 0 bis 8.00 etwas unruhig. 19.00—20.00 alle Elemente sin-förmige Bewegung.
9. Oktober 0 7.00—21.00 schnelle geringe Schwankungen. 18.30—19.24, H, ∩, 58 γ.
10. Oktober 1 0.00—10.00 stärker gestört.
11. Oktober 0 13.32 plötzlicher Absatz, D und H steigend, Z etwas fallend (W. Z.).
12. Oktober 0 ruhig.
13. Oktober 0 ruhig. Von 5.55 ab geringe, kurzzeitige Schwankungen. (W. Z.)
14. Oktober 0 11.00—17.00 geringe, schnelle Schwankungen.
15. Oktober 0 1.00—3.00, 20.45—21.30, 22.00—22.35 Elementarwellen in allen Elementen. 21.10—24.00 sin-förmiger Verlauf der Kurven.
16. Oktober 1 15.02 (W. Z.) Beginn einer mittleren Störung. Stärkste Bewegung 18.20—24.00. Gesamtamplituden in D 25′, in H 125 γ, bei Z 66 γ.
17. Oktober 1 noch unruhig bis 10.00.
18. Oktober 0 5.15—7.10 Schwankungen geringer Amplitude in allen Elementen. 9.35—9.55, D, ∩, 10′; H, ∩, 44 γ; Z, ∪, 11 γ.
19. Oktober 0 ruhig.
20. Oktober 0 ruhig. 0.50—1.30, H, ∩, 40 γ
21. Oktober 0 ruhig.
22. Oktober 0 ruhig.
23. Oktober 0 leicht bewegt. 18.45—24.00 Unruhe in allen Elementen.
24. Oktober 0 unruhig. Stärker bewegt von 12.00—24.00, 17.05—18.25, H, ∪, 71 γ; 17.05—18.30, Z, ∩, 33 γ.
25. Oktober 0 ruhig. 4.00—15.30 leichte Bewegung in allen Elementen.
26. Oktober 0 ruhig.
27. Oktober 0 ruhig.
28. Oktober 0 ruhig.
29. Oktober 0 leicht bewegt. Zeitweilig auftretende Elementarwellen in allen Elementen.
30. Oktober 0 ruhig.
31. Oktober 0 unruhig. 1.25 plötzlich einsetzende Störung in allen Elementen (W. Z.). Stärkste Bewegung von 7.00 bis 16.00. *Prof. Dr. R. Bock*

Alle Abbildungen in diesem Heft, die keinen Urhebervermerk tragen, wurden nach Angaben der Schriftleitung hergestellt

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für „CQ": Rolf Wigand, Berlin. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. DA III. Vj. 1936 = 8700. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G., Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94, Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78. Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung.
Nachdruck sämtlicher Artikel verboten.

FUNK
DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

15. Dezember 1936 Heft 24

Schriftleitung: Lothar Band, Berlin SW68 Zimmerstr. 94 / Fernruf: A 2 Flora 3056

Bezugspreis monatlich RM. 1,—. Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pfg. und die Verpackungsunkosten von 1 Pfg. enthalten. Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pfg.

Spitzenempfänger in Amerika

Es ist für den deutschen Bastler und Funktechniker interessant und lehrreich, sich von Zeit zu Zeit mit der ausländischen — besonders der amerikanischen — Entwicklung zu befassen und sich in einzelne besonders bemerkenswerte Geräte zu vertiefen. Man erkennt dann — soweit man sich mit den für eine breitere Öffentlichkeit bestimmten „Konsum-Empfängern" beschäftigt —, wie grundsätzlich anders die Entwicklung infolge der niedrigen Röhrenpreise und der lebhaften gegenseitigen Konkurrenz der Fabriken verlaufen ist. Etwas anders ist das Bild, das die Spitzengeräte bieten: auch hier verwendet man ungefähr die doppelte bis dreifache Röhrenzahl wie bei den deutschen Spitzenempfängern, kommt aber auch auf viel höhere Verkaufspreise. Wie man drüben Spitzenempfänger baut, das will der nachstehende Bericht zeigen.

Betrachtet man amerikanische Veröffentlichungen über hochwertige Empfangsgeräte, so kommt einem auf den ersten Blick die amerikanische Empfängertechnik außerordentlich überlegen vor, denn man liest da Röhrenzahlen von zwanzig und mehr und hört von für unsere Begriffe ungeheuren Sprechleistungen. Dazu sieht man zahlreiche Kurven, die die Hersteller für den Frequenzgang, die Trennschärfe, die Empfindlichkeit und Schwundregeltüchtigkeit usw. angeben. Es sei deshalb gestattet, an dieser Stelle einmal an Hand von Unterlagen über einen bekannten amerikanischen Spitzenempfänger zu berichten und eine Gegenüberstellung zu deutschen Spitzengeräten zu bringen.

Der hier näher zu beschreibende Empfänger („Masterpiece V" der Mc. Murdo Silver Corporation) läuft unter der Bezeichnung „Zwanzigröhren-Empfänger". Nach deutscher Zählweise müßte er als „Zwölfröhren-Empfänger" bezeichnet werden, denn die anderen acht Röhren sind Hilfsröhren.

Von der Antenne (s. Abb.) gelangt die Empfangsschwingung zunächst zu zwei Fünfpol-Regelröhren (alle Röhren des Empfängers mit Ausnahme der Netzgleichrichter sind Metallröhren); dort erfolgen die entsprechende Vorverstärkung und die Spiegelfrequenzunterdrückung. Nach dem Hochfrequenzverstärker ist eine Siebenpol-Regelröhre (ähnlich der deutschen Sechspolröhre, aber mit zusätzlichem Bremsgitter) als Mischröhre wirksam; die Erzeugung der Hilfsfrequenz erfolgt in einem elektronengekoppelten Überlagerer mit einer Fünfpol-Schirmröhre. Jetzt folgt ein zweistufiger Zwischenfrequenzverstärker mit Fünfpol-Regelröhren, der mit Hilfe eines Umschalters zur Erzielung höchster Klanggüte, also insbesondere bei Nahempfang, umgangen werden kann, weiter eine dritte Zwischenfrequenzstufe gleicher Art und danach der Zwischenfrequenz-Gleichrichter, der die Niederfrequenz für die nachfolgende Niederfrequenzstufe, eine Siebenpol-Regelröhre gleicher Art wie in der Mischstufe, liefert. Auf diese folgt ein Gegentakt-Steuerverstärker mit zwei Dreipolröhren und dann ein Gegentakt-Endverstärker in AB-Schaltung mit den in dieser Zeitschrift [1]) bereits beschriebenen Vierpol-Endröhren mit kritischem Schirmgitter-Anodenabstand und elektronenoptischer Gitterstromverminderung.

Mit dem Zwischenfrequenzgleichrichter (Doppelzweipolsystem) ist eine Dreipolröhre im gemeinsamen Glaskolben untergebracht; sie dient dazu, eine Hilfsschwingung zu erzeugen, die um etwa 1 kHz gegen die Zwischenfrequenz verstimmt ist und bei Telegraphieempfang benötigt wird. Vor der dritten Zwischenfrequenzstufe wird die Hochfrequenz-Wechselspannung noch einer weiteren Fünfpol-Schirmröhre zugeführt, die sie verstärkt und an eine Doppelzweipolröhre weitergibt. Dort erfolgen die Gleichrichtung und die Erzeugung der Regelspannung für den Schwundausgleich, der auf alle Röhren vor dem Zwischenfrequenz-Gleichrichter arbeitet.

Außer der Verstärkung wird also auch eine „Rückwärtsregelung" auf die dritte Zwischenfrequenzröhre zur Verbesserung des Kurvenverlaufs für die Schwundregelung (steiler Anstieg, flacher Verlauf nach Erreichung der Leistungsgrenze) angewandt. Gleichzeitig wird die Regelspannung noch zur Steuerung der als Abstimmanzeiger dienenden Röhre, einer Braunschen Röhre in Miniaturausführung mit von der angelegten Gleichspannung abhängiger Leuchtfleckbreite, mitverwendet.

Vor der Siebenpol-Regelröhre in der ersten Niederfrequenzstufe wird die Niederfrequenzwechselspannung noch einer Fünfpol-Schirmröhre zugeführt und in einer weiteren Doppel-Zweipolröhre gleichgerichtet. Die von dieser gelieferte, von der Aussteuerung abhängige Gleichspannung wird so auf das dritte Gitter der Siebenpol-Regelröhre gegeben, daß dieses bei geringen Amplituden stark negativ ist, so daß dann also auch die Niederfrequenzverstärkung klein bleibt. Bei größer werdender Niederfrequenzamplitude wird auch die Regelspannung immer weniger negativ, die Niederfrequenzverstärkung steigt also (bis zu einer gewissen Grenze natürlich nur, die durch die

[1]) „Funk", 1936, Heft 10, S. 302.

Leistungsfähigkeit der Endstufe gegeben ist). Diese gesamte Anordnung dient als „Wuchtsteigerer" (auch „Dynamik-Entzerrer" genannt), der die auf der Sendeseite notwendigerweise abgeschwächten Unterschiede zwischen größter und geringster Lautstärke wieder ausweitet. Zwei starke Netzgleichrichter-Röhren versorgen das Gerät mit der erforderlichen Energie.

Der Wellenbereich dieses Spitzenempfängers erstreckt sich von 140 bis 70 000 Kilohertz (4,3 bis 2150 m), so daß also außer dem 5-m-Amateurband, dem 7-m-Fernsehband und den verschiedenen Kurzwellenbändern auch die gesamten Rundfunkwellen erfaßt werden. Die beiden Hochfrequenzröhren sind bis 18 000 kHz in Benutzung. Um die Dynamikentzerrung voll wirksam werden zu lassen, ist die Endstufe imstande, eine unverzerrte Sprechleistung von 30 Watt abzugeben (Klirrgrad etwa 5 %); obendrein ist ein Hochwirkungsgrad-Lautsprecher verwendet, der über einen sehr großen Frequenzbereich verfügen soll, so daß die Möglichkeit wirklich erstklassiger Wiedergabe besteht. Zusätzlich können zwei Hochtonlautsprecher angeschlossen werden. Die Empfindlichkeit des Gerätes wird zu 0,5 Mikrovolt angegeben, während sie zwischen 18 000 und 70 000 kHz 5 μV betragen soll. In diesem Zusammenhange wird darauf hingewiesen, daß die Empfindlichkeit infolge des Hochwirkungsgrad-Lautsprechers eigentlich noch größer sei, wenn man vom Schalldruck anstatt von der dem Lautsprecher zugeführten Leistung ausgeht.

Besonders interessant erscheint die Angabe, daß die am Ausgang des Empfängers vorhandene „Rauschleistung", also das Eigengeräusch bei 1 μV Eingangsspannung, an keiner Stelle des Empfangsbereiches größer als 30 Milliwatt sei. Bei dieser Eingangsspannung ist aber die Sprechleistung bereits 450 mW, also 15mal so groß. Zudem liefert ja die Mehrzahl der Sender eine wesentlich größere Eingangsspannung. Der Niederfrequenzteil kann (über das ganze Gerät gemessen) entweder so eingestellt werden, daß der Frequenzgang zwischen 30 und 7000 Hz um nicht mehr als höchstens 3 Decibel (rund 0,345 Neper) abweicht (20 bis 8000 Hz mit höchstens 5 Decibel), doch besteht auch die Möglichkeit, die Tiefen und Höhen anzuheben, ebenso wie es möglich ist, einen absichtlich schlechten Frequenzgang einzustellen, der bei etwa 800 Hz eine Resonanzspitze hat und bei 500 bzw. 1200 Hz bereits um etwa 5 Decibel abgefallen ist, während der Abfall bei einer Verstimmung auf 120 bzw. 2600 Hz schon etwa 25 Decibel beträgt. Eine solche Kurve ist für den Telegraphieempfang sehr erwünscht. Der ungleichmäßigen Empfindlichkeit des menschlichen Ohres für hohe und tiefe Frequenzen bei verschiedenen Lautstärken ist durch entsprechende Schaltmaßnahmen Rechnung getragen.

Der Umstand, daß in den Vereinigten Staaten noch eine größere Anzahl von Sendern zur Erhöhung ihrer Reichweite an der oberen Grenze der zulässigen Aussteuerung betrieben, ja vielfach sogar übersteuert wird, machte den Einbau eines abschaltbaren Filters für Frequenzen oberhalb 6000 Hz notwendig. Die Verzerrungen durch die Übersteuerung der Sender machen sich besonders stark bei Empfängern bemerkbar, die für höchste Wiedergabegüte entworfen sind, die also — wie der hier beschriebene Empfänger — bei Frequenzen bis 8000 oder 9000 Hz noch keinen erheblichen Verstärkungsabfall aufweisen. Durch scharfes Abschneiden der Frequenzen oberhalb 6000 Hz können die Übersteuerungsverzerrungen in ihrer Wirkung stark abgeschwächt werden.

Da das Gerät auch für den Kurzwellen- und Ultrakurzwellenempfang bestimmt und auf den Kurzwellen-Rundfunkwellen ebenso wie auf den Amateurbändern häufig ein großes Gedränge von Stationen zu verzeichnen ist, wurde, außer der großen Abstimmskala mit etwa 23 cm Durchmesser und Messerzeiger, die in Kilohertz bzw. Megahertz geeicht ist, noch eine zweite, kleine Skala vorgesehen, die eine Teilung von 0 bis 200 trägt und die zur feineren Ablesung dient. Sie zieht die Wellenbänder der Hauptskala auf etwa den zehnfach vergrößerten Wert auseinander, so daß auch bei überfüllten Bändern das leichte Wiederfinden eines einmal aufgefundenen Senders möglich ist. Ein Abstimmknopf mit zwei Einstellgeschwindigkeiten (1 : 10 und 1 : 50) erleichtert die Bedienung.

In allen Kreisen, die mit Abgleichkondensatoren versehen sind, also in den Hochfrequenzkreisen, dem Überlagererkreis und in den Zwischenfrequenzbandfiltern, die mit Luftspulen aufgebaut sind, werden kleine Luftkondensatoren verwendet, die gegenüber den Quetschkondensatoren den Vorzug größerer zeitlicher Konstanz haben. Für die Umschaltung auf Schallplattenwiedergabe bzw. Mikrophonbesprechung mittels eines Kristallmikrophons ist ein getrennter Schalter neben dem Wellenbereichschalter vorgesehen; dieser Schalter dient in anderen Stellungen gleichzeitig zur Umschaltung von hoher auf geringe Bandbreite und in einer vierten Stellung zur Einschaltung des Zwischenfrequenz-Überlagerers bei Telegraphieempfang. Neben diesem kombinierten Schalter, der in der Stellung für hohe Wiedergabegüte zwei Zwischenfrequenzstufen umgeht und nur die dritte einschaltet, dem Wellenschalter und dem Zweigang-Abstimmknopf sind noch Bedienungsgriffe für die Lautstärkeregelung, für die Regelung des Dynamikentzerrers und je einer für die Einstellung der Baßverstärkung und der Anhebung der hohen Frequenzen vorhanden. Die Regler sind mit Skalen versehen, so daß die einmal gefundene und notierte Einstellung stets wieder herbeigeführt werden kann. Durch die Verwendung einer scharf abgestimmten Verstärkerstufe mit nachfolgendem Gleichrichter zur Erzeugung der Regelspannung für den Schwundausgleich und Verwendung der kleinen Braunschen Röhre zur Abstimmanzeige wird die Abstimmbarkeit auf die Trägerfrequenz erleichtert, da hier eine wirklich scharfe Abstimmung sich ergibt, die nicht wie bei breiten Bandfilterkurven zweideutig ist. Für den Kopfhörerempfang sind Anschlüsse vorhanden, die beim Einstöpseln des Kopfhörersteckers selbsttätig den Lautsprecher abschalten.

Der Empfängerteil ist in einen Metallkasten eingebaut, der 53 cm lang, 33 cm tief und etwa 23 cm hoch ist und etwa 23 kg wiegt. Der Netzteil zusammen mit dem Kraftverstärker hat die Abmessungen: 35 cm lang, 13 cm tief, 19 cm hoch und ein Gewicht von rd. 13,5 kg, der Lautsprecher mit 45 cm Durchmesser wiegt 32 kg.

Interessant ist der Preis eines solchen Empfängers; man muß dabei berücksichtigen, daß letzterer normal unter Umgehung des Handels — das ist in den Vereinigten Staaten mangels einer Marktordnung noch möglich — direkt an den Verbraucher geliefert wird. Das Gerät, also der Empfängerteil, der Kraftverstärker mit Netzteil und der Einbaulautsprecher (also ohne Gehäuse!) kostet 438.— $ einschließlich Röhren, das sind nach dem heutigen Dollarkurs umgerechnet rund 1090.— RM. Ein „Einbaugehäuse", bei dem der Metall-Empfängerkasten auf den für Verstärker, Netzteil und Lautsprecher bestimmten frei aufgestellt ist, kostet 40.— $, also rund 100.— RM, während für ein wirkliches Einbaugehäuse, das auch den Empfängerteil mit einbezieht, etwa 60.— $, also rund 150.— RM bezahlt werden müssen. Sollen für die gute Wiedergabe auch der höchsten Töne, die ja von dem gewaltigen Membrandurchmesser des Hauptlautsprechers infolge der großen Masse natürlich vernachlässigt werden müssen, noch zwei Hochtonlautsprecher („Tweeter") eingebaut werden, so werden für diese zusammen 32.— $, also etwa 80.— RM berechnet; ein Transformator, der es gestattet, den gesamten „Masterpiece V" mit einer von 110 V abweichenden Spannung zu betreiben, wird für die rund 200 Watt betragende Leistung mit 18.— $ (ca. 45.— RM) extra berechnet, so daß man für einen vollständigen, eingebauten Empfän-

ger mit Umschaltmöglichkeit auf eine andere Netzspannung und Hochtonlautsprechern, aber ohne Plattenspieler, auf einen Preis von 1465.— RM (abgerundet) kommt.

Diese Preiszusammenstellung ist hier mit voller Absicht so ausführlich gegeben worden, um zu belegen, daß man auch „drüben" für gute Sachen durchaus gute Preise nimmt. Abgesehen davon also, daß die Röhren viel billiger sind als in Deutschland, muß man feststellen, daß selbst bei der völligen Ausschaltung des Zwischenhandels die sich bei dieser Kalkulationsweise ergebenden Preise nicht so erheblich unter den deutschen Preisen liegen, wie man das vielfach anzunehmen geneigt ist.

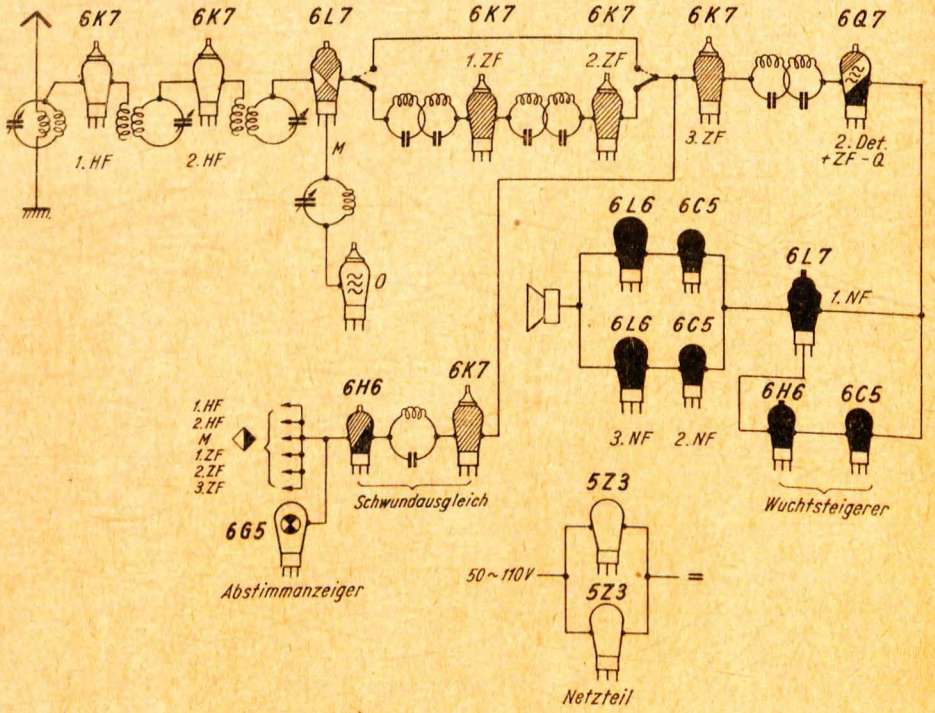
Eine Würdigung der technischen Einzelheiten des Empfängers beweist im übrigen, daß die amerikanische Empfängertechnik der deutschen durchaus nicht überlegen ist; ihr Vorteil liegt eben allein darin, daß sie nicht in gleichem Maße dem Zwang zur sparsamen Röhrenverwendung unterliegt wie die deutsche Technik. Die zwei Vorstufen für die Erzielung der erforderlichen Spiegelfrequenzsicherheit bedeuten einen nicht unerheblichen Aufwand, wenn man bedenkt, daß es bei einem deutschen Exportempfänger, der vorwiegend für den Kurzwellenempfang bestimmt ist, möglich war, eine praktisch gleichwertige Sicherheit gegen Spiegelfrequenzstörungen mit nur einer Vorstufe zu erreichen. Die Verwendung von drei Zwischenfrequenzstufen bedeutet ebenfalls einen erheblichen Luxus, wenn man berücksichtigt, daß bei dem eben erwähnten deutschen Empfänger trotz Verwendung der sehr hohen Zwischenfrequenz von 1650 kHz (gegenüber etwa 465 kHz bei den Amerikanern) nur zwei Stufen völlig ausreichend sind. Die Verwendung eines Endverstärkers mit 30 Watt Sprechleistung erscheint selbst bei Einbau eines Dynamik-Entzerrers übertrieben, wenn man in Rechnung stellt, daß man erfahrungsgemäß mit den modernen deutschen Spitzengeräten bei rund 10 Watt größter Sprechleistung auch sehr große Wohnräume, ja selbst kleine Säle versorgen kann. Gewiß, bei Anwendung einer Dynamikentzerrung, die bei dem „Masterpiece V" bis zu 20 Decibel, also in einem Leistungsbereich von 1 zu 100 „aufgedreht" werden kann, braucht man schon eine große Spitzenreserve, wenn man den niedrigsten Pegel so hoch festsetzt, daß das Grundrauschen nicht stört. Der Einbau von Dynamikentzerrern ist im übrigen eine heute noch recht umstrittene Sache, da der Wuchtsteigerer nur dann wirklich seinen Zweck erfüllt, wenn sendeseitig ebenfalls selbsttätig geregelt wird, wenn die Zeitkonstanten der Regelung am Sender und am Empfänger übereinstimmen und wenn endlich die Dynamikausweitung am Empfänger genau so groß ist, wie die Dynamikzusammendrückung am Sender. Natürlich können wir in Deutschland auch Dynamikentzerrer bauen, doch ist die durch ihren Einbau in Industrieempfänger erreichbare Empfangsverbesserung noch sehr problematisch, und daher erscheint vorläufig eine Verteuerung hierdurch als nicht gerechtfertigt.

Die Verwendung einer Fünfpolröhre und einer zusätzlichen Gleichrichterröhre für die Erzeugung der Schwundregelspannung und ihre Verstärkung ist ein sehr bequemes Mittel zur Erreichung einer guten Regelkurve, aber auch ein recht teures. Man kann bei geschickter Ausnutzung aller Möglichkeiten mit weit geringerem Aufwand den gleichen Erfolg erzielen. Auch in Deutschland werden wir in den Empfängern bald statt der bisher verwendeten Abstimminstrumente oder der Glimmröhren die neuen Miniatur-Elektronenstrahlröhren finden. Einen getrennten Überlagerer für den Telegraphieempfang, wie er in den amerikanischen Allwellen-Empfängern allgemein üblich ist, finden wir in deutschen Geräten nicht, weil hier das Interesse am Telegraphieempfang sich auf die Kurzwellenamateure beschränkt, die auch aus anderen Gründen sich ihre Geräte selbst bauen.

Es ist nicht zu bezweifeln, daß ein Spitzenempfänger wie der beschriebene praktisch allen Anforderungen an Lautstärke, Wiedergabegüte und Empfindlichkeit sowie Trennschärfe, wo es auf diese ankommt, gerecht wird, und daß seine in den Werbeblättern gerühmte Mitverwendbarkeit als Übertragungsanlage bestechend ist. Ebensowenig aber kann man bezweifeln, daß auch die deutsche Industrie ohne Schwierigkeiten in der Lage wäre, ein gleichwertiges Gerät für einen ähnlichen Preis auf den Markt zu bringen, wenn nur die Absatzmöglichkeiten vorhanden wären. Wie außerordentlich hoch die mit deutschen Spitzenempfängern erzielbare Tonschönheit ist, bewies ein deutscher Empfängertyp mit drei Lautsprechern, entsprechend aufgebautem Hochfrequenzteil und großer Niederfrequenzendstufe, der zur Rundfunkausstellung 1936 erschien; wie groß die mit hochwertigen Empfängern auch viel niedrigeren Preises erzielbaren Trennschärfen und Empfindlichkeiten bei vier bis sechs gezählten Röhren werden können, weiß jeder, der die neueren deutschen Groß- und Luxus-Superhets kennt. Daß wir auch in der Lage sind, durchaus leistungsfähige Empfänger für Kurzwellen und Ultrakurzwellen zu bauen, ist gleichfalls bekannt. Die Stärke der deutschen Empfängertechnik liegt in der weitgehenden Ausnutzung der durch Verwendung hochwertiger Bauteile gegebenen Möglichkeiten, die die Konstruktion höchstwertiger Geräte auch mit einem noch tragbaren Aufwand erlaubt. Dazu will es scheinen, als ob infolge engerer Zusammenarbeit der Röhrenfachleute mit den Geräteentwicklern in Deutschland eine Höherzüchtung der Leistungsfähigkeit sowohl, als auch die Erreichung hoher Betriebssicherheit erzielt werden kann.

Rolf Wigand

Zeichnung vom Verfasser



Übersichts-Schaltung eines amerikanischen Großempfängers

Dauermagnete für die Rundfunktechnik

Von

Dipl.-Ing. F. W. Gundlach

Durch den modernen permanentdynamischen Lautsprecher ist das Interesse am permanenten Magneten stark gestiegen und es rechtfertigt sich, die hier vorliegenden Verhältnisse einmal dem Verständnis näherzubringen. Dabei haben wir aber einen der Fälle vor uns, in denen ein Verständlichmachen nicht ohne einen gewissen Aufwand von Formeln möglich ist. Diese sind aber so einfacher Natur, daß sich niemand dadurch vom Lesen dieses Aufsatzes zurückhalten lassen sollte. Der Aufsatz behandelt das gleiche Thema, wie der in Heft 4 des „Funk", er tut das aber von einer höheren Warte aus und in größerem Umfang, so daß unsere Leser trotz der kürzlichen Erörterung des Themas die Veröffentlichung begrüßen dürften.

Dauermagnete (permanente Magnete) lassen sich mit Erfolg überall dort anwenden, wo ein gleichbleibendes magnetisches Feld erforderlich ist. Vor elektrisch erregten Magneten haben die Dauermagnete den Vorzug einer größeren Konstanz und den Vorzug des fehlenden Leistungsverbrauches; denn die elektrisch erregten Magnete nehmen stets infolge des Ohmschen Widerstandes der Spulen eine elektrische Leistung auf, die in völlig zweckloser Weise in Wärme umgesetzt wird; außerdem macht sich bei den elektrisch erregten Magneten jede Änderung des Magnetisierungsstromes auch bei dem gelieferten magnetischen Fluß bemerkbar.

Auf dem Gebiete der Rundfunktechnik finden Dauermagnete an vielen Stellen Verwendung. Als wichtigste Geräte sind zu nennen: die elektromagnetischen und elektrodynamischen Lautsprecher, die Kopfhörer, die elektromagnetischen und elektrodynamischen Tonabnehmer, die elektrodynamischen Mikrophone (in der Hauptsache das Bändchenmikrophon) und schließlich die Drehspulmeßinstrumente, die ja auch in der Rundfunktechnik eine ganz hervorragende Bedeutung haben. Auch die Fernsprech- und Telegraphentechnik hat noch eine Reihe von Sonderanwendungen für die Dauermagnete; es sei hier nur an die Kurbelinduktoren und die polarisierten Relais erinnert.

Da die Rundfunkbastler sich heute an den Selbstbau vieler der soeben aufgezählten Geräte heranwagen, ist es nützlich, einmal die grundsätzlichen Arbeitsbedingungen für Dauermagnete zusammenzufassen, um auf diese Weise die Bastler vor vielen möglichen Mißerfolgen zu bewahren.

1. Die physikalischen Grundlagen

Der magnetische Zustand an jeder einzelnen Stelle eines Raumes (gleichgültig ob sich dort ein Stoff, wie z. B. Eisen oder Luft, befindet, oder ob es sich um ein Vakuum handelt) wird gekennzeichnet durch die „magnetische Induktion $\mathfrak{B}$". Die Maßeinheit für die magnetische Induktion ist das „Gauß"; wie die Größe dieser Einheit festgesetzt ist, möge an dieser Stelle übergangen werden. Die magnetische Induktion hat im übrigen nicht nur eine bestimmte Größe, sondern auch noch eine bestimmte Richtung; denn es ist ja bekannt, daß man jeden Stoff je nach Wunsch in verschiedenen Richtungen magnetisieren kann.

Wenn irgendwo ein magnetischer Zustand, gekennzeichnet durch die magnetische Induktion, auftritt, so muß er irgendwie verursacht sein. Die Ursache für die magnetische Induktion ist die sogenannte „magnetische Feldstärke $\mathfrak{H}$"; die Einheit für die magnetische Feldstärke ist das „Oerstedt (Oe)". Eine magnetische Feldstärke kann durch einen elektrischen Strom erzeugt werden. Als Beispiel hierfür ist in Abb. 1 in der linken oberen Hälfte ein Ring dargestellt, der (nach Art der bekannten Ringspulen) völlig gleichmäßig mit Draht bewickelt sein möge; der Draht werde von einem Gleichstrom i durchflossen. Es bildet sich dann im Innern des Ringes ein magnetischer Zustand aus, den wir durch $\mathfrak{H}$ und $\mathfrak{B}$ darstellen können. Die Richtung der magnetischen Feldstärke $\mathfrak{H}$ (und ebenso der magnetischen Induktion $\mathfrak{B}$) ist dabei stets parallel zu den Kanten des Ringes. Würde man also auf einer Linie stets in Richtung der magnetischen Induktion durch den Ring fortlaufen, so würde diese Linie einen geschlossenen Kreis darstellen. Diese Linien, die stets in Richtung der magnetischen Induktion verlaufen, nennt man „magnetische Feldlinien"; ein allgemeiner Satz der Elektrotechnik besagt, daß die Feldlinien stets in sich geschlossene Kurvenzüge darstellen müssen; für den Sonderfall des Kreisringes stellen die Feldlinien Kreise dar.

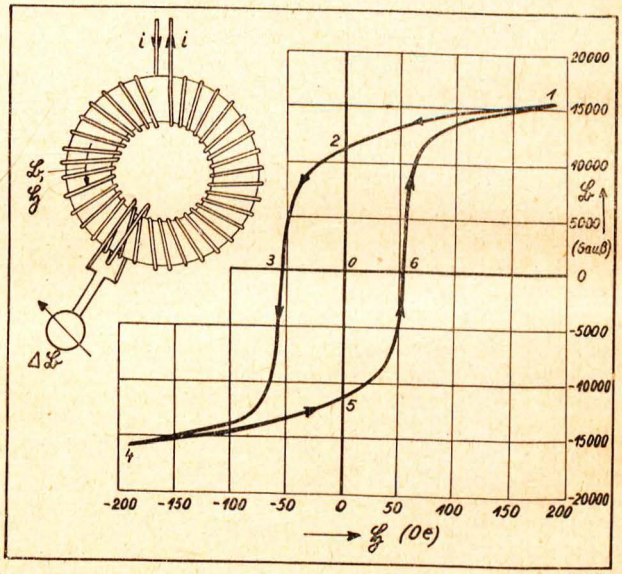


Abb. 1. Magnetischer Kreisring und Hysteresisschleife

Wie läßt sich nun für den Sonderfall des in Abb. 1 dargestellten Kreisringes die magnetische Feldstärke $\mathfrak{H}$ aus dem Strom i ermitteln? Hier besagt ein wichtiger Satz der Elektrotechnik folgendes: Durchläuft man eine Feldlinie einmal vollständig ringsherum und multipliziert man die längs dieser Feldlinie vorhandene Feldstärke mit der Länge der durchlaufenen Feldlinie, so ist das erhaltene Produkt (abgesehen von einem Zahlenfaktor) gleich der Summe sämtlicher durch die von der Feldlinie umfaßte Fläche hindurchtretenden Ströme. Für den Fall des Kreisringes heißt dies folgendes: Die von einer Feldlinie umfaßte Fläche ist eine Kreisfläche; durch diese Fläche tritt der Strom so oft hindurch, als Drahtwindungen auf dem Ring vorhanden sind; die Länge der Feldlinie ist etwa gleich der mittleren Länge des Ringwulstes. Demnach ist das Produkt aus Feldstärke und mittlerer Ringlänge gleich dem Produkt aus Stromstärke, Windungszahl und einem Zahlenfaktor, der die Größe 1,25 hat, wenn man die Stromstärke in Ampere, die Feldstärke in Oerstedt und die Ringlänge in Zentimetern mißt. Mithin gilt für die magnetische Feldstärke im Kreisring:

$$\text{Feldstärke} = 1{,}25 \cdot \frac{\text{Stromstärke} \cdot \text{Windungszahl}}{\text{Länge}}.$$

Es läßt sich also für den Kreisring die Feldstärke leicht aus der Stromstärke und den räumlichen Abmessungen berechnen.

Die magnetische Feldstärke ruft ihrerseits die magnetische Induktion hervor. Eine wie große magnetische Induktion bei einer bestimmten Feldstärke auftritt, ist abhängig von dem Werkstoff, in dem sich die Induktion ausbildet.

Von grundlegender Bedeutung ist dabei folgendes: Die magntische Induktion hat stets den gleichen Richtungssinn wie die magnetische Feldstärke. Für den luftleeren Raum, aber praktisch auch für Luft und sehr viele andere Stoffe, ist der Zusammenhang zwischen Induktion und Feldstärke derart, daß die Induktion in Gauß zahlenmäßig unmittelbar gleich der Feldstärke in Oerstedt ist. Wäre also der Kreisring nach Abb. 1 beispielsweise aus Holz, so wäre die Induktion unmittelbar gleich der oben errechneten Feldstärke.

Bei allen eisenhaltigen Werkstoffen werden dagegen die Zusammenhänge zwischen Feldstärke und Induktion sehr verwickelt; die Größe der Induktion hängt dann nicht mehr eindeutig von der Feldstärke ab, sondern es spielt dabei auch noch die magnetische Vorbehandlung eine große Rolle. Zur Ermittlung der Zusammenhänge ist man stets auf Versuche angewiesen. Für einen Kreisring läßt sich die Feldstärke ja stets leicht aus der Stromstärke berechnen; die magnetische Induktion kann man nach besonderen Verfahren messen; es ist dies in Abb. 1 links durch das Meßinstrument $\Delta\mathfrak{B}$ und eine kleine über den Ring gewickelte Hilfsspule angedeutet; auf das Verfahren selbst soll jedoch in diesem Zusammenhange nicht näher eingegangen werden. Das Ergebnis solcher Messungen, nämlich den Zusammenhang zwischen Feldstärke und Induktion, zeigt für das Beispiel eines gehärteten Kohlenstoffstahls die Abb. 1. Die Messung ist begonnen beim Punkt 1, d. h. bei starker Magnetisierung, gekennzeichnet durch einen großen Wert von $\mathfrak{B}$ und einen großen Wert von $\mathfrak{H}$. Setzt man nun durch Schwächen des Magnetisierungsstromes die Feldstärke $\mathfrak{H}$ bis auf Null herab, so kommt man zum Punkt 2; hier ist trotz fehlender Feldstärke noch eine beträchtliche Induktion vorhanden, d. h. der Stahl hat seinen magnetischen Zustand zu einem großen Teil behalten. Die Größe der zurückbleibenden Induktion, im Diagramm dargestellt durch die Strecke von 0 bis 2, nennt man „Remanenz". Steigert man jetzt die Feldstärke in der entgegengesetzten Richtung durch Umpolen des Magnetisierungsstromes, so sinkt die Induktion weiter ab, um schließlich am Punkt 3 den Wert Null zu erreichen. Diejenige Feldstärke, die die Induktion zum Verschwinden bringt (dargestellt durch die Strecke von 0 bis 3) heißt „Koerzitivkraft". Steigert man jetzt die Feldstärke über die Koerzitivkraft hinaus weiter, so dreht nun auch die Induktion ihre Richtung um und steigt recht schnell an. Läßt man nach Erreichen eines hohen Wertes (Punkt 4) die Feldstärke wieder absinken und schließlich wieder ihre Richtung umkehren, so ergibt sich der Kurvenzug 4—5—6—1, der in seiner Art dem Kurvenzug 1—2—3—4 völlig gleicht. Wenn man also den Werkstoff einmal vollständig ummagnetisiert, so entsteht im Diagramm eine geschlossene Schleife; man bezeichnet sie als „Hysterisisschleife".

Für die Anwendung einer bestimmten Eisensorte zu Dauermagneten interessiert von der Hysterisisschleife des betreffenden Eisens nur der Teil zwischen Remanenz und Koerzitivkraft, also das Kurvenstück zwischen 2 und 3 in Abb. 1. Man bezeichnet dieses Kurvenstück als „Entmagnetisierungskurve" und stellt zur Kennzeichnung von Werkstoffen für Dauermagnete nur dies Kurvenstück dar. Interessant ist dabei, daß hier die Induktion ein positives, die Feldstärke ein negatives Vorzeichen hat. Physikalisch heißt dies: bei Dauermagneten sind im Magnetstahl Feldstärke und Induktion genau einander entgegengesetzt gerichtet.

An Hand der Abb. 2 möge nun der Fall des Dauermagneten eingehender betrachtet werden. Für die technische Verwendung hat ein Dauermagnet immer nur dann Sinn, wenn er einen Luftspalt besitzt; denn man benötigt für alle technischen Anwendungen immer eine bestimmte magnetische Induktion in einem Luftspalt; der vorhandene Eisenkreis ist immer nur Mittel zum Zweck, um eine bestimmte Induktion in einem Luftspalt zu erzielen. In Abb. 2 ist links ein Ring aus Magnetstahl mit einem Luftspalt dargestellt. Die magnetischen Feldlinien, die gestrichelt eingezeichnet sind, haben innerhalb des Ringes ungefähr Kreisform, während sie im Luftspalt weiter ausbauchen (diese Darstellung gilt allerdings nur für Ringe mit sehr kleinem Luftspalt). Infolge des Ausbauchens der Feldlinien muß man als wirksamen mittleren Querschnitt des Luftspaltes q_L einen anderen Wert ansetzen als für den Querschnitt des Magnetstahlringes q_E. Die mittlere Länge des Luftspaltes sei l_L und die mittlere Länge des Stahlringes l_E. Entsprechend dem schon oben ausgesprochenen Satz müssen

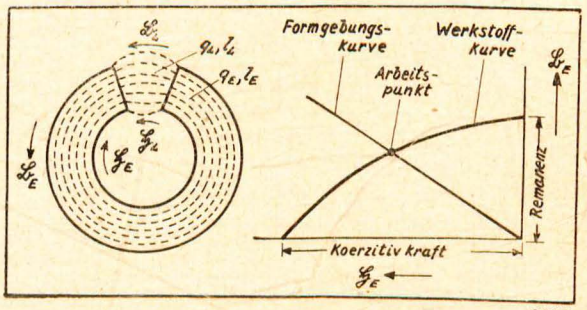


Abb. 2. Magnetring mit Luftspalt und Werkstoffkurve

auch hier die Feldlinien geschlossene Kurvenzüge sein; es müssen deshalb auch die mittlere Induktion im Eisen $\mathfrak{B}_E$ und die mittlere Induktion $\mathfrak{B}_L$ im Luftspalt im Verhältnis zu den Feldlinien in dieselbe Richtung fallen. Bezüglich der Größe der Induktionen besagt ein wichtiger Satz der Elektrotechnik folgendes: Breiten sich die Feldlinien auf einen größeren Querschnitt aus, so wird an dieser Stelle die Induktion um so viel kleiner, als der Querschnitt größer wird. Oder anders ausgedrückt: Das Produkt aus Induktion und dem von den Feldlinien durchsetzten Querschnitt muß konstant bleiben. Hieraus folgt unmittelbar die Beziehung:

$$\mathfrak{B}_E \cdot q_E = \mathfrak{B}_L \cdot q_L \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Da der Luftspaltquerschnitt q_L größer ist als der Eisenquerschnitt q_E, ist also die Luftspaltinduktion $\mathfrak{B}_L$ kleiner als die Eiseninduktion $\mathfrak{B}_E$. Bezüglich der Feldstärken ist folgendes festzustellen: Im Luftspalt ist die Feldstärke $\mathfrak{H}_L$ der Induktion $\mathfrak{B}_L$ gleichgerichtet, im Eisen ist die Feldstärke $\mathfrak{H}_E$ der Induktion $\mathfrak{B}_E$ entgegengesetzt gerichtet. Läuft man längs einer Feldlinie einmal ganz herum, so werden hier bei dem Falle des Dauermagneten überhaupt keine Ströme umfaßt, die die von der Feldlinie umrandete Fläche durchsetzen. Aus diesem Grunde ist der bereits oben genannte Satz über die Größen der Feldstärken hier derart abzuwandeln, daß die Summe des Produktes aus Eisenlänge und Eisenfeldstärke und des Produktes aus Luftspaltlänge und Luftspaltfeldstärke Null ergibt. Da im Verhältnis zur Richtung der Feldlinie die Feldstärken $\mathfrak{H}_E$ und $\mathfrak{H}_L$ verschiedene Richtung haben, ergibt sich daraus:

$$\mathfrak{H}_E \cdot l_E = \mathfrak{H}_L \cdot l_L \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Bezüglich des Zusammenhanges zwischen Feldstärke und Induktion ergibt sich für den Luftspalt auf Grund der schon oben dargestellten Beziehungen:

$$\mathfrak{B}_L = \mathfrak{H}_L \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Für das Eisen ergibt sich der Zusammenhang zwischen $\mathfrak{H}_E$ und $\mathfrak{B}_E$ aus der Entmagnetisierungskurve des betreffenden Werkstoffes, wie sie in Abb. 2 rechts dargestellt ist (als „Werkstoffkurve" bezeichnet).

Auf Grund dieser Beziehungen lassen sich die Verhältnisse beim Dauermagneten leicht überschauen. Entfernt man aus den Gleichungen (1), (2) und (3) die Größen $\mathfrak{B}_L$ und $\mathfrak{H}_L$, so ergibt sich die Beziehung:

$$\mathfrak{B}_E = \frac{q_L}{q_E} \cdot \frac{l_E}{l_L} \mathfrak{H}_E \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

Diese Gleichung, die kurvenmäßig eine gerade Linie darstellt (in Abb. 2 rechts als „Formgebungskurve" bezeich-

net), stellt den zweiten Zusammenhang zwischen $\mathfrak{B}_E$ und $\mathfrak{H}_E$ dar. Somit ist durch den Schnittpunkt vom Werkstoffkurve und Formgebungskurve der Arbeitspunkt bestimmt (Abb. 2 rechts), auf den sich Feldstärke und Induktion im Eisen einstellen müssen. Durch Benutzung der Gleichung (1) ist dann auch sofort die Luftspaltinduktion zu ermitteln. Wie sich aus Gleichung (4) übersehen läßt, liegt die Formgebungskurve um so flacher, je größer die Luftspaltlänge l_L gegenüber der Eisenkreislänge l_E wird; eine flacher liegende Formgebungskurve hat aber einen Arbeitspunkt zur Folge, der eine niedrigere Eiseninduktion und mithin auch (bei ungeänderten Querschnittsverhältnissen) eine niedrigere Luftspaltinduktion bedingt.

Eine Multiplikation der Gleichungen (1) und (2) ergibt:

$$\mathfrak{B}_E \mathfrak{H}_E q_E l_E = \mathfrak{B}_L \mathfrak{H}_L q_L l_L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Die Produkte aus Länge und Querschnitt für Eisen und Luftspalt stellen aber nichts anderes als das Volumen des Eisens v_E und das Volumen des Luftspaltes v_L dar; es ergibt sich dann unter Mitbenutzung der Gleichung (3):

$$\mathfrak{B}_E \mathfrak{H}_E v_E = \mathfrak{B}_L^2 v_L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Physikalisch betrachtet stellt die rechte Seite dieser Gleichung die gesamte magnetische Energie im Luftspalt dar, während durch die linke Seite die gesamte magnetische Energie im Eisen dargestellt ist. Denn es läßt sich physikalisch zeigen, daß das Produkt $\mathfrak{B} \cdot \mathfrak{H}$ ein Maß für die in der Volumeneinheit eines Materials vorhandene

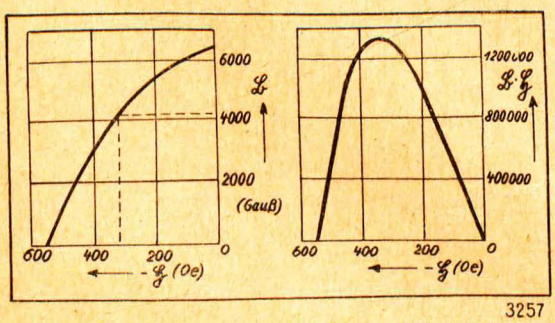


Abb. 3. Entmagnetisierungskurve und Kennlinie der magnetischen Energie

magnetische Energie ist. Man kann also eine um so höhere Induktion $\mathfrak{B}_L$ im Luftspalt erhalten, je höher die im Magnetstahl vorhandene magnetische Energie ist; die Größe dieser Energie im Magnetstahl ist nicht nur vom Werkstoff, sondern auch von der Lage des Arbeitspunktes abhängig. In Abb. 3 ist links die Entmagnetisierungskurve für einen bestimmten Werkstoff (Oerstit 500, vgl. unten) dargestellt; aus dieser Kurve ist für jeden Arbeitspunkt das Produkt $\mathfrak{B} \cdot \mathfrak{H}$ errechnet und über der Feldstärke $\mathfrak{H}$ aufgetragen (rechtes Diagramm in Abb. 3). Man erkennt aus dieser Kurve, daß es für einen bestimmten Arbeitspunkt (d. h. für ein bestimmtes $\mathfrak{H}$) ein Maximum der magnetischen Energie gibt, die vom Magnetstahl an den Luftspalt übertragen wird.

Das grundsätzliche Problem für die Anwendung von Dauermagneten ist somit folgendes: Die technische Anwendungsform schreibt einen Luftspalt von bestimmten Abmessungen vor und verlangt für diesen Luftspalt eine bestimmte Induktion. Aus Luftspaltgröße und -induktion ergibt sich sofort die gesamte erforderliche Luftspaltenergie. Verwendet man zur Erzeugung dieser magnetischen Energie einen Werkstoff von einem bekannten höchstmöglichen spezifischen Produkt $\mathfrak{B} \cdot \mathfrak{H}$, so ergibt sich daraus das aufzuwendende Werkstoffvolumen. Schließlich sind dann noch die Verhältnisse von Magnetstahlquerschnitt zu Luftquerschnitt und von Magnetstahllänge zu Luftspaltlänge derart zu wählen, daß einerseits die gewünschte Induktion im Luftspalt erreicht wird und daß andererseits ein solcher Arbeitspunkt für das Magnetmaterial erreicht wird, daß die vorausgesetzte höchstmögliche Energieabgabe auch tatsächlich erfolgen kann.

Die ursprünglich nur für den Ringmagneten abgeleiteten Verhältnisse gelten grundsätzlich auch für alle anders gestalteten magnetischen Kreise.

2. Die Werkstoffe für Dauermagnete

Wie aus den bisherigen Ausführungen hervorgeht, ist also die Frage der Dauermagnete in der Hauptsache eine Werkstoffrage. Denn nur wenn der Werkstoff einen genügend hohen magnetischen Energiegehalt besitzt, läßt sich sein Volumen derart niedrig halten, daß die Anwendung von Dauermagneten technisch als sinnvoll erscheint. Denn ein allzu großes Magnetstahlvolumen erhöht den Raumbedarf, das Gewicht und den Preis der Geräte unter Umständen derart, daß die Anwendung von elektrisch erregten Magneten günstiger wird.

In den letzten zehn Jahren sind nun durch Entwicklung besonderer Legierungen und besonderer Härtungsverfahren Magnetstähle von einer Güte entwickelt worden, die man in früherer Zeit überhaupt für unmöglich gehalten hätte. Die Entwicklung ging von den alten Kohlenstoffstählen über die Chromstähle, die Wolframstähle und die Kobaltstähle zu den modernen Aluminium-Nickel-Stählen. In Abb. 4 sind die Entmagnetisierungskurven einer Reihe solcher Stähle angegeben; aus den angegebenen Bezeichnungen sind auch die Arten der Legierungen zu erkennen. Man sieht, daß die modernen Stähle ganz außerordentlich hohe Koerzitivkräfte erreichen, ohne daß dabei die Remanenz übermäßig stark absinkt. Daraus ist schon unmittelbar zu erkennen, daß der Energiegehalt dieser Stähle ganz erheblich größer sein muß. Um dies noch deutlicher zu machen, seien die größtmöglichen Produkte $\mathfrak{B} \cdot \mathfrak{H}$, die sich nach den Kurven ergeben, zusammengestellt:

Stahlart	$(\mathfrak{B} \cdot \mathfrak{H})$ max.
W-Magnetstahl	350 000
15 %-Co-Magnetstahl	650 000
36 %-Co-Magnetstahl	950 000
Oe 500 (Al-Ni)	1 250 000
Oe 700 (Al-Ni-Co)	1 400 000
Oe 800 (Co-Ti)	1 600 000
Oe 900 (Co-Ti)	1 800 000

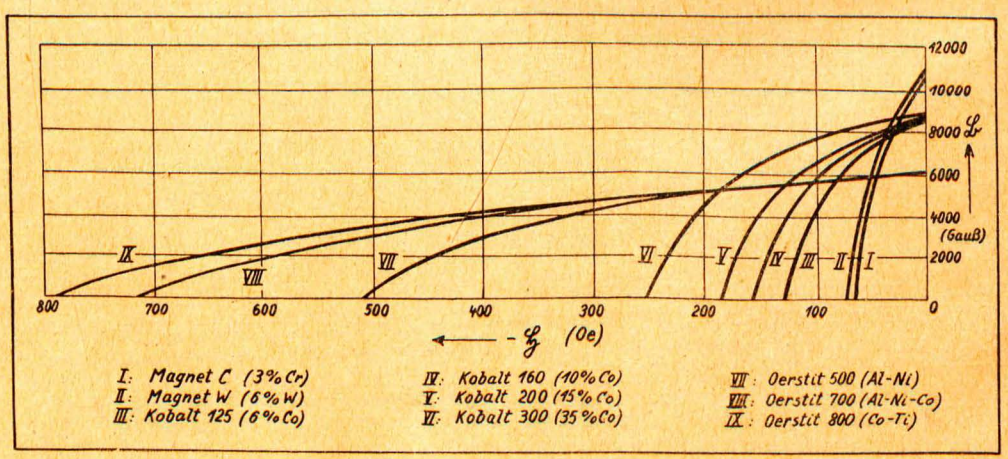


Abb. 4. Entmagnetisierungskurve moderner Stähle

Ganz besondere Bedeutung kommt dabei den modernen Aluminium-Nickel- und den Kobalt-Titan-Legierungen zu, die unter dem Namen Oerstit (Oe) im Handel sind. Diese Legierungen haben die älteren Kobaltlegierungen schon fast völlig verdrängt. Lediglich die Wolframstähle haben infolge ihres erheblich geringeren Preises noch gewisse Bedeutung.

Wie aus Abb. 4 hervorgeht, verlaufen die Entmagnetisierungskurven der modernen Stähle sehr flach. Aus diesem Grunde ergeben sich auch für flach liegende Formgebungskurven (vgl. Abb. 2) noch Arbeitspunkte, die einer hohen Induktion im Eisen entsprechen. Aus diesem Grunde ergeben sich mit den modernen Stählen Dauermagnete, bei denen die Magnetstahllänge nicht mehr um mehrere Größenordnungen die Luftspaltlänge zu übertreffen braucht. Deshalb erhalten auch die mit den modernen Stahlsorten aufgebauten Dauermagnete ein grundsätzlich anderes Aussehen als die alten Wolframstahlmagnete.

Mit den hochwertigen magnetischen Eigenschaften geht eine hohe mechanische Härte Hand in Hand. Die modernen Oerstitstähle werden durch Gießen verformt; nach dem Gießen ist nur noch ein Nachschleifen möglich. Deshalb besitzen die Stähle zur Befestigung nur roh gegossene Löcher; Gewinde oder ähnliches ist bei den Stählen unmöglich im Gegensatz zu den alten Wolframstählen, wo ein Einschneiden von Gewinde vor der Härtung leicht durchführbar ist.

3. Die Streuung

Die bisherigen Betrachtungen gingen von der im Luftspalt erforderlichen magnetischen Energie aus, aus der dann nach Kenntnis des spezifischen magnetischen Energieinhaltes des Werkstoffes das erforderliche Werkstoffvolumen ermittelt wurde. Dieser Ansatz macht aber die stillschweigende Voraussetzung, daß es in der Tat gelingt, die ganze vom Magnetstahl abgegebene magnetische Energie in den Luftspalt hineinzubekommen, ohne daß ein Teil der Energie etwa an anderer Stelle verlorengeht. Mit anderen Worten heißt dies: es war vorausgesetzt, daß sämtliche aus dem Magnetstahl austretenden Feldlinien wirklich durch den Luftspalt hindurchgehen. Die praktische Erfahrung lehrt nun, daß ein gewisser Teil der magnetischen Feldlinien andere Wege geht; man bezeichnet diese Erscheinung als „Streuung". Bei einem einfachen Ring aus Magnetstahl, der nur einen sehr kleinen Luftspalt enthält, ist die Streuung auch noch recht gering. Bei den in der Praxis üblichen Magnetsystemen dagegen, die ja außer dem eigentlichen Magnetmaterial meist auch noch Teile aus Weicheisen enthalten, ist die Streuung dagegen sehr erheblich.

Um von dem Einfluß der Streuung ein anschauliches Bild zu geben, mögen einige Meßergebnisse an dem in Abb. 5 dargestellten Magnetsystem wiedergegeben werden. Es handelt sich dabei stets um das gleiche Magnetsystem mit einem verhältnismäßig kleinen Luftspalt; die Zusammensetzung des Magnetsystems aus Magnetstahl- und Weicheisenstücken ist in den drei dargestellten Fällen verschieden. Im Falle a ist der ganze U-förmige Teil aus Magnetstahl; nur die am Luftspalt sitzenden Polschuhe sind aus Weicheisen; es hat sich für diesen Fall ergeben, daß nur etwa 20 bis 30 % der gesamten, vom Magnetstahl ausgehenden Energie durch den Luftspalt gehen. Dies liegt daran, daß zwischen den Schenkeln des Magnetstahlstückes und auch seitlich zwischen den Polschuhen sehr viele streuende Feldlinien übergehen. Im Falle b ist nur der untere Teil des Magnetsystems aus Magnetstahl; alle übrigen Teile sind aus Weicheisen; für diesen Fall ergibt sich eine Energieausnutzung von 30 bis 50 %. Der Grund für die höhere Energieausbeute ist in der Tatsache zu suchen, daß zwischen den Weicheisenschenkeln weniger Streulinien übergehen können, als zwischen Schenkeln aus Magnetstahl; denn das Weicheisen hat, bildlich gesprochen, das Bestreben, die Feldlinien in sich festzuhalten. Im Falle c endlich sind nur die Teile unmittelbar neben dem Luftspalt aus Magnetstahl; alles übrige ist aus Weicheisen.

Für diesen Fall ergibt sich eine Energieausnutzung von 60 bis 80 %; es läßt sich zeigen, daß bei dieser Anordnung die überhaupt größtmögliche Energieausnutzung für das vorgegebene System vorhanden ist (es können nämlich zwischen den Weicheisenschenkeln praktisch überhaupt keine Feldlinien übertreten).

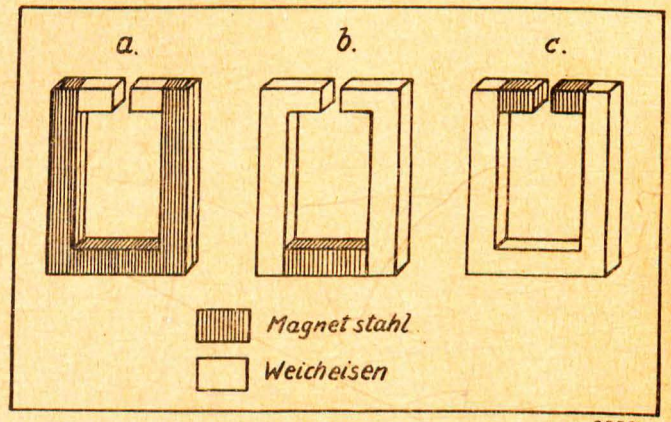


Abb. 5. Aufbau eines Magnetsystems

Man erkennt nun aber aus dem Beispiel sofort, daß bei besserer Energieausnutzung die Länge des Magnetstahles gegenüber der Luftspaltlänge immer kleiner wird. (Die Länge des Weicheisens braucht dabei nicht berücksichtigt zu werden, da im Weicheisen infolge der dort vorhandenen sehr kleinen Feldstärken praktisch keine Energieaufnahme stattfindet.) Der technische Verwendungszweck verlangt nun aber immer eine bestimmte Induktion im Luftspalt. Wie aus den obigen Darlegungen bereits hervorgegangen ist, läßt sich eine bestimmte Luftspaltinduktion bei einer kleinen Magnetstahllänge nur bei den modernen Magnetmaterialien erzielen. Bei den älteren magnetischen Werkstoffen ist eben eine größere Magnetstahllänge unumgänglich, so daß nichts weiter übrig bleibt, als die geringere Energieausnutzung in Kauf zu nehmen und diese durch nochmals größeren Aufwand an Werkstoffvolumen wettzumachen.

Die modernen Werkstoffe für Dauermagnete besitzen also nicht nur den Vorteil, einen hohen Energiegehalt zu haben, sondern auch noch den Vorteil, den vorhandenen Energiegehalt günstig auszunutzen.

4. Die Formgestaltung der Magnetsysteme

Die grundsätzlich andersartigen Eigenschaften der neuen Magnetlegierungen bedingen stets gedrungene Magnete, d. h. Magnete von großem Querschnitt und geringer Länge. Außerdem ist infolge des hohen Inhaltes an magnetischer Energie das Magnetvolumen sehr klein. Aus diesem Grunde müssen sich alle mit Dauermagneten versehenen technischen Geräte bei der Einführung der neuen Werkstoffe in ihrer Formgestaltung grundsätzlich verändern; diese Änderung ist für alle Geräte dieser Art sehr vorteilhaft, da sie wesentlich günstigere Abmessungen erhalten.

Drei Beispiele für die Formveränderung stellt Abb. 6 dar. Es sind hier die gleichen Geräte in der Ausführungsform mit Wolfram-Stahlmagneten und mit Oerstitmagneten einander gegenübergestellt. Man erkennt deutlich an den Beispielen des Magnetkreises für Drehspulinstrumente, des Dämpfungsmagneten für Zählerscheiben und des Magnetsystems für dynamische Lautsprecher das Verschwinden der großen Hufeisenmagnete und ihren Ersatz durch kleine stabförmige Magnete. — Bei vielen Anwendungsgebieten, z. B.

beim dynamischen Lautsprecher, erscheint überhaupt erst nach Einführung der neuen Werkstoffe die Verwendung von Dauermagneten als zweckmäßig.

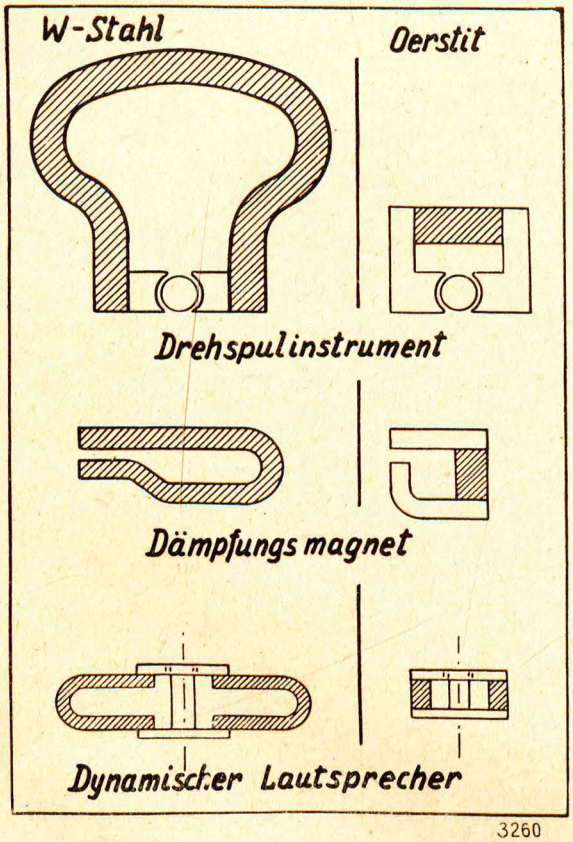


Abb. 6. Formgebung von Dauermagneten unter dem Einfluß der Stahlart

5. Zahlenbeispiel: Magnetsystem eines dynamischen Lautsprechers

Um die Verhältnisse bei der Verwendung von Dauermagneten auch einmal zahlenmäßig zu erklären, werde als Beispiel das Magnetsystem eines dynamischen Lautsprechers gewählt, weil für diese Anwendung in den Kreisen der Rundfunkbastler großes Interesse besteht. Der Aufbau möge nach dem Schema in Abb. 6 unten erfolgen. Maßskizzen von Einzelteilen sind in Abb. 7 wiedergegeben. Das Weicheisensystem, das je nach der Form der zu verwendenden Dauermagnete gestaltet werden muß, ist in Abb. 7 oben dargestellt. Der Luftspalt für die Schwingspule hat nach den angegebenen Abmessungen ein Volumen von 0,5 cm³. Verwendet man als Dauermagnete zwei Stücke aus Oerstit 500 von der in Abb. 7 links unten dargestellten Form (diese Form ist im Handel erhältlich), so ist ein gesamtes Magnetstahlvolumen von 77 cm³ vorhanden. Setzt man für den Werkstoff den Energieinhalt $(\mathfrak{B}\mathfrak{H})_{max}$ zu 1 200 000 an, so ist die gesamte Energie des Magnetstahles $\mathfrak{B}_E \cdot \mathfrak{H}_E \cdot v_E$ = 92 000 000. Von dieser Energie mögen nur 40 % infolge der Streuung im Luftspalt nutzbar werden (die Größe der Streuung läßt sich an Hand der bei Abb. 5 durchgeführten Betrachtungen ungefähr abschätzen). Dann ergibt sich auf Grund der Formel (6):

$$\mathfrak{B}_L^2 \cdot v_L = 0{,}5 \cdot \mathfrak{B}_L^2 = 0{,}4 \cdot 92\,000\,000 = 37\,000\,000,$$

also

$$\mathfrak{B}_L = 8\,500 \text{ Gauß}.$$

Es ist nun noch zu prüfen, ob sich im Magnetstahl nun auch tatsächlich die Feldstärke einstellt, bei der ein Maximum der Energieabgabe auftritt Nach Gleichung (2) folgt:

$$\mathfrak{H}_E \cdot l_E = \mathfrak{H}_L \cdot l_L = 800 \cdot 0{,}1 = \mathfrak{H}_E \cdot 3{,}5,$$

also $\mathfrak{H}_E$ = 240 Oerstedt (Luftspaltlänge l_L = 0,1 cm, Magnetstahllänge l_E = 3,5 cm). Wie man aus Abb. 3 rechts erkennt, ist bei dieser Feldstärke tatsächlich eine Energieabgabe von $\mathfrak{B} \cdot \mathfrak{H}$ = 1 200 000 vorhanden, wie zu Beginn der Berechnung angesetzt war.

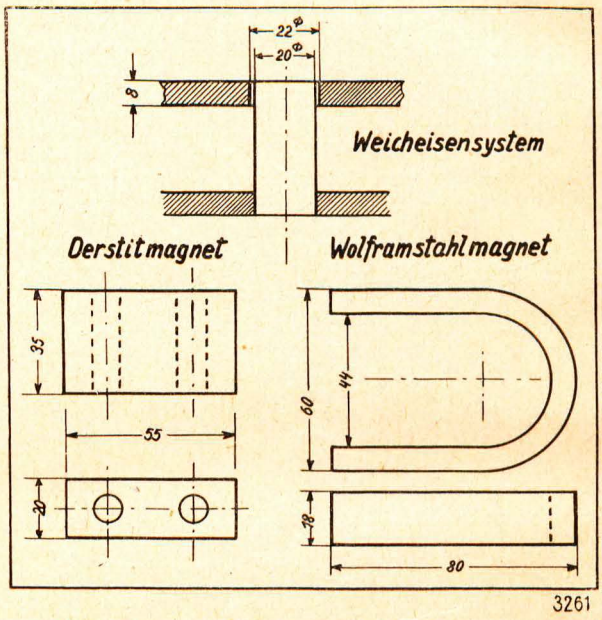


Abb. 7. Magnete für einen dynamischen Lautsprecher

Bei jedem Bastler liegt nun der Gedanke nahe, einfache Wolframstahlmagnete, wie man sie etwa aus alten Kurbelinduktoren entnehmen kann, für den Bau permanentdynamischer Lautsprecher zu verwenden. Solche Magnete, wie in Abb. 7 unten rechts dargestellt, haben ein Volumen von etwa 17 cm³; die Stahlsorte hat einen Energieinhalt $(\mathfrak{B} \cdot \mathfrak{H})$ max = 250 000. Die Streuung ist infolge der Hufeisenform der Magnete erheblich größer, so daß etwa nur mit 20prozentiger Energieausnutzung zu rechnen ist. Will man wieder die gleiche Induktion im Luftspalt erhalten wie bei dem Beispiel der Oerstitmagneten, so ergibt sich das gesamte erforderliche Stahlvolumen nach Formel (6) zu:

$$\mathfrak{B}_L^2 v_L = 37\,000\,000 = 0{,}2\,\mathfrak{B}_E \mathfrak{H}_E v_E = 0{,}2 \cdot 250\,000\, v_E$$

also

$$v_E = 722 \text{ cm}^3.$$

Dies ist etwa das zehnfache Volumen der Oerstitmagnete, also hat das Magnetsystem bei Benutzung von Wolframstahlmagneten fast das zehnfache Gewicht wie bei Verwendung von Oerstitmagneten. Vergleicht man das gesamte erforderliche Wolframstahlvolumen mit dem Volumen eines einzelnen Hufeisenmagneten, so stellt man fest, daß im ganzen 722 : 17 = 42 Hufeisenmagnete zum Aufbau des Systems erforderlich wären. Hieraus erkennt man, daß der Bau eines solchen Magnetsystems fast unmöglich ist, da sich so viel Magnete kaum unterbringen lassen, wenn man nicht auch ein sehr großes Weicheisensystem verwenden will.

Dies Beispiel zeigt ganz handgreiflich, warum erst nach Schaffung der neuen Magnetlegierungen permanentdynamische Lautsprecher von gutem Wirkungsgrad überhaupt möglich waren, und warum so viele Bastler bei ihren Versuchen mit ungeeigneten Magneten so starke Mißerfolge zu verzeichnen hatten.

Zeichnungen vom Verfasser

Ein Kondensatormikrophon Rieggerscher Art

Von
Dipl.-Ing. J. Keßler

Wenn auch der Selbstbau von Kondensatormikrophonen nebst der zugehörigen Vorverstärker an dieser Stelle schon wiederholt beschrieben wurde, und zwar in Heft 20 des „Funk", 1935, in einer ganz besonderen vollkommenen technischen Entwicklungsform, so rechtfertigt es sich, auf Grund der vom Verfasser gemachten günstigen Erfahrungen nachstehend eine konstruktiv wesentlich einfachere, dafür natürlich in der Wirkung weniger vollkommene Form zur Kenntnis unserer Leser zu bringen. Auch soll gleichzeitig geschildert werden, wie dieses Mikrophon auf bequemste Weise an den schon hier beschriebenen „vollnetzbetriebenen Tonfilmverstärker mit eingebautem Aussteuerungsmeßgerät" (vgl. „Funk" 1935, Heft 4 u. 6) angeschaltet werden kann.

Das nachstehend beschriebene Selbstbaumikrophon entspricht ebenso wie das in der Einleitung erwähnte grundsätzlich dem Rieggerschen Kondensatormikrophon. Dieses Mikrophon wurde ursprünglich allerdings für die Hochfrequenzschaltung entworfen, läßt sich aber genau so gut in einer der bekannten Niederfrequenzschaltungen verwenden. Wenn nachstehend diese Schaltung zugrunde gelegt wird, so hat das den Vorteil, daß damit nunmehr beide grundsätzlichen Schaltungsmöglichkeiten erörtert sind.

Abb. 1 gibt die ursprüngliche Rieggersche Bauart wieder. Eine sehr dünne oder, wie man auch sagt, eine „luftleichte" Aluminium-Membran *Me* wird zwischen zwei ebenfalls

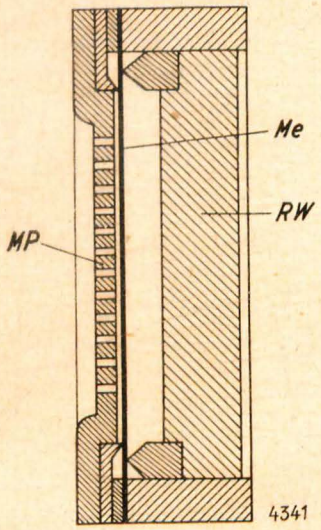


Abb. 1. Grundsätzliche Darstellung des Kondensatormikrophons nach H. Riegger. MP = Metallplatte (mit Schlitz versehen), Me = Membran aus Aluminium, RW = starre Rückwand. Die beiden Seidenmembranen sind nicht dargestellt

sehr dünnen Seidenmembranen von 1/10 mm Abstand von einer mit Löchern bzw. Schlitzen versehenen Metallplatte *MP* gehalten. Diese und die Aluminiummembran stellen die Belegungen eines Kondensators mit Luftdielektrikum dar, dessen Kapazität durch die Schallwellen, die auf die Membran durch die Plattenöffnungen treffen, rhythmisch geändert wird. Etwa in 2 mm Abstand von der dünnen Aluminiummembran ist eine starre Rückwand *RW* angebracht, und zwar so, daß zwischen dieser Wand und der Membran ein gänzlich von der Außenluft abgeschlossener Luftraum gebildet wird, d. h. hinter der Membran befindet sich ein Luftpolster.

Die für unsere Zwecke etwas abgeänderte Bauart (vgl. Abb. 2), die unter Berücksichtigung eines möglichst leichten Selbstbaues geschaffen wurde, entspricht im Prinzip fast genau der Rieggerschen. Weggelassen wurden die beiden Seidenmembranen, und der Abstand zwischen Lochplatte (*MP*) und Membran wurde

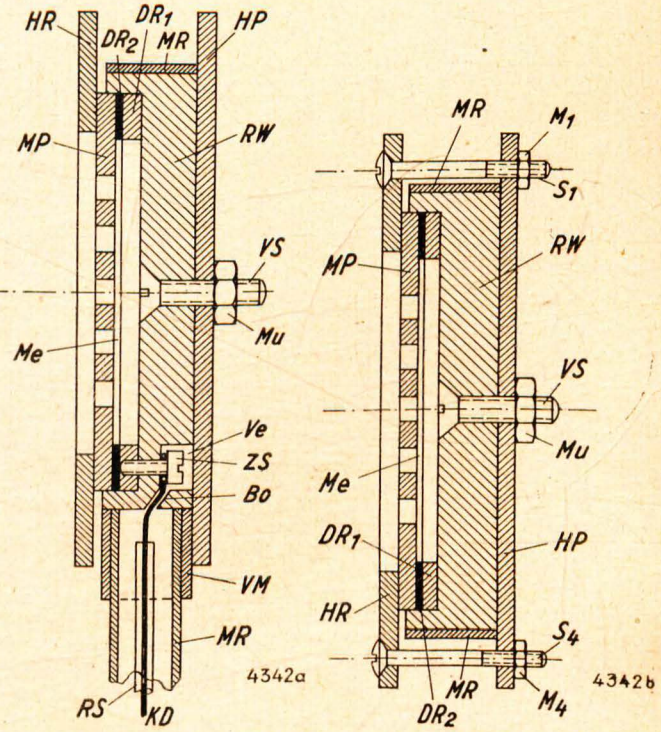


Abb. 2a. Senkrechter Schnitt durch das Selbstbau-Kondensatormikrophon Rieggerscher Art. MP = durchbrochene Metallplatte, Me = Membran, RW = Rückwand (Hartgummiteil), DR_1 = Metallabstandsring, DR_2 = Isolierabstandsring, HR = vorderer Haltering, HP = kreisförmige Halteplatte, MR = Messingring zur Abschirmung, VS = Versenkkopfschraube (4 mm Gewinde), Mu = Mutter dazu, ZS = Zylinderkopfschraube (2,5 mm Gewinde), Ve = Versenkung im Teil RW für den Kopf von ZS, Bo = Bohrung (2 mm), VM = Vierkantmessingstück, MR = Messingrohr (10 mm Außendurchmesser, 1 mm Wandstärke), KD = Kupferdraht, RS = Rüschschlauch

Abb. 2b. Waagerechter Schnitt durch das Mikrophon. S_1 bis S_6 = Linsenkopfschrauben (3 mm Gewinde, 25 mm lang). Die übrigen Bezeichnungen entsprechen denen der Abbildung 2a

auf 0,2 bis 0,3 mm vergrößert. Zwar leidet dadurch die Empfindlichkeit; der größere Abstand erleichtert aber sehr den Selbstbau, weil er nicht so leicht Kurzschlüsse zwischen Membran und Platte eintreten läßt.

Der Bau des Mikrophons

Die Abbildungen 3 bis 9 zeigen die Einzelteile unseres Mikrophons und bringen genaue Maßangaben, während die Abbildungen 2 a wie 2 b Schnitte durch das zusammengesetzte Mikrophon darstellen. Ein sehr geschickter Bastler kann die durch die Abbildungen 4, 6, 7 und 8 wiedergegebenen Teile aus gut ebenem, 2 mm starkem, hartblankem Messingblech schon durch Sägen und sorgfältiges Befeilen der Ränder herstellen. Dagegen muß das Hartgummiteil *RW* unbedingt genau gedreht werden.

Als Membran verwendete Verfasser eine aus einem alten Blockkondensator (2 µF 2000 Volt geprüft) entnommene Aluminiumfolie. Für den Isolierabstandsring DR_2 benutzte

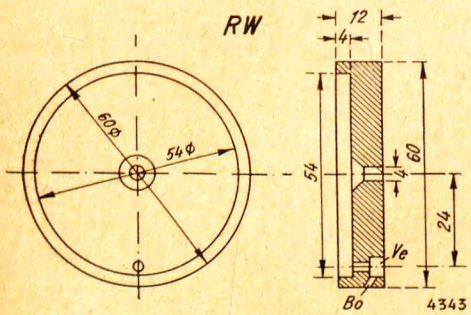


Abb. 3. Rückwand bzw. Hartgummiteil

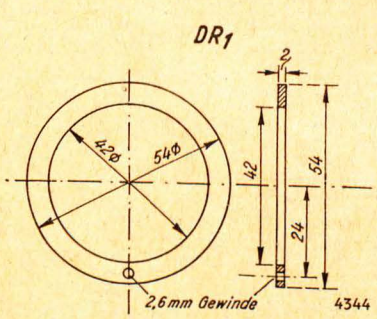


Abb. 4. Metall-Abstandsring

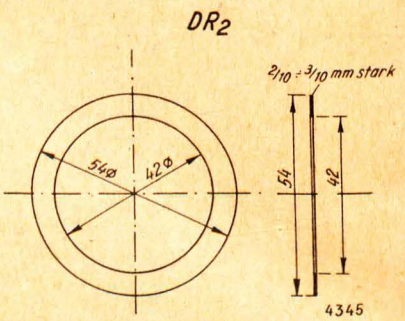


Abb. 5. Isolier-Abstandsring

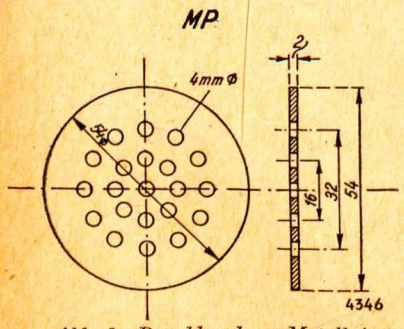


Abb. 6. Durchbrochene Metallplatte

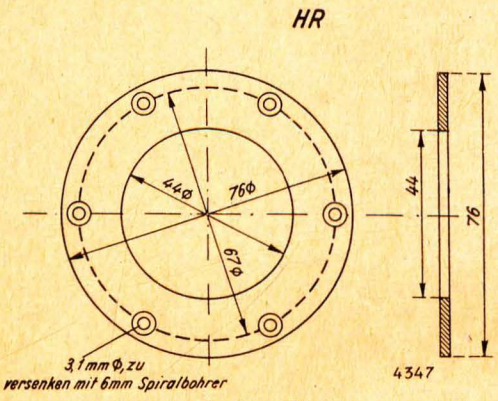


Abb. 7. Vorderer Haltering

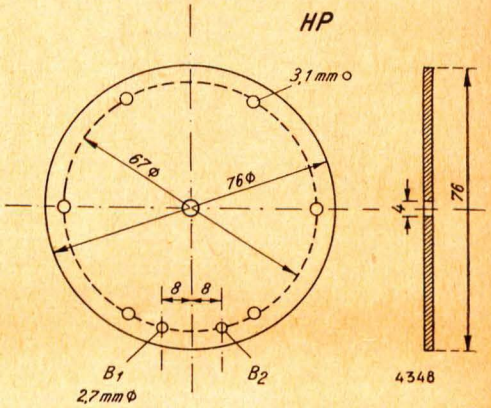


Abb. 8. Hintere Halteplatte. Die mit B_1 und B_2 bezeichneten Bohrungen dienen für die Befestigungsschrauben des Vierkantmessingstückes VM

er das stärkere paraffinierte Papier aus diesem Block mit bestem Erfolg (d. h. nicht das dünne Papier, das das Dielektrikum dieses Kondensators bildet, sondern das Papier, das zur Isolation des fertigen Wickels gegen den Blechbecher dient).

Der Messingring *MR*, aus Blech von etwa 0,5 mm zusammengebogen, muß unbedingt angebracht werden, um eine allseitige Abschirmung der Mikrophonkapsel zu erzielen, wobei diese über die negative Heizleitung geerdet wird.

Der Isolierabstandsring DR_2 muß unbedingt bestens isolieren. Bei der Verwendung von Preßspan für diesen Ring zeigte es sich z. B., daß ein stark kochendes bzw.

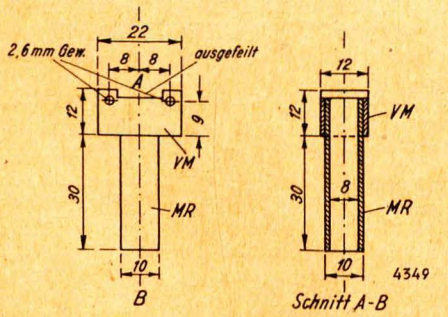


Abb. 9. Das Vierkantmessingstück und Messingrohr. Ersteres vermittelt die Anbringung des Messingrohres MR an der hinteren Halteplatte HP. Dieses Rohr dient gleichzeitig als Mikrophonstütze und Abschirmung für die Gitterleitung KD

brodelndes Geräusch im Lautsprecher zu hören war. Der Ring wurde deshalb durch einen solchen aus einem hochwertigeren Isolierstoff (paraffiniertes Kondensatorpapier) ersetzt.

Zuerst wird durch die Bohrung *Bo* (vgl. Abb. 2 a) im Hartgummiteil *RW* ein etwa 0,6 mm starker, unisolierter Kupferdraht *KD* gesteckt und dieser an seinem oberen Ende zu einer Öse gebogen. Hierauf wird der Metallabstandsring DR_1 eingelegt und dieser durch eine Zylinderkopfschraube (2,6 mm Gewinde) *ZS*, die durch die Drahtöse gesteckt wurde, mit dieser zugleich befestigt. Diese Schraube *ZS* darf nicht im geringsten über die Vorderfläche — auf die sich die Membran zu liegen kommt — herausragen, andererseits muß der Schraubenkopf zur Vermeidung von Kurzschlüssen einen Abstand von mindestens 1 mm von der rückwärtigen Ebene des Hartgummiteiles *KW* besitzen. Daher muß die Versenkung genügend tief gebohrt werden. Wenn diese Art der Leitungszuführung an den Ring DR_1 zu schwierig erscheint, kann der Draht *KD* auch an der rückwärtigen Ringfläche festgelötet werden; die Schraube *ZS* und die Versenkung *Ve* würden dann in Fortfall kommen.

Darauf wird das Hartgummistück *RW* mit einer Versenkkopfschraube (4 mm Gewinde) an die Halteplatte *HP* (vgl. Abb. 2 a), an der schon vorher das Messingstück *VM* mit dem Messingrohr *MR* befestigt wurde, angeschraubt, wobei gleichzeitig der Kupferdraht in das Rohr *MR* eingefädelt werden muß. Dieser wird später mit gutem Rüsch-Schlauch *RS* isoliert.

Nunmehr wird die Aluminiummembran *Me* (Durchmesser = 54 mm), die gut eben sein muß, vorsichtig auf den Metallring DR_1 gelegt, darauf der Isolierabstandsring und auf diesen wiederum die durchlöcherte Metallplatte *MP*. Diese wird mit Hilfe des vorderen Ringes *HR* gehalten, der mittels der sechs Linsenkopfschrauben $S_1 \div S_6$ (3 mm Gewinde, 25 mm lang) nebst Muttern an der Halteplatte festgeschraubt wird. Dabei darf nicht vergessen werden, vorher um das Hartgummiteil den Abschirmring *RM* zu legen. Durch aufeinander folgendes Anziehen je zweier, einander gegenüberliegender Schrauben wird die Membran so fest an den Ring DR_1 gepreßt, daß der hinter der Membran liegende Luftraum wirklich von der Außenluft abgeschlossen ist. Wie das Mikrophon mittels eines kleinen Flansches auf dem Vorverstärkergehäuse befestigt werden kann, zeigt das Lichtbild Abb. 12.

Der Vorverstärker

Es hat sich als nützlich erwiesen, das Mikrophon mit der ersten Verstärkerstufe zusammenzubauen, um eine möglichst kurze Zuführungsleitung zur ersten Verstärkerstufe zu erhalten. Da hierbei zweckmäßigerweise sich auch der Hauptverstärker — als dieser wird der schon beschriebene vollnetzbetriebene Tonfilmverstärker verwendet — im Aufnahmeraum befinden soll, damit auch der Darsteller den Aussteuerungsmesser zu beobachten vermag, kann das Mikrophon bzw. die Vorverstärkerstufe in unmittelbarer Nähe des Hauptverstärkers aufgestellt werden.

Es erübrigt sich daher die Einschaltung von Anpassungstransformatoren in die Leitung zwischen Vor- und Hauptverstärker, weil die kleine Kabelkapazität des hierzu verwendeten nur etwa 1 m langen Kabels auch bei höheren Tonfrequenzen keinen nennenswerten Nebenschluß bedingt. Die Schaltung unserer Vorverstärkerstufe zeigt Abb. 10.

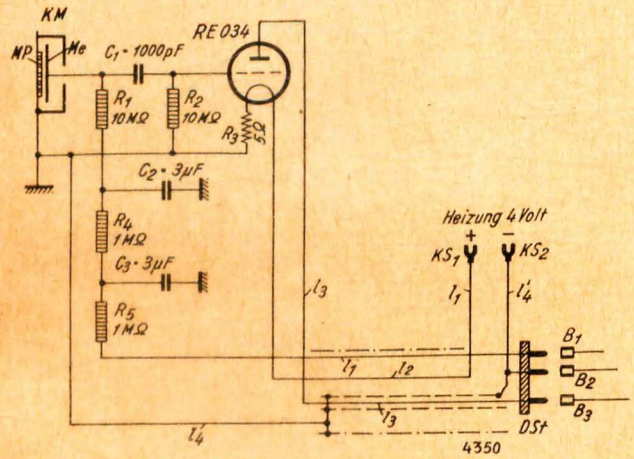


Abb. 10. Schaltbild des Vorverstärkers. KM = Kondensatormikrophon, DSt = Dreifachstecker (abgeschirmt), KS_1 und KS_2 = Kabelschuhe. Die gestrichelt gezeichneten Linien deuten die Metallumspannung des einadrigen Gummiaderkabels an, dagegen sollen die strichpunktiert gezeichneten den Metallschlauch, durch den sämtliche Leitungen gezogen werden, darstellen. B_1, B_2, B_3 entsprechen den gleich bezeichneten Buchsen in dem Schaltbild des vollnetzbetriebenen Tonfilmverstärkers[1])

Der Eingangskreis weist keine Besonderheiten auf. Es hat sich als praktisch erwiesen, die beiden Widerstände R_1 und R_2 nicht zu hochohmig zu wählen. Die hier gemachten Angaben für die Widerstände, wobei R_1 wie R_2 je 10 $M\Omega$ groß sind, bilden ein gutes Mittel zwischen noch ausreichender Wiedergabe auch der tiefen Frequenzen und den Erfordernissen der Isolation der übrigen in Betracht kommenden Aufbauteile.

Da bei unserem Vorverstärker sowohl die Anodenspannung für die Röhre als auch die Vorspannung für das Kondensatormikrophon selbst einem Netzgerät entnommen werden sollen, muß die aus den beiden Widerständen R_4 und R_5 wie den beiden Becherkondensatoren C_2 und C_3 gebildete sehr wirksame Sieb- bzw. Entkopplungskette eingebaut werden. Die Kondensator-Mikrophonvorspannung selbst, die hierbei durch den in der vollnetzbetriebenen Tonfilmverstärker eingebauten festen Spannungsteiler gewonnen wird, beträgt etwa 100 Volt. Der Spannungsteiler wird durch die Widerstände R_{15} und R_{16} [1]) gebildet.

Da die beiden Widerstände R_4 und R_5 (vgl. Abb. 10) mindestens 1 $M\Omega$ groß sein müssen, verlangt dies einen hohen Isolationswiderstand der Becherkondensatoren, andernfalls könnte ein schädlicher Spannungsverlust eintreten. Daher ist dringend anzuraten, für C_2 und C_3 nur fabrikneue Kondensatoren zu verwenden.

Die hier benötigte geringe negative Gittervorspannung für die Vorverstärkerröhre wird in gewohnter Weise durch einen in der negativen Heizleitung liegenden Widerstand R_3 (von etwa 5 Ohm) gewonnen. Es ist natürlich besser, den Heizstrom aus einer Batterie zu entnehmen. Da man in unserem Fall nur eine einzige Verstärkerröhre zu beheizen braucht, genügt eine Taschenlampenbatterie. Betriebssicherer ist es aber, dafür einen kleinen

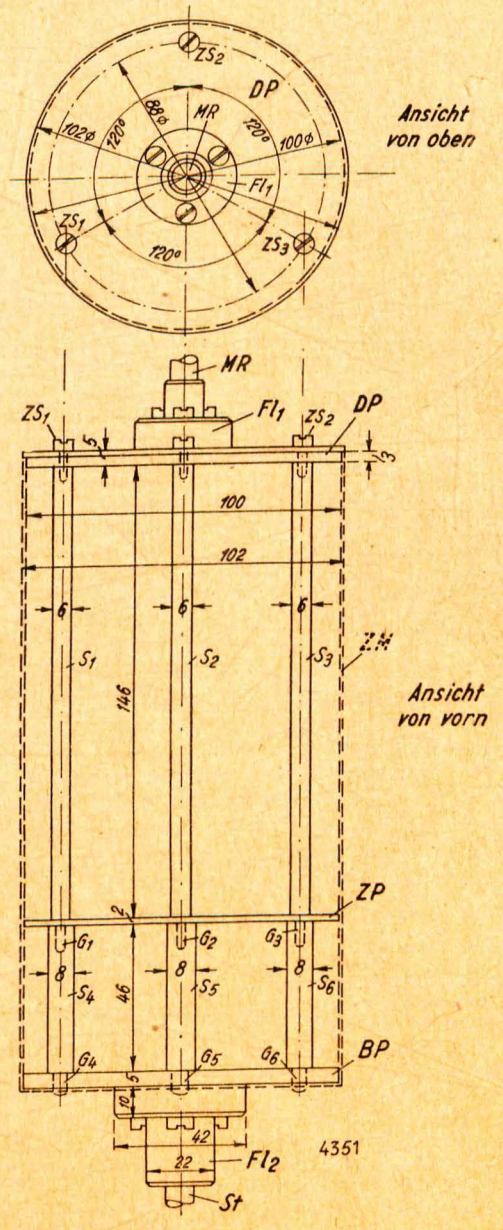


Abb. 11. Das Vorverstärkergehäuse. MR = Messingrohr (Mikrophonstütze), Fl_1 = Flansch zur Befestigung von MR auf DP (das Kondensatormikrophon selbst ist nicht gezeichnet), DP = Deckplatte (5 mm stark), ZP = Zwischenplatte (2 mm stark), BP = Bodenplatte (5 mm stark), ZM = Zylindermantel, nur gestrichelt angedeutet (d. h. Messingrohr, Außendurchmesser 102 mm, Wandstärke 1 mm, Länge 203 mm), S_1, S_2, S_3 Messingstangen (6 mm stark), unten je mit einem 4 mm Gewindezapfen = G_1, G_2, G_3 versehen, ZS_1, ZS_2, ZS_3 = Zylinderkopfschrauben (4 mm Gewinde), S_4, S_5, S_6 Metallstangen aus 8 mm Rundmessing gefertigt, diese sind auch an ihrem unteren Ende mit einem 4 mm Gewindezapfen G_4, G_5, G_6 versehen, Fl_2 = Flansch zum Befestigen der Stativstange = St.

[1]) Vgl. Abb. 1 in „Funk" 1935, Heft 4, Seite 117.

4-Volt-Sammler (sogenannten Wächerlampen-Akkumulator) zu verwenden. Selbstverständlich ist aber auch ein Netzbetrieb möglich; das dabei ev. auftretende leise Netzgeräusch stört bei der Sprach- und Musikaufnahme nicht.

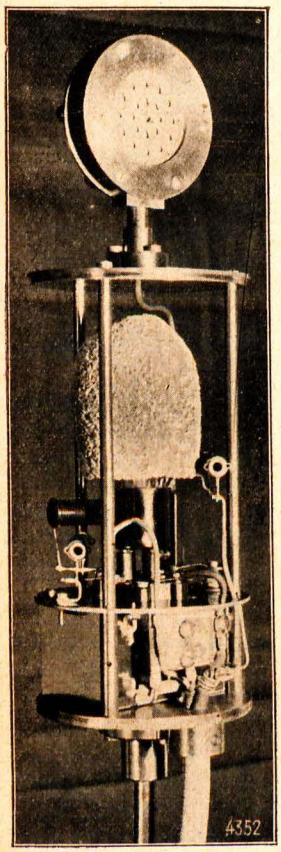


Abb. 12. Ansicht des Kondensatormikrophons nebst Vorverstärker. Der Abschirmmantel (das weite Messingrohr) ist, um den Einblick frei zu geben, entfernt worden. Auf der Zwischenplatte ist die federnde Röhrenaufbaufassung erkennbar. Rechts neben der durch eine Schwammgummikappe geschützten Röhre erblickt man R_1. Links neben dem Röhrensockel sind noch C_1 und darunter C_2 ersichtlich. Unterhalb des Zwischenbodens sind die beiden Siebkondensatoren C_2, C_3 und die Siebwiderstände R_3 und R_4 untergebracht. An der Steatitklemme sind die Leitungen = l_1 und l_3 festgelegt

Da aus nicht näher zu erörternden Gründen von der Verwendung einer indirekt (mit Wechselstrom) beheizten Röhre abgesehen werden mußte, ist es erforderlich, ein kleines gesondertes Netzheizgerät für diesen Zweck aufzubauen.

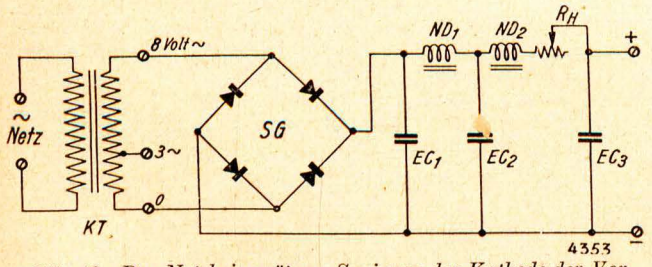


Abb. 13. Das Netzheizgerät zur Speisung der Kathode der Vorverstärkerröhre aus einem Wechselstromnetz. KT = Klingeltransformator, SG = Selen-Metallgleichrichter-Element, ND_1, ND_2 = Niederfrequenz-Drosseln, EC_1, EC_2 und EC_3 = Niedervolt - Elektrolyt - Kondensatoren, R_H = Drehwiderstand 120 Ohm

Die erprobte Schaltung hierfür ist in Abb. 13 dargestellt. Als Netztransformator kann wegen des sehr geringen Leistungsbedarfs schon ein kleiner Klingeltransformator Verwendung finden; ebenso genügt der kleinste Typ der in Graetz-Schaltung arbeitenden Selengleichrichterelemente. Besondere Sorgfalt ist aber auf die Siebkette zu verwenden; man halte sich genau an die hierfür gemachten Bemessungsangaben.

Der Aufbau des Gehäuses für den Verstärker ist aus der Zeichnung Abb. 11 und dem Lichtbild Abb. 12 zu erkennen. Der weite Zylindermantel läßt sich nach Lösen von nur drei kleinen Zylinderkopfschrauben leicht nach unten schieben, ohne daß in den sonstigen Aufbau Eingriffe vorgenommen zu werden brauchen. Dadurch hat man einerseits die Möglichkeit, schnell eine schadhaft gewordene Röhre auszuwechseln, anderseits kann man auch bei Störungen den Fehler leicht aufsuchen.

Es seien nun noch der Aufbau der Verbindungsleitung zwischen Vor- und Tonfilmverstärker und die Inbetriebnahme des Tonfilmverstärkers erläutert. Wie Abb. 10 zeigt, werden sämtliche Leitungen in einen Metallschlauch (12 mm Außendurchmesser; etwa 1 m lang) gelegt (vgl. auch die Lichtbilder). Dabei wird für die Leitungen l_1 und l_2 (vgl. Abb. 10) einadrige Starkstromlitze, deren Umspinnung entfernt wurde, so daß die Gummiader zutage tritt, benutzt. Dagegen muß als

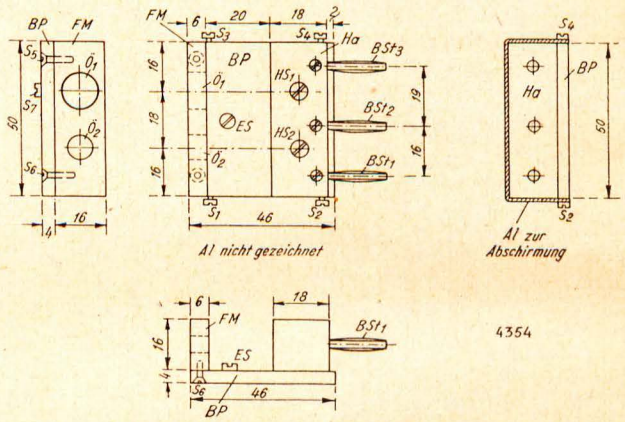


Abb. 14. Bauplan für den abgeschirmten Dreifachstecker. BP = Bodenplatte (aus Flachmessing), FM = Flachmessingstück (6 × 16 × 50 mm), Ha = Hartgummistück (18 × 11 × 50 mm), BSt_1 bis BSt_3 Bananenstecker (aus einpoligen, derartigen Steckern entnommen), $Ö_1$ = Öffnung zur Einführung des Metallschlauches, $Ö_2$ = Öffnung zur Ausführung der Heizleitungen l_2 und l_4, Al = Aluminiumblech zur Abschirmung, wird U-förmig aus einem Blechstück von 50 × 92 mm, 0,5 mm stark gebogen, S_1 bis S_4 = Zylinderkopfschrauben (2 mm Gewinde) zur Befestigung von Al, HS_1, HS_2 = Versenkkopfschrauben (3 mm Gewinde) zur Befestigung von Ha, S_5, S_6 = Versenkkopfschrauben (2,6 mm Gewinde), S_7 = Zylinderkopfschraube zur Metallschlauchbefestigung, ES = Erdungsschraube; unter diese sind die Leitungen l_4 und l_4' wie die, welche mit BSt_2 zu verbinden ist, anzuklemmen

Leitung l_3 ein einadriges, geschirmtes Gummiaderkabel verwendet werden, wobei gleichzeitig die Abschirmung, d. h. die Metallumspinnung, als negative Heizleitung (Erdleitung) benutzt wird.

Zum bequemen, sicheren und schnellen Anschluß der Leitungen an den Tonfilmverstärker dient ein Dreifachstecker, der überdies abgeschirmt sein muß. Da es, soweit mir bekannt, im Handel keine abgeschirmten, für diesen Zweck geeigneten Stecker gibt, wurde dieser selbst angefertigt. Abb. 14 soll hierfür die nötigen Anhaltspunkte geben. Um Wackelkontakte im Heizstromkreis zu vermeiden, werden an die Enden der beiden Leitungen l_2 und l_4 zweckmäßigerweise Kabelschuhe gelötet, so daß sie an der Heizbatterie oder dem Netzheizgerät bequem angeklemmt werden können.

Bei der Inbetriebnahme der Gesamtanlage ist folgendes zu berücksichtigen: In den Tonfilmverstärker muß bei Anschaltung unseres Kondensatormikrophons als erste Röhre statt der RE 914 eine RE 904 eingesetzt werden. Ferner ist der Drehspannungsteiler P_2 gerade zur Hälfte aufzudrehen [2]). Falls das Netzheizgerät (vgl. Abb. 13) zur Verwendung gelangen soll, muß bei der erstmaligen

[2]) Vgl. Abb. 1 in Heft 4 des „Funk", 1935, Seite 117.

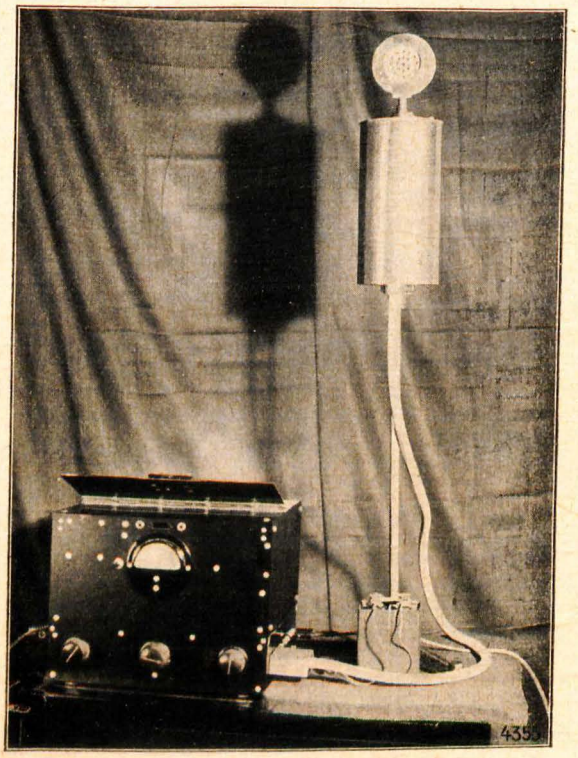


Abb. 15. Ansicht der gesamten Verstärker-Einrichtung. Rechts auf dem Dreifuß das Kondensatormikrophon nebst Vorverstärker, darunter der „Wächterlampen"-Akkumulator zur Heizung der Vorverstärkerröhre, links der vollnetzbetriebene Tonfilmverstärker (mit aufgeklapptem Deckel). Es ist auch die Filzunterlage (Schreibmaschinenfilz) rechts unten erkennbar; auf eine solche Unterlage wird zweckmäßigerweise das Mikrophonstativ gestellt, um es etwas vom Boden-Schall zu isolieren. Auch der Metallschlauch mit dem abgeschirmten Dreifachstecker ist deutlich zu sehen. Schließlich zeigt dieses Lichtbild noch, wie klein und wenig umfangreich die ganze Einrichtung ist.

Inbetriebnahme die Heizspannung durch den Widerstand R_4 so eingeregelt werden, daß ein Voltmeter (mit hohem Eigenwiderstand), welches an die mit + und — bezeichneten Klemme gelegt wurde, genau 4 Volt anzeigt. Bei dieser Einstellung soll der Tonfilmverstärker noch abgeschaltet sein. Überhaupt ist anzuraten, stets zuerst die Heizung der Vorverstärkerstufe einzuschalten, ehe der Hauptverstärker in Betrieb genommen wird, da andernfalls die erheblich verstärkten Einschaltstromstöße zur Schädigung der Lautsprecher führen könnten.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

a) für die Vorverstärkerschaltung

2 Hochohmwiderstände R_4, $R_5 = 1\ M\Omega$ (0,5 Watt),
2 desgl. R_1, $R_2 = 10\ M\Omega$ (2 Watt),
1 Condensa-Kondensator $C_1 = 1000$ pF,
2 Becherkondensatoren C_2, $C_3 = 3\mu$F (Prüfspannung 750 Volt),
1 federnde Aufbau-Röhrenfassung,
1 Röhrenschutzkappe aus Schwammgummi,
1 zweipolige Steatitklemmenleiste,
1 m geschirmtes einadriges Gummiader-Kabel,
Kleinteile, u. a. Widerstandsdraht zur Herstellung von $R_3 = 5\Omega$,
1 Röhre RE 034,

b) für das Netzheizgerät

1 Klingel-Transformator *KT*, primär nach Netz, sekundär 8 Volt, 0,75 Amp.,
1 Selen-Metall-Gleichrichter-Element *SG* für Graetz-Vollweg-Gleichrichtung, Typ 6/0 II B I,
2 Drosselspulen ND_1, ND_2, etwa 0,85 Henry bei 0,75 Amp.,
1 Niedervolt - Elektrolyt - Rollblock $EC_1 = 20\mu$F, Betriebsspannung 20 Volt.
1 Niedervolt - Elektrolyt - Becherkondensator $EC_2 = 300\ \mu$F, Betriebsspannung 15 Volt,
2 desgl. à 400 μF in Parallelschaltung bilden $EC_3 = 800\mu$F, Betriebsspannung 10 Volt,
1 Drehwiderstand $R_H = 120$ Ohm.

Superhetvorsatz für kurze und ultrakurze Wellen

Von
Hans Zimmer

Bis vor einiger Zeit fand man in Deutschland nur vereinzelt Kurzwellenamateure mit Kurzwellen-Überlagerungsempfängern. Allmählich befaßt sich aber auch der deutsche Bastler mit dem Bau von Überlagerungsempfängern für Kurz- und Ultrakurzwellen. Die Vorteile eines Superhets gegenüber eines Geradeausempfängers sind auch hier hohe Trennschärfe und große Verstärkung auch bei hohen Frequenzen. Schwierigkeiten, die dem Bastler besonders beim Aufbau der Mischstufe entgegentraten, dürften als überwunden gelten, da die neuen Röhren, Achtpol- und Sechspol-Dreipolröhre, den Aufbau dieser Stufe verhältnismäßig einfach gestalten.

Die Schaltung

Von den drei Röhren des Vorsatzgerätes, dessen Schaltung aus Abb. 1 hervorgeht, arbeitet die erste, eine Sechspolröhre, als Mischröhre, die zweite, eine Dreipolröhre, als Überlagerer und die dritte, eine Sechspolröhre, als Zwischenfrequenzverstärker. An Stelle der beiden ersten Röhren, der AH 1 und der AC 2, hätte auch die Sechspol-Regelmischröhre ACH 1 Verwendung finden können; es wurde davon jedoch abgesehen, da nur stiftlose Röhren angewandt werden sollten. Sollte der eine oder andere im Besitz der ACH 1 sein, so findet er die entsprechende Schaltung in Abb. 1 a. Eine Achtpolröhre als Misch- und Überlagererröhre zu verwenden empfiehlt sich nicht, da diese bei sehr kurzen Wellen nicht mehr stabil genug arbeitet.

Der Wellenbereich reicht von 5 bis 350 Meter. Um Spiegelfrequenzen auch möglichst unter 20 m Wellenlänge zu vermeiden, wurde eine Zwischenfrequenz von 1370 kHz benutzt. Bei Wahl einer so hohen Zwischenfrequenz kann man mit nur drei Umschaltungen den gesamten Bereich von 5 bis 350 m lückenlos bestreichen.

Die Spulenumschaltung zeigt Abb. 2. Zur Erzielung größter Verlustfreiheit wurden die Spulen für die Bereiche von 5 bis 21 m und von 20 bis 85 m unter Verwendung keramischer Isolierstoffe aufgebaut. Zur Spulenumschaltung wurde ein Nockenschalter aus Calit benutzt. Für den Bereich, der in den Rundfunkwellenbereich fällt, wurden sowohl für die Hochfrequenzstufe als auch für den Überlagerer-Schwingkreis Eisenkerne benutzt. Für den Überlagerer wurde der Eisenkern nur aus räumlichen Gründen eingebaut, ein Trennschärfegewinn ist natürlich nicht zu erreichen.

Der Spulensatz des Hochfrequenzkreises und der Zweifach-Drehkondensator sind aus Abb. 3 ersichtlich. Der Überlagerer, der sich unterhalb des Empfängergestells befindet, ist in Abb. 4 zu sehen. Die Überlagererröhre arbei-

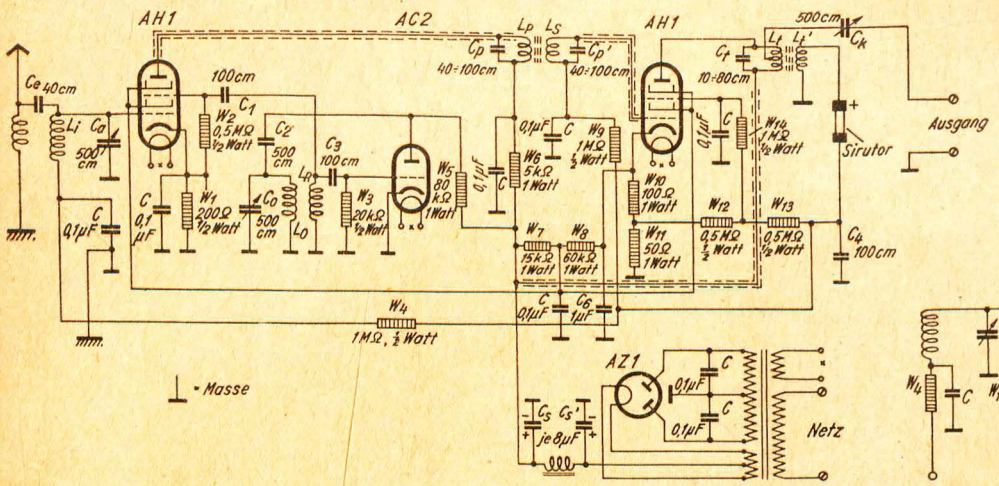


Abb. 1. Schaltung des Vorsatzgerätes für Ultrakurzwellen- und Kurzwellenempfang

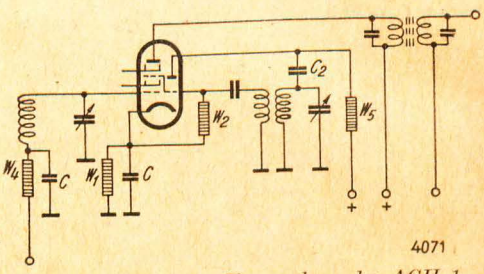


Abb. 1a. Mischschaltung unter Verwendung der ACH 1

tet mit Gittergleichrichtung; bei Anodengleichrichtung war ein konstantes Schwingen über den gesamten Bereich nicht zu erreichen. Um Gleichlauf zwischen Hochfrequenzstufe und Überlagererstufe zu erreichen, mußte die Kapazität des Überlagerer-Drehkondensators mit Hilfe von

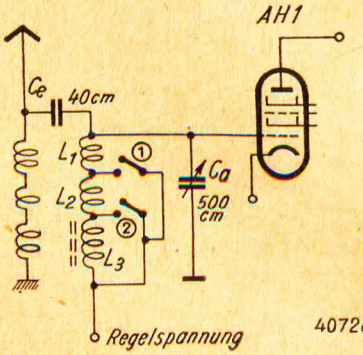


Abb. 2a. Umschaltung der Hochfrequenzspulen L_1, L_2, L_3

Serienkondensatoren verkleinert werden. Abgestimmt wird mit einem Zweifach-Drehkondensator von 500 cm Kapazität. Die Feinabstimmung wird mit einem dem Überlagerer-Drehkondensator parallel geschalteten Drehkondensator von etwa 25 bis 30 cm Gesamtkapazität bewirkt (C_f in Abb. 2b). Damit der Überlagerer konstant bis zu den hohen Frequenzen schwingt, muß er möglichst verlustfrei aufgebaut werden. Eine Abschirmung der Überlagerer-Gitter- und Anodenleitung ist nicht zulässig. Trotz Verwendung verlustarmen Abschirmkabels war es nämlich nicht mehr möglich, diesen dann unter 12 m Wellenlänge noch zum Schwingen zu bringen.

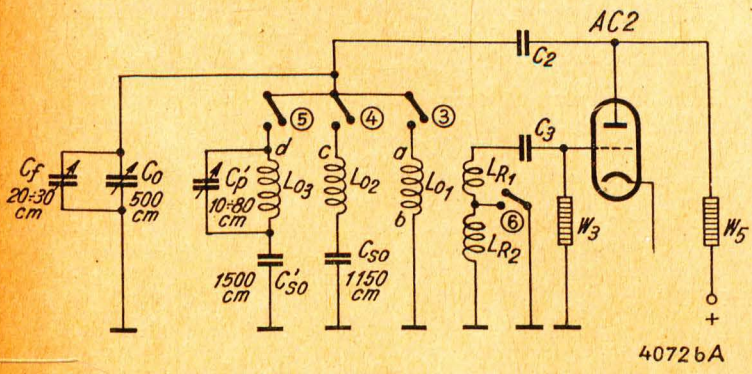


Abb. 2b. Umschaltung der Überlagerer- und Rückkopplungsspulen

Der Zwischenfrequenzverstärker

Im Anodenkreis der Mischröhre liegt ein Zwischenfrequenz-Bandfilter. Der Primärkreis des Filters bietet der entstandenen Zwischenfrequenz einen hohen Widerstand; die Zwischenfrequenzspannung wird auf den Sekundärkreis des Filters übertragen und dem Steuergitter der Sechspolröhre zugeführt. Die verstärkte Spannung wird im Anodenkreis an einem Schwingungskreis, der auf die Zwischenfrequenz abgestimmt ist, abgenommen und über einen Block

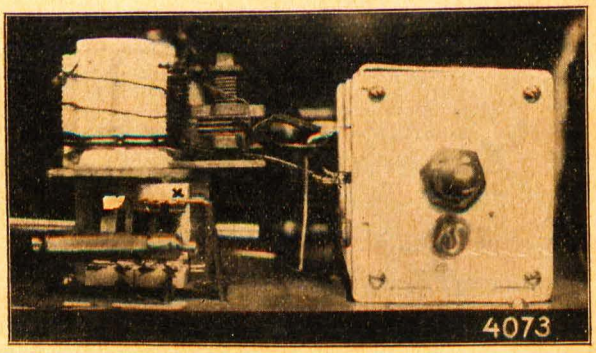


Abb. 3. Drehkondensator und Spulensätze mit dem Umschalter

C_k an eine Buchse geführt. Diese wird dann mit einem abgeschirmten Kabel mit der Antennenbuchse des schon vorhandenen Normalwellengerätes verbunden. Die Zwischenfrequenzröhre erhält genau wie die Mischröhre die Grundgittervorspannung durch Kathodenwiderstände. Das Zwischenfrequenz-Bandfilter ist unter Verwendung von Hochfrequenzeisenkernen und keramischen Isolierstoffen möglichst verlustarm aufzubauen. Eine Abschirmung ist nötig.

Gewinnung der Regelspannung

Da das Vorsatzgerät über genügend Verstärkung verfügt, ist eine selbsttätige Lautstärkeregelung vorgesehen. Um keine besondere Röhre zur Gewinnung der Regelspannung zu benötigen, wurde ein Trockengleichrichter (Sirutor) benutzt. Dieser ist induktiv mit dem im Anodenkreis der Zwischenfrequenzröhre liegenden Schwingkreis gekoppelt; letzterer ist auf die Zwischenfrequenz abgestimmt.

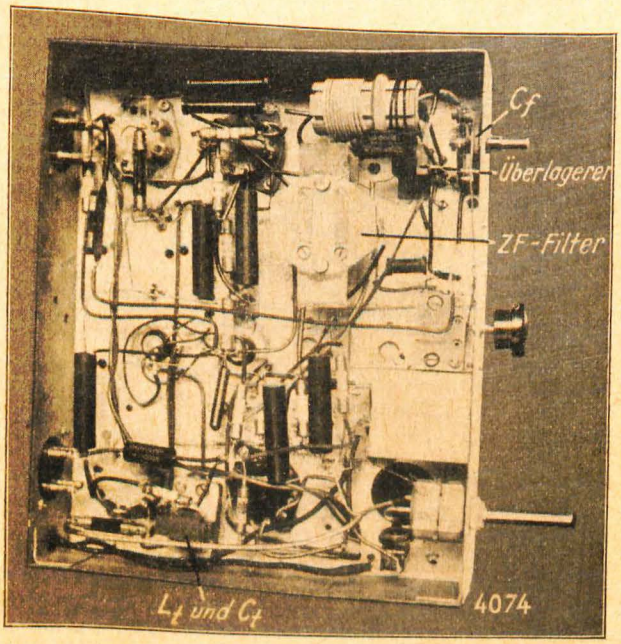


Abb. 4. Ansicht des Vorsatzgerätes von unten. Abschirmhauben vom Zwischenfrequenz-Bandfilter und vom Überlagerer abgenommen

Geregelt werden drei Gitter, und zwar das erste Gitter der Mischröhre und das erste und dritte Gitter der Zwischenfrequenzröhre. Das dritte Gitter der Zwischenfrequenzröhre erhält die halbe Regelspannung; durch diese Maßnahme kommt der Arbeitspunkt günstiger zu liegen.

Aufbau der Schwingungskreise

Wie schon eingangs erwähnt, wurden die Schwingungskreise unter Verwendung verlustarmer keramischer Isolierstoffe aufgebaut. Die genauen Daten gehen aus den Abbildungen 3 bis 6 hervor. Der Umschalter, der normal in dieser Ausführung 4 Kontakte besitzt, mußte dadurch erweitert werden, daß eine weitere Schalteinheit dazugebaut wurde, wie es Abb. 3 zeigt. Die Schaltstellungen sind folgende:

		1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kurzwellen	5 bis 20 m	●	□	●	□	□	□
Kurzwellen	20 bis 85 m	□	●	□	●	□	●
Normalwellen	85 bis 350 m	□	□	□	□	●	□

□ Schaltkontakt offen, ● Schaltkontakt zu

Die vierte Stellung des Nockenschalters bleibt unbenutzt. Beim Aufbau ist darauf zu achten, daß die Teile der Kontakte, die auf der Calitunterlage fest aufgebracht sind, mit den gitterseitigen Enden der Spulen verbunden sind. Während für die Hochfrequenzspulen Sternspulenkörper Anwendung fanden, wurden die Überlagererspulen auf einen einzigen zylindrischen keramischen Körper aufgewickelt. Die Rückkopplungsspule ist für beide Kurzwellen-Überlagererspulen die gleiche; sie liegt in der Mitte zwischen

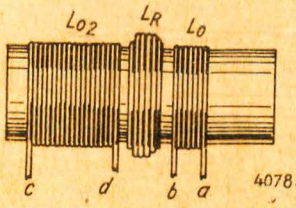


Abb. 5. Anschlüsse der Überlagererspulen L_0, L_{02} und L_R. Dieses Bild gilt, wenn L_0 und L_{02} mit gleichem Windungssinn gewickelt sind

beiden. Beim Zusammenbau ist daher auf richtigen Anschluß zu achten. Die Hochfrequenzspule für den Bereich von etwa 85 bis 350 m ist ein sog. Haspelkern. Die angegebene Windungszahl für diesen gilt bei halb herausgedrehtem Abgleichstift. Die entsprechende Überlagererspule ist ein H-Kern.



Abb. 6. Ansicht des Gerätes von oben

Das Zwischenfrequenz-Bandfilter, das auf eine Frequenz von 1370 kHz abgeglichen ist, zeigt Abb. 7; es verwendet H-Kerne. Da bei diesen der Abgleich mittels Abgleichscheibe verhältnismäßig umständlich ist, wurden keine Festkondensatoren, wie es heute allgemein üblich ist, benutzt. Die Parallelkapazitäten werden von einem Zweifachtrimmer auf Calitunterlage gebildet. In den Trimmer

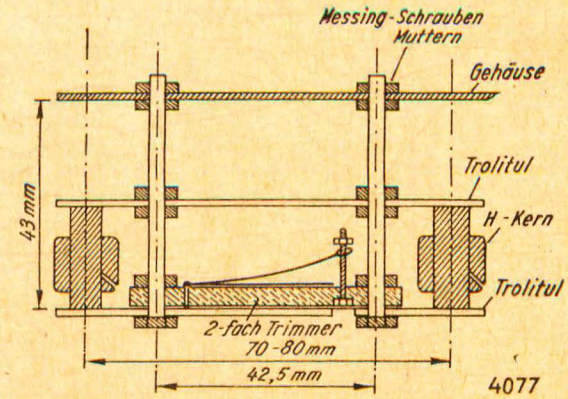


Abb. 7. Aufbau eines Zwischenfrequenz-Bandfilters

ist eine Festkapazität eingebaut, der veränderliche Kapazitätsbereich reicht daher von 40 bis 95 cm. Der im Anodenkreis der Zwischenfrequenzröhre liegende Schwingungskreis ist aus Abb. 4 ersichtlich.

Aufbau und Netzteil

Der Aufbau geht aus den einzelnen Abbildungen gut hervor. Um das Vorsatzgerät unabhängig von den Betriebsspannungen des Normalwellengerätes arbeiten zu lassen, wurde ein besonderer Netzteil vorgesehen. Sollte das Gerät bei hohen Frequenzen brummen, so überbrückt man die Heizleitung der Röhren mit 2 × 2000 cm gegen den Mittelabgriff der Heizwicklung und erdet diesen (Abb. 8).

Inbetriebnahme

Hat man ein Voltmeter zur Verfügung, so kann man die Betriebsspannungen kontrollieren. Diese waren bei dem Modellgerät (Instrument 500 Ω/Volt)

Spannung am Kondensator $C_1' = 370$ Volt,
Spannung an Anode $U_1 = 350$ V,
Spannungsabfall an $W_5 = 260$ V,
Schirmgitterspannung U_1, $U_3 = 75$ V,
Anodenstrom U_2 schwingend 3,6 mA, nichtschwingend 4 mA.

Beim Abgleichen bringt man zunächst das Filter auf die gewünschte Frequenz. Da bei den meisten Amateuren kein Meßsender vorhanden ist, soll kurz ein einfaches Verfahren beschrieben werden, wie man zweckmäßig diesen

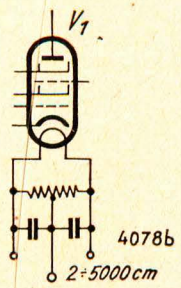


Abb. 8a. Entstörung bei starkem Netzbrummen auf Ultrakurzwellen

Abgleich vornehmen kann. Der vorhandene Rundfunkempfänger wird mit Hilfe von Rundfunksendern zwischen 1500 und 1300 kHz geeicht. Der Spulensatz des Überlagerers des Vorsatzsupers wird abgelötet und eine vorhandene Spule für den Rundfunkwellenbereich (Selbstind. ca. 180 000 cm) mit Antennen- und mit Rückkopplungsspule dafür angeschlossen. Auch die Verbindung zum dritten Gitter der Mischröhre wird abgelötet und dieses an Minus gelegt. Nun werden der Vorsatz und der geeichte Empfänger angeschaltet. Der Empfänger wird so eingestellt, daß er eine Frequenz von 1370 kHz empfangen kann, also die vorgesehene Zwischenfrequenz. Auf dieser eingestellten Frequenz bleibt der Empfänger auch nach dem Abgleich stehen, da er ja als Zwischenfrequenz-Verstärker arbeiten muß. Dreht man nun den Drehkondensator des Überlagerers durch, so wird man das, vorausgesetzt, daß er schwingt, im Empfänger hören können. Diese Stellung merkt man sich. Bevor man diese Umänderungen vornimmt, muß man den Vorsatz mit dem Empfänger zusammenschalten und sehen, ob Empfang da ist. Ist das Vorsatzgerät in Ordnung, so wird man selbst bei stark ver-

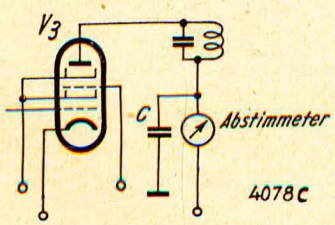


Abb. 8b. Anschluß des Abstimm-Meters im Anodenkreis der Zwischenfrequenzröhre

stimmtem Filter einige Großsender hören können. Hat man Empfang festgestellt, so nimmt man die schon geschilderte Umschaltung vor. Die provisorisch angeschlossene Überlagererspule koppelt man induktiv an das Steuergitter von U_1 an; ist der Überlagerer mit dem Bandfilter in Resonanz, so geht der Ausschlag des im Anodenkreis von U_3 befindlichen Abstimmeters zurück. Ist die vom Überlagerer ausgestrahlte Frequenz 1370 kHz und das Filter so abgeglichen, daß dann im Abstimmeter der kleinste Ausschlag vorhanden ist, so ist dieses auf die gewünschte Zwischenfrequenz abgestimmt.

Jetzt stellt man wieder die alte Schaltung her. Es werden nun der Gleichlauf zwischen Hochfrequenzkreis und Überlagererkreis hergestellt. Die Bereiche von 5 bis 85 m läßt man am besten wie sie sind, da es ohne Meßsender und Röhrenvoltmeter nur schwer möglich ist, einen genauen Gleichlauf zu erzielen. Für den Bereich von 80 bis 350 m ist jedoch ein Abgleich auch ohne besondere Hilfsmittel leicht möglich. Der für die Feinabstimmung vorgesehene Drehkondensator C_f wird zu diesem Zweck auf seinen Halbwert gestellt. Der Abstimmdrehkondensator wird ganz hereingedreht und C_f' solange verändert, bis Straßburg (349,2 m) gerade hörbar wird. Durch Verändern des Trimmers des Eingangs-Drehkondensators C_a und der Abgleichschraube des Eisenkerns wird nun über den ganzen Bereich auf kleinsten Ausschlag des Abstimminstrumentes abgeglichen, und zwar bei den höheren Frequenzen durch Verstellen des Trimmers am Drehkondensator, bei den niederen durch Verändern von L (mittels Abgleichschraube).

Die Leistung

Folgende Kurzwellen-Rundfunkstationen konnten z. B. im Verlaufe von vier Tagen gehört werden (angeführt sind nur Überseestationen): Sydney, Buenos Aires, New York, Schenectady II, Bound Brook, Skamlebaek OXY, Rio de Janeiro. Außerordentlich groß war auch die Anzahl der aufgenommenen Amateurstationen, unter anderem wurden gehört: XA (Mexiko), ZE (Süd-Rhodesia), W 6, 7, 9, 1 und 2 (USA), YK (Formosa), SV (Griechenland) usw.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Widerstände und Blockkondensatoren siehe Abb. 1 und 2

Bezeichnung	Anzahl	Maße
Sternspulenkörper a. Calit ..	2 Stück	
Zylindr. KW.-Spulenkörper ..	1 „	
Haspel-Eisenkern	1 „	
H-Kern	4 „	
Calitnockenschalter	1 „	3 Schalteinheiten
Trolitulsteifen zur Montage der HF.-Spulen	1 „	80 × 65 × 2,5 mm
Trolitulstreifen für ZF-Bandfilter	2 „	25 × 85 × 2,5 mm
Netztransformator	1 „	2 × 350 Volt mindest. 25 mA, 2 × 2 V 1 Amp., 2 × 2 V, 3 Amp.
Netzdrossel	1 „	
Montageschrauben, Röhrensockel, Draht, Isolierschlauch		
Metallgestell		28 × 22,5 × 5 cm

Windungszahlen der Spulen

Wellenbereich 5 bis 21 Meter: $L_1 = 1{,}5$ Windungen, $L_{01} = 1{,}5$ Windungen, $La = 2$ Windungen.

Wellenbereich 20 bis 87 Meter: $L_2 = 10$ Windungen, $L_{02} = 8$ Windungen, $La' = 2$ Windungen.

Rückkopplungsspule: $L_{R1} = 15$ bis 18 Windungen in 3 Lagen übereinander.

Draht für L_1, L_2, L_{01}, L_{02} = Volldraht 1 mm ⌀; Baumwolle oder Seide isoliert. Für L_1 und L_2 empfiehlt sich Kupferdraht versilbert, blank.

Wellenbereich 85 bis 350 Meter: $L_3 = 36$ Windungen 20 × 0,05 Litze Haspelkern, $L_{03} = 12$ Windungen 20 × 0,05 Litze H-Kern oder 15 Windungen auf Haspelkern, $L_{R2} = 10$ bis 14 Windungen, $La'' = 8$ bis 10 Windungen.

Zwischenfrequenzbandfilter: Lp, Ls = je 54 Windungen 20 × 0,05 Litze H-Kern, Abstand von Kernmitte zu Kernmitte 7 cm.

Zwischenfrequenztransformator: $Lt = 65$ Windungen 20 × 0,05 Litze, $Lt' = 70$ Windungen 3 × 0,07 Litze.

Der Steuervorgang der Dreipolröhre

Von

Dipl.-Ing. H. Gottmann

In geschichtlicher wie auch theoretischer Hinsicht bildet die Dreipolröhre die Grundlage für alle übrigen gittergesteuerten Röhren. Zum Verständnis der Vorgänge in den modernen, sowohl in ihrer Bauart als auch in ihrer Wirkungsweise z. T. recht komplizierten Röhren ist daher die eingehende Vertrautheit mit der Dreipolröhre unerläßlich. In der vorliegenden Arbeit soll nur auf die Betriebsart mit negativem oder schwach positivem Gitter eingegangen werden, wiewohl der Betrieb mit stark positivem Gitter in theoretischer und praktischer Hinsicht immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Die Bauart der Dreipolröhre wird als im wesentlichen bekannt vorausgesetzt. Zwischen Kathode und Anode befindet sich als dritter Pol ein Gitter, das bei den üblichen Röhren in schraubenförmigen Windungen feinen Drahtes die Kathode umgibt (Wendelgitter). Andere Ausführungen sind die Rostform, bei der die Gitterstäbe aus dem vollen Blech gestanzt werden, und das Steggitter, wie es aus Abb. 1

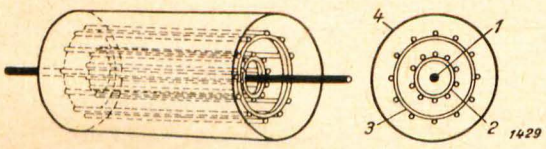


Abb. 1. Vierpolröhre mit Steggittern. 1 = Kathode, 2 = Steuergitter, 3 = Schutzgitter, 4 = Anode

ersichtlich ist, die eine Vierpolröhre, daher mit zweien solcher Gitter, darstellt. Die Gitterdrähte laufen hier sämtlich parallel zur Achse und umgeben die Kathode in Käfigform.

Ganz abweichend ist die Röhre mit Außensteuergitter, wie sie den Lesern noch von den vor Jahren für kurze Zeit auf den Markt gebrachten Stabröhren her bekannt ist.

Die Wirkungsweise der Gitter ist in allen Fällen dieselbe: Nach den Gesetzen der Elektrostatik, die früher [1]) ausführlich auseinandergesetzt wurden, beeinflußt das Gitterpotential je nach seiner Höhe, nach Lage und Form des Gitters das elektrische Feld innerhalb der Röhre und steuert damit den Strom der Elektronen in Abhängigkeit von diesem Felde.

Die bisher gebrachten Potentialreliefs für konzentrische Elektrodenanordnung [2]) galten für Steggitter. Es mag zunächst auffällig erscheinen, diese in der Praxis nur selten zur Anwendung kommende Bauart, für die auch die nachfolgenden Reliefs entworfen wurden, zu bevorzugen. Dies findet seine Rechtfertigung in der Tatsache, daß alle Schnitte senkrecht zur Achse der Röhre das gleiche Bild ergeben. Aus diesem Grunde ist auch der Potentialverlauf über jeden dieser Schnitte, an welcher Stelle er auch gelegt werde, derselbe. Da hiernach das Potential bei Fortschreiten in Achsenrichtung sich nicht ändert, so ist die Feldstärke in dieser Richtung überall gleich Null. Wir sagen von Feldern dieser Art, sie seien parallelebe n. Der Umstand, daß sich solche Felder und Potentiale nicht nur einfacher berechnen, vielmehr auch in Reliefform leichter darstellen lassen, ist der Grund für ihre Bevorzugung bei diesen Untersuchungen. Es lassen sich aber alle Schlüsse aus dieser Bauform auf sämtliche anderen ohne Beeinträchtigung ihrer Allgemeingültigkeit sinngemäß übertragen.

Der große Durchgriff, für den Diagramme und Reliefs zur besseren Veranschaulichung der Wirkungsweise des Gitters und der Ausbildung des Feld- und Potentialverlaufs entworfen waren, hatte zur Folge, daß einerseits die Steuerwirkung des Gitters, d. i. die anteilige Beeinflussung des Elektronenstromes, eine entsprechend geringe war, so daß wir erhebliche, in der Praxis nur selten vorkommende Gitterspannungen bzw. Spannungsverhältnisse zur Anwendung bringen mußten. Hierauf war seinerzeit bereits aufmerksam gemacht worden [3]). Andererseits brachte dieser übermäßig hohe Durchgriff eine große Ungleichmäßigkeit des Feldes mit sich, welche in der nachfolgenden Erörterung der Diagramme noch zur Besprechung kommt.

Ist nämlich der gegenseitige Abstand der Gitterdrähte im Verhältnis zu ihrer Entfernung von der Kathode groß, so ist ohne weiteres einzusehen, daß das Potential der Anode, das von dem des Gitters meist erheblich abweicht, ziemlich ungehindert durch die Maschen des Gitters „hindurchgreifen" kann. An der Stelle der Kathodenoberfläche, die sich mitten zwischen den Gitterdrähten befindet, wird diese Erscheinung sich am auffälligsten bemerkbar machen.

Aber auch wenn gar keine Anode vorhanden wäre, würde der Einfluß des Gitters auf die Feldausbildung in der Nähe der Gitterdrähte am stärksten sein. Stellen wir diese Verhältnisse für die beiden damaligen Reliefs dar, so ergibt sich für dasjenige der Abbildung 3 [4]) ein durchweg positives Feld, das auf das Überwiegen des hinreichend hohen Anodenpotentials zurückzuführen ist. An einem einzigen Punkte jeweils im Rücken eines Gitterdrahtes

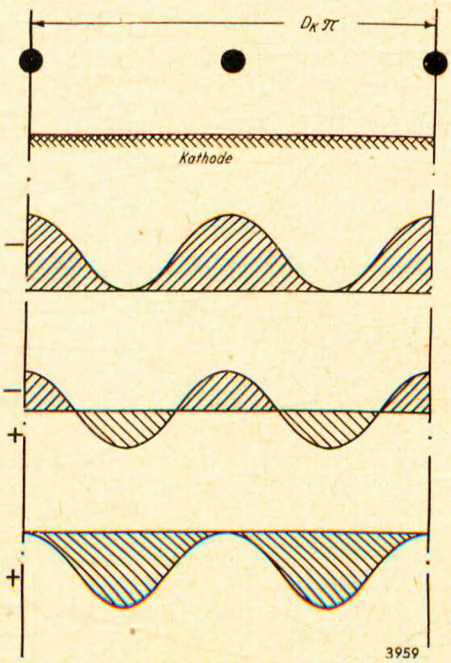


Abb. 2. Verteilung der Gitterstäbe und Feldausbildung einer Röhre mit ungewöhnlich hohem Durchgriff. Oben der abgerollte Kathodenumfang $D_K\pi$ mit den beiden Gitterstäben davor. Darunter der Feldverlauf rings des Kathodenumfangs, wie er zur vollständigen Abdrosselung des Anodenstroms gerade hinreicht. In der Mitte: Die Anodenspannung hat zugenommen, so daß Zonen zwischen den Gitterdrähten emittieren. Unten: Die Anodenspannung ist so weit gesteigert worden, daß nunmehr die ganze Kathode emittiert

erreicht die Feldstärke oder, was hier dasselbe ist, der Grad der Neigung oder des Gefälles des Reliefs gerade den Wert Null. Mitten zwischen den Gitterdrähten fällt das Gelände in Richtung zur Anode am stärksten ab.

[1]) Funk 1935, Heft 2, S. 39.
[2]) Funk 1935, Heft 18, S. 593.
[3]) Funk 1935, Heft 2, S. 44, 1. Spalte.
[4]) Funk 1935, Heft 18.

In den Potentialreliefs waren nun positive Werte stets nach unten aufgetragen. Der Einheitlichkeit und widerspruchsfreieren Vorstellung wegen wollen wir auch die Feldstärke in demselben Sinne auftragen, jedoch sei besonders darauf aufmerksam gemacht, daß es sich um eine vom Potential verschiedene Dimension handelt, denn die Feldstärke ist das Potential g e f ä l l e , auf die Längeneinheit bezogen.

Diese Vorbemerkungen erlauben uns nunmehr eine sinngemäße Deutung der Abb. 2. Oben ist der Kathodenumfang abgerollt, über ihm befinden sich die beiden Gitterdrähte.

Von den darunter dargestellten Kurvenzügen gilt der unterste für die bereits erwähnten Potentialverhältnisse nach Abb. 3 [4]) der Potentialreliefs für konzentrische Elektrodenanordnung. Auf das Relief nach Abb. 4 [4]) desselben Aufsatzes bezieht sich der obere der Kurvenzüge.

Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß der eine aus dem anderen durch Parallelverschiebung hervorgeht. Einer solchen Parallelverschiebung entspricht nichts anderes als eine gleichmäßige Addition oder Subtraktion der Feldstärke rings des gesamten Kathodenumfangs.

Diese können wir nun sehr einfach durch Erhöhung oder Erniedrigung des Anodenpotentials erzielen. Tatsächlich gehen auch nach einem bekannten Satze der Potentialtheorie beide Reliefs durch einfache Erhöhung bzw. Erniedrigung der Anodenpotentiale ineinander über.

Die beiden in Rede stehenden Kurvenzüge zeigen wiederum entsprechend den zugehörigen Reliefs ersichtlich zwei Grenzfälle. Der untere entspricht einem rings des gesamten Kathodenumfangs positiven, der obere einem durchweg negativen Felde. Früher [5]) haben wir gesehen, daß der jeweiligen Feldstärke eine bestimmte Ladung pro Längeneinheit auf dem Leiter entspricht, auf dem die Feldlinien landen. Umgekehrt muß, so waren die Überlegungen Barkhausens bei der Ableitung der nach ihm benannten ersten Röhrenformel, jeder Ladungsdichte (Ladung auf die Längeneinheit) eine bestimmte Feldstärke entsprechen. Diese aber ist für den Elektronenstrom in einer noch zu besprechenden Gesetzmäßigkeit bestimmend.

Sehen wir uns jedoch unter diesem Gesichtswinkel den mittleren Kurvenzug unserer Abb. 2 genauer an, so muß uns dieser mit gewissen Zweifeln an der Richtigkeit unserer Überlegungen erfüllen. Auf den ersten Blick sehen wir, daß er einem Spannungszustand zwischen den beiden äußeren entspricht. Wir haben hier eine Kathode vor uns, auf die sowohl positive als auch negative Feldstärken einwirken. Der Spannungszustand ist so gewählt, daß weder die eine noch die andere der elektrischen Ladungen überwiegt. Die Summe der Steuerfeldstärken ist also gleich Null. Und doch fließt fraglos an den Stellen positiver Werte ein Elektronenstrom. Die erste Barkhausensche Röhrenformel versagt hier nicht nur scheinbar, sondern auch tatsächlich.

Wenn wir uns in nachfolgendem über die Größe dieses Fehlers Rechenschaft zu geben versuchen, so werden uns diese Untersuchungen auch einen tieferen Einblick in das Wesen der Steuerung des Anodenstromes der Dreipolröhre verschaffen.

Die Ungültigkeit der angeführten Formel hat ihren Grund in dem bereits mehrfach betonten außergewöhnlich hohen Durchgriff der Röhre, wie er in der Praxis überhaupt nicht vorkommt. Wir betrachten zu diesem Zwecke nunmehr eine Röhre mit einem Durchgriff von etwa 25 %, also einem Wert, der immer noch erheblich über dem Durchschnitt liegt. Für eine solche Röhre sind zwei Spannungsverhältnisse untersucht worden: Einmal der Fall der Steuerspannung Null, womit bei dem verhältnismäßig hohen Durchgriff eine nicht unerhebliche negative Gitterspannung verbunden ist, das andere Mal der Betrieb mit positiver Steuerspannung, wozu hier auch eine schwach positive Gitterspannung herangezogen wurde.

Bevor wir die Feld- und Niveauliniendiagramme selbst bringen, wollen wir in Analogie zu Abb. 2 einmal festzustellen versuchen, was wir auf Grund des geringeren Durchgriffs zu erwarten haben. Unsere Untersuchungen über Potentialreliefs für Gleichrichterröhren brachten bereits im ersten Teil [5]) Feldliniendiagramme für einen annehmbaren Durchgriff. Betrachten wir beispielsweise die damalige Abb. 8 und das zugehörige Relief Abb. 10, so haben wir eine solche Röhre vor uns mit allerdings planparallelen Elektroden. Es steht nichts im Wege, diese nach dem Verfahren der konformen Abbildung [6]) in konzentrische Anordnung zu überführen. Nach den Betrachtungen zu den genannten Abbildungen liegt der gegenseitige Abstand der Drähte fest.

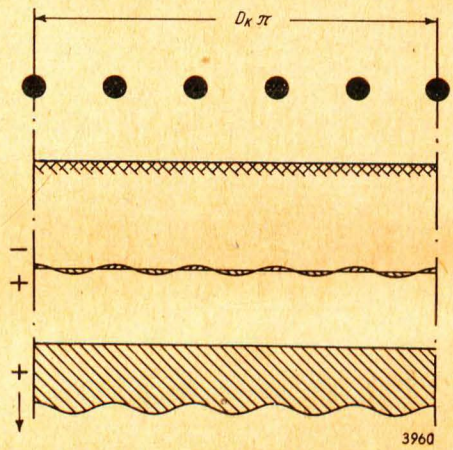


Abb. 3. Gegenüber Abb. 2 ist die Zahl der Gitterdrähte auf 5 erhöht, der Durchgriff also wesentlich verringert worden. Die Schwankung der Feldstärke hat wesentlich nachgelassen. Der Feldverlauf oben entspricht der Steuerspannung Null. Durch Erhöhung der Anodenspannung wird ein positives Feld entsprechend dem unteren Diagramm erzeugt

Auch in den übrigen Diagrammen und Reliefs können wir ihnen die Rolle des Gitters, den beiden äußeren Blechen jeweils die Rolle der Anode und Kathode übertragen. Im Gegensatz zu den bei den früheren Reliefs festgestellten Ungleichmäßigkeiten der Feldstärke an der Kathode können wir hier nennenswerte Schwankungen nicht mehr feststellen.

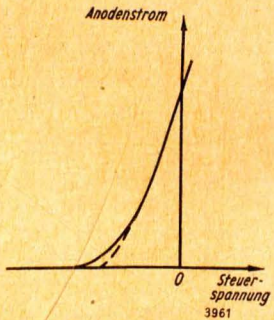


Abb. 4. Kennlinie einer Röhre. Bei einem vollständig gleichmäßigen Felde ohne die bisher festgestellten Schwankungen an der Kathode würde sich eine Kennlinie entsprechend der gestrichelten Kurve ausbilden

Diese Verhältnisse sind in Analogie zu Abb. 2 wiederum aufgetragen. Abb. 3 veranschaulicht dieselbe Röhre, jedoch mit fünf Gitterdrähten an Stelle von zwei rings des Kathodenumfangs. Das erste Feldstärkediagramm unterhalb des abgewickelten Kathodenumfangs ergibt die Steuerspannung

[4]) Funk 1936, Heft 3, Seite 77.
[5]) Funk 1936, Heft 1, S. 7.
[6]) Funk 1935, Heft 18, S. 593.

Null. Die relative Geringfügigkeit dieser Schwankungen wird uns jedoch erst richtig klar, wenn wir zu negativen oder, wie das im unteren Diagramm geschehen ist, positiven Werten der Steuerspannung übergehen.

Auch jetzt noch stellen wir fest, daß bei der Steuerspannung Null emittierende Zonen auftreten, die mit toten abwechseln. Bei einem Steggitter bilden sich also längs des Kathodenzylinders Streifen aus, die sich an der Kathode der Wendelgitterröhre als Schraubenzüge bemerkbar machen. Da trotz der auf den Nullwert abgesunkenen Steuerspannung noch ein Strom fließt, so muß sich diese Erscheinung auch im Kennlinienbild ausprägen, wie das Abb. 4 veranschaulicht. Bei sinkendem Anodenstrom bildet sich immer mehr ein „Schwanz" aus. Der Durchgriff der Röhre erscheint hier immer mehr vergrößert. Dies muß um so auffälliger in die Erscheinung treten, je größer der Durchgriff an sich ist. Abb. 5 bestätigt dies vollkommen.

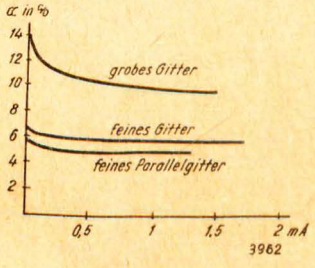


Abb. 5. Scheinbare Erhöhung des Durchgriffs bei sinkender Steuerspannung und damit sinkendem Anodenstrom. Die scheinbare Erhöhung ist um so größer, je größer der Durchgriff a selbst ist. (Aus Zenneck-Rukop, Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie, 5. Aufl.)

Für die Steuerspannung Null und einen Durchgriff von etwa 25 % ist nun in Abb. 6 das bereits angedeutete Feld- und Niveauliniendiagramm entworfen. Die Ausbildung eines negativen und positiven Feldes ist so geringfügig, daß sie an Hand des Potentialreliefs in Abb. 7 fast gekünstelt erscheint. Unmittelbar in der Nachbarschaft der Kathode ist das Gelände fast vollkommen eben, erst in einiger Entfernung macht sich die Ausbildung ansteigender und abfallender Zonen und damit eine Bildung von Schluchten und Hügeln bemerkbar. Daß die Elektronen in diesen Schluchten immer mehr zu Strahlen konzentriert werden, wie es auch dahingehende Untersuchungen voliauf bestätigt haben, mag nur nebenher erwähnt sein.

Wir wollen nunmehr die Frage zu beantworten versuchen, wie die Steuerwirkung der Röhre überhaupt zustande kommt. Bei hinreichend negativer Gitterspannung wird der Elektronenstrom, wie wir mehrfach auch an Hand der Reliefs festgestellt haben, vollkommen unterbunden. Gehen wir mit dieser Gitterspannung mehr und mehr in positivem Sinne vor, so bilden sich anfänglich emittierende Zonen aus, die mit toten abwechseln. Die ersteren verbreitern sich immer mehr, bis schließlich die ganze Kathode emittiert. Wollten wir nun annehmen, daß die Steuerung auf dieser Erscheinung beruhe, so müßte mit dem letzteren Spannungszustand der Sättigungsstrom, auf den wir noch näher zurückkommen, erreicht sein. Der Aussteuerbereich der Röhre wäre namentlich bei den üblichen im Durchschnitt wesentlich geringeren Durchgriffen ein sehr beschränkter. Die Betriebsverhältnisse der Röhre gehen jedoch weit über diesen Bereich hinaus. Wir arbeiten bei im Fluß befindlichen Anodenstrom mit nicht unbedeutenden Steuerspannungen, Für eine solche stellt nun Abb. 8 das Feld- und Niveauliniendiagramm dar. Sie gibt mit dem zugehörigen Relief nach Abb. 9 ein Bild von der großen Gleichmäßigkeit des Feldes rings des Kathodenumfangs. Die erste Niveaulinie ist ein fast vollkommener Kreis. Es liegt daher nahe, das Potential in diesem Bereich einem virtuellen Anodenzylinder zuzuschreiben, den wir an diese Stelle setzen. Diesem führen wir jetzt die hier auftretende Spannung, die „Steuerspannung" zu. Nach ihrer Höhe richtet sich die Feldstärke, also das Gefälle um den Kathodenzylinder.

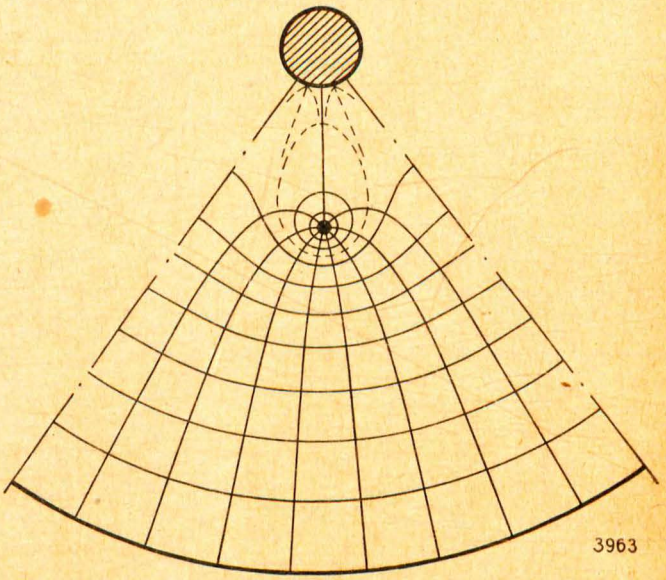


Abb. 6. Feld- und Niveauliniendiagramm der Dreipolröhre mit der Steuerspannung Null. Fünf Gitterstege auf den Umfang, Durchgriff etwa 25%

Wenn wir nun sagen, daß die Steuerung des Elektronenstromes durch die Abschüssigkeit des Potentialgeländes vor der Kathode erfolgt, wie wir das nach den bisherigen Betrachtungen vielleicht annehmen können, so ist auch diese Vorstellung nur bedingt richtig. Theorie und Erfahrung bei der Bewegung materieller Massen, also unserer materialisierten Elektronenkugeln, besagen, daß auf einem abschüssigen Gelände alle vorhandenen Kugeln auch abrollen, unabhängig davon, ob die Neigung gering oder stark ist. Die Steuerung muß also auf einer anderen Erscheinung beruhen. Diese wird durch den Namen „Raumladung" gekennzeichnet.

Das Wesen der Raumladung und die durch sie verursachte Potentialverlagerung und Verzerrung haben wir bereits kennen gelernt. Wir haben früher [7]) gesehen, wie eine bestimmte Kraftliniendichte oder, was dasselbe ist, eine bestimmte Feldstärke einer ganz bestimmten von Fall zu Fall

[7]) Funk 1936, Heft 3, Seite 77/78.

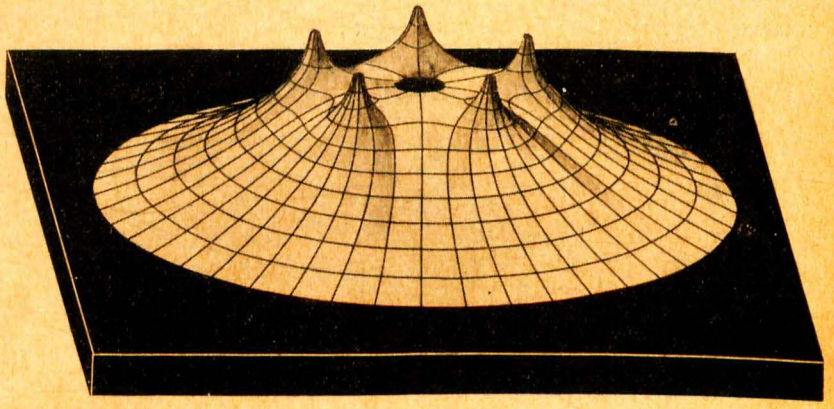


Abb. 7. Vollständiges Potentialrelief nach Abb. 6

festzusetzenden Neigung der schiefen Ebene entspricht. Gelangen diese Feldlinien in einen Schwarm von Elektronen, so werden sie von diesen gebunden, sie werden gleichsam aufgezehrt. Ein immer geringer werdender Rest von Feldlinien bleibt übrig, um sich gleichsam seinen Weg durch den Elektronennebel zu bahnen, bis auch dieser Rest noch versiegt. Alsdann ist die Feldstärke auf den Nullwert gesunken. Es liegt keine Ursache mehr vor, daß sich die noch übrigen Elektronen in Bewegung setzen, bevor neue Kraftlinien nach Landung der bereits in Bewegung befindlichen Elektronen frei werden.

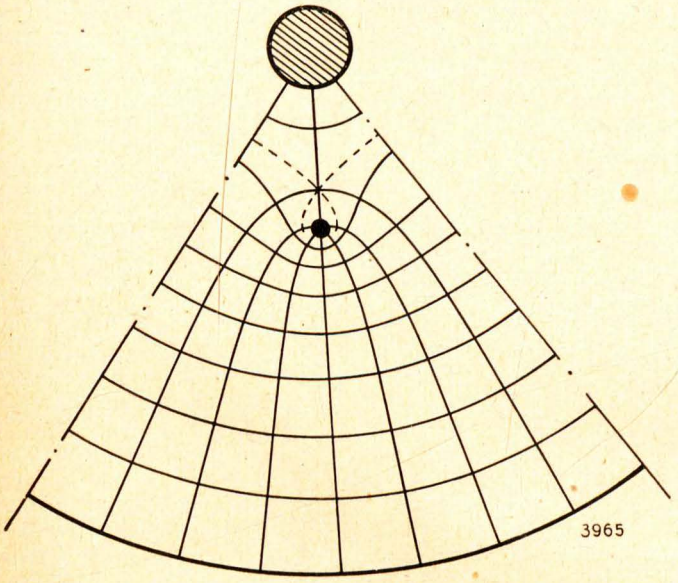


Abb. 8. Feld- und Niveaulinien diagramm der Dreipolröhre mit positiver Steuerspannung. Auch das Gitter selbst ist schwach positiv. Die erste Niveaulinie vor der Kathode ist fast ein Kreis

Wie wir damals jedoch gesehen haben, werden die Elektronen durch die Heizung der Kathode mit großer Heftigkeit ausgeschleudert. Wir sahen auch, daß die weitaus meisten wieder umkehren, da sie selbst ein Feld und Potential erzeugen, das ihrer Fortbewegung von der Kathode hinderlich ist. Vor der Kathode bildet sich ein Hügel, bei kreisförmiger Kathode also ein Ringwall aus.

Gehen nun genügend Feldlinien von der Anode aus, d. h. ist die Anodenspannung hoch genug, so reichen sie aus, um alle Elektronen, die sich von der Kathode losgelöst haben, zu binden und weiter zu befördern. In diesem Grenzfalle ist der Potentialverlauf vor der Kathode genau horizontal. Hier bewirkt nunmehr erst die geringste Steigerung der Anodenspannung ein Gefälle. Aber eine Zunahme des Elektronenstroms ist jetzt nicht mehr möglich, da die Ergiebigkeit der Kathode erschöpft ist. Erst wenn wir zu einer Steigerung der Heizleistung übergehen, treten weitere Elektronen aus der Kathode aus, während sich die Austrittsgeschwindigkeit des bisherigen Anteils ebenfalls erhöht. Es bildet sich ein neuer Wall um die Kathode, der wiederum durch eine Erhöhung der Anodenspannung „abgetragen" werden kann. Wir sehen also, daß ein Potentialrelief, das auch die Raumladung berücksichtigt, nicht nur von den Spannungen an der Röhre, sondern auch von der Heizung der Kathode abhängig ist. Alle unsere bisherigen Potentialreliefs galten für raumladungsfreie, d. h. ungeheizte Röhren.

In Abb. 10 ist der Vorgang dargestellt, wie er außerhalb der Röhre, nämlich im Anodenstromkreis bei Erhöhung der Heizleistung, sich abspielt. Wir sehen links eine Kurve, von der sich waagerechte Äste abzweigen. Als Ordinate ist der Anodenstrom, als Abszisse die Steuerspannung aufgetragen. Der untere Ast entspricht der geringsten Heizung. Der Zustand der Erschöpfung des Elektronenstroms wird sehr bald erreicht. Eine Erhöhung der Steuerspannung hat nunmehr keinen Einfluß mehr auf den Anodenstrom, wie weit wir auch die Steuerspannung steigern. Gehen wir jetzt zu einer stärkeren Heizung über, so springt der Anodenstrom

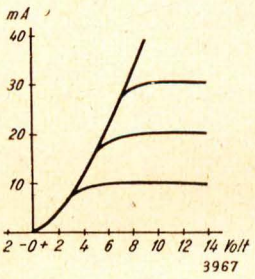


Abb. 10

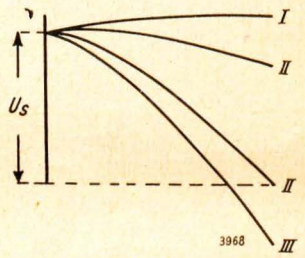


Abb. 11

Abb. 10. Abhängigkeit des Anodenstromes von der Steuerspannung. Bei geringer Heizung steigt der Anodenstrom nur bis zum Sättigungswert an, eine Erhöhung der Steuerspannung ist wirkungslos. Erst verstärkte Heizung kann wieder eine Zunahme des Anodenstroms zur Folge haben. Die Begrenzungskurve, von der die Äste ausgehen, stellt die Langmuirsche Gesetzmäßigkeit dar. (Aus „Funktechnik in Frage und Antwort")

Abb. 11. Potentialverlauf innerhalb des Steuerspannungszylinders. Oben I: Schwach negative Steuerspannung, die von den Elektronen infolge ihrer Eigengeschwindigkeit teilweise überwunden werden kann. II: Die Elektronen beginnen infolge zunehmender Steuerspannung zu fließen. Nur die schnelleren können den noch vorhandenen Potentialhügel überklettern, der Rest fällt zur Kathode zurück. III: Infolge hinreichender Steuerspannung gelangen die Feldlinien bis zur Kathode. Alle Elektronen rollen ab. Der Sättigungsstrom ist erreicht. IV: Die Steuerspannung hat den Sättigungswert überschritten. Der Elektronenstrom kann jedoch mangels hinreichender Belieferung von seiten der Kathode nicht mehr zunehmen

bei entsprechender Steuerspannung auf den nächsten Ast oder je nach Heizleistung darüber. Hier bemerken wir dieselbe Erscheinung: Über den durch den Ast gegebenen Wert steigt der Anodenstrom nicht mehr hinaus, er bleibt innerhalb eines bestimmten Steuerspannungsbereichs wiederum vollkommen konstant.

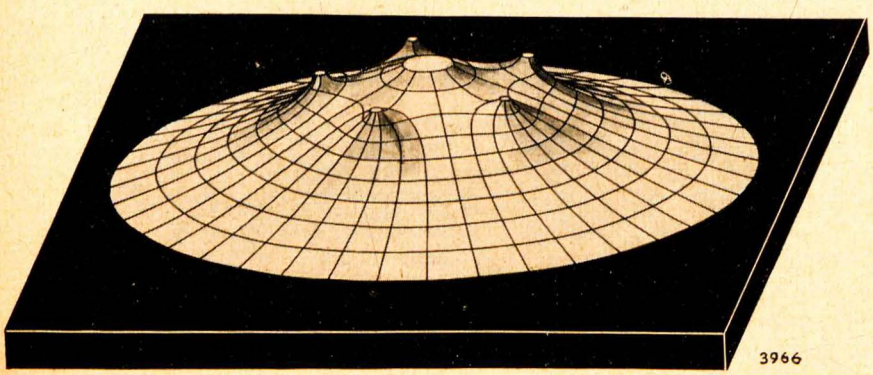


Abb. 9. Potentialrelief nach Abb. 8

Haben wir dagegen von Anfang an diese erhöhte Heizung der Kathode vorgenommen, so erfolgt bei Steigerung der Steuerspannung von null an auch ein stetiger Übergang von der linken Begrenzungskurve in den entsprechenden Ast.

Diese Beobachtungen im äußeren Anodenkreis stimmen mit unserer Theorie vollkommen überein. Wir wollen für dieses Diagramm der Abhängigkeit des Anodenstroms von Steuerspannung und Heizung der Röhre, das wir an Hand von Beobachtungen außerhalb der Röhre aufgenommen haben,

auch ein Diagramm für den Vorgang innerhalb der Röhre mittels eines Potentialreliefs entwerfen. Der Einfachheit halber betrachten wir nur den Raum zwischen Kathode und unserer virtuellen Anode. In diesem ist, wie die Untersuchungen oben gezeigt haben, das Steuerpotential bei einmal fest eingestellten Spannungen nur abhängig von dem Abstand von der Kathode, womit wir sagen wollen, daß es sich auf einem konzentrisch um die Kathode gelegten Kreise nicht ändert. Es ist also nur eine Funktion des Abstandes von der Kathode.

Wir nehmen eine weitere Vereinfachung in der Darstellung vor, die an dem Prinzip des Vorgangs nichts ändert: Die Kathode stellen wir uns planparallel vor, so daß sich Erscheinungen einstellen, wie sie durch die Abbildungen 12 und 13 unserer Betrachtungen über Potentialreliefs für Gleichrichterröhren [8]) gekennzeichnet sind. Die Abtragung des Raumladungswalls vor der Kathode durch die Steuerspannung geht alsdann nach Abb. 11 vor sich, die einer weiteren Erläuterungen wohl nicht mehr bedarf.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

[8]) Funk 1936, Heft 3.

Kippgerät für Braunsche Röhren

aus Volksempfängerbauteilen

Von **Dipl.-Ing. H. Köpke**

Um periodische Vorgänge auf dem Schirm einer Braunschen Röhre sichtbar zu machen, benötigt man ein sog. Kippgerät, das den Leuchtstrahl proportional mit der Zeit über den Schirm wandern läßt. Die Spannung an dem waagerechten Plattenpaar der Braunschen Röhre muß dabei linear bis zu einem bestimmten Wert ansteigen und dann in sehr kurzer Zeit auf ihren Anfangswert zurückkehren. Während dieser Zeit läuft der Leuchtstrahl zurück.

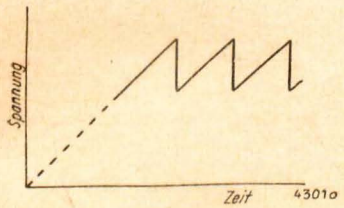


Abb. 1. Idealer Verlauf der Ablenkspannung

Der ideale Verlauf der Ablenkspannung ist demnach durch eine sägezahnartige Kurve gegeben (Abbild. 1). Durch praktisch ausgeführte Kippschaltungen versucht man, dieser Idealkurve möglichst nahezukommen unter Betonung der Forderung nach geradlinigem Anstieg und kurzer Rücklaufzeit. Dazu kommt die Notwendigkeit, die Kippfrequenz verändern zu können, um Vorgänge mit verschiedenen Periodenzahlen gut darstellen zu können. Eine Annehmlichkeit ist dabei, wenn die Kippfrequenz durch den untersuchten Vorgang synchronisiert werden kann, um ein stehendes Bild zu erhalten. Um diese vier Forderungen mit kleinstem Aufwand zu erfüllen, wurde versucht, ein Kippgerät aus VE-Teilen aufzubauen.

Kippschwingungen lassen sich dadurch erzeugen, daß ein Kondensator sich über einen Widerstand periodisch auflädt und über eine Glimmlampe wieder entlädt (Abb. 2).

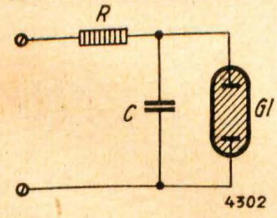


Abb. 2. Einfache Kippschaltung

Die Entladung setzt ein, sobald die Spannung am Kondensator die Zündspannung der Glimmlampe erreicht; sie hört auf, sobald die Spannung auf die Löschspannung abgesunken ist. Dann wiederholt sich der Vorgang. Durch Veränderung des Widerstandes oder der Kapazität des Kondensators läßt sich eine Veränderung der Kippfrequenz bewirken.

Soll eine Anordnung dieser Art der Zeitablenkung dienen, so stellen sich einige Mängel ein: zunächst steigt die Spannung des Kondensators nicht linear mit der Zeit an, sondern sie verläuft gekrümmt nach einer Exponentialfunktion. Außerdem erfolgt die Entladung des Kondensators nicht in unendlich kurzer Zeit; diese ist vielmehr vom Widerstand der Glimmlampe und der Spannungsdifferenz zwischen Zünd- und Löschspannung der Glimmlampe abhängig. Die Krümmung der Kurve läßt sich zwar durch Ersatz des Widerstandes R durch eine Schirmgitterröhre aufheben; in der vorliegenden Ausführung wurde jedoch ein anderer Weg beschritten, der bequemer ist. Die Ladekurve wird nämlich immer geradliniger, je kleiner das benutzte Kurvenstück ist (Abb. 3). Man verwendet eine Glimmlampe mit einer Zündspannung, die viel kleiner ist als die benutzte Betriebsspannung und deren Löschspannung nur wenige Volt unter der Zündspannung liegt. In Abb. 3 ist die Ladekurve des Kondensators gezeichnet, nach der die Spannung ohne Parallelschaltung einer Glimmlampe bis zur Spannung der Stromquelle ansteigen würde. Durch das Zünden der Glimmlampe wird die Aufladung im Punkt B unterbrochen und die Entladung über die Glimmlampe setzt ein, bis die Löschspannung erreicht ist. Die Kippschwingungen erfolgen nun stets entsprechend dem Stück A—B der Ladekurve. Um eine kurze Entladezeit zu erzielen, ist diese Anordnung ebenfalls günstig, da nur eine geringe Elektrizitätsmenge über die Glimmlampe abzufließen braucht.

Die so erzeugte Kippspannung ist zur Ablenkung des Leuchtstrahles viel zu klein. Sie wird deshalb durch eine Röhre verstärkt, deren Gitter galvanisch mit der Glimmlampe gekoppelt ist (Abbild. 4). Die Spannungsschwankungen am Kondensator werden so direkt auf das Gitter der Röhre übertragen. Am Belastungswiderstand der Röhre R_a kann die verstärkte Spannung abgenommen werden. Die Arbeitsweise der Verstärkerröhre ergibt sich aus folgender Überlegung:

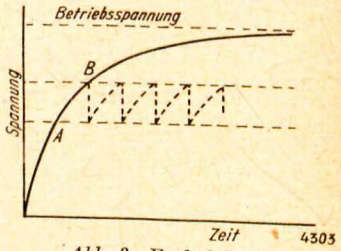


Abb. 3. Entladekurve

Die Spannung zwischen b und d kann niemals größer werden als die Zündspannung der Glimmlampe, da in dem Augenblick der Zündung die Spannung wieder absinkt. Als Gittervorspannung dient jedoch nur die Spannung zwischen den Punkten b und c; das Gitter ist also schwach positiv. Tritt infolge zu großer positiver Vorspannung am Gitter ein Gitterstrom auf, so wird die Strecke Gitter—Kathode leitend und die Ladung des Kondensators fließt

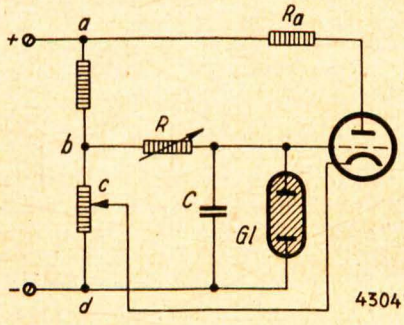


Abb. 4. Verstärkung der Kippspannung durch eine galvanische angekoppelte Röhre

in so starkem Maße ab, daß die Glimmlampe nicht mehr zündet. Der Schleifer c des Dreh-Spannungsteilers ist also so einzustellen, daß die Zündung der Glimmlampe gerade einsetzt.

Während der Zünddauer der Glimmlampe wird die Gitterspannung der Verstärkerröhre immer negativer, bis zum Erreichen der Löschspannung. Dann findet wieder eine Aufladung statt und der Vorgang wiederholt sich. Abb. 5 zeigt diesen Spannungsverlauf, auf das Röhrendiagramm übertragen. Die Kippspannung, die von der Glimmlampe auf das Gitter gegeben wird, verläuft schwach gekrümmt. Durch die entgegengesetzt wirkende Krümmung der Röhrenkennlinie findet jedoch eine Kompensation statt, so daß der Anstieg des Anodenstroms praktisch geradlinig erfolgt. Durch die Wahl des Außenwiderstandes R_a hat man es in der Hand, die Krümmung der Röhrenkennlinie dem Verlauf der Gitterspannung anzupassen. Als

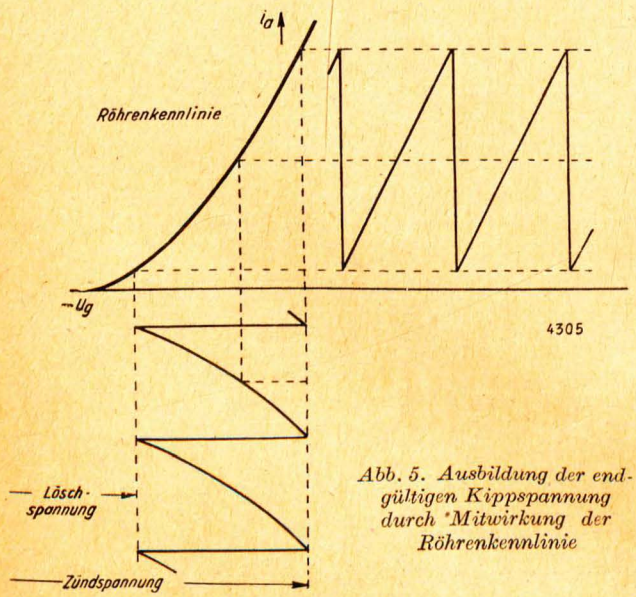


Abb. 5. Ausbildung der endgültigen Kippspannung durch Mitwirkung der Röhrenkennlinie

Röhre kommt dabei ein Typ in Frage, dessen Aussteuerbereich etwa gleich der Differenz zwischen Zünd- und Löschspannung der Glimmlampe ist, d. h.

$$D \cdot U_a = U_z - U_L$$

Diese Bedingung erfüllen bei der verwendeten Anodenspannung Röhren mit einem Durchgriff von etwa 10 ... 12 %.

Abb. 6 zeigt die verwendete Schaltung: der Netzteil ist genau dem Volksempfänger nachgebildet. Die am Ladekondensator C_1 liegende Spannung wird über eine Siebkette, die aus einem Widerstand R_1 von 4000 Ohm und einem Kondensator C_2 von 4 μF besteht, an einen Spannungsteiler mit insgesamt 200 000 Ohm Widerstand geführt. Die Stromaufnahme dieses Spannungsteilers stellt praktisch die einzige Belastung des Gleichrichterteils dar. Da sie nur etwa 2 mA beträgt, steht fast die ganze Leerlaufspannung des Netztransformators in Höhe von fast 400 V zur Verfügung. Ein Teil davon geht für die Gitterspannungskompensation der Verstärkerröhre als Ablenkspannung verloren, so daß etwa 300 V für die Anodenspannung der Verstärkerröhre übrig bleiben.

Als Röhre findet eine RENS 1204 bzw. H 4080 D Verwendung, deren Schirmgitter als Anode dient, da indirekt geheizte Röhren mit ausreichendem Durchgriff nicht zur Verfügung stehen. Der Spannungsteiler P_1 dient dazu, die Ablenkspannung nach rechts und links auf dem Leuchtschirm verschieben zu können, so daß der dargestellte Vorgang in der Mitte des Schirmes erscheint. Der Drehspannungsteiler P_2 dient zur Einstellung der richtigen Gitterspannung der Röhre durch Hochsetzen der Kathode.

Um eine Synchronisierung der Kippspannung mit dem dargestellten Vorgang zu ermöglichen, ist ein Transformator in Reihe zur Glimmlampe geschaltet, dessen Wicklungen niederohmig sein müssen, um die Entladezeit nicht wesentlich zu vergrößern. Legt man an seine Primärseite eine Spannung von etwa 10 Volt, so überlagert sich diese der Spannung an der Glimmlampe, so daß bei ganzzahligem Verhältnis der Periodenzahlen von Kippspannung und dar-

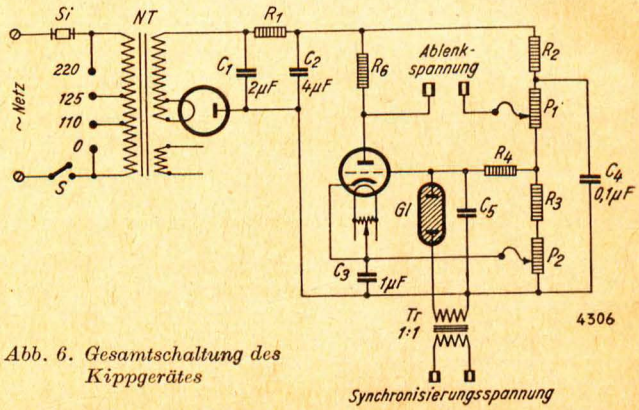


Abb. 6. Gesamtschaltung des Kippgerätes

gestelltem Vorgang die Zündung immer in einem Augenblick erfolgt, in dem eine Spannungsamplitude der Synchronisierungsspannung an der Glimmlampe liegt. Hierdurch erhält man ein stehendes Bild auf dem Schirm.

Abb. 7 und 8 zeigen das fertige Gerät. Die auf der Vorderseite sichtbaren vier Buchsen sind an die Primäranzapfungen des Netztransformators geführt und gestatten die Entnahme verschiedener Wechselspannungen, z. B. von 15 V für die Synchronisierung mit dem Netz. In das gezeigte Gerät ist außerdem die Reihenschaltung einer Drosselspule mit einem Widerstand eingebaut, um die Phasenverschiebung zwischen Wechselstrom und -spannung auf der Braunschen Röhre zeigen zu können. Der Strom erzeugt an dem Widerstand einen Spannungsabfall, der proportional dem Strom durch die Drossel ist. An der Drossel selbst wird die Spannung abgenommen. Über einen zweipoligen Umschalter kann wahlweise jede der beiden

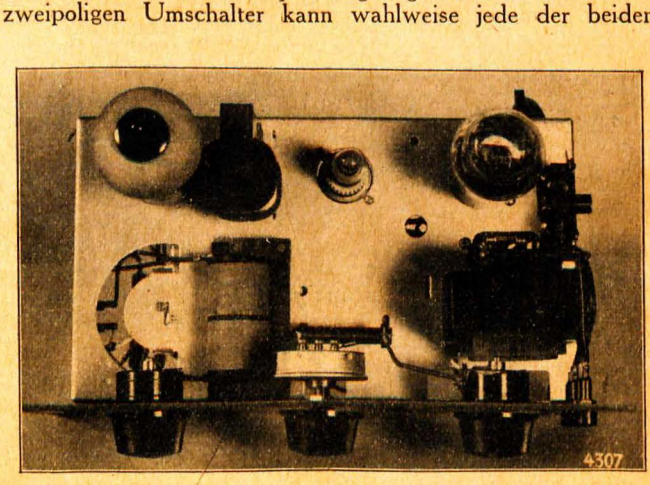


Abb. 7. Das fertige Kippgerät von oben gesehen

Kurven gezeigt werden. Arbeitet der Umschalter selbsttätig, so erscheinen beide Kurven gleichzeitig auf dem Schirm. Diese Sondereinrichtung gehört nicht zum eigentlichen Kippgerät und kann ebenso gut fortfallen. Dadurch werden vier Buchsen an der links befindlic hen Anschlußleiste frei und können für die vier Netzspannungsabgriffe benutzt werden. Die übrigen vier Buchsen dienen zur Abnahme der Ablenkspannung und zum Anschluß der Syn-

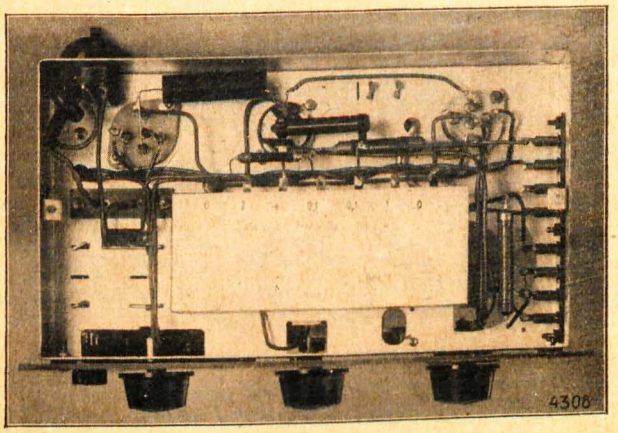


Abb. 8. Ansicht des Kippgerätes von unten

chronisierungsspannung. Die vorn sichtbaren Drehknöpfe sind für die Bedienung des Drehspannungsteilers für die Mitteneinstellung des Bildes auf dem Schirm (links) und zur Einstellung der Gitterspannung (rechts) vorgesehen. Der mittlere Drehknopf gestattet eine Regelung der Kippfrequenz durch Verändern des Aufladewiderstandes R_4.

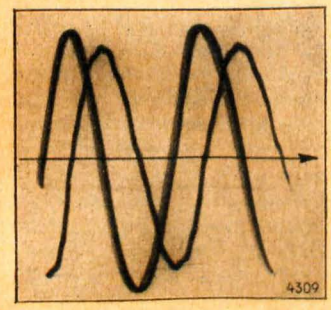


Abb. 9. Strom-Spannungs-Kurve, an einer Braunschen Röhre mit Gasfüllung aufgenommen

Abb. 9 zeigt schließlich die mit einer Braunschen Röhre mit Gasfüllung aufgenommene Strom-Spannungs-Kurve.

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 6	Größe
1	1	VE-Grundplatte		
2	1	VE-Netztransformator	NT_r	
3	1	VE-Kombinationsblock für Wechselstrom	C_1 bis C_4	2, 2, 1, 0,1 μF
4	1	VE-Netzschalter	S	
5	1	VE-Antennenleiste		
6	2	VE-Röhrenfassungen		
7	1	Widerstand	R_1	4000 Ω, 0,5 Watt
8	1	Widerstand	R_6	2 MΩ
9	2	Widerstände	R_2, R_3	50 kΩ, 1 Watt
10	2	Dreh-Spannungsteiler	P_1, P_2	50 kΩ, 3 Watt
11	1	Drehwiderstand (arithmetisch)	R_4	7 MΩ
12	1	Blockkondensator	C_5	30000 cm
13	1	Übertrager (Fernsprechübertrager 1 : 1, ca. 100 Ohm, 1200 Windungen)	T_r	
14	1	Mignon-Fassung (Edison) für die Glimmlampe		
15	1	Vorderplatte		270 × 160 × 3 mm
16	3	Drehknöpfe		
17	1	VE-Sicherungsleiste mit Sicherung		
18	1	Entbrummer		
19		Netzanschlußschnur mit Stecker, Schaltdraht		
20		Schrauben usw.		
		Röhren:		
21	1	Vierpol-Schirmröhre RENS 1204 bzw. H 4080 D		
22	1	Gleichrichterröhre 354		
23	1	Glimmlampe B 116		

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Funkbücher für den Weihnachtstisch

Es gibt Funkbücher, aus denen der Techniker lernt, die er für seine Arbeit braucht und die deshalb genau wie Rechenschieber und Lötkolben Werkzeuge für ihn sind; und es gibt andere, die er sich aus Freude an der Sache schenkt und wegen der lebendigen und geistreichen Darstellung des ihm wohlvertrauten Fachgebietes in seiner Bücherei nicht missen möchte. Wir kennen Bücher, die neben der Funktechnik herlaufen und gar nichts mit ihr zu tun haben und die doch den Funkfreund begeistern. Aus allen drei Gruppen möchte man das Neueste und das Bewährte auf dem Weihnachtstisch liegen haben. So werden sich viele Kurt Wagenführs „Welt-Rundfunk-Atlas" schenken lassen, um zu wissen, wo überall in der Welt es Sender und Sendegesellschaften gibt, wie sie organisiert wurden und wie sie aus ihrem Lande herausgewachsen sind und in ihrem Wirken durch das Land bestimmt werden; andere werden sich durch Eduard Rhein in die „Wunder der Wellen" einführen lassen oder dieses lehrreiche und humorvolle Buch ihrem Jungen oder auch dem technischen „Nachwuchs" zu Weihnachten zwischen die Lebkuchen-Herzen legen. Der Funktechniker aber wird endlich die Gelegenheit benutzen, um sich zu seinem „Funktechnischen Praktikum" den Ergänzungsband zu schenken und so dieses Standardwerk der Funkpraxis der fortschreitenden Entwicklung anzupassen, oder er wird die inzwischen auf 200 Karten angewachsene Funktechnische Schaltungssammlung zum laufenden Bezug bestellen. Damit erwirbt er sich für seine tägliche Arbeit Werkzeuge, die ihm auf Jahre hinaus treue Dienste leisten.

Der weihnachtliche Büchertisch des Funktechnikers ist wieder reich beschickt. Die nachstehende Auswahl wird hoffentlich für alle unsere Leser Interessantes bringen.

Prof. Dr. Richard Hennig, Verkehrsgeschwindigkeiten in ihrer Entwicklung bis zur Gegenwart. 140 Seiten, geh. 5 RM. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.

Das ist eines von den Büchern, die neben der Funktechnik herschreiten und mit ihr eigentlich nichts zu tun haben, die aber gerade der Funktechniker mit Interesse und Genuß lesen wird. Das Buch beginnt bei den Tageläufern der Hellenen, die die sagenhaften Geschwindigkeiten von 100 bis über 200 km an einem Tage erreicht haben sollen, und behandelt dann die berittenen Königsboten des Altertums, die auf der Königstraße des Perserreiches Tagesleistungen von 420 km erzielten. In dieser Zeit wies auch eine primitive Telegraphie schon recht beachtliche Leistungen auf: die Feuersignale der Griechen, die nach der Sage im Trojanischen Kriege angewandt worden sind. Wir erfahren Näheres über Anwendung und Leistungen der Rufposten, der Brieftauben und Briefraben und schließlich über die wirklichen optischen Telegraphen des Altertums und der Naturvölker. Nun folgen Schnellgefährte: Schlitten, Segelwagen, Pferdewagen, schließlich unsere modernen Verkehrsmittel und die neuzeitliche Nachrichtentechnik. Ein Ausblick in die Zukunft fehlt nicht: die Funktelephonie kann ja nicht schneller werden, wohl aber unsere Flugzeuge, wenn

sie erst für ihren Weitverkehr die Stratosphäre benutzen; wer weiß, ob man nicht in 50 oder 100 Jahren zu Hause frühstückt, dann das Stratosphären-Flugzeug besteigt, den Nachmittagskaffee in Tokio oder Batavia nimmt und zum Abendbrot wieder rechtzeitig daheim ist! — Das Buch ist nicht nur interessant zu lesen, sondern es enthält, mit großem Fleiß zusammengetragen, eine Fülle wertvoller Zahlen, die an keiner anderen Stelle der Literatur mit gleicher Vollständigkeit vorliegen. *Schwandt*

Dipl.-Ing. R. Petillon, Lautsprecher- und Verstärkeranlagen. 102 Seiten mit 81 Abb., Leinenband 4,80 RM. Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68.

Das grundsätzlich Neue an diesem Buch ist der Leserkreis, an den es sich wendet, dem es Verstärkertechnik und Übertragungspraxis vermitteln will: es ist für die Funkwarte aller Organisationen geschrieben, für die Funkwarte der politischen Gliederungen der Partei und der Betriebe, für alle diejenigen, die — ohne selbst Techniker zu sein — Verstärker- und Lautsprecheranlagen aufbauen, in Betrieb nehmen und warten müssen. Infolgedessen hat es keinen Zweck, Mikrophone, Tonabnehmer, Lautsprecher, Verstärker usw. in ihrem Aufbau und in ihren Schaltungen zu behandeln, sondern es ist richtiger, diese Geräte als gegeben vorauszusetzen und nun zu sagen, wie sie ausgewählt, aufgestellt, miteinander verbunden und betrieben werden müssen. Daraus ergibt sich, daß dem Leistungsbedarf, der Auswahl und Aufstellung der Lautsprecher, der Verlegung der Lautsprecherleitungen, der Anpassung einerseits von Empfänger, Mikrophon und Tonabnehmer, andererseits der Lautsprecher an die Verstärker, der Klangfarbenregelung, Fernschaltung und Entstörung besondere Aufmerksamkeit gewidmet wurde.

Das Buch ist geschickt in zwei Teile gegliedert: der erste ist der Praxis der Übertragungsanlagen gewidmet; er gibt Anleitungen und Ratschläge, ohne technisch oder physikalisch viel zu erklären. Der zweite ist „Zum Verständnis" überschrieben; hier liest der technisch Interessierte nach, warum er nach den Ratschlägen des ersten Teils dieses so und jenes anders ausführen muß. Er bringt deshalb akustische Grundbegriffe, spricht über Verzerrungen und Sprachverständlichkeit, behandelt kurz die Mikrophonarten, gibt die wichtigsten physikalischen Unterlagen für das Verständnis der verschiedenen Verstärkerarten. Eine Auswahl von Bildern ausgeführter Übertragungsanlagen beschließt das Buch. *Schwandt*

Rolf Wigand, 100 Kurzwellen-Schaltungen für Empfänger, Verstärker und Sender. 2. Aufl. 135 Seiten mit über 100 Abb., geh. 1,05 RM. — Derselbe, Sendung und Empfang kurzer und ultrakurzer Wellen. In drei Teilen. Teil I: Empfangstechnik. 3. Aufl. 138 Seiten mit 58 Abb., geh. 1,05 RM. — Teil II: Sendetechnik. 3. Aufl. 143 Seiten mit 121 Abb., geh. 1,40 RM. — Teil III: Ultrakurzwellen (einschl. 10-m-Band). 3. Aufl. 80 Seiten mit 67 Abb., geh. 0,70 RM. Verlag Hachmeister & Thal, Leipzig C 1.

Die in der Lehrmeister-Bücherei erschienenen beliebten Wigandschen Kurzwellen-Bändchen sind kürzlich sämtlich in erweiterten und auf den neuesten technischen Stand gebrachten Neuauflagen herausgebracht worden. Diese Tatsache allein beweist schon, daß für diese Bücher ein Bedürfnis vorliegt. Ihr großer Wert ist vor allem darin zu sehen, daß in ihnen für wenig Geld in gefälliger und zuverlässiger Form eine geschlossene Darstellung der technischen Seite des Kurzwellen-Amateurwesens gegeben wird. Die praktische Vierteilung ermöglicht es außerdem dem Jugendlichen, der meist Käufer dieser Bändchen sein wird, sie sich nacheinander anzuschaffen; die finanzielle Belastung wird auf diese Weise so klein wie nur möglich gehalten. Die Wigandschen Kurzwellen-Bücher sind aber nicht nur billig, sondern sie sind außerdem einfach in ihrer Schreibweise und dem Verständnis des „Amateur-Anwärters" angepaßt. Auf theoretische Erörterungen wurde verzichtet, dafür aber die Praxis um so umfassender dargestellt. Für alle Schaltungen wurden Bemessungsangaben gemacht, meist auch Ratschläge für den Aufbau gegeben; daneben bringen die Bändchen viele Hinweise für den Betrieb der Geräte und für den Amateurverkehr. *Schwandt*

Handbuch des deutschen Rundfunkhandels. 1. Jahrgang 1936/37. Bearbeitet von Rudolf Reim. Herausgegeben im Auftrage der Wirtschaftsstelle Deutscher Rundfunk-Großhändler. 374 Seiten, mit vielen Abbildungen und Tafeln. Verlag Wilhelm Limpert, Dresden-Berlin.

Dieses stattliche, hervorragend ausgestattete Handbuch wurde geschaffen, um der bisherigen großen Verschwendung an Rundfunk-Katalogen ein Ziel zu setzen. Etwa 500 Rundfunk-Großhändler haben in jedem Jahr Kataloge herausgegeben, die dem Handel kostenlos zur Verfügung gestellt wurden, der sie in vielen Fällen wegen der Überfülle gar nicht benutzte; diese Übung hat den einzelnen Händlern Hunderte und Tausende von Mark gekostet. An die Stelle der vielen Kataloge tritt nun dieses eine im Auftrage der Wirtschaftsstelle herausgegebene Handbuch. Es bringt in seinen ersten fünf Teilen, die etwa den halben Umfang ausmachen, eine Fülle interessanter wirtschaftlicher und technischer Aufsätze, darunter eine Übersicht über die Organisation des deutschen Rundfunks und eine Anschriftenliste aller Rundfunk-Großhändler. Der zweite Teil des Handbuchs bietet einen sorgfältig bearbeiteten Katalog der deutschen Rundfunkempfänger, Verstärker und Lautsprecher, in dem die allgemeinen und technischen Angaben in vorbildlicher Vollständigkeit und in großer Übersichtlichkeit gemacht werden, immer unter dem Leitstern, den Benutzer des Buches über das einzelne Gerät, soweit, wie durch einen Katalog überhaupt nur möglich, zu unterrichten. In fünf Spalten werden das Bild des Empfängers, die technischen Daten, besondere Eigenschaften, Röhrenbestückung und Preis mitgeteilt. Ähnlich werden die Angaben auch für die Verstärker und Lautsprecher gemacht. *Schwandt*

J. Kammerloher, Hochfrequenztechnik, 1. Band: Elektromagnetische Schwingungskreise. 176 Seiten, 115 Abb. C. F. Winter'sche Verlagshandlung G. m. b. H., Leipzig 1936.

Das Buch ist der erste Band einer Schriftenreihe „Lehrbücher der Feinwerktechnik". (Eine ausführliche Darstellung des wohl noch nicht allgemein geläufigen Begriffes „Feinwerktechnik" gibt der Herausgeber dieser Bücher, Dr. K. Gehlhoff, in der Zeitschrift „Feinmechanik und Präzision", Jahrgang 1936, Heft 5.) Zur Feinwerktechnik wird u. a. die gesamte Fernmeldetechnik gerechnet.

Nach dem Vorwort soll das Buch „dem praktischen Hochfrequenztechniker eine Brücke zur Erkenntnis physikalischen Geschehens sein". Der Verfasser bemüht sich, dieser Aufgabe durch weitgehende Verwendung — im wesentlichen elementarer — mathematischer Hilfsmittel gerecht zu werden und bewältigt so einen recht umfangreichen Stoff auf verhältnismäßig beschränktem Raum.

Das physikalische Geschehen und die Methode seiner Beschreibung muß der Leser dieses Buches bereits kennen. Ist dies der Fall, so gibt ihm die sorgfältige und klare Darstellung eine gute Einführung in die Theorie der Hochfrequenztechnik mit praktischen Zahlenbeispielen, die in manchen Abschnitten vielleicht noch etwas weiter an die heute in der Hochfrequenztechnik interessierenden Fragestellungen heranführen könnten.

Im vorliegenden I. Teil sind in fünf Hauptabschnitten Kondensatoren, Spulen, geschlossene Schwingungskreise, offene Schwingungskreise und Verluste behandelt. Die für die praktische Anwendung wichtigen Formeln sind im Druck besonders hervorgehoben. Ein Anhang bringt drei Tafeln für die Berechnung der Induktivität von Spulen.

Dr. W. Fehr

FUNK-Werkstattpraxis
Monatsbeilage für die Funkwerkstatt
6

Bewährtes Prüfgerät für Röhren und Widerstände

Das nachstehend beschriebene Prüfgerät ermöglicht eine Schlußprüfung und eine Anodenstrommessung — aber nicht die Aufnahme von Kennlinien. Es ist also geeignet, um festzustellen, ob eine Röhre überhaupt noch arbeitsfähig ist. Seine Besonderheit liegt in dem Leuchttafelmelder, der selbsttätig anzeigt, auf welche Röhrentypen das Gerät eingestellt ist.

Nachdem die Röhrenentwicklung in bezug auf Sockel- und Innenschaltungen einen gewissen Abschluß erreicht hat, ist es an der Zeit, ein vielseitig verwendbares Röhrenmeß- und Prüfgerät zu beschaffen, das für die Funkwerkstatt und auch für den Laden des Rundfunkhändlers geeignet und leicht zu bedienen ist. Das nachstehend beschriebene Prüfgerät wurde daher vorzugsweise nach folgenden Gesichtspunkten entwickelt:

1. soll eine Weiterentwicklung leicht möglich sein,
2. sollen Ergänzungen für neue Röhren leicht vorgenommen werden können,
3. soll auch der Nichtfachmann das Gerät ohne Fehlschaltung bedienen können,
4. sollen auch der Kunde oder Nichtfachmann die Einstellung begutachten können,
5. sollen außer Röhren auch Widerstände, Kondensatoren usw. geprüft werden können.

Obwohl die Sockelschaltungen der Röhren sehr mannigfaltig sind, kommt man mit Hilfe eines geeigneten Walzenschalters mit vier Röhrenfassungen für alle Prüfungen aus:

Sockel A für die alten Vierpol-Schirmröhren,
Sockel B für Dreipolröhren, Fünfpol-Endröhren und zum Teil für Gleichrichterröhren,
Sockel C für Sechspolröhren usw.,
Sockel D für die neuen Außenkontaktsockel-Röhren.

Es sind zwei Meßgeräte vorgesehen:

1. ein gutes Milliamperemeter mit einem Meßbereich bis 20 oder 30 mA, welches auf den vier- oder fünffachen Bereich umschaltbar ist (dieses Instrument dient gleichzeitig als Ohmmeter),

2. ein billigeres Wechselstrom-Amperemeter für einen Bereich bis 1,5 oder 3 Amp.

Laut Abb. 1 sind weiter vorhanden: 1 Walzenschalter mit 13 Schaltstellungen und 4 Umschaltungen für die Leitungen 1, 3. 4 und 5 sowie vier Umschaltungen für den Heizkreis. Der Schalter ist mit einem 13 poligen Rastenschalter gekuppelt, der die jeweilige Beleuchtungslampe der Röhrentafel einschaltet. Ein achtpoliger Umschalter, welcher nur für die Schaltung laut Abb. 1 a und 7 erforderlich ist, schaltet auf Schlußprüfung oder auf Messung.

Das ganze Gerät kann in Tischform oder jeder anderen beliebigen Ausführung zum Aufstellen auf einem Tisch gebaut werden. Eine zweckmäßige Anordnung ist die Schranktischform; in dem Schrank finden Tafeln, Meßgeräte, evtl. Röhrenvoltmeter oder Meßsender, für welche die Stromquellen ja vorhanden sind, den richtigen Platz.

Abb. 2 zeigt die eigentliche Schaltplatte aus 8-mm-Sperrholz. Über einem entsprechenden Ausschnitt ist in einem Bilderrahmen unter einer Glasplatte die Röhrentafel aufgeschraubt. Sie ist in Gruppen (nach Heizspannung und Sockelschaltung) aufgeteilt. Unter jeder Gruppe befindet sich ein 4,5-Volt-Beleuchtungslämpchen (am besten in Soffittenform), welches jeweils durch den 13poligen Rastenschalter, der mit dem Walzenschalter gekuppelt ist, geschaltet wird. Der Kreis ist an die 4-Volt-Klemmen des Netztransformators angeschlossen. Der Rastenschalter ist

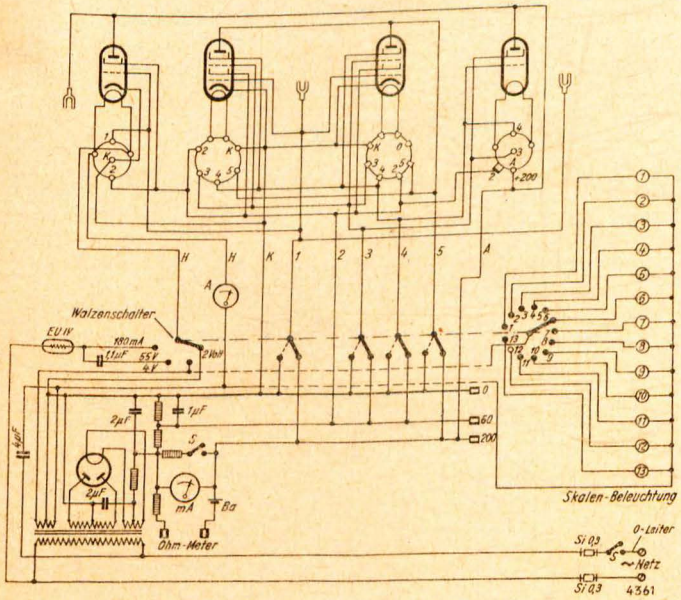


Abb. 1. Gesamtschaltung des Röhrenmeßgerätes mit Beleuchtungseinrichtung für die Meß-Skala

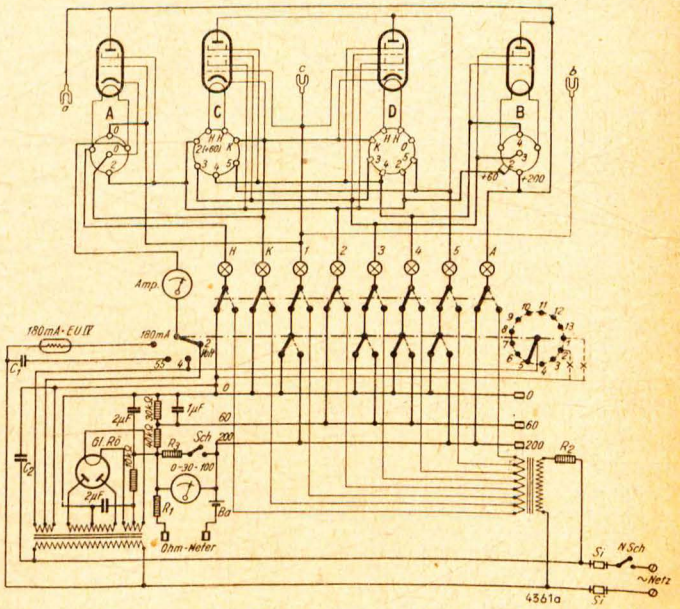


Abb. 1a. Ausbau der Schaltung für die Schlußprüfung

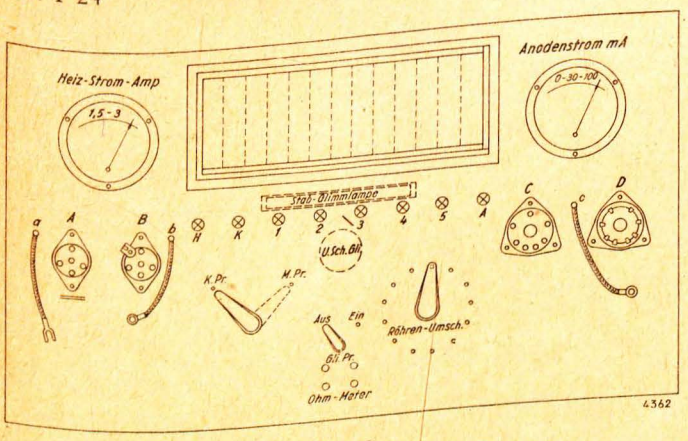


Abb. 2

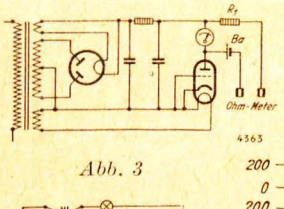


Abb. 3

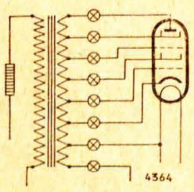


Abb. 4

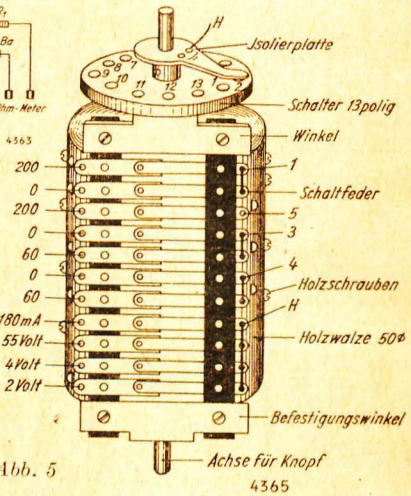


Abb. 5

Abb. 2. Bedienungsplatte des Röhrenmeßgerätes. Abb. 3. Einschaltung des mA-Meters. Abb. 4. Elektrodenschluß-Prüfung. Abb. 5. Anordnung des Walzenschalters

mit dem Walzenschalter so gekuppelt, daß er mit den betätigten Schaltfedern des Walzenschalters für die jeweilige Röhrengruppe übereinstimmt. Die Breite der Kontakte ist so schmal gehalten, daß jeweils nur eine Lampe brennen kann; dadurch wird eine Fehlschaltung auf jeden Fall vermieden. Damit die Beleuchtung für das jeweilige Feld gut abgegrenzt erscheint, sind zwischen den einzelnen Lampen Streifen aus Blech, Holz oder Pappe angebracht. Die verschiedenen Röhrenarten sind auf der Skala in 12 Felder aufgeteilt; das 13. Feld dient als Reserve für evtl. neu hinzukommende Röhren. Wer Röhren fehlen lassen will, z. B. die 1254 und 1854 oder KF 7 und KF 8 oder die Röhren der E-Serie, die auf Arbeitsfähigkeit auch mit der Schaltung der A-Serie zu prüfen sind, kann die Tafel auf der Skala nach seinem Wunsch ändern. Durch Zu- oder Abnehmen von Schrauben auf der Walze des Walzenschalters laut Abb. 5 läßt sich eine beliebige Änderung jederzeit vornehmen. Der Walzenschalter muß natürlich leicht zugänglich und übersichtlich gebaut sein; er ist die eigentliche Seele des ganzen Gerätes. Wie er gebaut wird, hängt von der handwerklichen Fertigkeit und von den vorhandenen Teilen ab. Wenn er nicht von einer Wellenschalterfabrik in fertiger Form zu beschaffen ist, kann er aus einem Wellenbereich-Umschalter, der mindestens acht Federnpaare besitzt, hergestellt werden (Nockenschalter). Die Schaltwalze besteht aus einem Zylinder aus Holz oder anderem Isolierstoff von etwa 50 bis 60 mm Durchmesser, auf deren Umfang Holzschrauben so eingeschraubt werden, daß deren Köpfe nach dem Plan Abb. 5 a die jeweiligen Federn so schließen, daß die gewünschte Spannung an die Sockelanschlüsse geführt wird. Der Durchmesser der Schaltwalze muß etwa 50 mm groß sein, damit an seinem Umfang die Reihen der Kontaktknöpfe (Schrauben) weit genug voneinander entfernt bleiben. Eine Festhaltevorrichtung mit einer Feder verhindert eine ungewollte Verstellung des Walzenschalters.

Leitung 1 wird auf — und auf etwa 200 Volt (für KF 7 und KF 8),
Leitung 3 wird auf — und auf etwa 60 Volt,
Leitung 4 wird auf — und auf etwa 60 Volt,
Leitung 5 wird auf 220 Volt und auf — (für 1254 und 1854) geschaltet.

Die Spannungen für Leitung 2 (+ 60), *K* (—) und *A* (+ 200) liegen fest. Für Vergleichsmessungen genügen diese Mittelwertsspannungen; der hierfür geltende Emissionsstrom ist in der Tafel hinter der entsprechenden Röhrenkennziffer anzugeben. Die ermittelten Werte gelten dann nur für dieses Meßgerät.

Die Heizspannung 2 oder 4 Volt liegt an der Heizwicklung des eingebauten Netztransformators. Für 55-Volt- und für die Gleich- und Allstromröhren wird der Heizstrom über die Heizwicklung des Transformators und über Vorschaltkondensatoren bzw. Eisenwasserstoffwiderstände aus dem Lichtnetz entnommen. Der Einfachheit halber werden die 180-mA- und 200-mA-Röhren über die gleiche Schaltung geprüft. Die geringe Unterheizung bei den Allstromröhren ist für die Prüfung unwesentlich.

Da der Widerstand der Gleichstromröhren etwa 111 Ohm beträgt, muß bei einem Lichtnetz von 220 Volt für einen Strom von 180 mA ein Widerstand von 1120 Ohm vorgeschaltet werden. Vorgesehen ist hier ein Sicherheitskondensator von 4 μF und ein Eisenwasserstoffwiderstand EU IV. Für die 55-Voltröhren mit 50-mA-Heizstrom beträgt der Vorschaltwiderstand etwa 3600 Ohm. Zur Spannungsvernichtung dienen hier Kondensatoren. Der Widerstand eines 4-μF-Kondensators beträgt bei 50 Perioden 800 Ohm, dazu ist ein 1-μF-Kondensator mit 3200 Ohm in Reihe geschaltet, zusammen also 4000 Ohm. Der genaue Wert ist 3600 Ohm; das sind 4 μF + 1,1 MF in Reihe geschaltet.

Um das Gerät erdschlußfrei zu halten, ist der Nulleiter des Netzes an den 4-μF-Kondensator zu führen. Eine größere Sicherheit ist gegeben, wenn ein besonderer Transformator verwendet wird, der eine 55-Volt-Wicklung für die V-Röhren und außerdem noch eine solche von 6,3 Volt für die E-Röhren besitzt. In diesem Falle fallen die Vorschaltkondensatoren C_1 und C_2 fort.

Die erforderliche Gleichspannung wird einer Gleichrichterröhre entnommen; eine einfache Beruhigungssiebkette aus einem Widerstand von 5000 bis 10 000 Ohm und 2 × 2 μF-Kondensatoren ist vorgeschaltet. Die mittlere Spannung von etwa 60 Volt liegt an dem Spannungsteiler, bestehend aus zwei Widerständen von 30 000 und 40 000 Ohm.

Das mA-Meter kann in der Minusleitung liegen, wenn z. B. die Gesamtemission der Gleichrichterröhren (beider Anoden) angezeigt werden soll; hier liegt es in der Plusleitung, damit nur der Anodenstrom der Verstärkerröhren angezeigt und nicht die Ströme über die Schirmgitter mitgemessen werden (siehe Abb. 3). Wenn das mA-Meter nur einen Bereich hat, z. B. 20 mA, so kann dieser durch einen entsprechenden Widerstand, der durch einen Schalter parallel zu den Klemmen des Gerätes geschaltet wird, auf den vier- oder fünffachen Bereich erweitert werden. Der Widerstand wird leicht durch Erproben gefunden; seine Größe ist abhängig von dem Innenwiderstand des Meßgerätes. Um das Gerät vielseitig verwendbar zu machen, ist das mA-Meter unter Zwischenschaltung einer Batterie von 1,5 oder 4,5 Volt und eines Widerstandes als Ohmmeter zu benutzen. Der Widerstand R_1 ist durch Versuch so einzustellen, daß bei Kurzschluß der beiden

Buchsen der Zeiger voll ausschlägt. Mit Hilfe von bekannten Widerstandsgrößen 50, 100, 500, 1000, 2000, 5000 und 10 000 Ω, die an die Buchsen gelegt werden, wird die Skala geeicht.

Für die Heizleitung ist ein billiges Wechselstrom-Ampere-Meter mit einem Bereich bis 1,5 oder 3 Amp.
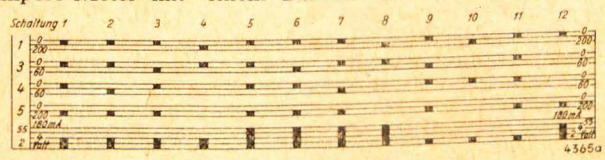


Abb. 5a. Schema des Walzenschalters

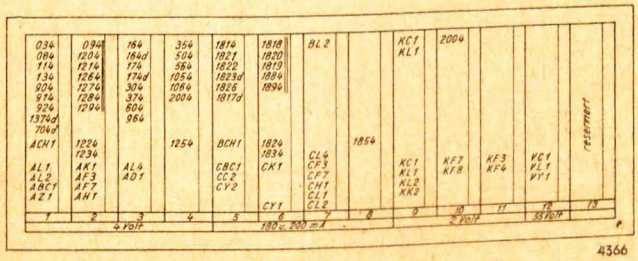


Abb. 6. Die Leuchttafel

vorgesehen, welches eine Kontrolle des Heizstroms ermöglicht und sofort anzeigt, wenn der Heizfaden der Röhre defekt ist.

Eine wesentliche Erweiterung dieses Gerätes ist eine Kurzschluß-Prüfeinrichtung, welche sofort anzeigt, wenn zwischen den Elektroden der Röhren ein Schluß besteht (Abb. 1 a). In jeder Leitung zu den Röhrenfassungen liegt ein Lämpchen von etwa 4 Volt und 40 bis 50 mA, oder besser ein Besetztzeichen von etwa 1000 Ohm aus ausgebauten Fernsprechgeräten, sofern diese zu beschaffen sind. Die Lampen sind in der Reihenfolge der Gitter der Röhren an die Anzapfungen der sekundären Wicklung eines kleinen Transformators angeschlossen, so daß das betreffende Lämpchen aufleuchtet, wenn ein Strom über zwei benachbarte Gitter fließt (Elektrodenschluß). Das Prinzip dieser Schaltung ist aus Abb. 4 zu erkennen. Für acht Elektroden der Röhren sind hier acht Lampen vorgesehen. Um eine Beschädigung der zu prüfenden Röhre durch Überlastung eines Gitters auszuschließen (wegen der Reklamationsmöglichkeit), ist in der primären Leitung des Transformators ein Schutzwiderstand R_2 von 5000 bis 20 000 Ohm vorgesehen. Die Größe ist abhängig von der Beschaffenheit und vom Leerlaufstrom des verwendeten Transformators. Das Übersetzungsverhältnis zu jeder Sekundärwicklung ist etwa 30 : 1, so daß für 3000 primäre Windungen etwa 7 × 100 Windungen sekundär notwendig sind (Drahtstärke 0,15 oder 0,2 mm); Eisenkern aus einem größeren Niederfrequenz- oder aus einem kleinen Netztransformator (Leistung bis 0,5 Watt). Ein achtpoliger Umschalter legt die Sockelzuleitungen entweder über die Lampen an den Prüftransformator (Schalter nach rechts; Kurzschlußprüfung), oder an die gewünschte Spannung —, 60 und 200 Volt zum Messen der Röhren (Schalter nach links; Meßprüfung).

Eine noch genauere Kurzschlußprüfung ermöglicht die in Abb. 7 wiedergegebene Anordnung, bei der eine

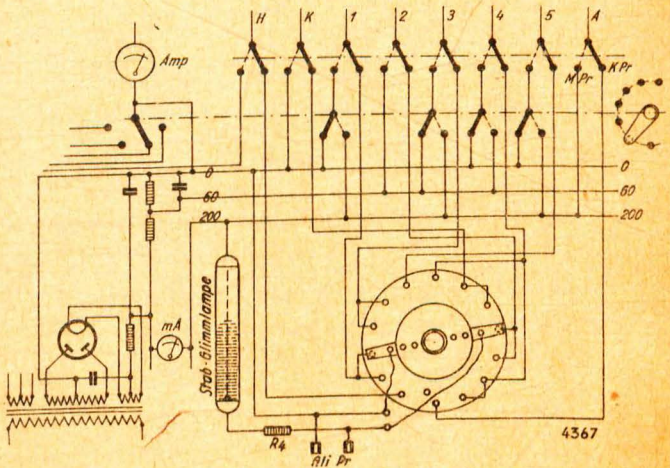


Abb. 7. Schlußprüfung mit Glimmlampe

Glimmlampe einen Kurzschluß und sogar kleine Übergangswiderstände in der Röhre, welche die bekannten Kratzgeräusche oder das teilweise Aussetzen von Röhren verursachen, anzeigt. Bei Verwendung einer Stabglimmlampe ist aus der Länge der Leuchtsäule die Größe des

Tafel der Röhrengruppen und der entsprechenden Sockelspannungen

	mA		mA		mA		mA		mA		mA		mA		mA		mA		mA		mA
034	14	094	8	164	20	354	40	1814	9	1818	8	BL 2	7										
084	19	1204	9	164d	20	504	48	1821	14	1820	8												
114	39	1214	9	174	20	564	40	1822	32	1819	8					KC 1	5						
134	37	1264	9	174d	20	1054	48	1823d	12	1884	5					KL 1	11						
904	14	1274	5	304	38	1064	43	1826		1894	5												
914	15	1284	5	374	7	2004	48	1817d	14														
924		1294	5	604	48																		
1374d	10			964	20																		
704	15																						
ACH 1	6	1224	4			1254	7	BCH 1	5	1824	4												
		1234	3							1834	3												
AL 1	12	AK 1	4	AL 4	11			CBC 1	13	CK 1	5	CL 4	17	1854	7								
AL 2	13	AF 7	6	AD 1	45			CC 2	13	CY 1	42	CF 7	7					KF 7	5	KF 3	5	VC 1	14
ABC 1	15	AF 3	6	AK 2	2			CY 2	42			CF 3	5					KF 8	5	KF 4	5	VL 1	15
AZ 1	40											CH 1	6			KC 1	5					VY 1	42
												CL 1	13			KL 1	11						
												CL 2	19			KL 2	22						
Leitung		Leitung		Leitung		Leitung		Leitung		Leitung		Leitung		Leitung		Leitung		Leitung		Leitung		Leitung	
1 = 0		0		0		200		0		0		0		200		0		200		0		0	
3 = 0		0		60		0		0		60		0		0		60		—		0		—	
4 = 0		60		0		—		0		0		60		—		0		0		0		—	
5 = 200		200		200		—		200		200		200		—		200		—		200		200	
H. 4 Volt		4 Volt		4 Volt		4 Volt		180 MA		180 MA		180 MA		180 MA		2 Volt		2 Volt		2 Volt		55 Volt	

Widerstandes zu erkennen. Ein Schutzwiderstand R_4, der für die Glimmlampe angegeben ist, verhindert bei Kurzschluß eine Überlastung der Glimmlampe. Der Widerstand beträgt etwa 50 000 Ohm; er wird so groß gewählt, daß bei Kurzschluß des Kreises das Glimmlicht gerade die Säule ganz bedeckt. Bei dieser Prüfung muß ein Schalter vorgesehen sein, der nacheinander die Glimmlampe zwischen zwei beieinanderliegende Elektroden der Röhre schaltet. Es eignet sich dafür ein Walzenschalter oder zwei miteinander gekuppelte siebenpolige Rastenschalter oder, wie hier angegeben, ein Doppelrastenschalter, bei dem die beiden Schleifer voneinander isoliert sind. Ein mehrpoliger Wellenumschalter kann leicht dazu hergerichtet werden; wenn Kontakte fehlen, werden diese durch Schrauben ergänzt. Die Glimmlampe ist durch bewegliche Litze mit den beiden Schleifern (Abb. 7) verbunden. Mit Hilfe dieser Anordnung sind auch Doppel-Zweipolröhren, bei denen sonst nicht viel zu prüfen ist, Kondensatoren, Hochohmwiderstände usw. zu prüfen; aus der Länge der Leuchtsäule kann gut die Größenordnung des Widerstandes bestimmt werden. Um kein Mißverständnis aufkommen zu lassen, soll darauf hingewiesen werden, daß natürlich nur e i n e Schlußprüfungseinrichtung vorhanden zu sein braucht; die erste Einrichtung arbeitet schneller, aber ungenau, bei der letzteren muß ein Schalter über mehrere Kontakte gedreht werden, sie arbeitet aber genauer und ist vielseitiger und billiger.

Das zuletzt beschriebene Gerät befindet sich seit längerer Zeit im Betrieb. Für Messungen, wie sie für Bastler, Rundfunkhändler und für Funkwerkstätten in Frage kommen, entspricht es allen Anforderungen. Für ganz genaue Messungen, zur Aufnahme von Kennlinien und zum Messen von Gitter und Hilfsgitterströmen, kann das Gerät erweitert werden. Solche Messungen haben aber nur für Röhrenfachleute Wert.

Für besonders Interessierte sei noch darauf hingewiesen, daß die Meßmöglichkeit dadurch wesentlich erweitert werden kann, daß die Spannungen der Leitungen 2, 3 oder 4 von veränderlichen Spannungsteilern abgenommen werden. In diesem Falle muß natürlich die eingestellte Spannung gemessen werden.

Zur Erleichterung und Kontrolle der Schaltung soll zum Schluß noch die Röhrengruppentafel mit den dazugehörigen Sockelspannungen aufgezeichnet werden. Hinter den Kennziffern der Röhren ist die auf diesem Gerät gemessene Emission angegeben. Die annähernden Werte sind durch richtige Bemessung des Siebketten-Widerstandes zu erreichen. *Zeichnungen vom Verfasser* *Ingenieur J. Helmers*

Das alte Gerät

Verbesserungen an veralteten Empfängern

Die Verbesserung alter Hochfrequenzstufen

Zu den heute störanfälligsten Geräten gehören Zweikreis-Empfänger mit einer Hochfrequenzstufe, die hier von der ersten wechselstromgeheizten Vierpol-Schirmröhre RENS 1204 bzw. H 4080 D Gebrauch machen. Diese Geräte befriedigen heute weder in ihrer Trennschärfe, noch in ihrer Leistung. Das liegt aber nicht allein an der Verwendung des alten Röhrentyps, sondern an manchen anderen Dingen, die man früher nur unvollkommen beherrschte, die heute aber ganz wesentlich verbessert werden können.

So wird man in diesen Empfängern fast immer offenliegende Spulensätze antreffen, die höchstens durch einen Blechring abgeschirmt sind, eine Art der Abschirmung, die natürlich ganz unzureichend ist. Infolgedessen sind zwischen den Spulen des ersten und zweiten Kreises so viel Streu-Kraftlinien vorhanden, daß man die Schirmröhre mit niedriger Anodenspannung und sehr niedriger Schirmgitterspannung arbeiten läßt, um ein Schwingen zu verhindern. In nicht wenig Empfängern dieser Art hat man ein Schwingen auch dadurch verhindert, daß man eine Gitterstrom-Dämpfung eintreten ließ; das war sehr einfach: man brauchte nur den besonderen Widerstand für die Erzeugung der Gittervorspannung fortzulassen und das Gitter über die Schwingkreisspule unmittelbar an die Kathode der Röhre zu führen. Diese Dämpfung durch den Gitterstrom verhindert zwar das Schwingen der Hochfrequenzstufe, aber sie vernichtet in gleicher Weise Trennschärfe und Empfindlichkeit.

Diese alten Zweikreiser können durch eine Modernisierung der Hochfrequenzstufe wesentlich verbessert werden. Die Verbesserung muß sich auf zwei Dinge erstrecken: 1. Einbau neuer, abgeschirmter Spulensätze kleiner Dämpfung, 2. Herstellung der günstigsten Betriebsspannungen, ev. unter Anwendung einer Röhre neuen Typs.

Der Einbau neuer Spulen macht in der Regel keine Schwierigkeiten, da die alten, gar nicht oder unzureichend abgeschirmten Luftspulen gewöhnlich sehr groß sind, so daß nach ihrem Ausbau moderne abgeschirmte Eisenkernspulen allemal Platz finden. Schwierig ist gewöhnlich nur der Anschluß der Spulen an den Umschalter, da dieser meist so offen liegt, daß schädliche Kopplungen zwischen den Kreisen begünstigt werden. Es wird deshalb häufig erforderlich sein, neben den Spulen auch neue Spulen-Umschalter einzubauen oder eine Spulen-Ausführung zu wählen, an die der Schalter angebaut ist. Hatten die alten Spulensätze zum Zwecke der Lautstärkeregelung veränderliche Antennenkopplung, so muß an deren Stelle nunmehr ein Dreh-Spannungsteiler treten, der in bekannter Weise in die Antenne geschaltet und für die Lautstärkeregelung benutzt wird. War die Rückkopplung induktiv — durch Bewegung der Spulen — regelbar, eine Möglichkeit, die nach Einbau neuer Eisenkern-Spulen ebenfalls nicht mehr gegeben ist, so muß man für die Rückkopplungs-Regelung nunmehr einen kleinen Drehkondensator mit festem Dielektrikum einbauen.

Durch den Austausch der Spulen gegen solche dämpfungsarmer, aber vollkommen geschirmter Bauart schafft man sich so stabile Verhältnisse, daß man auf die vorher meist bestehende Schwingneigung zur Erzielung einer großen Empfindlichkeit verzichten und die Röhre mit den höchstzulässigen Spannungen betreiben kann. Man wendet diejenigen Gitter-, Schirmgitter- und Anodenspannungen an, die die Röhrenlisten für die vorhandene bzw. die neu einzusetzende Röhre nennen. Dabei ist es notwendig, die Schirmgitterspannung durch einen Spannungsteiler herzustellen, dessen Querstrom rund 2 mA beträgt. Soll ein neuerer Röhrentyp zur Anwendung kommen, so bedient man sich der Fünfpol-Schirmröhren RENS 1284 bzw. H 4128 D bzw. AF 7.

Eine Frage, die in diesem Zusammenhang interessiert, ist die der G l e i c h l a u f - E r z i e l u n g. Ältere Zweikreis-Empfänger haben gewöhnlich einen recht unvollkommenen Gleichlauf, und sie weisen deshalb einen Ausgleichshebel auf, durch den der feststehende Plattensatz des einen Drehkondensators um einen bestimmten Winkelbetrag verstellt werden kann. Baut man neue abgeschirmte Spulensätze ein, so werden die Bedingungen zwar günstiger; trotzdem ist es nicht empfehlenswert, nun den Gleichlauf-Hebel zu beseitigen, da keine Möglichkeit vorhanden ist, die Kurven der beiden Kondensatoren genügend genau aneinander anzupassen.

Vor-, Schutz-, Regel- und Gitterwiderstände für Fünfpolröhren

Vorwiderstände

Bei den älteren Schirmgitterröhren, wie beispielsweise bei den Röhren RENS 1204 (H 4080 D), RENS 1214 (H 4125 D) oder RENS 1264 (H 4111 D), war für die Erzeugung der Schirmgitterspannung ein Spannungsteiler notwendig. Bei Benutzung eines einfachen Widerstandes besteht die Möglichkeit, daß beim Durchsteuern der Röhre die Anodenspannung kleiner als die Schirmgitterspannung wird. Infolge Sekundäremission des Schirmgitters wird dann der innere Widerstand der Röhre erheblich herabgesetzt und so der nachfolgende Anodenkreis stark bedämpft.

Durch die Einfügung eines Bremsgitters werden die Sekundäremission und die damit verbundenen Nachteile vermieden. Es ist infolgedessen bei Röhren mit Bremsgitter — vor allem bei den neuen Fünfpol-Schirmröhren (AF 7, AF 3) — zweckmäßiger und richtiger, die Schirmgitterspannung durch einen einfachen Belastungswiderstand zu erzeugen (Abb. 1). Ein weiterer Vorteil der neuen

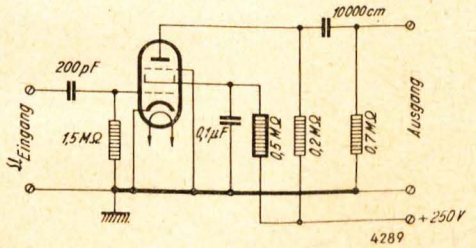


Abb. 1. Erzeugung der Schirmgitterspannung bei ungeregelten Fünfpol-Schirmröhren

Röhren ist die geringe Heizleistung von etwa 2,5 Watt gegenüber früher 4,4 Watt; an Stelle der bisherigen Metallgaze kann daher, um die Gefahr der thermischen Gitteremission weiter zu verringern, jetzt eine Vollanode Verwendung finden. Die Primärelektronen können nicht mehr durch die Gazeanode hindurchtreten und an der Glaswand zu Störungen führende Sekundärelektronen auslösen. Die neuen Röhren lassen sich erheblich weiter aussteuern, und die Schirmgitterspannung hat demzufolge die Möglichkeit, sich selbsttätig der Belastung der Röhre anzupassen.

Werden aber die Röhren RENS 1294 und AF 3 in regelbaren Hoch- oder Zwischenfrequenz-Verstärkern verwendet, in denen eine gleich groß bleibende Schirmgitterspannung Bedingung ist, so muß jedoch nach wie vor ein Spannungsteiler benutzt werden. Während des Regelvorganges sinkt nämlich außer dem Anodenstrom auch der Schirmgitterstrom, so daß der Spannungsabfall am Vorwiderstand kleiner und damit die Schirmgitterspannung größer würde. Die zunehmende Schirmgitterspannung bewirkt aber ein Wandern der Ja/Ug-Kennlinie nach links; sie erfordert einen größeren Regelspannungsbedarf.

Beim Gittergleichgitter wächst bekanntlich mit zunehmender Hochfrequenzspannung die am Gitter-Ableitwiderstand stehende Richtspannung. Das bedeutet also, daß in diesem Fall sowohl der Anoden- als auch der Schirmgitterstrom kleiner werden; demzufolge wird die Schirmgitterspannung größer. Diese Tatsache ist jedoch beim Gittergleichrichter sehr erwünscht, da ja durch das Größerwerden der Schirmgitterspannung die Kennlinie nach links wandert und infolgedessen der Aussteuererungsbereich des Audions größer wird.

Schutzwiderstände

Seit Erscheinen der steilen Endröhren, wie z. B. der CL 2 sowie der neuen Typen AL 4 und CL 4, verdienen die Schutzwiderstände gegen Ultrakurz-Störschwingungen, die infolge des symmetrischen Aufbaues dieser Röhren und wegen ihrer großen Steilheit auftreten, besondere Beachtung. Es ist unbedingt erforderlich, unmittelbar vor dem Gitteranschluß einen Dämpf- oder Schutzwiderstand vorzusehen. Ein solcher von 100 bis 500 Ohm bietet eine ausreichende Sicherheit gegen diese Störungen.

Bei der AL 4 besteht leicht die Möglichkeit, diesen Schutzwiderstand unmittelbar an der Kontaktfeder der Außenkontaktfassung anzubringen. Die CL 4 jedoch besitzt eine Gitterkappe, so daß man den Schutzwiderstand unbedingt vor der Gitterkappe vorsehen muß. Bei dieser Anordnung ist darauf zu achten, daß die Kapazität zwischen Schutzwiderstand und Abschirmung der Gitterleitung klein gehalten wird, damit nicht durch die Schaltkapazitäten die Wirkung des Schutzwiderstandes aufgehoben wird.

Bei der viel verwendeten RENS 1374 d wurde wider Erwarten eine Ultrakurz-Störung beobachtet, die jedoch nicht in dem Aufbau der Röhre begründet war, sondern ihre Ursache in der schaltungsmäßigen Anordnung des betreffenden Gerätes hatte. Durch Hinzufügen eines kleinen Schutzwiderstandes unmittelbar vor dem Gitterstecker konnte die beobachtete Störung restlos und sicher vermieden werden. In einigen Fällen hat es sich als ausreichend erwiesen, die in der Gitterzuleitung vorgesehenen Hochfrequenz-Siebwiderstände unmittelbar vor dem Steuergitter anzuordnen; die Praxis hat jedoch gezeigt, daß diese Anordnung nicht immer gleichzeitig Störungen infolge Ultrakurzschwingungen vermeidet. Es konnte beobachtet werden, daß die Sicherheit solcher Anordnungen sehr stark von dem Fabrikat des Widerstandes abhängig war. Es ist daher zweckmäßig, außer den üblichen Hochfrequenz-Siebwiderständen zusätzlich kleine Schutzwiderstände zur Unterdrückung der Störschwingungen vorzusehen (Größe etwa 500 Ω).

Regelwiderstände

Einen Fehler, der scheinbar ebenfalls in der Röhre begründet war, konnte man bei einem Zweikreis-Dreiröhren-Geradeausempfänger beobachten; in nächster Nähe des Ortssenders konnte dieser, obgleich er durch Handregelung der Gittervorspannung einer Fünfpol-Regelröhre heruntergeregelt war, nur mit großen Verzerrungen empfangen

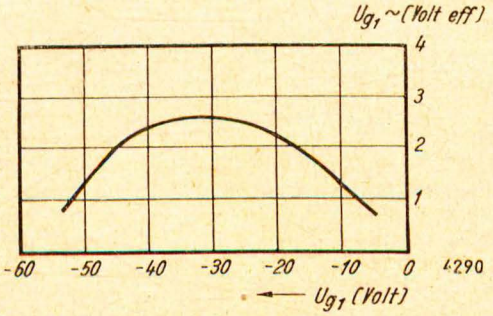


Abb. 2. Gitterwechselspannung in Abhängigkeit von der Gittervorspannung für AF 3 (U_{g_2} = 100 Volt)

werden. Man muß sich darüber im klaren sein, daß bei solchen Geräten die Regelung einer einzigen Stufe nicht ausreicht, um auch den Ortssender soweit zu schwächen, daß er bei erträglicher Lautstärke eine saubere Widergabe bringt. Wird ein solches Gerät in der Nähe des Ortssenders betrieben, dann ist ein Sperrkreis unumgänglich. Man wird diesen ohnehin auf den Ortssender einstellen, so daß dessen Feldstärke auf ein Maß herabgesetzt wird, das Ver-

zerrungen im heruntergeregelten Zustand der Röhre vermeidet.

Wenn man eine größte Modulationsverzerrung von etwa 1 % zuläßt, so soll die größte Hochfrequenzspannung am Steuergitter nicht mehr als etwa 2,5 Volt eff. betragen (Abb. 2; für eine Regelspannung von etwa 30 Volt). Von dieser Grenze, die bei selbsttätiger Schwundregelung meist erreicht wird, fällt die zulässige Gitterwechselspannung rasch ab; sie beträgt im Auslauf der Kurve, also bei gänzlich heruntergeregelter Röhre, noch etwa 1 Volt. Dies bedeutet, daß bei handgeregelten Hochfrequenzverstärkerröhren diese Spannung im Interesse einer brauchbaren Wiedergabe nicht überschritten werden sollte.

Gitterableitwiderstände

Bei der Bemessung der Höchstwerte dieser Widerstände ist folgendes zu beachten: Mit Ausnahme der Gittergleichrichter erteilt man den Steuergittern der Empfängerröhren negative Gittervorspannungen, so daß man erwarten sollte, daß dieses Gitter keinen Strom führt. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß trotz dieser Maßnahmen das Auftreten eines positiven bzw. negativen Gitterstromes in der Praxis nicht zu vermeiden ist. Die Auswirkungen dieses Gitterstromes in bezug auf die Verlagerung des Arbeitspunktes sind jedoch ausschließlich von den Außenwiderständen, d. h. also von den Gitterableitwiderständen und ihren Höchstwerten, abhängig.

Man hat, wie schon angedeutet, zwischen positivem und negativem Gitterstrom zu unterscheiden. Der einfachste und normale Fall für das Auftreten eines Gitterstromes ist der, daß das Gitter Spannungen annimmt, bei denen von ihm Elektronen aufgenommen werden. Obwohl hierzu im allgemeinen positive Gitterspannungen erforderlich sind, ist jedoch zu berücksichtigen, daß der Gitterstrom-Einsatzpunkt bei den heute gebräuchlichen indirekt geheizten Kathoden wegen des zwischen Gitter und Kathode auftretenden Kontaktpotentials zwischen 0 und — 1,3 Volt liegt. Die negative Gittervorspannung muß also zur Vermeidung des positiven Gitterstromes größer als minus 1,3 Volt gewählt werden. In diesem Falle liegt der Arbeitspunkt nicht mehr im Bereich des Elektronengitterstromes, der zu unerwünschten Dämpfungen und Verzerrungen führen würde.

Für den in den Röhrendaten veröffentlichten Gitterstromeinsatzpunkt von — 1,3 Volt wird ein Gitterstrom $\geq 3 \times 10^{-7}$ Amp. gewährleistet. Dieser Gitterstrom erzeugt im Gitterableitwiderstand eine Spannung, die sich zur gewählten Gittervorspannung addiert und damit den Arbeitspunkt in Gebiete größerer negativer Gittervorspannungen, also kleinerer Steilheiten, verschiebt. Bei Betrachtung des positiven Gitterstromes allein würde also die Anwendung größerer als der zugelassenen Gitterableitwiderstände dazu führen, daß die beste Leistung einer Röhre nicht erreicht werden kann.

Eine weit größere Bedeutung kommt jedoch in diesem Zusammenhange den sogenannten Fehl- oder Leckströmen zu, die durch mangelhaftes Vakuum, schlechte Isolation und thermische Gitteremission hervorgerufen werden können. Beim Auftreten eines solchen Stromes, auch negativer Gitterstrom genannt, werden im Gitterableitwiderstand Spannungen erzeugt, die der gewählten Gittervorspannung entgegengesetzt gerichtet sind. Die durch schlechtes Vakuum hervorgerufenen Fehlströme am Steuergitter treten bei dem heutigen Stand der Technik sehr selten auf; jedoch muß in der Praxis damit gerechnet werden, daß Gasreste in der Röhre vorhanden sind. Diese führen dazu, daß das Gitter Ionen, also positive Ladungen, aufnimmt. Die Größe des Ionenstromes ist abhängig von dem jeweils fließenden Anoden-Elektronenstrom, da durch diesen die Zahl der entstehenden Ionen bestimmt wird. Der Ionengitterstrom fließt den Gitterableitwiderstand ab, und der in diesem entstehende Spannungsabfall ist positiv in bezug auf das Gitter.

Eine weitere Möglichkeit für das Auftreten eines negativen Gitterstromes besteht in der thermischen Gitteremission. Für das Zustandekommen derselben sind zwei Voraussetzungen notwendig: Während des Aktivierungsprozesses besteht die Möglichkeit, daß das Gitter einen geringen Überzug von Barium erhält, der bei genügender Heizung des Gitters durch die Kathode eine Emission ermöglicht. Das Aufdampfen auch geringer Mengen von Barium läßt sich nicht vermeiden. Es besteht also nur die Möglichkeit, die Heizung durch die Kathode dadurch zu beseitigen bzw. zu vermindern, daß entweder der Abstand Gitter/Kathode vergrößert oder aber die Heizleistung der Kathode verkleinert wird. Besonders in der letztgenannten Richtung wurden bekanntlich durch die Einführung der 2,5-Watt-Kathode erhebliche Verbesserungen erzielt. Durch geeignete Bemessung der Gitterstreben und geeigneten gut wärmeleitenden Werkstoff konnten mit zusätzlich angebrachten Kühlflügeln die Temperaturen des Gitters auf Beträge herabgesetzt werden, die das Auftreten der thermischen Gitteremission praktisch vermeiden. Wenn auch der Betrag dieser Fehlströme an sich klein ist, so dürfen dennoch die nachteiligen Einflüsse bei Verwendung zu großer Gitterableitwiderstände nicht vernachlässigt werden.

Aus den vorstehenden Überlegungen ergibt sich, daß die Bestimmung des höchstzulässigen Gitterableitwiderstandes ein Kompromiß zwischen den in der Röhrenfabrikation vorgegebenen Höchstwerten der Fehlströme und den für die Praxis noch zulässigen Zusatzwerten in bezug auf Dämpfung bzw. Außenwiderstand darstellen muß.

Herbert Stahn

Zeichnungen vom Verfasser

FW-Ratschläge

Eigenartige Störung am Schwebungssummer

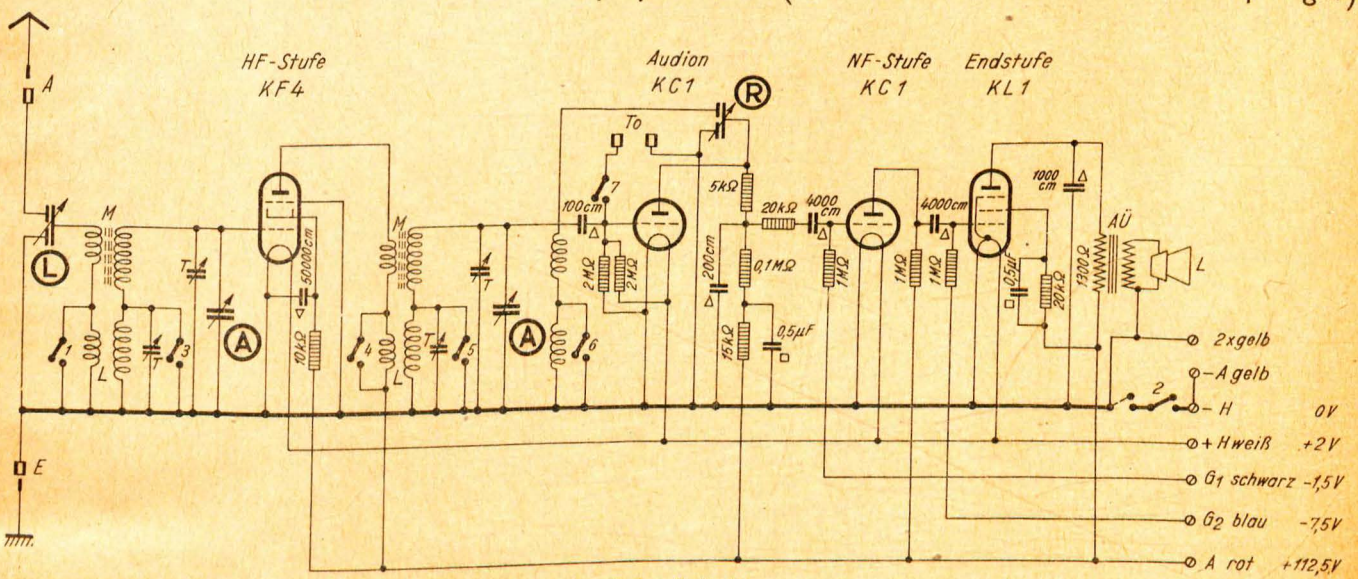
Als eines Tages die Kurvenform der tiefen Frequenzen an dem im Heft 16 des „Funk", 1935, beschriebenen Schwebungssummer nochmals untersucht werden sollte, stellte es sich heraus, daß sogar in dem Bereich zwischen 50 und 100 Hz diese keineswegs rein sinusförmig war. Als es sich auf der Suche nach dieser Störung ergab, daß die Heizspannung und die Anodenströme ihren Sollwert noch zeigten, wurde zunächst vermutet, daß irgendein Einzelteil fehlerhaft geworden sei. Da auch die Fehlersuche erfolglos blieb, wurde, weil sich während der langen Dauer der Störungssuche der Heizakkumulator entlud, die Ersatzbatterie eingeschaltet, und siehe da: die Störung war plötzlich verschwunden!

Nun wurde der Heizakkumulator einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Dabei stellte es sich heraus, daß sich bei dem schon lange Jahre benutzten Akkumulator in einer Zelle eine positive Platte so stark gekrümmt hatte, daß sie fast die negative Platte berührte. An der fehlerhaften Zelle sind vermutlich so schnelle Spannungsschwankungen entstanden, daß sie zwar von den Drehspulgeräten nicht angezeigt wurden, wohl aber die Kurvenform bei den tiefen Frequenzen so sehr beeinträchtigen konnten.

Da schon am nächsten Tag durch Plattenkurzschluß die Spannung an der fehlerhaften Zelle gänzlich zusammenbrach, konnte eine genaue Untersuchung dieser eigenartigen Störung leider nicht mehr vorgenommen werden. Der Leser soll aber aus dem Geschilderten die Lehre ziehen, daß man in Störungsfällen auch die Heizbatterie auswechseln soll, denn in batteriebeheizten empfindlichen Meßgeräten kann u. U. irgendeine Störung auftreten, die im Akkumulator ihre Ursache hat. Falls ein Leser einmal eine ähnliche Feststellung treffen sollte, möge er an dieser Stelle zum Nutzen seiner Fachgenossen darüber berichten. *Ke.*

Die Schaltung des Funkpraktikers

Deutscher Olympia-Koffer (Zweikreis-Vierröhren-Batterieempfänger)



Schalter-Nr.	1	2	3	4	5	6	7
200 - 600 m	●	●	●	●	●	●	
800 - 2000 m		●					
To		●					●
Aus							

Um einen uns oft übermittelten Wunsch zu erfüllen, veröffentlichen wir nachstehend die ausführliche Schaltung des Deutschen Olympia-Koffers. Sie ist der Anfang 1937 zur Ausgabe kommenden Lieferung der „Funktechnischen Schaltungssammlung" (Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68) entnommen.

Beim Entwurf der Schaltung für den Deutschen Olympia-Koffer durch H.-J. Stanienda war der wichtigste Gesichtspunkt der absoluter Zuverlässigkeit und Sicherheit. Reflex- und Superhet-Schaltungen mußten deshalb von vornherein ausscheiden, weil beide dieser Forderung nicht entsprechen können; bei beiden geht z. B. die Empfindlichkeit bei absinkender Batteriespannung beträchtlich zurück, und der Superhet setzt schließlich ganz aus. Es kam nur eine Geradeaus-Schaltung mit Hochfrequenzstufe und mit Rückkopplung in Frage; die Hochfrequenzstufe bürgt für eine große Grund-Empfindlichkeit, während die Rückkopplung dafür sorgt, daß unter ungünstigen Empfangsbedingungen und z. B. auch bei stark abgesunkener Batteriespannung eine möglichst große Reichweite erzielt werden kann.

Eingangsschaltung: Da ein Kofferempfänger kaum in unmittelbarer Nähe des Ortssenders verwendet wird, wurde auf einen Sperrkreis verzichtet. Der Eingang des Gerätes wird durch einen Dreiplatten-Drehkondensator, also durch einen kapazitiven Spannungsteiler, gebildet, der für die Lautstärkeregelung benutzt wird. Die Überlegenheit dieser Anordnung über den einfachen Widerstandsregler erweist sich gerade bei einem Kofferempfänger, der auf wenig „ertragreiche" Antennen angewiesen ist, als wertvoll.

Hochfrequenzstufe: Zur Hochfrequenzverstärkung wird eine Fünfpol-Schirmröhre mit fester Gleichspannung am Gitter verwendet, also keine Regelröhre, da diese einen zusätzlichen Batteriespannungs-Bedarf erfordert hätte. Das Gitter liegt am negativen Heizfaden-Ende; in dieser Schaltung kann kein Gitterstrom auftreten, und es ist dafür gesorgt, daß die Röhre an einer Stelle größter Steilheit arbeitet. Die Anschaltung des zweiten Kreises erfolgt in induktiver Kopplung. — Da die Erzielung einer großen Empfindlichkeit bei einem Kofferempfänger besonders wichtig ist, eine Gewähr für die Ausnutzung der höchstmöglichen Empfindlichkeit aber nur bei einwandfreiem Gleichlauf gegeben ist, wurde dem Gleichlauf besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Die Spulen besitzen Eisenkern-Abgleich; außerdem ist auf beiden Wellenbereichen kapazitiver Abgleich durch Trimmer vorgesehen.

Empfangsgleichrichter: Als Empfangsgleichrichter wird eine Dreipolröhre in der Schaltung des Gittergleichrichters verwendet; sie ist mit Rückkopplung versehen, die durch einen Dreiplatten-Drehkondensator geregelt wird. Von dieser Art der Regelung macht man vor allem deshalb Gebrauch, weil sie weichen Einsatz verbürgt und ein Kleinstmaß der Verstimmung des zweiten Kreises bewirkt.

Niederfrequenzteil: Der zweistufige Niederfrequenzverstärker ist ausschließlich widerstandsgekoppelt (Preis- und Gewichtsersparnis!) und in der ersten Stufe mit einer Dreipolröhre, in der Endstufe mit einer Fünfpolröhre bestückt. Diese Anordnung wurde anderen gebräuchlichen vorgezogen, weil sich eine ausreichend große Endleistung mit sehr kleinem Aufwand an Heiz- und Anodenstrom herstellen läßt; sie ist also für einen volkstümlichen Kofferempfänger die geeignetste.

Entkopplungsmittel: Von Interesse ist der sparsame und doch sinnvolle Gebrauch von Entkopplungsmitteln. Der Empfangsgleichrichter ist in dieser Hinsicht am anspruchsvollsten; er erhielt eine aus Widerstand und Kondensator (5 kΩ + 200 cm) bestehende Hochfrequenzsperre und eine gleichartig aufgebaute (15 kΩ + 0,5 μF) Niederfrequenzsperre, um Rückkopplungen über den hohen Innenwiderstand einer verbrauchten Anodenbatterie zu verhindern. Weitere Sperren liegen an den Schirmgittern der ersten und letzten Röhre. In dem Empfänger kommen übrigens durchweg ¼-Watt-Widerstände zur Anwendung; in der Belastungsfähigkeit sind sie bei weitem ausreichend, durch ihre kleineren Abmessungen aber sind sie gerade in einem gedrängt aufgebauten Kofferempfänger von Vorteil.

Oszillographengeräte für die Funkpraxis

Nachstehend bringen wir noch eine Ergänzung zu unserem in FW 4, Beilage zum „Funk", Heft 20, erschienenen Bericht über neue Oszillographengeräte.

Um ein abgerundetes Bild zu bieten, enthielt der in FW 4 veröffentlichte Aufsatz über neue Oszillographengeräte auch einen Typ, TO 1, der seinem Aufbau und seiner Bestimmung nach nicht streng in diese Auswahl hineingehörte, handelt es sich dabei doch um ein Gerät, bei dem eine bestimmte Eigenschaft bis zum Extremen gesteigert wurde, nämlich die Schreibgeschwindigkeit. Diese Eigenschaft ist für die Funkwerkstatt, an die sich unsere Beilage wendet, von geringerem Wert, denn hier beschränkt man sich meist auf die Beobachtung der Schirmbilder mit dem Auge; sie ist aber für das Laboratorium, das eine photographische Registrierung vorzieht, von sehr großer Bedeutung, erlaubt sie es doch, außerordentlich schnell verlaufende Vorgänge photographisch festzuhalten. Damit dieses Gerät nun im Vergleich zu den übrigen aufgeführten, mehr für die Bedürfnisse der Funkpraxis geschaffenen Oszillographengeräten nicht falsch beurteilt wird, folgen nachstehend noch einige Ergänzungen.

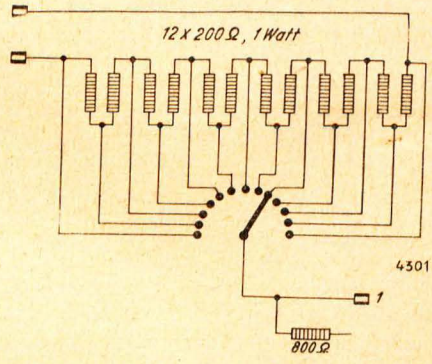
Beim Entwurf eines tragbaren Oszillographengerätes kann für einen bestimmten Preis ein ganz bestimmter Aufwand getrieben werden, der sich in drei Richtungen bewegt: 1. Höhe der Anodenspannung und damit Helligkeit und große Schreibgeschwindigkeit, 2. Großer Kippfrequenzbereich, 3. Leistungsfähiger Meßfrequenzverstärker (großer Frequenzbereich und hoher Verstärkungsfaktor). Will man eine sehr große Schreibgeschwindigkeit erzielen, z. B. 15 km/sek wie beim TO 1, so ist eine Anodenspannung von 4000 Volt erforderlich. Verwendet man dabei eine Elektronenstrahlröhre mit einer normalen Empfindlichkeit von 0,4 mm/Volt, so wird diese als Folge der hohen Anodenspannung auf 0,1 mm/Volt herabgesetzt. Das hat zur Folge, daß die von den eingebauten Geräten (Kippgerät und Verstärker) abzugebenden Spannungen entsprechend heraufgesetzt werden müssen. Damit wachsen zwangsläufig die Anodenspannungen auch für diese Geräte, da nur mit hohen Spannungen entsprechend große Ausgangs-Amplituden erzielt werden können. Praktisch zieht eine Erhöhung der Anodenspannung der Braunschen Röhre auf 4000 Volt eine solche des Niederspannungs-Netzteils auf 700 Volt nach sich.

Dieser höhere Aufwand an technischen Mitteln bedingt, soll ein bestimmter Preis (z. B. 1500 RM) eingehalten werden, das Fortlassen anderer Hilfsmittel, z. B. eines Verstärkers von größerer Verstärkungsziffer. Immerhin kann man einen entsprechenden Verstärker außen zuschalten, während eine nachträgliche Erhöhung der Anodenspannung der Braunschen Röhre nicht oder nur bei vollständigem Umbau des Gerätes möglich ist. Aus diesen Gründen entschied man sich beim TO 1 für die hohe Anodenspannung und verzichtete auf den Verstärker, beschränkte sich vielmehr auf die Symmetrierstufe.

In diesem Zusammenhang soll noch auf einen anderen wichtigen Punkt hingewiesen werden, nämlich auf das Auflösungsvermögen für hohe Frequenzen. Im allgemeinen findet man in der Literatur der Hersteller von Oszillographengeräten als Maßstab für den Frequenzumfang des Gerätes die höchste Kippfrequenz angegeben. Sie allein ist aber keine ausreichende Kennzeichnung; notwendig ist vielmehr die Kenntnis des Produktes aus der Kippfrequenz (in Hertz) und der Kippamplitude (in Volt). Haben wir nur eine hohe Kippfrequenz, aber eine kleine Kippamplitude, so nimmt der vom Elektronenstrahl geschriebene Kurvenzug in waagerechter Richtung nur einen sehr schmalen Bereich ein, er erscheint nicht „aufgelöst", also nicht auseinandergezogen, sondern eng zusammengedrängt. So ergibt z. B. eine Kippfrequenz von 100 000 Hertz mit einer Amplitude von 500 Volt ein Auflösungsvermögen von $5 \cdot 10^7$ Volt/Sek., während man bei 150 000 Hertz und nur 200 Volt Amplitude nur $3 \cdot 10^7$ Volt/Sek. erhält. Eine Meßfrequenz von 1 000 000 Hertz würde auf dem Schirm einer Röhre mit der Empfindlichkeit 1 mm/Volt im ersten Fall je Schwingung einen Raum von 50 mm, im zweiten Fall nur von 30 mm einnehmen, obgleich die Kippfrequenz höher ist. Es wäre deshalb sehr erwünscht, wenn man allgemein dazu übergehen würde, statt der Kippfrequenz das Auflösungsvermögen in Volt/Sek. anzugeben. Für das Gerät TO 1 aber ergibt sich nun, arbeitet man nicht mit der höchsten, sondern mit einer mittleren Anodenspannung, dank der hohen vom Kippgerät gelieferten Amplitude, ein sehr gutes Auflösungsvermögen. Die hohe Anodenspannung hat auf diese Weise indirekt eine Erhöhung des Auflösungsvermögens zur Folge.

Der Regler für den HF-Spannungsteiler

In FW 3, Seite 587, wurde ein HF-Spannungsteiler für den Prüfsender beschrieben, an dessen Eingang sich ein Dreh-Spannungsteiler von 2400 Ω befindet. Dieser Regler muß selbstinduktionsfrei und frequenzunabhängig sein. Ein



Regler von 2400 Ω, der diesen Bedingungen genügt, ist aber nur sehr schwer zu haben. Deshalb schlagen wir vor, den Spannungsteiler aus 12 Widerstandsstäben (Massewiderständen) von je 200 Ω (1 Watt) und einem entsprechenden, möglichst kapazitätsarmen Stufenschalter aufzubauen. Die Schaltung zeigt das beistehende Bild.

Berichtigung

„Dreikreis-Dreiröhren-Empfänger mit selbsttätigem Schwundausgleich"

In die Schaltung der Abb. 1 dieses in Heft 19 des „Funk" 1936, S. 603 veröffentlichten Aufsatzes von Rudolf Schadow hat sich ein Zeichenfehler eingeschlichen, den wir richtigzustellen bitten.

Der Wellenschalter an der Rückkopplungsspule L_3 darf nicht zwischen den Punkten o und n liegen, sondern er muß zwischen den Punkten r und p eingeschaltet werden.

Alle Abbildungen in diesem Heft, die keinen Urhebervermerk tragen, wurden nach Angaben der Schriftleitung hergestellt

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Ob.-Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lichterfelde. Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 57, Kirchbachstraße 7. — DA III. Vj. 1936 = 8700. Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preußische Druckerei- und Verlags-A.-G. Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Fernruf: A 2 Flora 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 88378, Sonderkonto „Funk". — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung. — Nachdruck sämtlicher Artikel verboten.

Nr. 127. Lumophon-Piggi
Nr. 128. Seibt 246 K
Nr. 129. Nora K 224
Heft 12 (1936)
Nr. 130. Neue Endröhren
Nr. 131. Braun BKT 36
Nr. 132. Kärling KS 6240
Heft 13 (1936)
Nr. 133. Magnet. Werkstoffe
Nr. 134. Empfindl. v. Endröhren
Nr. 135. Resowd. v. Abstimmkr.
Heft 14 (1936)
Nr. 136. Owin K 36
Nr. 137. Olympia-Kofferempf.
Nr. 138. Lautstärken
Heft 15 (1936)
Nr. 139. AEG
Nr. 140. Roland Brandt
Nr. 141. Braun
Heft 16 (1936)
Nr. 142. Detewe
Nr. 143. Dr. Dietz & Ritter I
Nr. 144. Dr. Dietz & Ritter II
Heft 17 (1936)
Nr. 145. Graetz-Radio
Nr. 146. Graßmann Union
Nr. 147. Idealwerke A.-G. I
Heft 18 (1936)
Nr. 148. Idealwerke A.-G. II
Nr. 149. Loewe
Nr. 150. Lorenz
Heft 19 (1936)
Nr. 151. Lumophon
Nr. 152. Ernst Mäsfling (Emud)
Nr. 153. Mende I
Heft 20 (1936)
Nr. 154. Mende II
Nr. 155. Neufeld & Kuhnke
Nr. 156. Nora I
Heft 21 (1936)
Nr. 157. Nora II
Nr. 158. Owin
Nr. 159. Philips
Heft 22 (1936)
Nr. 160. Saba I
Nr. 161. Saba II
Nr. 162. Sachsenwerk
Heft 23 (1936)

Jahr	Typ	Betriebsart	Schaltung	Röhrenzahl	Kreiszahl	Bandfilter Eing	Bandfilter ZF	Stufenfolge	Röhrenbestückung	Wellenbereiche	ZF	Sperrkreis	Schwundausgl.	Sichtb. Abst.	Selbst. Störsperr.	Klangfärber	Bandbreitenregl.	Lautsprecher	Gehäuse
	Schalecotrop 3	B	G	3	1	—	—	AuR, W, WE	KC 1, KC 1, KL 1	5 K	—	—	—	—	—	—	—	—	M
1935	Traumland W	W	G	3	2	—	—	H, AuR, WE	AF 7, AF 7, AB 2, AL 2, AZ 1	M, L	—	—	—	—	—	K	—	E	H
	Traumland GW	GW	G	3	2	—	—	H, AuR, WE	CF 7, CF 7, CB 2, CL 2, CY 1	M, L	—	—	—	—	—	K	—	P	H
	Traumland D 215 GW	GW	G	3	2	—	—	H, AuR, WE	CH 1, CF 7, CL 4, CY 1	M, L	—	—	—	—	—	K	—	P	H
	Traumland D 3/W	W	G	3	2	—	—	H, AuR, WE	AF 7, AF 7, AB 2, AL 4, AZ 1	M, L	—	—	—	—	—	K	—	E	H
1936	Traumland-Super 265 W	W	S	4	5	—	1	M, Z, Zw, W, E	ACH 1, AH 1, AB 2, AC 2, AL 1, AZ 1	M, L	468	—	S	—	—	K	—	E	H
	Traumland-Super 265 GW	GW	S	4	5	—	1	M, Z, Zw, W, E	CK 1, CH 1, CBC 1, CL 2, CY 1	M, L	468	—	S	—	—	K	—	P	H

Karte Nr. 163. 1. XII. 1936

Funktechnische Kartei
Beilage zum „FUNK"

Schaub

Empfänger 1935 u. 36

Jahr	Typ	Betriebsart	Schaltung	Röhrenzahl	Kreiszahl	Bandfilter Eing	Bandfilter ZF	Stufenfolge	Röhrenbestückung	Wellenbereiche	ZF	Sperrkreis	Schwundausgl.	Sichtb. Abst.	Selbst. Störsperr.	Klangfärber	Bandbreitenregl.	Lautsprecher	Gehäuse
	Baden W	W	GR	2	2	—	—	ReR, Zw, WE	1284, AB 1, 964, 1064	M, L	—	Sp	S	—	—	K	—	E	P, H
	Baden G	G	GR	2	2	—	—	ReR, Zw, WE	1884, BB 1, BL 2	M, L	—	Sp	S	—	—	K	—	E	P
1935	Baden-Allstrom	GW	G	3	2	—	—	H, AuR, DE	CH 1, CF 7, CL 2, CY 1	M, L	—	Sp	—	—	—	K	—	P	H
	Neckar	W	G	2	1	—	—	AuR, WE	AF 7, 164, 564	M, L	—	Sp	—	—	—	K	—	E	H
	Heidelberg	W	G	3	3	1	—	H, Zw, W, WE	AH 1, AB 2, AF 7, AL 1, AZ 1	M, L	—	Sp	S	—	—	K	B	E	H
	Schwarzwald	W	S	4	7	1	2	M, Z, Zw, W, WE	AK 2, AF 3, AB 2, AF 7, AL 1, AZ 1	K, M, L	350	—	S	A	—	K	B	E	H
	Schaub-Junior	W	G	2	1	—	—	AuR, E	AF 7, AL 4, AZ 1	M, L	—	Sp	—	—	—	K	—	E	H
1936	Baden 37	W	G	3	2	—	—	H, Gl, E	AH 1, AH 1, AL 1, AZ 1	M, L	—	Sp	S	—	—	K	—	E	H
	„Der große Schaub"	W	S	4	6	—	2	M, Z, Zw, W, E	AK 2, AF 3, AB 2, AC 2, AL 4, AZ 1	M, L	359	—	S	—	—	K	B	E	H

Karte Nr. 164. 15. XII. 1936

Funktechnische Kartei
Beilage zum „FUNK"

Seibt I

Empfänger 1935 u. 36

Jahr	Typ	Betriebsart	Schaltung	Röhrenzahl	Kreiszahl	Bandfilter Eing	Bandfilter ZF	Stufenfolge	Röhrenbestückung	Wellenbereiche	ZF	Sperrkreis	Schwundausgl.	Sichtb. Abst.	Selbst. Störsperr.	Klangfärber	Bandbreitenregl.	Lautsprecher	Gehäuse
	215 R	W	GR	2	1	—	—	ReR, Zw, E	1234, AB 1, 964, 1064	M, L	—	—	S	—	—	K	—	E	P
	215 N	W	G	2	1	—	—	AuR, WE	914, 164, 354	M, L	—	—	—	—	—	K	—	M	P
	125	W	G	2	1	—	—	AuR, WE	1284, 964, 1064	M, L	—	—	—	—	—	K	—	E	P
	325	W	G	3	2	—	—	H, AuR, WE	1294, 1284, 964, 1064	M, L	—	—	—	—	—	K	—	E	P
	315 B	B	G	3	1	—	—	AuR, W, WE	KC 1, KC 1, KL 1	M, L	—	—	—	—	—	K	—	M	P
1935	525 B	B	G	4	2	—	—	H, AuR, W, WE	094, 034, 084, 2 × 114	M, L	—	—	—	—	—	K	—	E	P
	216 W	W	G	2	1	—	—	AuR, DE	AF 7, AL 1, AZ 1	M, L	—	—	—	—	—	K	—	E	H
	216 GW	GW	G	2	1	—	—	AuR, DE	CF 7, CL 2, CY 1	M, L	—	—	—	—	—	K	—	E	H
	326 W	W	G	3	2	—	—	H, AuR, WE	AF 3, AF 7, AL 1, AZ 1	M, L	—	—	—	—	—	K	—	E	H, P
	326 GW	GW	G	3	2	—	—	H, AuR, WE	CF 3, CF 7, CL 2, CY 1	M, L	—	—	—	—	—	K	—	E	H, P
	326 S	W	S	3	5	—	1	M, Z, Zw, WE	AK 2, AF 7, AB 2, AL 1, AZ 1	M, L	468	—	S	—	—	K	—	E	H
	426 S	W	S	4	6	—	2	M, Z, Zw, W, WE	AK 2, AF 3, AB 2, AC 2, AL 1, AZ 1	K, M, L	468	—	S	—	—	K	—	E	H
	246 B und 246 K	B	G	4	2	—	—	H, AuR, W, WE	KF 3, KC 1, KC 1, KL 1	M, L	—	—	—	—	—	K	—	M, P	H

Karte Nr. 165. 15. XII. 1936