

# FUNK



ZEITSCHRIFT  
FUNKWESENS

Einzelpreis 50 Pfennig

**WEIDMANNSCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG · BERLIN**

15. Juni 1938

Heft 12

# INHALT

|                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Dr. W. HEINE, Hochfrequenznutzung . . . . .                                                               | 313 |
| E. SCHWANDT, Rundfunktechnik in den VDE-Fachberichten . . . . .                                           | 317 |
| H. SUTANER, Allwellen-Zweikreiser mit magischem Auge für Wechselstrom . . . . .                           | 319 |
| G. FROBOESS, Der verbesserte Zwei-Kanal-Verstärker mit Dynamikregelung für den Heimmusikschrank . . . . . | 324 |
| Dipl.-Ing. RENATUS, Verkürzung der Röhren-Anheizzeit durch selbsttätig begrenzte Überheizung . . . . .    | 327 |

| FUNK-WERKSTATT-PRAKIS                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| HERBERT LENNARTZ, Röhrenvoltmeter für weite Frequenzbereiche . . . . .              | 329 |
| GÜNTHER EICHHORN, Aussteuerungsmeßgerät für Schallplattenaufnahmen . . . . .        | 334 |
| VOGTHERR, Über die Behandlung des LötKolbens . . . . .                              | 335 |
| HJ.-FUNK                                                                            |     |
| HERBERT LENNARTZ, Ein sparsamer Allstrom-Kurzwellenempfänger mit V-Röhren . . . . . | 337 |
| Die Erzeugung der Schirmgitterspannung von Fünfpolröhren . . . . .                  | 340 |
| Maßnahmen am Empfänger . . . . .                                                    | 340 |

## Bastler kaufen Jahre-Blocks



**Elektrolyt-Kondensatoren  
Glimmer-Kondensatoren  
Mikroblocks / Anodensummen  
Gleichstrom-Transformatoren**  
Illustrierter Gesamtkatalog kostenlos

**Richard Jahre** Spezialfabrik für Kondensatoren  
Berlin S016 Abt. Rundfunk



**Radiowecker**  
schaltet Ihr Radio automatisch ein und aus. Für jedermann unentbehrlich. Verlangen Sie sofort gegen Einsendung von RM 2,85 (Briefmarken) Zusendung. Prospekt gratis.

**Werner Russack**  
Berlin C 2, Klosterstraße 65 — 67/31

**Sämtliche Einzelteile**

die in den Baubeschreibungen des „Funk“ erwähnt werden, halten wir stets am Lager

**Walter Arlt & Co.**  
Radio-Handel  
Berlin-Charlottenburg  
Berliner Straße 48

Arlts großer Hauptkatalog ist da! Fordern Sie ihn sofort gegen Einsendung von 65 Rpf in Briefmarken an. Schlagerliste S 8 mit 1000 Gelegenheiten gratis!

**Konstruktionsingenieur**

per sofort gesucht für elektroakustische Apparate, und zwar zur Projektierung von Großlautsprecher-Anlagen. Umfassende Kenntnisse für die gesamte Niederfrequenz-Verstärkertechnik erforderlich.

**Elektromechaniker**

per sofort gesucht. Erforderliche Kenntnisse in der gesamten Rundfunk- und Verstärkertechnik.

**FRITZ GERHARDT**  
Labor für Elektroakustik und Rundfunktechnik  
LEIPZIG O 27 • SCHÖNBACHSTRASSE 12



Auch das Hilfswort für deutsche bildende Kunst fördert Du durch Deinen Mitgliedsbeitrag zur RDV.

**Stark in der Leistung  
erfolgreich im Wettbewerb  
durch die Fachzeitschrift**

**Radiogeräte**

preisgesenkte und preisfreie günstige Sonderangebote sowie 1937/38 Modelle in großer Auswahl auf bequeme Teilzahlung

**Alle Einzelteile**

zu den im „FUNK“ beschriebenen Schaltungen bei uns komplett erhältlich  
Teilen Sie uns Ihre Wünsche mit  
Liste gratis

**RADIO-PANISCH, 6 Filialen**  
Berlin 65 Z, Chausseestraße 68



## Allei-Einheitsspule DRGM.

**Die ideale Spule des Bastlers!**

R- und L-Spule in einem keramischen Gehäuse / Austauschmöglichkeit durch Beibehaltung der bisherigen Anschlußbezeichnungen / Bequeme Bewicklung aus freier Hand / **Alle Teile einzeln lieferbar!**

Ausführliche Beschreibung und Wickelraten in der **Allei-Preisliste 38** (64 Seiten stark, viele Abbildungen), die gegen 10 Pfg. Portovergütung gern kostenlos zugesandt wird.

Allei-Bastelbuch 10: Fehlersuche im Rundfunkgerät, erscheint im Juli ds. Js. / Preis nur 25 Pfg. und 5 Pfg. für Porto.

**A. Lindner** Werkstätten für Feinmechanik  
Machern 3 / Bez. Leipzig  
Postleitzahl: Leipzig 20 442



## Gutschein Nr. 12

gültig für eine schriftliche Auskunft durch das

### Funk-Bastler-Laboratorium

in Berlin SW 68, Zimmerstraße 94

Schriftlichen Anfragen ist dieser Gutschein und ein Freiumschlag beizufügen. Berechnungen von Transformatoren, Drosseln usw. werden nicht ausgeführt, Schaltungen und Baupläne von Empfängern nicht entworfen.

Name: \_\_\_\_\_

Ort und Straße: \_\_\_\_\_

Ich bestelle den „Funk“ durch Post / Buchhandlung / Straßenhandel

## Rundfunknachrichten aus aller Welt

### Befreiung von der Rundfunkgebühr im Lande Österreich

100 000 bedürftige Volksgenossen werden berücksichtigt

Das Reichspostministerium hat im Einvernehmen mit den beteiligten Reichsministerien Vorschriften erlassen, nach denen vom 1. Juni ab 100 000 bedürftige Volksgenossen im Lande Österreich von der Zahlung der Rundfunkgebühren (Anerkennungsgeld und Rundspruchteilnehmergebühr) befreit werden können. Die Gebührenbefreiung kann gewährt werden: Blinden und erwerbsunfähigen Hirnverletzten, den durch schwere körperliche Leiden behinderten bedürftigen Volksgenossen, arbeitslosen Volksgenossen, Volksgenossen, die von den Gemeinden unterstützt werden, bedürftigen Empfängern von Invaliden- und Hinterbliebenenrente nach dem Invalidenentschädigungsgesetz, ferner bedürftigen Kleinrentnern und Volksgenossen, deren Einkommen die öffentliche Unterstützung Arbeitsloser nicht übersteigt.

Die für die Gebührenbefreiung in Betracht kommenden minderbemittelten Volksgenossen werden nach dem Grade ihrer Bedürftigkeit ausgewählt. In erster Linie sind dabei zu berücksichtigen: Kriegsblinde und diesen gleichstehende Hirnverletzte, andere Blinde, Schwerverkriegsbeschädigte und schwerbeschädigte Kämpfer für nationalsozialistische Erhebung, die von den Dienststellen der NSDAP. mit Rundfunkgeräten versehenen und unbemittelten Volksgenossen, durch schwere körperliche Leiden Behinderte, Kinderreiche und über 70 Jahre alte Volksgenossen.

Volksgenossen, die von der Zahlung der Rundfunkgebühren befreit werden wollen, müssen dies bei dem zuständigen Abgabepostamt schriftlich beantragen. Dabei haben die Antragsteller durch Vorlage amtlicher Bescheinigungen nachzuweisen, daß sie die Voraussetzungen für die Gebührenbefreiung erfüllen; Arbeitslose z. B. durch Vorlage der Arbeitslosenkarte; bedürftige Körperbehinderte durch ein Zeugnis des zuständigen Gemeindeamts und durch ein gemeindeärztliches Zeugnis; andere bedürftige Volksgenossen durch ein vom Gemeindeamt ihres Wohnsitzes ausgestelltes Zeugnis, aus dem die Höhe des Einkommens aller im gemeinsamen Haushalt lebenden Fa-

milienangehörigen zu entnehmen sein muß. Alle z. Zt. geltenden Befreiungen von Rundspruchgebühren im Lande Österreich werden nach obigen Grundsätzen überprüft.

### Ausbau des italienischen Rundfunks

Der Bau des neuen Rundfunksenders Ancona, der gleichzeitig mit der Station Catania begonnen wurde, nähert sich seinem Ende. Der Sender wird auf Welle 221 m (1357 kHz) arbeiten und soll in den ersten Junitagen mit den Probesendungen beginnen. Der Bau des Senders von Catania ist noch nicht gleich weit vorgeschritten.

Das Gebäude, das die neue Großrundfunkstation Italiens in Nordafrika aufnehmen soll, nähert sich seiner Fertigstellung. Es wurde in die Oase Zanzur verlegt. Im August wird es soweit sein, daß die Sendeanlage eingebaut werden kann. Die Senderäume selbst befinden sich in Tripolis und werden mit der Sendestation durch ein sechsfaches Kabel verbunden. Die Antennenanlage ist so eingerichtet, daß die Station nach Osten, oder nach Westen und auch nach allen Himmelsrichtungen zugleich ausstrahlen kann. Die offizielle Inbetriebnahme der neuen Anlage ist auf den 28. Oktober angesetzt.

In Ostafrika ist der auf Welle 31,25 m arbeitende neue Kurzwellensender von Addis Abeba z. Zt. des Führerbesuches in Italien eingeweiht worden. Die Sendungen der ersten acht Betriebstage hatten ausschließlich den Besuch Adolf Hitlers zum Gegenstand. Nach Abschluß des Führerbesuches verlas der Vizekönig von Äthiopien vor dem Mikrophon des neuen Senders eine Botschaft an die Bevölkerung von Italienisch-Ostafrika. Der Sender ist 1 kW stark und soll schnellstens durch einen stärkeren Sender, zunächst mit 3,5 kW und später mit 25 kW, ersetzt werden.

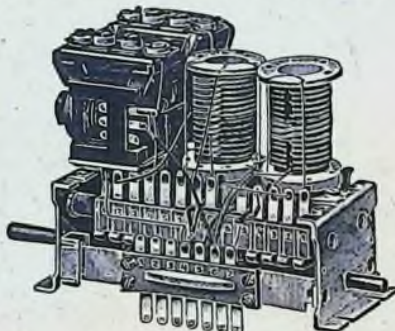
### Vom englischen Fernsehen

Gegenwärtig nimmt das Fernsehen in England einen erheblichen Aufschwung, der noch stärker wäre, wenn nur der Fernsehsender im Alexandra Palace zu London eine größere Energie und Reichweite hätte. Man hat sich in England neuerdings

## Die höchsten Ansprüche

müssen Sie an die Güte der Rundfunk-Einzelteile stellen, nur dann haben Sie Erfolg mit Ihrem Gerät. Wählen Sie deshalb für Ihren Bedarf in Bauteilen und Zubehör, sowie Bauplänen für Empfangsgeräte die hochleistungsfähigen

# GÜRLER ERZEUGNISSE



Druckschriften 391/392 über das große Lieferprogramm und mit dem Bauplanverzeichnis kostenlos durch

# J.K. GÜRLER

BERLIN-CHARLOTTENBURG



## 7 Punkte, auf die es bei Ihrem Lautsprecher besonders ankommt:



GPM 377

1. Einwandfreies Membranmaterial
2. Weiche Membranaufhängung
3. Geringes Schwingensystem - Gewicht
4. Feldstärke des Oerstmagneten
5. Verlustarmer Transformator
6. Mechanisch zuverlässiger Aufbau
7. Günstige Eigenresonanzlage

Gemeinschaftliches Zusammenwirken und technisches Können sämtlicher deutschen Lautsprecher-Spezialfabriken schufen eine Reihe von Lautsprecher-Chassis in der Belastungsgrenze von 1,5—4 Watt, die klanglich und konstruktiv als absolute Spitzenfabrikate angesehen werden können und allen Ansprüchen genügen.

### Wesentliche technische Daten:

| Type    | Max. Bel. Watt | Feldstärke    | Korb Ø  | Tiefe                 | Gewicht | Preis |
|---------|----------------|---------------|---------|-----------------------|---------|-------|
| VL 34   | 1,5            | Freischwinger | —       | 36,5 x 32,5 x 14,5 cm | 2,3 kg  | 22.50 |
| GFr 341 | 1,5            | Freischwinger | 24,5 cm | 12 cm                 | 0,65 kg | 11.—  |
| GPM 366 | 1,5            | 6 200         | 13 cm   | 6,7 cm                | 0,8 kg  | 16.75 |
| GPM 377 | 4              | 8 000         | 21,5 cm | 11 cm                 | 1,95 kg | 29.—  |
| GPM 365 | 4              | 10 200        | 24,5 cm | 13,3 cm               | 3,5 kg  | 52.50 |
| AFC 353 | 4              | 10 200        | 24,5 cm | 13,3 cm               | 3,5 kg  | 48.75 |

### Gemeinschaft der Lautsprecher-Spezialfabriken

Bitte verlangen Sie Prospekte bei den Lautsprecher-Spezialfirmen

## Rundfunknachrichten aus aller Welt (Fortsetzung)

dazu entschlossen, die wichtigsten englischen Provinzstädte mit eigenen Fernsehsendern auszustatten, die neben wenigen eigenen Sendungen das Londoner Programm übernehmen sollen. Kabel für Hochfrequenzstrom werden bereits gelegt, und zwar zwischen London, Birmingham und Manchester. In kurzer Zeit soll dann auch noch Liverpool eine Fernsehstation bekommen.

Der seit einiger Zeit bestehende Wunsch der Mitglieder des englischen Parlaments nach einem Fernsehempfänger wird nunmehr erfüllt werden. In einem der Ausschausträume des ehrwürdigen Parlamentsgebäudes in London wird demnächst ein Fernsehempfänger aufgestellt werden.

Der britische Luftschutz wird sich des Rundfunks und des Fernsehens bedienen, um das Publikum über die Bedeutung des Luftschutzes und die einzelnen Abwehrhandlungen aufzuklären. So soll mit Hilfe der Fernsehsendungen gezeigt werden, wie man eine Gasmaske aufsetzt, und wie man sich Brandbomben gegenüber zu verhalten hat. Diese Sendungen sollen Mitte Juni beginnen, und zwar zu regelmäßig wiederkehrenden Stunden. Um diese Sendungen einem größeren Publikum zugänglich zu machen, werden in einigen größeren Sälen noch Fernsehempfänger aufgestellt.

Für die Fernsehübertragung des bevorstehenden berühmten Epson-Pferderennens werden in England schon umfangreiche Vorbereitungen getroffen. Drei Aufnahmegeräte werden aufgestellt, und zwar zwei an den wichtigsten Punkten des Rennplatzes und eins auf dem Dach des Aufnahmewagens, das lediglich die Bewegungen der Zuschauer aufnehmen soll. Nach dem Rennen von Epson soll die Parade der königlichen Garde und alsdann das Tennisturnier in Wimbledon durch Fernsehsendung übertragen werden. Des weiteren will man in England die Fernsehübertragungen von Theaterstücken ausbauen, wobei man aber möglichst auf Übertragungen aus den Theatern selbst verzichten will. Deshalb sucht die Fernsehbehörde des englischen Rundfunks speziell Stücke, die eine Spielzeit von 40 Minuten nicht übersteigen. Man sucht ferner junge Autoren und will eine dramatische Kunst schaffen, die den besonderen Erfordernissen des Fernsehens Rechnung trägt. Während des Sommers jedoch wird man sich in England noch damit begnügen müssen, die englischen Provinztheater in Fernsehfassungen vor dem Fernsehsender auftreten zu lassen.

## Die französische Rundfunkindustrie auf der Pariser Messe

Auf der im letzten Drittel des Monats Mai eröffneten Pariser Messe war die Rundfunkindustrie sehr stark vertreten. Etwa hundertzehn Aussteller, die alle Hersteller sind, zeigten ihre Erzeugnisse. Wiederverkäufer, die noch im letzten Jahr zugelassen waren, vermittelte man ganz.

Technisch war nicht allzuviel an Neuigkeiten zu sehen. Man kann die Feststellung machen, daß die Ein-Knopf-Bedienung wesentliche Fortschritte macht und sich das magische Auge immer mehr einführt, und heute bereits bei allen Geräten über 1000 Francs anzutreffen ist. Schon bei Geräten von etwa 1100 Francs aufwärts findet man die automatische Einstellung, die allerdings zumeist auf sechs Stationen beschränkt ist. Einzelne Empfänger hatten automatische Einstellung nur für die am meisten gehörten Sender, während für die restlichen Stationen die Einstellskala fortbesteht. Andererseits aber konnte man auch automatische Einstellungen für 60 verschiedene Sender vorfinden, dies jedoch nur bei Geräten, die annähernd 6000 Francs kosteten.

Kombinierte Empfangsgeräte mit Schallplattenspieler scheinen vom französischen Publikum weiterhin sehr begünstigt zu werden. Das Interesse an Autoempfängern dagegen schien ziemlich gering. Die Lautsprecher wiesen keine bedeutenderen Veränderungen auf, nur Philips baut in teurere Geräte eine besondere Lautstärkuvorrichtung ein. Die Metallröhren haben in Frankreich weiter an Boden gewonnen, desgleichen Störstrahlantennen, die zumeist Außenantennen sind.

Weiterhin von Interesse waren in Paris die aus Amerika übernommenen Kleingeräte für den Negempfang. Diese sind leicht und handlich und werden mit Koffer geliefert. Man kann sie für alle Netzspannungen benutzen. Meist arbeiten sie mit vier oder fünf Röhren. Es waren einige recht hübsche Ausführungen zu sehen. Bemerkenswert waren auch die großen Luxusempfänger, die nach allem anderen als nach Rundfunkempfängern aussehen. Es gab Empfänger mit Schallplattenspiellvorrichtung in Louis XV.-Schränken, eingebaut in Bibliotheken — wobei der Lautsprecher hinter falschen Buchrücken ist —, und schließlich kombiniert mit Teetischen, Barschränken usw. Eine interessante Fortführung einer Neuerung der vorjährigen französischen Funkschau stellten die Empfänger mit Gehäusen und biegsamem Glas — das nicht eingekragt werden kann — dar.

Obwohl an einigen Ständen das Wort „Television“ zu lesen war, ist auf der Ausstellung kein Fernsehempfänger zu sehen gewesen. Wie eine Nachfrage ergab, sind die französischen Fernsehempfänger noch nicht recht marktreif. Man beruft sich auch auf das Mißtrauen des Publikums, das ein Hindernis für die Serienfertigung derartiger Geräte darstellt. Der Unternehmungsgeist der französischen Industrie scheint auf diesem Gebiet nicht sehr groß zu sein. Andererseits können sich evtl. vorhandene Interessenten nicht recht entschließen, schon jetzt einen Fernsehempfänger anzuschaffen, da die bisher einzigen Fernsehsendungen vom Eiffelturm wenig Abwechslung bringen, so daß das Interesse hieran noch ziemlich schwach ist.

Die Wiederverkäufer von Rundfunkempfängern haben sich unter Aufgabe der zahlreichen kleineren Verbände in Paris und in der Provinz zu der Nationale des Radio-Electriciens zusammengeschlossen, die mit einem Stand auf der Ausstellung vertreten war. Dieser Verband hat es erreicht, daß die Leitung der Pariser Messe alle Fabrikanten von der Ausstellung ausgeschlossen hat, die unter Umgehung des Einzelhandels direkt an den Käufer liefern. Man nimmt in Frankreich an, daß sich die betroffenen Firmen zu einem besonderen Verband zusammenschließen und eine eigene Ausstellung veranstalten werden.

Außer den deutschen Firmen Loewe, Telefunken, Braun sowie der französischen Blaupunkt-Fabrik (Point Bleu) waren an Ausländern nur noch die Amerikaner vertreten, und zwar mit American Boesch, Emerson, Atwater Kent, Stewart Warner, Sinclair, Air King u. a. m.

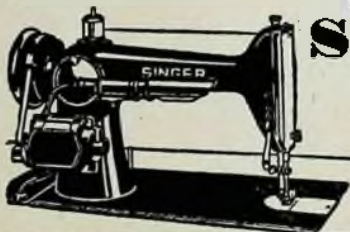
## Schweizer Rundfunkaktion für Bedürftige

Die schweizerische Rundfunkaktion für bedürftige Blinde, Invaliden und andere Gebrechliche hat bis zum Ende des vorigen Jahres insgesamt 1400 Rundfunkempfänger an die von ihr betreuten Bedürftigen verteilt. Davon erhielten Blinde 651 Geräte, Invaliden 506, Kranke 162 sowie Anstalten und Heime 81 Geräte. Diese segensreiche Einrichtung verschenkt nur neue, einfache aber dennoch leistungsfähige Empfangsgeräte einheitlicher Konstruktion.

## Seine Träume von Schönheit



braut sie ganz und verwirklicht sie in ihrer beider Glück mit ihren entzückenden Kleidern. Er merkt es kaum, wie die Wunder entstehen, so flink und so billig näht alles ihre



**SINGER**

SINGER NAHMASCHINEN AKTIENGESSELLSCHAFT

BERLIN W 8 • KRONENSTRASSE 22

# FUNK

DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

SCHRIFTFÜHRUNG: LOTHAR BAND

WEIDMANNSCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG / BERLIN SW 68

Bezugspreis monatlich RM 1,- / Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pf. und die Verpackungskosten von 1 Pf. enthalten / Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pf.

15. JUNI 1938

HEFT 12

## Hochfrequenzmutung

### 1. Die verschiedenen Verfahren in ihrer geschichtlichen Entwicklung

Der Gedanke, durch Messung geeigneter physikalischer Größen Aufschlüsse über Vorhandensein, Lage und Ausdehnung von Bodenschätzen zu gewinnen und dadurch zeitraubende und kostspielige bergmännische Aufschlußarbeiten auf solche Gebiete beschränken zu können, in denen man mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auf Fündigkeit rechnen kann, hat in den letzten Jahrzehnten zur Ausbildung zahlreicher Verfahren geführt, von denen die meisten bereits mit Erfolg angewandt worden sind und die Auffindung bisher unbekannter Erz-, Salz- und Erdöllager ermöglicht haben. So konnten Lagerstätten magnetischer Gesteine an ihrem Einfluß auf das lokale erdmagnetische Feld erkannt werden, Salzstöcke an ihrem Einfluß auf das lokale Schwerfeld der Erde und an der Wirkung, die sie wegen ihrer von denen des Nebengesteins abweichenden elastischen Konstanten auf den Verlauf künstlicher Erdbebenwellen ausüben, Lagerstätten elektrisch gut leitender Erze an der Beeinflussung, welche der Verlauf eines dem Boden künstlich zugeführten Stromes durch sie erleidet. So wäre es verwunderlich, wenn nicht schon relativ früh auch der Gedanke aufgetaucht wäre, die Hochfrequenz für die Mutung unbekannter Lagerstätten und zur Unterstützung bergmännischer Arbeiten auszunützen.

Von solchen Vorschlägen und Versuchen der Hochfrequenzmutung soll im folgenden die Rede sein, und zwar soll zunächst ein Überblick über die verschiedenen im Laufe der Jahre entwickelten Verfahren und Vorrichtungen gegeben werden.

Diejenige Eigenschaft der elektrischen Wellen, die schon bei ihrer Entdeckung am meisten in die Augen fiel und sie von anderen damals bekannten elektrischen Vorgängen unterschied, ist ihre Fähigkeit, gleich den Lichtwellen Reflexion, Brechung und Interferenz zu erleiden. So ist es nicht erstaunlich, daß der älteste uns bekannt gewordene Vorschlag zur Hochfrequenzmutung gerade von dieser Eigenschaft Gebrauch macht. Im Jahre 1904 schlägt TRÜSTEDT vor<sup>1)</sup>, verdeckte Erzlager dadurch aufzufinden und ihre Tiefenlage unter

<sup>1)</sup> O. TRÜSTEDT, Om malmletning medels elektricitet, Tidsskriften Teknikern, Helsingfors, 24. 8. 1904 Nr. 374, S. 252—253.

Von Dr. W. HEINE

der Erdoberfläche dadurch zu bestimmen, daß man sie als Spiegel für elektrische Wellen benutzt. Von einem Hertzschen Oszillator, der im Brennpunkt eines um eine waagerechte Achse drehbaren Hohlspiegels steht, sollen unter einem geeigneten Einfallswinkel elektrische Wellen in den Boden gesandt werden (Abb. 1). Zur Aufnahme der von der Oberfläche des Erzlagers reflektierten Wellen dient ein Empfänger, der aus einem ebenfalls im Brennpunkt eines drehbaren Hohlspiegels aufgestellten Fritter und einer Anzeigevorrichtung besteht. Sender und Empfänger werden mittels einer Visiereinrichtung

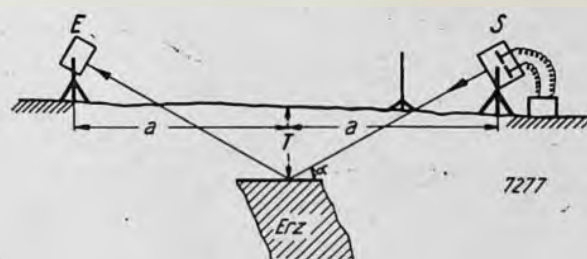


Abb. 1

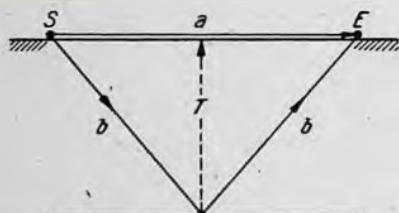
genau in eine Ebene mit dem Einfallslot der Wellen gebracht. Die direkte Strahlung vom Sender zum Empfänger wird durch eine vor dem Sender aufgestellte Metallplatte abgeschirmt. Der Einfallswinkel der Wellen wird durch Drehen der beiden Hohlspiegel so lange geändert, bis der Empfänger anspricht. Liegt die „spiegelnde“ Oberfläche des Erzlagers waagrecht, dann läßt sich aus dem bekannten Abstand von Sender und Empfänger und dem Reflexionswinkel der Wellen die Tiefe  $T$  der Oberfläche des Erzlagers unter der Erdoberfläche ohne weiteres berechnen zu  $T = a \cdot \tan \alpha$ , wobei  $a$  der halbe Abstand von Sender und Empfänger und  $\alpha$  der gegen die Waagerechte gemessene Reflexionswinkel ist.

Erst 6 Jahre später, 1910, wurde der Gedanke der Hochfrequenzmutung in Deutschland aufgegriffen und in einer Anzahl Patente niedergelegt. Auch hier richtete sich der erste Vorschlag<sup>2)</sup> auf die Verwendung der Reflexion der elektrischen Wellen zur Auffindung von Erzlagern, Grundwasserspiegeln u. dgl. Zur Verwendung kommen Wellen größerer Wellenlänge als bei TRÜSTEDT,

<sup>2)</sup> DRP 246 836 vom 15. 5. 1910.

die in gewissen Grenzen geändert werden sollen, um sie der Größe der reflektierenden Fläche anzupassen, und es wird auch versucht, reflektierende Schichten zu erfassen, die nicht waagerecht liegen. Eine Verbesserung erfuhr dies Verfahren durch den Vorschlag, als Empfangsantenne eine Rahmenantenne zu benutzen<sup>3)</sup>. Dies bietet den Vorteil, die Sendeantenne als waagerecht auf dem Boden verlegte Dipolantenne fest anordnen zu können und nur den Empfangsrahmen um eine waagerechte Achse drehbar zu machen, wodurch die Messungen vereinfacht und zugleich zuverlässiger werden.

Eine Weiterbildung auf neuen Wegen erfuhr das Reflexionsverfahren durch Ausnützung der Fähigkeit der elektrischen Wellen zur Interferenz. Bei Versuchen in Salzbergwerken hatte sich gezeigt, daß bei Änderung der Wellenlänge der ausgesandten Strahlung sowie des Abstandes von der reflektierenden Fläche die Intensität der im Empfänger aufgenommenen Strahlung sich gesetzmäßig änderte. Es stellte sich heraus, daß diese Änderung auf Interferenzerscheinungen zwischen der von der leitenden Schicht reflektierten und der direkt vom Sender zum Empfänger gelangenden Welle beruhte. Die Ausnützung dieser Erscheinung zur Ermittlung des Abstandes einer reflektierenden Fläche<sup>4), 5)</sup> erspart die Verwendung beweglicher Antennen sowie Richtungsmessungen. Es können deshalb für Sender und Empfänger fest verlegte Dipolantennen verwendet werden. Dafür ist eine Sendeeinrichtung erforderlich, die es gestattet, die Wellenlänge bei konstanter Intensität in weiten Grenzen fortlaufend zu ändern. Interferenzmaxima treten nur dann auf, wenn die reflektierte und die direkte Welle um  $180^\circ$  in der Phase gegeneinander verschoben sind. Berücksichtigt man, daß der elektrische Vektor der Schwingung bei der Reflexion einen Phasensprung von  $180^\circ$  erleidet, dann muß ein Interferenzmaximum vorhanden sein, wenn der Weg vom Sender zur reflektierenden Fläche und von dort zum Empfänger um eine Wellenlänge oder ein ganzes Vielfaches einer Wellenlänge weiter ist, als der Weg, den die direkte Strahlung



7278

Abb. 2

vom Sender zum Empfänger zurückzulegen hat, d. h. als der Abstand von Sender und Empfänger. Dieser, ja zunächst unbekannte Wegunterschied läßt sich nun berechnen aus zwei aufeinanderfolgenden Wellenlängen, die Interferenzmaxima zeigen, und aus diesem kann dann, wenigstens bei waagerechter Lage der reflektierenden Fläche, ihr senkrechter Abstand von der Erdoberfläche ermittelt werden. Sind nämlich  $\lambda_1$  und  $\lambda_2$  zwei solche Wellenlängen, dann gilt, vgl. Abb. 2, für den Gangunterschied

$$G = 2b - a = n\lambda_2 = (n+1)\lambda_1,$$

wenn  $n$  eine ganze Zahl bedeutet. Hieraus folgt  $n = \lambda_1/(\lambda_2 - \lambda_1)$  und  $G = \lambda_1\lambda_2/(\lambda_2 - \lambda_1)$ . Andererseits ist, wie sich aus Abb. 2 ergibt, der senkrechte Abstand  $T$  einer der Verbindungslinie von Sender und Empfänger parallelen Fläche  $T = \sqrt{b^2 - a^2/4}$ , und da nach dem obigen Ansatz  $2b = G + a$  ist, erhält man

$$T = 1/2 \sqrt{G^2 + 2aG}.$$

Eine besondere Ausbildung des Interferenz-Verfahrens stellt die sogenannte „Viertelwellen-Methode“

dar, bei der die Sendeantenne selbst als Empfänger für die reflektierte Strahlung benutzt wird<sup>6)</sup>. Die von der leitenden Fläche zurückkommende Strahlung erzeugt in der Antenne eine der Eigenschwingung überlagerte Schwingung, und wenn beide Schwingungen in Phase sind, weist die Sendeantenne ein Minimum an Dämpfung auf. Dies soll dann eintreten, wenn der Abstand der leitenden Fläche ein Viertel oder ein ungerades Vielfaches von einem Viertel der Wellenlänge der ausgesandten Strahlung beträgt. Mit welcher Genauigkeit dies zutrifft, soll später erörtert werden. Jedenfalls lassen sich bei fortlaufender Änderung der ausgesandten Wellenlänge solche Dämpfungsminima und entsprechende Dämpfungsmaxima feststellen, und daraus kann, wenigstens in gewisser Annäherung, der senkrechte Abstand der reflektierenden Fläche vom Sender bestimmt werden.

Die Anwendung dieser verschiedenen Reflexionsverfahren ist nicht auf die Auffindung leitender Schichten und die Bestimmung ihrer Tiefe von der Erdoberfläche aus beschränkt, ja es ist sogar fraglich, wieweit sie infolge der Absorption der Wellen in den durchfeuchteten oberflächennahen Schichten überhaupt hier größere praktische Bedeutung gewinnen können. Ein wesentlich geeigneteres Anwendungsgebiet dieser Verfahren bietet sich vielmehr in Salzbergwerken, wo sie zur Feststellung der Lage von Laugeneinschlüssen, stark durchfeuchteten Anhydritschichten sowie der Ränder des Salzstocks von den Strecken des Salzbergwerks aus verwendet werden können. Denn Salz stellt ja praktisch einen elektrischen Isolator dar, der die elektrischen Wellen fast ungeschwächt hindurchläßt; andererseits sind die in den Einschlüssen und an den Rändern des Salzstocks auftretenden Laugen Zonen sehr guter elektrischer Leitfähigkeit. So sind auch praktische Versuche mit diesen Verfahren in Deutschland hauptsächlich in Salzbergwerken, erstmalig in den Jahren 1911 bis 1913, durchgeführt worden<sup>6)</sup> und haben, wenn man berücksichtigt, daß damals nur ziemlich primitive Apparate zur Verfügung standen, zu ganz befriedigenden Ergebnissen geführt und grundsätzlich die Verwendbarkeit der Verfahren erwiesen. Nach dem Kriege wurden dann diese und die nachstehend beschriebenen Verfahren mit besseren Einrichtungen und vor allem unter Verwendung von Verstärker-Einrichtungen ebenfalls in deutschen Salzbergwerken mehrfach angewandt.

In Salzbergwerken erwies sich auch gerade ein schon 1910 vorgeschlagenes und erstmalig versuchtes<sup>6), 7)</sup> und später<sup>8)</sup> weiter ausgebildetes Verfahren als besonders geeignet: das Durchstrahlungsverfahren. Es dient der Beantwortung der Frage, ob zwischen zwei benachbarten Bergwerken, die durch einen Stollen verbunden werden sollen, oder zwischen zwei Strecken einer Grube, die durch einen Querschlag oder ein Gesenk verbunden werden sollen, an der vorgesehenen Stelle das Gebirge trocken ist, oder ob dazwischen nasse Zonen vorhanden sind. Da in den Salzstöcken vielfach Einschlüsse von Laugen vorhanden sind, die größere Hohlräume ausfüllen und u. U. mit den Tageswässern in Verbindung stehen können, kann das Anschlagen solcher Laugennester die ganze Grube gefährden. Wird nun an dem einen Ende des projektierten Stollens ein Hochfrequenzsender, am anderen Ende ein Empfänger aufgestellt, dann zeigt ein ungestörter Empfang der durch das Salzgebirge gestrahlten elektrischen Wellen an, daß das Salzgebirge in der Verbindungslinie zwischen Sender und Empfänger trocken ist. Befindet sich aber zwischen beiden eine mit Lauge erfüllte Zone, so wird im Empfänger die Strahlung entweder in ihrer Intensität wesentlich geschwächt oder überhaupt nicht ankommen, je nach der Stärke der Absorption, die sie in der Laugenschicht erleidet. Verwendet man nun als Empfangsantenne eine

<sup>5)</sup> DRP 273 339 vom 26. 3. 1913.

<sup>6)</sup> ETZ 32, 1911, S. 237–238; Kali 7, 1913, S. 433–442.

<sup>7)</sup> DRP 237 944 vom 15. 6. 1910.

<sup>8)</sup> DRP 405 473 vom 24. 12. 1921.

<sup>3)</sup> DRP 377 187 vom 5. 2. 1920.

<sup>4)</sup> DRP 254 517 vom 13. 4. 1911.

drehbare Rahmenantenne, so kann man auch die Richtung der ankommenden Strahlung ermitteln, wie an Hand der Abb. 3 durch ein Beispiel erläutert werden soll.

In Abb. 3 seien *A* und *B* zwei Strecken eines Kalibergwerks, zwischen denen sich das Laugennest *L* befindet. Die von einer senkrecht stehenden Dipolantenne *S* ausgesandten Wellen werden mit einem Rahmenempfänger in der Strecke *B* in einer Anzahl Punkten aufgenommen. In den Punkten 1 und 2 zeigt der Empfangsrahmen im Maximum des Empfangs auf den Sender zu. Im Punkte 3 ist die Intensität der aufgenommenen Strahlung bereits schwächer, außerdem aber zeigt der Rahmen bei Einstellung auf maximale Intensität nicht mehr auf den Sender zu, sondern auf den Rand des Laugennestes, an dem die Strahlen abgelenkt werden. In den Meßpunkten 4 und 5 wird der Empfang zunehmend schwächer, und die Wellenrichtung ist weiter abgelenkt. In den Punkten 6 und 7 ist überhaupt kein Empfang mehr vorhanden. In den Punkten 8 und 9 wächst dann die Inten-

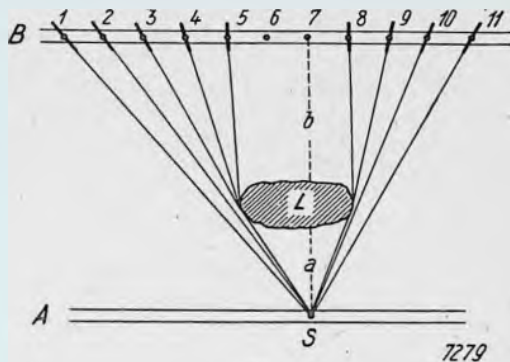


Abb. 3.

sität des Empfanges wieder an, und die Wellen scheinen von der anderen Randzone des Laugennestes herzukommen. In den Punkten 10 und 11 zeigt der Rahmen, bei voller Empfangsstärke, wieder auf den Sender zu. Trägt man die mit dem Rahmen gemessenen Richtungen in einen Grubenplan ein, so erhält man die seitlichen Grenzen des Laugennestes. Der Abstand *a* und *b* des Laugennestes von den Strecken *A* und *B* läßt sich außerdem mit einem der oben beschriebenen Reflexionsverfahren ermitteln. Will man auch die obere und untere Begrenzung des Laugennestes feststellen, so muß man die Messungen, soweit das möglich ist, in verschiedenen Sohlen von oben nach unten oder umgekehrt ausführen; hierbei ist dann die Sendeantenne waagrecht anzuordnen, und es ist die Richtungsmessung mit einem auch um eine waagerechte Achse drehbaren Rahmen auszuführen, um den Neigungswinkel der Ebene, in welcher der magnetische Vektor schwingt, zu erhalten.

In neuerer Zeit ist das Durchstrahlungsverfahren auch angewandt worden, um Erzlager aufzufinden, die sich zwischen der Erdoberfläche und den teilweise abgebauten Strecken eines Erzbergwerks befinden, sowie zur Aufindung von Höhlen im Gestein, vor allem in dem höhlenreichen Karstgebiet. Während über die Versuche in Erzbergwerken bisher nur recht bescheidene Ergebnisse bekannt geworden sind<sup>9)</sup>, konnten verschiedene bisher unbekannte Höhlen mit diesem Verfahren nachgewiesen werden<sup>10)</sup>. Auf diese Arbeiten soll auch später eingegangen werden.

Die Möglichkeit, die Beeinflussung eines Hochfrequenzempfängers durch Einlagerungen guter elektrischer Leitfähigkeit für Mutungszwecke zu verwenden, ist aber durch die Ausnutzung der Erscheinungen der Reflexion, Absorption, Interferenz und Beugung, auf denen die bisher beschriebenen Verfahren beruhen, noch nicht erschöpft. Da

nämlich die von einem Sender ausgehenden Schwingungen in solchen Einlagerungen Ströme induzieren, die wiederum ein magnetisches Feld erzeugen, wird bei einer dritten Gruppe von Verfahren der Hochfrequenzmutung dieses magnetische Sekundärfeld zum Aufsuchen solcher Einlagerungen, insbesondere von der Erdoberfläche aus, untersucht.

Der erste Vorschlag in dieser Richtung stammt aus dem Jahre 1913<sup>11)</sup>. In einer fest angeordneten linearen Sendeantenne oder Sendespule werden Schwingungen großer Wellenlänge erzeugt. Der durch Abschirmringe oder dergleichen vor der Beeinflussung durch die direkte Strahlung der Sendeantenne geschützte Empfangsrahmen wird in solcher Lage über das Gelände getragen, daß das Magnetfeld der in den etwaigen Einlagerungen erzeugten Induktionsströme die Rahmenebene schneidet. Über homogenem, schlecht leitendem Untergrund, in dem von den Hochfrequenzschwingungen keine Induktionsströme merklicher Größe erzeugt werden, spricht das an den Empfangsrahmen angeschlossene Anzeigegerät, z. B. ein Telefon, nicht an. Beim Überschreiten leitender Einlagerungen dagegen bringt das sekundäre Magnetfeld der Einlagerung das Anzeigegerät zum Ansprechen, und auf diese Weise kann das Vorhandensein und die Lage solcher Einlagerungen leicht und schnell nachgewiesen werden.

Ein ähnliches Verfahren ist dazu benutzt worden, vergrabene Kabel und Rohrleitungen zu ermitteln<sup>12)</sup>. Ein tragbarer Senderrahmen und ein Empfangsrahmen (Abb. 4) werden in solcher Entfernung voneinander über das Gelände getragen, daß keine wahrnehmbare Koppelung zwischen beiden vorhanden ist. Befinden sich beide Rah-

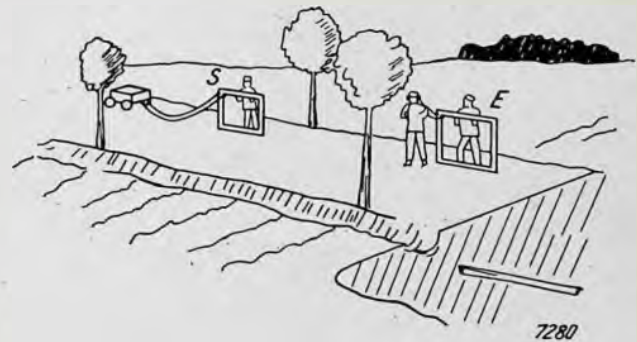


Abb. 4.

men aber über einem vergrabenen Kabel oder Rohrstrang, dann dient dieses als Koppelungselement zwischen beiden Rahmen, und ein z. B. über einen Detektor an den Empfangsrahmen angeschlossenes Telefon spricht an.

Die beiden zuletzt beschriebenen Verfahren sind eigentlich nichts anderes, als induktive Wechselstromverfahren, die sich hochfrequenter Wechselströme bedienen, aber weder im eigentlichen Strahlungsgebiet der elektrischen Wellen arbeiten, noch sonst eine gerade der Hochfrequenz eigentümliche Eigenschaft ausnützen. Sie könnten ohne wesentliche Abänderung auch mit gewöhnlichem Wechselstrom, z. B. von Tonfrequenz, durchgeführt werden und sind in ähnlicher Ausgestaltung auch vielfach mit mittelfrequenter Wechselstrom ausgeübt worden. Das erste der beiden Verfahren läßt sich aber auch durch Verwendung entsprechend kürzerer Wellen oder durch Vergrößerung des Abstandes von Sender und Empfänger im eigentlichen Strahlungsgebiet der Wellen ausführen, sofern die Sendeenergie groß genug ist, um in den Einlagerungen Ströme zu induzieren, deren Feld an der Erdoberfläche noch meßbar ist<sup>13)</sup>. Auch in diesem Falle ist vorteilhaft der Empfangsrahmen so einzustellen, daß er nicht oder doch nur möglichst wenig von der direkten Strahlung des Senders getroffen wird.

<sup>9)</sup> Ergänzungshefte für angewandte Geophysik, Bd. 3, 1933, Heft 2, S. 149—204.

<sup>10)</sup> Hochfrequenztechnik und Elektroakustik 41, 1933, Heft 6.

<sup>11)</sup> DRP 322 040 vom 16. 11. 1913.

<sup>12)</sup> DRP 303 912 vom 30. 7. 1915.

<sup>13)</sup> Französ. Pat. 524 577, ausgeg. 7. 9. 1921.

Ein ebenfalls im eigentlichen Strahlungsgebiet der Wellen arbeitendes, der oben genannten Koppelungsmethode entsprechendes Verfahren<sup>14)</sup> nützt die Erscheinung der Führung elektrischer Wellen an leitenden Einlagerungen oder solchen höherer Dielektrizitätskonstante zur Feststellung ihrer Erstreckung aus. Das Gegengewicht einer Sendeantenne wird dabei in ein zugängliches Stück der Einlagerung, deren Erstreckung ermittelt werden soll, verlegt, und es wird an verschiedenen von dem Sender annähernd gleich weit entfernten Meßpunkten die Empfangsstärke der ankommenden Wellen gemessen und miteinander verglichen. Es wird dann diejenige Station den stärksten Empfang aufweisen, die über der gesuchten Fortsetzung der Einlagerung liegt. Auf diese Weise könnte z. B. die Fortsetzung eines durch eine Verwerfung abgeschnittenen Erzganges ermittelt werden.

Die bisher betrachteten Verfahren beruhen im wesentlichen alle auf der Untersuchung der Einwirkung, den die von einem Sender ausgehenden und von einem Empfänger aufgenommenen elektrischen Wellen durch die im Untergrund vorhandenen Einlagerungen guter elektrischer Leitfähigkeit erleiden. Die letzte Gruppe von Hochfrequenz-Messungsverfahren untersucht den Einfluß, den der Schwingungszustand der Sendeantenne selbst durch die physikalischen Eigenschaften des in ihrer Nähe befindlichen oder sie umgebenden Gesteins erfährt. Vor



7281

Abb. 5.

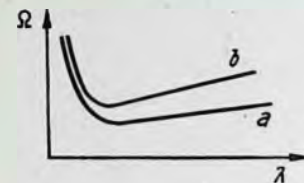
allem sind es Kapazität und Dämpfung von elektrischen Schwingungsgebilden, die in weitem Maße durch die Dielektrizitätskonstante und die Leitfähigkeit ihrer Umgebung beeinflußt werden.

Zur Ausnützung dieser Tatsache wurde schon 1912 vorgeschlagen<sup>15)</sup>, in Bergwerken etwaige Annäherung von Bohrungen oder Strecken an wasserführende Schichten dadurch zu ermitteln, daß man in die Bohrung oder an den Stoß der Strecke mit Schwingungskreisen verbundene Dipolantennen bringt, deren Frequenz und Dämpfung mißt und diese mit ihrer normalen Frequenz und Dämpfung vergleicht, die in Luft, bzw. nachweislich trockenem Gestein, ermittelt ist. Dies Verfahren ist wiederum in Salzbergwerken von Bedeutung, um ein Anbohren von wasserführenden Schichten zu vermeiden. Man wird z. B., vgl. Abb. 5, beim Vortrieb einer Strecke in Richtung des Pfeiles zunächst, wie in der linken Hälfte dieser Abbildung dargestellt ist, die seitliche Umgebung der Strecke auf Wasserfreiheit untersuchen, darauf seitlich zwei Bohrlöcher in das Salz treiben, um längere Antennen verwenden zu können, als die geringe Breite der Strecke es erlaubt, und in diese, wie in der rechten Hälfte der Abbildung dargestellt ist, die Antennendrähte verlegen, um nun in Richtung des Vortriebs das Gebirge zu untersuchen.

Ein ähnliches Verfahren verwendet eine Induktionspule mit starker Feldstreuung<sup>16)</sup>, die durch einen Röhrengenerator erregt wird, und läßt die Hauptschwingung sowie eine konstante Hilfsschwingung auf einen Detektorkreis mit Telephon einwirken. In der Nähe der Feldspule befindliche leitende Gegenstände bewirken eine Verstärkung des Hauptkreises, die in dem Telephon des Detektorkreises als Schwebungston oder als Änderung

eines schon vorhandenen Schwebungstones wahrnehmbar wird. Das Verfahren ist in erster Linie zum Aufsuchen vergrabener Kabel gedacht, kann aber auch in Bergwerken oder über Tage zur Feststellung leitender Einlagerungen verwendet werden, sowie zum Aufsuchen kleinerer oberflächennaher metallischer Gegenstände, sofern diese nicht in zu großer Entfernung von der Spule liegen.

Neuerdings ist eine entsprechende aber vereinfachte Anordnung verwendet worden, um einen über Bord gegangenen Außenbordmotor aufzufinden<sup>17)</sup>. Eine an den Schwingungskreis eines Röhrengenerators angeschlossene Suchspule wurde in das Wasser hinabgelassen, und es



7282 Abb. 6.

wurde an dem Rückgang des Ausschlages des die Stromstärke im Schwingungskreis anzeigenden Milliampereometers die Annäherung der Suchspule an den Metallkörper, in diesem Falle also an den gesuchten Motor, erkannt. Auf die Verwendbarkeit dieser Vorrichtung zum Auffinden unterirdischer Erzadern oder vergrabener Schätze ist in diesem Aufsatz besonders hingewiesen.

Nur kurz erwähnt sei noch der in verschiedenen Patentschriften<sup>18)</sup> niedergelegte Vorschlag, in Wüstengebieten Wasser oder Erze dadurch zu ermitteln, daß die an den Schwingungskreis angeschlossene Antenne, die durch den Untergrund beeinflußt werden soll, von einem Flugzeug oder Luftschiff oder einer Mehrzahl von Luftfahrzeugen über das zu untersuchende Gebiet hinwegbewegt wird, wobei die Antenne entweder auf dem Boden nachschleifen soll oder auch frei von dem Luftschiff oder Flugzeug getragen werden soll. Als Antenne soll im letzteren Fall auch der metallene Rumpf des Luftschiffs dienen können, oder es soll zur Erzielung großer Streuung die Antenne zwischen einer Mehrzahl von Luftfahrzeugen ausgespannt werden. Über Versuche in dieser Richtung ist bis jetzt nichts bekannt geworden.

Um bei tieferen Bohrlöchern die Annäherung an wasserführende Schichten oder das Vorhandensein von durch das Bohrloch nicht erreichten Einlagerungen zu ermitteln, ist weiterhin vorgeschlagen worden, die Bohrröhre selbst oder einen Teil derselben als Kapazität eines elektrischen Schwingungskreises zu verwenden<sup>19)</sup> und durch Kombination mit einem zweiten Schwingungskreis aus den sich bei Überlagerung beider Schwingungen ergebenden Schwebungen auf Wasserannäherung oder dergleichen zu schließen. Nach einem anderen Vorschlag<sup>20)</sup> soll eine in das Bohrloch versenkte Antenne, die an einen Hochfrequenzgenerator und ein Meßinstrument angeschlossen ist und als deren Gegengewicht eine über Tage geerdete Platte dient, zu erzwungenen Schwingungen erregt werden. Es wird dann bei stetig veränderter Frequenz der Hochfrequenzwiderstandswert der Antenne gemessen. Abb. 6 zeigt die Kurven der Widerstandswerte in Abhängigkeit von der Wellenlänge, die sich bei Messungen in zwei benachbarten Bohrlöchern ergeben haben, und zwar Kurve a bei einer Bohrung in trockenem Kalkgestein, Kurve b bei einer Bohrung, die in der Nähe eines Erzkörpers niedergebracht war.

Liefern die beiden zuletzt genannten Verfahren im besten Falle nur ganz allgemeine Übersichtsergebnisse, aus denen Rückschlüsse auf die Art und Lage der einzel-

<sup>17)</sup> Die Umschau 35, 1931, S. 958—959.

<sup>18)</sup> DRP 368 079 vom 28. 3. 1919; DRP 401 448 vom 2. 11. 1921; DRP 425 050 vom 3. 7. 1923; DRP 432 221 vom 5. 7. 1925.

<sup>19)</sup> DRP 407 495 vom 7. 4. 1922.

<sup>20)</sup> Amerik. Pat. 1 652 227, ausgeg. 13. 12. 1927.

<sup>14)</sup> DRP 444 506 vom 15. 6. 1922.

<sup>15)</sup> DRP 254 478 vom 2. 4. 1912.

<sup>16)</sup> DRP 305 574 vom 24. 11. 1917.

nen, von dem Bohrloch durchteuften Schichten nicht gezogen werden können, so dürften zwei neuere Verfahren<sup>21)</sup> eine genauere Erforschung der Schichten, die von einem Bohrloch durchschlagen sind, ermöglichen. Auch bei ihnen handelt es sich um die Beeinflussung der Frequenz und Dämpfung eines Schwingungskreises mittels in das Bohrloch hinabgelassener Antennen durch das Nebengestein. Die zur Erzeugung der hochfrequenten Schwingungen dienende Vorrichtung wird aber nicht mehr über Tage angeordnet, sondern in einer wasserdichten und druckfesten Kammer untergebracht und mit in das Bohrloch hinabgelassen. Das erlaubt die Verwendung ganz kurzer Linearantennen oder Rahmenantennen, die unmittelbar am Boden der Kammer angebracht werden und nun bei der Absenkung der Anordnung längs des Bohrlochs im wesentlichen nur von den sie jeweils umgebenden Schichten beeinflusst werden. So besteht die Möglichkeit, auch Schichten abweichender Leitfähigkeit oder Dielektrizitätskonstante geringer Mächtigkeit, z. B. ölführende Sande, zu erkennen und aus der Kenntnis der Absenktiefe der Vorrichtung ihre Lage im Bohrprofil festzulegen. Die Schwierigkeit, die Zustandsänderung des Schwingungskreises bei einer solchen Anordnung über Tage erkennbar zu machen, wird dadurch gelöst, daß in der den Schwingungsgenerator enthaltenden absenkbaren Kammer selbst Vorrichtungen zum Umwandeln der Änderungen der hoch-

frequenten Schwingungen in Änderungen eines niederfrequenten Stromes oder eines Gleichstromes untergebracht werden, und daß dann dieser niederfrequente Strom oder Gleichstrom über das Kabel, an dem die Kammer hängt, zu dem an der Erdoberfläche befindlichen Meßinstrument geleitet wird. So kann z. B. durch Überlagerung mit einer konstanten Schwingung ein Wechselstrom von Tonfrequenz erzeugt und durch das Kabel einem Telephon zugeführt werden, in dem sich die Frequenzänderungen des mit der Antenne verbundenen Hauptkreises als Tonänderungen bemerkbar machen. Oder es kann durch den Hochfrequenzstrom des Schwingungskreises ein Thermoelement direkt oder indirekt beheizt werden und die Gleichspannung, die in dem Thermoelement erzeugt und über das Kabel nach oben geführt wird, an einem empfindlichen Spannungsmesser abgelesen werden, dessen Ausschlag ein Maß für die Dämpfung des Schwingungskreises ist, die von der Natur der die Antenne jeweils umgebenden Schichten abhängt. Eine Einstellung der Frequenz des in der Kammer untergebrachten Schwingungskreises wird dadurch ermöglicht, daß ein Element des Kreises, z. B. ein Kondensator, durch ein Schrittschaltwerk verstellbar gemacht ist, das durch Gleichstromstöße über das Kabel betätigt wird. Es ist selbstverständlich, daß die Meßwerte auch automatisch auf einem Streifen registriert werden können, der z. B. in Abhängigkeit von der Absenkgeschwindigkeit der Kammer abläuft.

*Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser*

<sup>21)</sup> DRP 628 225 vom 10. 7. 1934; DRP 633 006 vom 2. 2. 1935.

## Rundfunktechnik in den VDE-Fachberichten

### Die Stromversorgung der Sender — Selbstschwinger-Antennen — Die Technik beim deutschen Reichsrundfunk — Die neue Röhrenreihe

Prof. Dr. A. Meißner, in der ganzen Welt als Erfinder der Rückkopplungsschaltung bekannt, in den letzten Jahren vor allem durch erfolgreiche Arbeiten auf dem Gebiet der Isolierstoffe großer Wärmeleitfähigkeit hervorgetreten, betreute in diesem Jahr die rundfunktechnischen Vorträge innerhalb der Fachberichte auf der Tagung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, die Ende Mai in Köln am Rhein stattfand. Genau wie die Vorträge selbst war auch seine Einführung in erster Linie auf die senderseitigen Fortschritte abgestimmt. Diese Fortschritte sind wirklich bedeutsam: so war es z. B. möglich, den Gesamtwirkungsgrad eines 100-kW-Senders von 21,5 auf 31 % zu verbessern. Das ist nicht zuletzt den Arbeiten auf dem Gebiet der Sender-Stromversorgung zu danken, über die Prof. Dr. Gehrts im Hinblick auf die Rundfunksender der Deutschen Reichspost ausführlich berichtete.

Er befaßte sich zunächst mit den Fortschritten auf dem Gebiet der Senderöhren, die nach 1933 durch die Einführung der thorierten Wolframkathoden in den Senderöhren-Bau erzielt wurden. Die Röhren mit Wolfram-Kathoden hatten genau wie auf der Empfängerseite den Nachteil zu kurzer Lebensdauer; außerdem traten gelegentlich beim Durchbrennen der Kathoden Schäden ein, die unangenehme Störungen zur Folge hatten. Die Röhren mit den thorierten Kathoden sind in dieser Hinsicht viel günstiger daran; sie können kurzzeitig mit der dreifachen Heizspannung betrieben werden, ohne Schaden zu nehmen, und ein Durchbrennen erfolgt deshalb hier genau so wenig, wie bei unseren Empfängeröhren; auch sie werden vielmehr durch Erschöpfung der emittierenden Schicht unbrauchbar. Die Schwierigkeit bei diesen Röhren liegt in der Aufrechterhaltung des sehr hohen Vakuums, das ähnlich wie in den Empfängeröhren durch ein „Getter“ sichergestellt wird; es

besteht hier aus einer porösen Zirkonschicht, die auf der Anode vorgesehen wird. Telefunken hat eine Reihe von Röhren herausgebracht — zum Teil sogar mit den gleichen Heizdaten, wie sie die Wolframröhren besitzen —, die sich hervorragend bewähren.

Die grundsätzliche Umstellung im Betrieb der Rundfunksender wurde aber durch eine sehr weitgehende Anwendung von Gleichrichtern an Stelle der früher gebräuchlichen Maschinensätze erreicht. Jeder Sender erfordert je nach Art und Größe 6 bis 12 verschiedene Gleichspannungen, die man früher in Maschinensätzen erzeugte; das war nicht angenehm, denn die Maschinen erforderten infolge der von ihnen erzeugten Schwingungen und Geräusche einen abseits gelegenen Maschinenraum mit Fundamenten, woraus sich dann wieder ziemlich lange Leitungen bis zum Sender ergaben, was bei den Heizleitungen einen erheblichen Kupferaufwand zur Folge hatte. Den Anstoß für die Anwendung gittergesteuerter Gleichrichter an Stelle von Maschinen gaben schließlich die wassergekühlten 350-kW-Röhren mit den ihnen eigentümlichen Röhrenüberschlägen, deren unangenehme Auswirkungen nur dadurch vermieden werden können, daß man die Spannung im Fall eines solchen Überschlages kurzzeitig abschaltet. Die verwendeten Gleichrichter waren zunächst Quecksilberdampf-Eisengleichrichter, deren Gittersteuerung durch umlaufende Kontaktgeber, später durch magnetisch erzeugte Spannungstöße bewirkt wurde. Sehr bald wurden aber auch mit Glühkathoden-Gleichrichtern ausgedehnte Versuche gemacht, vor allem mit neu entwickelten Typen, bei denen durch die Anwendung von Glockenanoden Rückzündungen vermieden wurden. Die hervorragenden Ergebnisse mit diesen Glühkathoden-Gleichrichtern hatten dann wieder eine Weiterentwicklung der Gleichrichter mit flüssiger Kathode zur Folge; eine der jüngsten Ausfüh-

rungen ist hier ein luftgekühlter Stromrichter mit Quecksilberkathode in abgeschmolzenem Eisengehäuse mit angesetzten Anodenarmen. Für große Leistungen und bei ortsfesten Sendern verdient der Gleichrichter mit flüssiger Kathode den Vorzug, während bei kleinerer Leistung und bei ortsbeweglichen Sendern der Oxydkathoden-Gleichrichter vorteilhafter ist. In der Zwischenzeit wurde eine ganze Reihe neuer Oxydkathodengleichrichter für Sperrspannungen bis zu 20 000 Volt und für Spitzenströme bis zu 40 Amp. entwickelt, mit denen man allen im Sendebetrieb auftretenden Forderungen gerecht werden kann.

Der Heizstrom der Senderöhren wird neuerdings in steigendem Maße Trockengleichrichtern entnommen, denn erst dann, wenn auch die Heizmaschinen durch Gleichrichter ersetzt sind, können sich die Vorteile des „ruhenden Netzan schlusses“ für den Senderbetrieb voll auswirken. In der sich an den Vortrag anschließenden Aussprache erhielt man Kenntnis von neuen fremdbelüfteten Trockengleichrichtern der AEG, die bei 22 Volt einen Strom von 990 Amp. liefern; für die Spannungsregelung besorgen sie einen Drehtransformator, während ein N & K-Schnellregler Netzspannungsschwankungen ausgleicht. Aber auch der Glühkathodengleichrichter ist für Heizzwecke entwickelt worden, und zwar hat man zu diesem Zweck den Spannungsfall bis auf 5 Volt ermäßigen können, woraus sich eine wesentliche Verbesserung des Wirkungsgrades ergibt; Gleichrichter dieser Art wurden z. B. für Ströme von 200 Amp. gebaut. Sie besitzen keinen Glas-, sondern einen Eisenkolben, und zwar stellt der äußere Eisenzylinder gleichzeitig die Anode dar.

Eine andere wichtige Senderfrage ist die der Antennen, über die Postrat H. Gerwig berichtete. Er befaßte sich ausführlich mit dem abgespannten Selbstschwinger, also jenem Antennenmast aus Stahl, der nicht Träger für aus Metallseilen gespannte Antennen ist, sondern der selbst den Strahler darstellt. Er hat in der heutigen Zeit regsten Luftverkehrs vor allem den Vorteil, daß man durch Ringe oder Scheiben an seiner Spitze eine beträchtliche Vergrößerung der effektiven Höhe erzielen kann, ohne daß die geometrische Höhe anwächst. Der Vortragende untersuchte diese Antennenform im Hinblick auf Wirkungsgrad, Belastungsgrenze, Dämpfung und Schwundminderung, und er berichtete dann über eingehende Versuche, die den Einfluß der Abspannungen auf Wirkungsgrad und Belastungsfähigkeit zum Gegenstand hatten. Dabei ergab sich, daß man eine erhebliche Steigerung dieser beiden Werte erreicht, wenn man den mastnächsten Isolator der Abspannungen unmittelbar an den Mast setzt und wenn die Abspannungen in Nähe des Mastes also möglichst weitgehend unterteilt, d. h. in möglichst kurze Leiterstücke aufgelöst werden.

Mit den technischen Einrichtungen der Reichsrundfunkgesellschaft und der im normalen Sendebetrieb wie auch bei Übertragungen üblichen Arbeitsweise beschäftigte sich Dr. W. Reichardt. In den Funkhäusern der Reichssender ist die Arbeitsweise durch den Einsatz von Überwachungsräumen neben den Senderäumen gekennzeichnet; sie wird außerdem durch den Einsatz von Fernschalteinrichtungen bequemer und sicherer gestaltet, die pausenlose Aufeinanderfolge von Darbietungen wird durch diese Fernschaltungen eigentlich erst vollkommen sichergestellt. Wenn z. B. Senderraum A an Senderraum B das Programm weitergeben will, so muß der Regieraum zu B den betreffenden Programmweg — z. B. nach dem Sender X — durch Umlegen eines Schalters belegen und damit für alle anderen Senderäume sperren. Signallampen zeigen dem

Senderraum A, den Überwachungsräumen und allen anderen technischen Stellen an, daß sich Senderraum B auf den Weg X vorbereitet hat. Hat Raum A nun seine Sendung beendet, so öffnet er seinen Schalter und übergibt damit den Programmweg X an den Senderraum B; eine Relaisanordnung schaltet den Programmweg X dann selbsttätig auf Senderraum B. Die Leitung zum Sender läuft dabei über einen Überwachungsraum, der jederzeit die Möglichkeit hat, mit Ansagen, Schallplatteneinlagen, Nachrichten usw. in das Programm einzutreten.

Interessant ist der Übergang des deutschen Rundfunks zum dezentralisierten Verstärkerbetrieb. Man faßt die Verstärker im Funkhaus also nicht mehr in einer Zentrale zusammen, sondern gibt den einzelnen Senderräumen eigene Verstärker, die sämtlich für Wechselstrom-Netzbetrieb eingerichtet sind, also keine besondere Stromversorgung erfordern. Dieses dezentralisierte System hat den Vorteil, daß Proben und zum Teil auch Schallaufnahmen ohne Inanspruchnahme der Zentrale ausgeführt werden können, so daß sich eine Verringerung des Bedienungsaufwandes ergibt; außerdem ist der Betrieb geschmeidiger und in Störungsfällen übersichtlicher.

Außer über die Schallaufnahme, über die unsere Leser vor einiger Zeit durch ein ausführliches Referat<sup>1)</sup> über einen Vortrag von Dr. v. Braunmühl unterrichtet wurden, befaßte sich Dr. Reichardt mit den Einrichtungen, die bei Übertragungen außerhalb der Funkhäuser zum Einsatz kommen. Bei den Geräten kommt es in erster Linie auf geringstes Gewicht bei größter Stabilität und Erschütterungs-Unempfindlichkeit an wie darauf, daß die zu einer Übertragung notwendigen Geräte zu möglichst wenigen, gut tragbaren Einrichtungen zusammengefaßt werden. Das seit einigen Jahren gebräuchliche Verstärkergerät für Übertragungen enthält u. a. vier Mikrophonregler, einen Ausgangsspannungs-Spitzenzeiger, einen Überwachungs-Lautsprecher und einen 800-Hz-Generator. Mit diesen Verstärkern und mit Schallaufnahmegeräten sind heute etwa 50 Übertragungswagen ausgestattet, mit denen die Übertragungen durchgeführt werden. Ihnen treten Kurzwellensender zur Seite, die bei Übertragungen eingesetzt werden, wo man mit den Wagen nicht beweglich genug ist, z. B. bei Schilderungen aus dem Flugzeug, von Schiffen, aus dem fahrenden Zug und dergl. Auch bei Staffel-Reportagen kommen Kurzwellensender zum Einsatz, wenn nämlich in die zu einer Konferenzschaltung vereinten festen Mikrophone ein ortsbewegliches — z. B. in einem fahrenden Kraftwagen — eingebundet werden soll.

Der Empfangstechniker kam diesmal durch den Vortrag von Dr. K. Steimel auf seine Kosten, der über die neue Rundfunkröhren-Reihe sprach, die der Öffentlichkeit erstmalig im Februar dieses Jahres mit den neuen Kraftwagenempfängern vorgelegt wurde. Wie unsere Leser wissen, handelt es sich dabei um Röhren, die zum Teil statt des Glaskolbens eine Stahlhülle aufweisen; da das jedoch von sekundärer Bedeutung ist, wies Dr. Steimel auf diese Tatsache nur nebenbei hin. Er befaßte sich um so ausführlicher mit den elektrischen Fortschritten, die in der Anwendung der Sparkathoden (1,26 Watt), in der Verbesserung der Raumladungskapazitäten und Raumladungsdämpfungen, in der Anwendung der gleitenden Schirmgitterspannung bei Fünfpol-Schirmröhren, in der Schaffung einer Niederfrequenz-Regelröhre und nicht zuletzt in der Kurzwellentüchtigkeit der neuen Röhren liegen.

Erich Schwandt

<sup>1)</sup> Funk 1938 Heft 3 Seite 65 ff.

# Allwellen-Zweikreiser mit magischem Auge für Wechselstrom

VON HANS SUTANER

Während die Empfängerfabriken noch vor zwei Jahren ihre Geräte — und zwar auch Ein- und Zweikreiser — durchweg mit Kurzwellenteil ausrüsteten, sind sie im letzten Jahre bei den Geradeausempfängern wieder davon abgekommen. Dies lag weniger daran, daß die Rundfunkhörer auf Kurzwellenempfang keinen Wert legten, sondern es ist mehr darauf zurückzuführen, daß die Mehrzahl der Hörer mit kleinen Empfängern keinen befriedigenden Kurzwellenempfang erzielen konnte. Als Abstimmkapazität mußte bei diesen Empfängergattungen der vorhandene Drehkondensator von 500 cm beibehalten werden, der — um die Wellenumschaltung nicht noch umständlicher zu machen — mit einer einzigen Spule den geforderten Wellenbereich von 15 bis 55 m umfaßte. Hierdurch war die Abstimmung auf dem Kurzwellenbereich sehr kritisch; sie konnte von vielen nicht erlernt werden, weil ihnen Geschick oder Geduld fehlte. Die Industrie rüstet daher nunmehr nur große Überlagerungsempfänger mit Kurzwellenteil aus, der zur bequemeren Einstellung u. U. mehrfach unterteilt ist. Von einem Übersee-Exportempfänger wird dies sogar unbedingt verlangt.

Dennoch haben heute auch viele Besitzer einfacher Geräte den Wunsch, auf Kurzwellen zu hören; das beweisen die zahlreichen einfachen Kurzwellenvorsatzgeräte, die nach den Erfahrungen des Verfassers im letzten Winter gebastelt worden sind.

Zur Funkausstellung 1937 hat eine bekannte Einzelteufirma einen neuen Hochfrequenztransformator auf den Markt gebracht, der verlustarme Spulen für Kurz-, Mittel- und Langwellenbereiche nebst einem Wellenschalter enthält. Der Kurzwellenbereich von 13 bis 68 m ist dreimal aufgeteilt, und bei der Umschaltung auf Kurzwellen wird ein eingebauter Verkürzungskondensator eingeschaltet, der die normale Abstimmkapazität von 500 cm auf etwa 100 cm herabsetzt, so daß die Einstellung bei Ein- und Zweikreisern ebenfalls recht bequem wird.

Der Aufbau eines hochwertigen Allwellenempfängers wird durch den neuen Transformator wesentlich erleichtert. Wird noch eine hochübersegte Abstimmenskala verwendet, so kann auf den Kurzwellenbereichen auch ohne Mühe eingestellt werden.

Unter Verwendung der erwähnten Spulensäge hat Verfasser den nachbeschriebenen Zweikreiser entwickelt, der außerdem eine Reihe von Feinheiten aufweist, die in Industriempfängern gleicher Gattung nicht zu finden sind. Der Empfänger ist bei Niederschrift dieser Zeilen bereits vier Monate sorgfältig erprobt worden und hat sich bestens bewährt.

## Die Schaltung

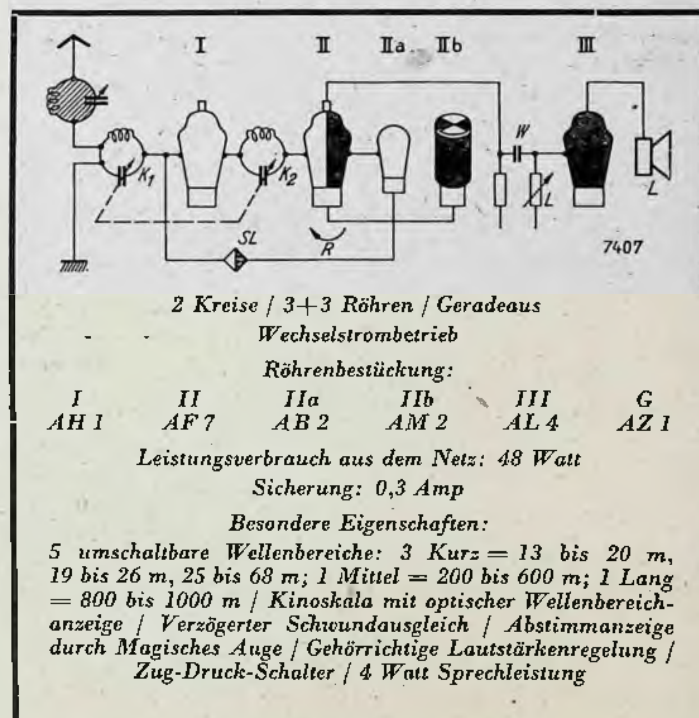
Durch eine Schaltbuchse besonderer Art (*Bu* in Abb. 1) wird bei herausgezogenem Antennenstecker selbsttätig der eine Zweig des Lichtnetzes als Lichtantenne über den Rohrcondensator  $C_{20}$  angeschaltet. Um einen ausreichenden Schwundausgleich zu erhalten, mußte die Hochfrequenzstufe mit einer Sechspolröhre AH 1 ausgerüstet werden. Durch gleichzeitige Regelung des Steuergritters 1 und des Gitters 3 dieser Röhre wird der Hauptregelbereich auf 7 V herabgesetzt. Die Schirmgitterspannung der Röhre AH 1 wird durch einen Spannungsteiler  $R_2/R_3$  mit genügend hohem Querstrom hinreichend konstant gehalten. Um einen möglichst weichen Schwingungseinsatz auf allen Wellenbereichen zu erhalten, wurde parallel zur Rückkopplungsspule 5—6 des Transformators F 271 ein Widerstand  $R_4$  von 1 kOhm geschaltet.

## Der Schwundausgleich

Zur Gewinnung der Regelspannung mußte eine Doppel-Zweipolröhre AB 2 als Hilfsröhre eingesetzt werden. In den neusten bisher veröffentlichten Zweikreisschaltungen mit Schwundausgleich wird die Regelspannung vom Steuergitter des Audions abgenommen. Diese Maßnahme kann aber nie befriedigen, weil die am Steuergitter der Röhre AF 7 auftretenden Gleichspannungen infolge der ungenügenden Hochfrequenzverstärkung durch nur eine Röhre (obendrein ist die Verstärkung einer Sechspolröhre geringer als die einer Fünfpolschirmröhre) zu klein ist, um einen wirksamen Schwundausgleich und eine deutliche Abstimmanzeige zu erhalten. Die Kapazität Steuergitter-Kathode der Röhre AF 7 würde durch die Anschaltung der beiden Zweipolstrecken der Röhre AB 2 auch um 8 cm derart erhöht werden, daß der Kurzwellenempfang hierdurch wesentlich verschlechtert würde.

Von der Überlegung ausgehend, daß die Röhre AF 7 ja nicht die gesamte Hochfrequenz gleichrichtet, sondern die restliche Hochfrequenz auch mit verstärkt, ist die Röhre AB 2 über kleine Rohrkondensatoren  $C_{11}$  und  $C_{12}$  von 20 cm an die Anode der Röhre AF 2 angeschlossen worden. Die Hochfrequenz-Spannungsamplituden an der Anode der Röhre AF 7 sind natürlich wesentlich kräftiger als an dem Steuergitter. Sie gelangen über  $C_{11}$  und  $C_{12}$  an die Anoden der Röhre AB 2, werden dort gleichgerichtet und als Regelspannungen erstens der Eingangs- röhre AH 1 für den Schwundausgleich und zweitens dem Magischen Auge AM 2 für die optische Abstimmung zugeführt<sup>1)</sup>.

<sup>2)</sup> Es ist versucht worden, die restliche Hochfrequenz außerdem an der Anode der Röhre AF 7 durch Einschaltung eines Widerstandes von einigen Tausend Ohm in den Rückkopplungszweig zu stauen, um ein Abfließen der Hochfrequenz über diesen Zweig zu verhindern. Leider setzt dann die Rückkopplung nicht mehr auf allen Wellenbereichen ein, so daß von dieser Maßnahme abgesehen werden mußte.



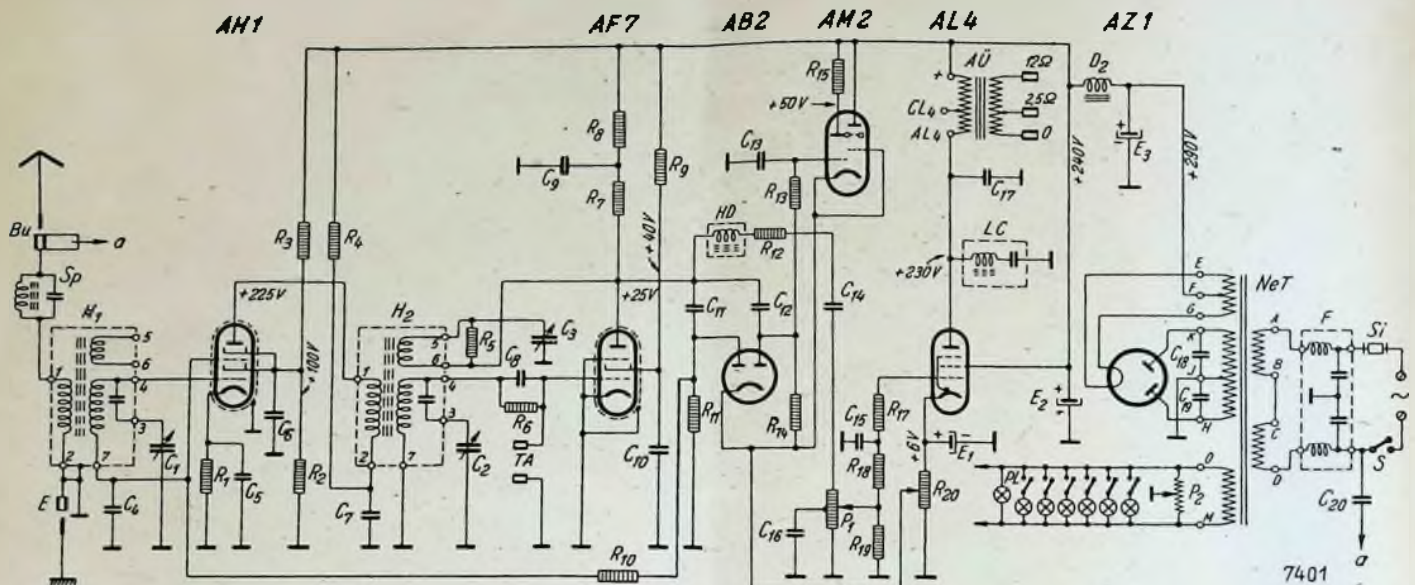


Abb. 1. Gesamtschaltung des Empfängers.  $C_1, C_2 = 500 \text{ cm}$ ;  $C_3 = 275 \text{ pF}$ ;  $C_4 = 50000 \text{ cm}$ ;  $C_5, C_7 = 0,5 \mu\text{F}$ ;  $C_6, C_9 = 1 \mu\text{F}$ ;  $C_8 = 100 \text{ cm}$ ;  $C_{10}, C_{13} = 100000 \text{ cm}$ ;  $C_{11}, C_{12} = 20 \text{ cm}$ ;  $C_{14} = 10000 \text{ cm}$ ;  $C_{15} = 300 \text{ cm}$ ;  $C_{16}, C_{20} = 500 \text{ cm}$ ;  $C_{17} = 3000 \text{ cm}$ ;  $C_{18}, C_{19} = 0,1 \mu\text{F}$ ;  $E_1 = 20 \mu\text{F}$ ;  $E_2, E_3 = 8 \mu\text{F}$ ;  $P_1 = 1 \text{ Megohm}$ ;  $P_2 = 100 \text{ Ohm}$ ;  $R_1 = 400 \text{ Ohm}$ ;  $R_2 = 20 \text{ kOhm}$ ;  $R_3 = 25 \text{ kOhm}$ ;  $R_4 = 5 \text{ kOhm}$ ;  $R_5, R_{12}, R_{17} = 1 \text{ kOhm}$ ;  $R_6, R_{10}, R_{11}, R_{14}, R_{15} = 1 \text{ Megohm}$ ;  $R_7, R_{18} = 200 \text{ kOhm}$ ;  $R_8 = 30 \text{ kOhm}$ ;  $R_9 = 500 \text{ kOhm}$ ;  $R_{13} = 4 \text{ Megohm}$ ;  $R_{19} = 1,5 \text{ Megohm}$ ;  $R_{20} = 150 \text{ Ohm}$ ;  $Si = 0,3 \text{ Amp}$

Die kleinen Kapazitäten von 20 cm der beiden Kondensatoren  $C_{11}$  und  $C_{12}$  bieten der in der Röhre AF 7 außerdem verstärkten Niederfrequenz einen großen Widerstand, so daß die Niederfrequenz hauptsächlich über  $F_{23}$  und  $R_{12}$  — die beide eine Hochfrequenzsperre bilden — nach  $C_{14} = 10000 \text{ cm}$  abfließt. Durch  $R_{10}$  und  $C_5$  — die gleichzeitig eine weitere Niederfrequenzsperre darstellen — arbeitet der Schwundausgleich mit der richtigen Zeitkonstante. In Abb. 2 ist der Verlauf der Hoch- und Niederfrequenz sowie der Regelspannung eindeutig dargestellt.

Die Kathode der Röhre AB 2 liegt nicht auf Nullpotential, sondern an einem Abgriff des Kathodenwiderstandes  $R_{20}$  der Endröhre AL 4. Die (in Abb. 1 linke) Zweipolstrecke der Röhre AB 2 erhält dadurch über den an Erde liegenden Widerstand  $R_{11}$  eine negative Vorspannung. Erst wenn diese von der Regelspannung überwunden worden ist, setzt die Schwundreglung ein. Der Empfänger arbeitet demnach mit verzögertem Schwundausgleich, was für lautstarken Empfang schwacher Sender wichtig ist.

### Die Abstimmmanzeige mit dem Magischen Auge

Die an der Anode der Röhre AF 7 entstehenden restlichen Hochfrequenzspannungen werden über  $C_{12}$  der

(in Abb. 1 rechten) Anode der Röhre AB 2 zugeleitet. Diese Anode arbeitet ohne Vorspannung, weil sie über  $R_{14}$  mit der Kathode der Röhre AB 2 verbunden ist. Über einen Hochohmwiderstand  $R_{18}$  von 4 Megohm und den Überbrückungsblock  $C_{13}$  wird die im Takte der Niederfrequenz schwankende Gleichspannung möglichst geglättet und dem Steuergitter des Dreipolsystems des Magischen Auges AM 2 zugeführt. Die Kathode desselben liegt ebenfalls am Abgriff von  $R_{20}$ . Das Steuergitter des Leuchtsystems ist mit der Kathode unmittelbar verbunden. Es hat sich gezeigt, daß diese einfache Schaltung am besten arbeitet. Je kräftiger ein Sender einfällt, desto größer wird die leuchtende Fläche des Magischen Auges.

### Die gehörrichtige Lautstärkereglung

Sie wird durch den linkslogarithmischen Dreh-Spannungsteiler  $P_1$  erreicht, der außer dem beweglichen Schleifer noch eine Anzapfung besitzt. Hierdurch werden die Bässe angehoben, wenn die Lautstärke heruntergeregelt wird.

Ein Sechsfach-Nockenschalter F 225 übernimmt die Einschaltung der Wellenbereichslämpchen.

Im Anodenkreis der Endröhre AL 4 finden wir eine 9-kHz-Sperre, die besonders bei Zweikreisern wichtig ist, um das Überlagerungspeifen wellenbenachbarter Sender zu unterdrücken. Der reichlich bemessene Ausgangsübertrager sorgt für richtige Anpassung der Endröhre an den Lautsprecher. Er ist zu empfehlen, wenn ein älterer guter Lautsprecher vorhanden ist, dessen Ausgangstransformator noch nicht auf 7000 Ohm Impedanz — wie wir sie für die Röhre AL 4 brauchen — abgestellt ist.

Der benutzte Netztransformator liefert nur  $2 \times 270 \text{ V}$  Anodenspannung. Hierdurch erhalten wir hinter der Siebdrossel  $D_2$  die richtige Betriebsanodenspannung von 245 V. Der Transformator arbeitet sparsamer als die sonst üblichen Netztransformatoren mit  $2 \times 300 \text{ V}$  Anodenspannung, bei denen man rund 50 V durch einen Drahtwiderstand ohne Nutzen vernichten muß. Ein hochwertiges Einbaunetzfilter verhindert schließlich das Eindringen von hochfrequenten Störungen über die Netzseite in den Empfänger und unterdrückt eine Antennenwirkung des Lichtnetzes.

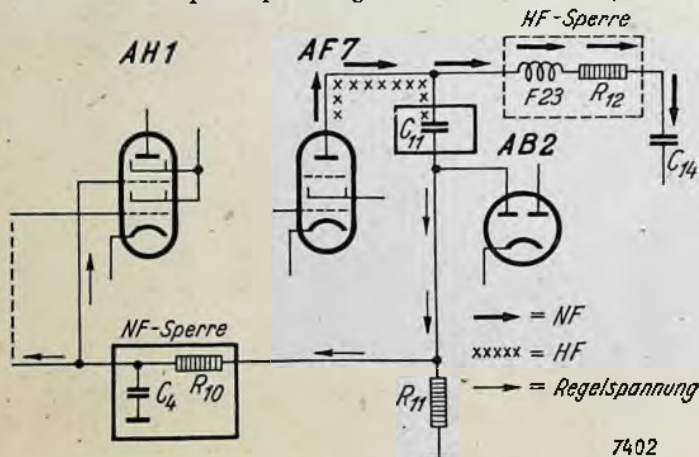


Abb. 2. Verlauf der Niederfrequenz (NF), der Hochfrequenz (HF) und der Regelspannung für den selbsttätigen Schwundausgleich in dem Empfänger

## Die Einzelteile und der Aufbau

Auch der Bastler verlangt heute von seinem Empfänger, daß er zuverlässig geeicht ist. Die im Handel erhältlichen Skalen mit geeichten Skalenblättern — ganz abgesehen davon, daß die Eichung meist nicht genau in Übereinstimmung mit den wirklichen Abstimmverhältnissen gebracht werden kann — waren für den Empfänger nicht brauchbar, weil sie ja neben Mittel- und Langwellen nur für einen Kurzwellenbereich von 15 bis 55 m geeicht sind. Da für die beiden Spulensätze über 40 RM aufzuwenden sind, entschieden wir uns für die von der gleichen Firma herausgebrachte Leuchtskala<sup>2)</sup>. Diese Skala beruht — ähnlich wie die bekannte Kinoskala — auf dem Prinzip eines Projektionsapparates, d. h. über ein kleines Linsensystem wird ein Ausschnitt des Filmstreifens der Skala in einem Bildfenster vergrößert sichtbar gemacht. Der Skala liegt eine genaue Gebrauchsanweisung über Montage, Justierung und Eichung bei, so daß hier nicht weiter darauf eingegangen zu werden braucht. Auf Grund des vom Bastler nach einem Vordruck anzufertigenden Eichdiagramms liefert die Herstellerfirma dann kostenlos einen Filmstreifen mit den Sendernamen.

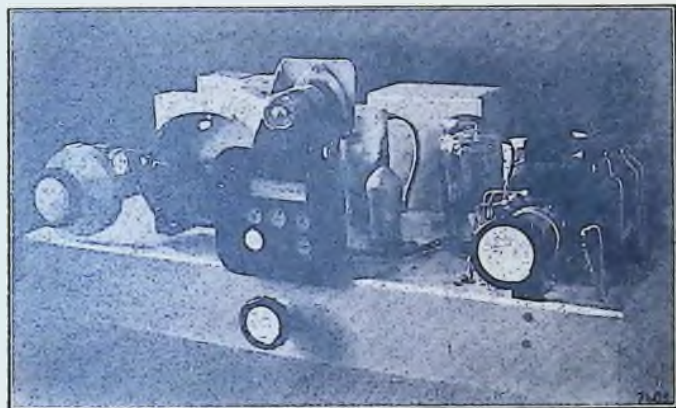


Abb. 3. Das beschaltete und mit Röhren bestückte Empfänger-gestell. Die Anbringung der Abstimmanzeigeröhre ist deutlich erkennbar

Unter dem rechteckigen Bildfenster der Skala befinden sich sechs kreisrunde Fenster für die fünf Wellenbereiche und Schallplattenwiedergabe, die bei Einschaltung der betreffenden Bereiche verschiedenfarbig aufleuchten (siehe Abb. 3).

Die Größe der beiden Hochfrequenztransformatoren<sup>2)</sup> und die Abmessungen der Leuchtskala gestatteten nicht, den Empfänger auf einem kleinen Raum zusammenzudrängen. Da ein käufliches Metallgestell mit handelsüblichen Maßen verwendet werden sollte, wurde die Größe 50 × 30 × 7 cm gewählt. Abb. 3 sowie der Bauplan Abb. 4 lassen die Anordnung der Einzelteile und die Drahtführung auf der Oberseite des Metallgestells erkennen.

Die Skala ist so angeordnet, daß ihr Bildfenster gerade in der Mitte liegt. Symmetrisch zum Schwingungsantrieb der Skala liegt der Lautstärkeregler  $P_1$ . Er wird auf einem kräftigen Hartpapierstreifen befestigt. Seine Kennlinie soll linkslogarithmisch verlaufen, damit die Lautstärke bei Rechtsdrehung logarithmisch, also gehörig zunimmt. Die Achse des Reglers  $P_1$  läßt sich in einer Hohlachse in jeder Drehstellung verschieben und trägt am hinteren Ende eine kleine Scheibe (s. Abb. 4 a), durch die der Zug-Druck-Schalter  $S$  umgelegt wird. Hierdurch erhält der Empfänger die Annehmlichkeit vieler Industriegeräte, daß in jeder eingestellten Lautstärke-

stellung des Reglers ein- und ausgeschaltet werden kann. Am Rande des Reglergehäuses befindet sich gegenüber den normalen drei Lötösen (für Anfang und Ende der Widerstandsbahn sowie für den Schleifer) eine vierte Lötöse, die mit einer Anzapfung der Widerstandsbahn in Verbindung steht. Dort wird der Rohrkondensator  $C_{12}$  für die gehörige Lautstärkeregelung angeschlossen, der die Bässe bei Herabreglung der Lautstärke anhebt. Seine Größe ist von dem jeweiligen Geschmack und auch von dem Frequenzgang des angeschalteten Lautsprechers abhängig. Ein Wert von 400 bis 500 cm wird im allgemeinen richtig sein.

$C_1/C_2$  ist ein besonders hochwertiger und gut abgeglicher Zweifach-Drehkondensator, um eine zuverlässige Abstimmgenauigkeit über den gesamten Drehbereich von 180° zu erhalten. Die Achshöhe des Zweifachkondensators ist leider geringer, als die Achsbuchsenhöhe der Leuchtskala. Der Kondensator mußte deshalb erhöht eingebaut werden. Als Zwischenlagen haben wir drei unten offene, kurze Steckerbuchsen benutzt. Sogenannte Kupplungsmuffen eignen sich auch bestens hierfür, falls der Bastler nicht kurze, möglichst dickwandige Rohrstangen selbst anfertigen kann.

Die Hochfrequenztransformatoren sowie der Schalter für die Bereichsanzeige der Skala werden in einer Reihe parallel zur Rückseite des Metallgestells angeordnet. Die langen Achsseiten der Transformatoren zeigen nach links. Durch einen kräftigen Zeigerknopf werden alle Achsen gleichzeitig betätigt. Da die eingebauten Wellenschalter der Hochfrequenztransformatoren sechs Schaltstellungen besitzen, ist es Vorbedingung, daß die Achsen in gleichen Schaltstellungen zusammengeschlossen werden. Die Transformatoren werden zwar von der Fabrik in gleicher Schaltstellung geliefert; trotzdem empfiehlt es sich, die Hauben der Transformatoren abzunehmen und an Hand

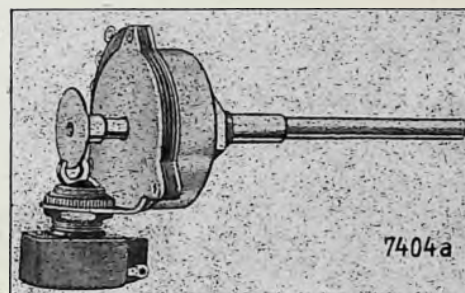


Abb. 4a. Der Lautstärkeregler mit dem Zug-Druck-Schalter

der Schalterstellungen nachzuprüfen, ob Übereinstimmung vorhanden ist, bevor die Transformatoren auf dem Metallgestell festgeschraubt und die Achsen gekuppelt werden. Die Achsen sind geschliffen. In die Schliffe werden die beigelegten kleinen Bleche gesteckt und mit den Stellringen festgelegt. Es wäre zweckmäßig, wenn die Herstellerfirma die Achsen an gleichen Stellen könnern würde. Dies würde die Montage der Transformatoren für viele Bastler erleichtern.

Die Fassung der Abstimm-Anzeigeröhre AM 2 wird senkrecht mit einem kräftigen Aluminiumwinkel montiert, der an der Skala festgeschraubt wird (s. Abb. 3 und 4). Damit die Leitungen zur Fassung der Röhre AM 2 eindeutig zu erkennen sind, ist die Fassung auf Abb. 4 in dem gestrichelten Viereck nochmals umgelegt und von hinten gesehen gezeichnet. Wird die Fassung in der gezeichneten Stellung im Haltewinkel festgelegt, so liegen die Leuchtfelder symmetrisch oben und unten.

Die beiden vom Metallgestell isolierten Buchsen 2 und 3 nehmen den Einstecksperrkreis auf, der nur den Wellenbereich 200 bis 600 m umfaßt. In gleicher Ausführung wird aber auch ein Doppelsperrkreis für Mittel-

<sup>2)</sup> Vgl. Heft 16/1937 S. 457.

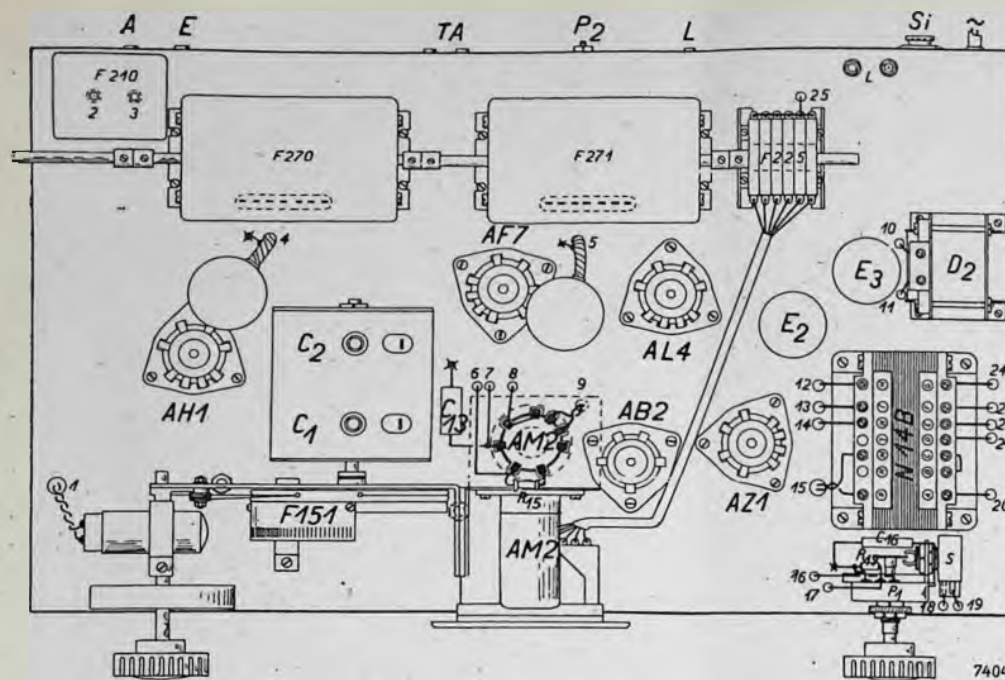


Abb. 4. Bauplan des Allwellen-Zweikreislers (Oberseite)

und Langwellen geliefert, der zweckmäßig ist, wenn der Deutschlandsender schwer ausgeschaltet werden kann.

Die vom Nockenschalter zu den Bereichslämpchen der Skala führenden Leitungen lassen sich am gefälligsten und übersichtlichsten verlegen, wenn sie oberhalb des Metallgestells geführt und — wie in Abb. 4 gezeichnet — in einem weiten Isolierschlauch zusammengefaßt werden. Die von der Skala kommenden Leitungen werden zunächst an den Schalter noch nicht angelötet.

Unter dem Netztransformator liegt das Einbaunetzfilter. Dasselbe ist etwas höher, als die Gestellhöhe von 7 cm ausmacht. Es ist deshalb in einem passenden Ausschnitt des Metallgestells mit einigen Unterlegescheiben so festgeschraubt worden, daß es nicht mehr als 7 cm nach unten ragt. Erst nach Montage des Filters kann der Netztransformator unter Verwendung entsprechender Unterlagsscheiben festgeschraubt werden.

Die Durchbohrungen der Gestelloberseite sind mit den gleichen Zahlen wie auf der Gestellunterseite (Bauplan Abb. 5) bezeichnet. Die in abgeschirmtem Hochfrequenzkabel zu verlegenden Leitungen sind deutlich erkennbar.

Die zusätzliche Kapazität der Tonabnehmerleitung bringt natürlich auf den Kurzwellen gewisse Verluste. Wer daher Schallplatten nicht wiedergibt, läßt sie besser weg.  $C_8$  und  $R_8$  werden dann vorteilhafter nicht unter dem Metallgestell, sondern unmittelbar in der Gitterkappe der Röhre AF7 untergebracht. Es gibt Gitterkappen dieser Art im Handel.

Abb. 5 läßt erkennen, daß die auf Erdpotential liegenden Leitungen der Hochfrequenz und der Audionstufe — und zwar jede Stufe für sich — miteinander ver-

bunden und nur an einem Punkte mit dem Metallgestell verbunden sind. Dies ist für eine gute Schließung der Hochfrequenzkreise — insbesondere wegen des Kurzwellenempfangs — von Vorteil, schafft eindeutige Verhältnisse und eine genügende Entkopplung der beiden Stufen. Die Rotorpakete von  $C_1$  und  $C_2$  sind deshalb über die vorhandenen untenliegenden Lötösen und die Durchbohrungen 26 und 28 durch besondere Entkopplungsleitungen angeschlossen. Die untenliegenden Statoranschlüsse werden über 27 und 29 angeschlossen. Die obenliegenden Statoranschlüsse bleiben unbenuzt.

Der Strom für die Bereichslämpchen der Skala wird an der Fassung der Röhre AL4 abgenommen. Er wird einerseits durch 25 an den Nockenschalter, andererseits durch 9 an die allen Lämpchen gemeinsame Leitung herangeführt. Die von Durchführung 6 ausgehende Leitung (Abb. 5) ist nicht — wie der Übersichtlichkeit halber gezeichnet — parallel zu der von  $R_{10}$  wegführenden Leitung zu verlegen, sondern besser auf kürzestem Wege mit der Lötöse von  $E_2$  zu verbinden. Die meisten Leitungen fallen in Wirklichkeit kürzer als auf Abb. 5 aus.

### Die Inbetriebnahme

Nach Fertigstellung des Empfängers können zunächst die auf Abb. 1 angegebenen Spannungen nachgemessen werden. Sie sind — wie auch bei der Industrie üblich — mit einem Mavometer nebst Vorschaltwiderstand 500 V gemessen, die Spannung ÷ 6 V an der Kathode der AL4 mit Vorwiderstand 15 V. Nach Anschaltung von Antenne, Erde und Lautsprecher wird zunächst der Ortsender gesucht. Ist dieser gefunden, dann werden nach-

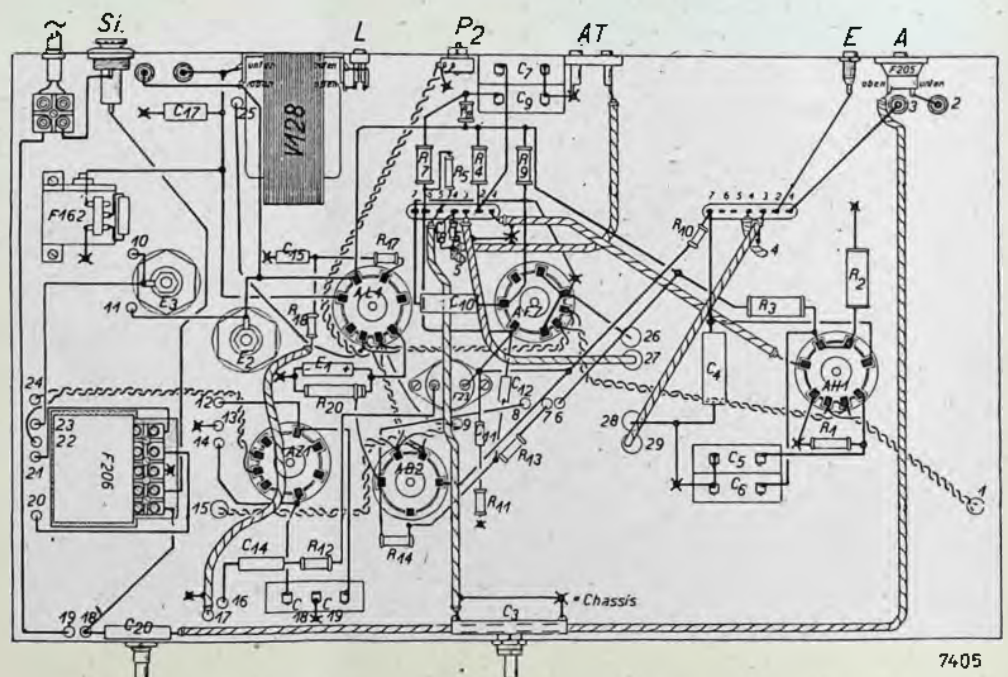


Abb. 5. Bauplan des Empfängers (Unterseite)

einander mit einem der sechs von den Bereichslämpchen kommenden Drähte die noch freien Lötösen des Schalters abgetastet. Leuchtet hierbei ein Lämpchen auf, dann ist der bei Mittelwellenempfang geschlossene Schalterkontakt ermittelt. An diese Lötöse wird nun der mit dem Bereichslämpchen 200 bis 600 m verbundene Schalt draht angelötet. Die nächste Schalterstellung im Uhrzeigersinn muß dann die Langwelle sein. Der Deutschlandsender ist schnell gefunden und der geschlossene Schalterkontakt ebenfalls. Der Schalterdraht des Bereichslämpchens 800 bis 2000 m wird an diesen angelötet. Die nächste Schalterstellung im Uhrzeigersinn ist Schallplattenwiedergabe, dann folgen die Kurzwellen 13 bis 20 m usf., bis alle Bereichslämpchen richtig angeschlossen sind.

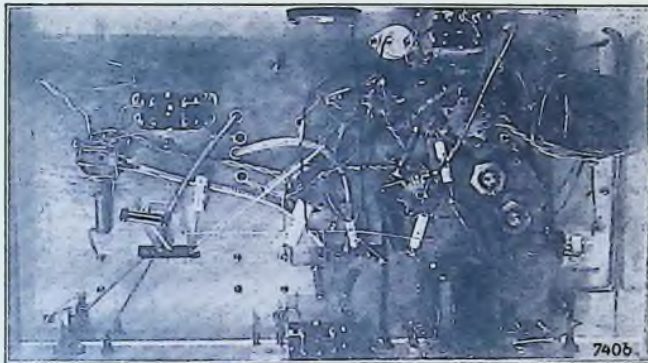


Abb. 6. Das beschaltete Empfängergestell von unten gesehen

Nun wird die Abgreifschelle von  $R_{20}$  zunächst nach der Kathodenseite verschoben, damit die Regelspannung recht verzögert einsetzt. Alsdann wird der Zweikreisler auf dem Mittelwellenbereich in bekannter Weise abgeglichen. Zur Abstimmmanzeige kann das Magische Auge benutzt werden. Genauer läßt sich aber natürlich mit einem kleinen Frequenzmesser und einem Endleistungsmesser im Anodenkreis der Endröhre abgleichen. Die genaue Abgleichung auf eine am Anfang der Skala zu empfangende Station im Mittelwellenbereich genügt, weil die Spulensäge bereits gut abgeglichen sind. Alsdann stimmt die Abgleichung auf allen Wellenbereichen. Die Einschaltung besonderer Trimmer für den Langwellenbereich ist nicht nötig.

Sollte die Rückkopplung auf dem Wellenbereich 13 bis 20 m nicht mehr einsetzen, dann ist  $R_5$  größer zu wählen. Je weiter die Abgreifschelle von  $R_{20}$  nach der Gestellseite zu verschoben wird, mit desto geringerer Verzögerung arbeitet der Schwundausgleich.

Der Negton des Empfängers ist außerordentlich gering und kann durch Einstellung des Schleifers von  $P_2$  völlig zum Verschwinden gebracht werden.

### Die Leistung

Die Leistung des Allwellen-Zweikreislers ist auf allen Wellenbereichen ausgezeichnet, auch auf Kurzwellen, obgleich anfänglich wegen der in Hochfrequenzkabel verlegten Gitterleitungen Bedenken bestanden. Der Empfänger entspricht in bezug auf Empfindlichkeit, Trennschärfe und Klangqualität völlig den heutigen hochwertigen Zweikreislern der Industrie. Besonders angenehm ist die bequeme Einstellung auf den Kurzwellenbereichen.

Sollte es nötig werden, den Empfänger auch an Gleichstrom zu betreiben, dann kann er entweder von vornherein in gleicher Schaltung mit Allstromröhren aufgebaut werden, oder man schaltet einen der käuflichen Wechselrichter vor, die im Preise so günstig liegen, daß sich der Selbstbau eigentlich nicht lohnt.

### Liste der Einzelteile

| Nr. | Stück | Einzelteil                                                                                                                                                               | Symbol in Abb. 1      | Größe                                                                                    |
|-----|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 1     | Universal-Hf-Transformer . . . . .<br>(Eingangsstufe)                                                                                                                    | $H_1$                 | 13—20 m<br>19—26 m<br>25—68 m<br>200 bis<br>600 m<br>800 bis<br>1000 m                   |
| 2   | 1     | desgl. (Zwischenstufe)                                                                                                                                                   | $H_2$                 |                                                                                          |
| 3   | 2     | Verlängerungsachsen mit Zubehör                                                                                                                                          |                       |                                                                                          |
| 4   | 1     | Antennenschaltbuchse . . . . .                                                                                                                                           | $Bu$                  |                                                                                          |
| 5   | 1     | Leuchtskala . . . . .                                                                                                                                                    |                       |                                                                                          |
| 6   | 1     | Sechsfach-Nockenschalter . . . . .                                                                                                                                       | $Sch$                 |                                                                                          |
| 7   | 1     | Einstecksperrkreis . . . . .                                                                                                                                             | $Sp$                  | 200 bis<br>600 m                                                                         |
| 8   | 1     | Hochfrequenz-Drossel . . . . .                                                                                                                                           | $HD$                  | 20 bis<br>250 m                                                                          |
| 9   | 1     | 9-kHz-Sperre . . . . .                                                                                                                                                   | $LC$                  |                                                                                          |
| 10  | 1     | Netztransformator . . . . .                                                                                                                                              | $Net$                 | Primär:<br>110/220 V<br>Sekundär:<br>2×270 V<br>100 mA<br>1×4 V<br>1,1 A<br>1×4 V<br>5 A |
| 11  | 1     | Eisendrossel . . . . .                                                                                                                                                   | $D_2$                 | 1050 Ohm<br>50 mA<br>27 H                                                                |
| 12  | 1     | Ausgangstransformator für AL 4                                                                                                                                           | $AÜ$                  | Lautsprecherimpedanz:<br>1,5—2,5<br>—4 Ohm<br>8—12—16 Ohm                                |
| 13  | 1     | Einbaunetzfilter . . . . .                                                                                                                                               | $F$                   |                                                                                          |
| 14  | 5     | Einbaufassungen für stiftlose Röhren . . . . .                                                                                                                           |                       | 8polig<br>5polig                                                                         |
| 15  | 1     | desgl. . . . .                                                                                                                                                           |                       |                                                                                          |
| 16  | 2     | Amenit-Doppelbuchsen (für F 210 und TA) . . . . .                                                                                                                        |                       |                                                                                          |
| 17  | 1     | Flachkondensator . . . . .                                                                                                                                               | $C_3$                 | 275 pF                                                                                   |
| 18  | 1     | Zweifach-Drehkondensator . . . . .<br>Ganggenauigkeit: $\pm 2$ kHz von<br>1500—500 kHz<br>Kurvengenauigkeit: $\pm 0,5\%$<br>Rohrkondensatoren:<br>Arbeitsspannung 300 V= | $C_1, C_2$            | 2×511 pF                                                                                 |
| 19  | 1     |                                                                                                                                                                          | $C_8$                 | 100 cm                                                                                   |
| 20  | 2     |                                                                                                                                                                          | $C_{11}, C_{12}$      | 20 cm                                                                                    |
| 21  | 1     |                                                                                                                                                                          | $C_{14}$              | 10000 cm                                                                                 |
| 22  | 1     |                                                                                                                                                                          | $C_{15}$              | 300 cm                                                                                   |
| 23  | 2     |                                                                                                                                                                          | $C_{16}, C_{20}$      | 500 cm                                                                                   |
| 24  | 1     |                                                                                                                                                                          | $C_{17}$              | 3000 cm                                                                                  |
| 25  | 1     |                                                                                                                                                                          | $C_3$                 | 50000 cm                                                                                 |
| 26  | 2     |                                                                                                                                                                          | $C_{10}, C_{13}$      | 100000 cm                                                                                |
| 27  | 1     | Becherkondensatoren:<br>Prüfspannung 500 V= . . . . .                                                                                                                    | $C_5$                 | 0,5 $\mu$ F                                                                              |
| 28  | 1     | „ 500 V= . . . . .                                                                                                                                                       | $C_6$                 | 1 $\mu$ F                                                                                |
| 29  | 1     | „ 1000 V= . . . . .                                                                                                                                                      | $C_7$                 | 0,5 $\mu$ F                                                                              |
| 30  | 1     | „ 1000 V= . . . . .                                                                                                                                                      | $C_9$                 | 1 $\mu$ F                                                                                |
| 31  | 1     | „ 1000 V= . . . . .                                                                                                                                                      | $C_{18}, C_{19}$      | 2×0,1 $\mu$ F                                                                            |
| 32  | 1     | Niedervolt-Elektrolytkondensator<br>Arbeitsspannung 10 V=                                                                                                                | $E_1$                 | 20 $\mu$ F                                                                               |
| 33  | 2     | Hochvolt-Elektrolytkondensator<br>Arbeitsspannung 450 V=                                                                                                                 | $E_2, E_3$            | 8 $\mu$ F                                                                                |
| 34  | 1     | Potentiometer mit Anzapfung ..<br>mit angebaute Zugdruckschalter . . . . .                                                                                               | $P_1$                 | 1 Megohm<br>log                                                                          |
| 35  | 1     | Entbrummer . . . . .                                                                                                                                                     | $P_2$                 | 100 Ohm                                                                                  |
| 36  | 1     | Widerstände:<br>1 Watt . . . . .                                                                                                                                         | $R_1$                 | 400 Ohm                                                                                  |
| 37  | 1     | 2 „ . . . . .                                                                                                                                                            | $R_2$                 | 20 kOhm                                                                                  |
| 38  | 2     | 1 „ . . . . .                                                                                                                                                            | $R_3$                 | 25 „                                                                                     |
| 39  | 1     | 1 „ . . . . .                                                                                                                                                            | $R_4$                 | 5 „                                                                                      |
| 40  | 3     | 0,25 „ . . . . .                                                                                                                                                         | $R_5, R_{12}, R_{17}$ | 1 „                                                                                      |

| Nr. | Stück | Einzelteil                                                  | Symbol in Abb. 1 | Größe      | Nr. | Stück | Einzelteil                                          | Symbol in Abb. 1 | Größe          |
|-----|-------|-------------------------------------------------------------|------------------|------------|-----|-------|-----------------------------------------------------|------------------|----------------|
| 41  | 4     | 0,25 „                                                      | $R_6, R_{10}$    | 1 Megohm   | 52  | 1     | Sicherungsbauelement (runde Form) mit Feinsicherung | Si               | 300 mA         |
| 42  | 1     | 1 „                                                         | $R_{11}, R_{14}$ | 200 kOhm   | 53  | 1     | Aluminiumgestell                                    |                  | 50 × 30 × 7 cm |
| 43  | 1     | 1 „                                                         | $R_7$            | 30 „       | 54  | 1     | Zeigerknopf                                         |                  |                |
| 44  | 1     | 1 „                                                         | $R_8$            | 500 „      | 55  | 3     | Drehknöpfe                                          |                  |                |
| 45  | 1     | 0,25 „                                                      | $R_{13}$         | 4 Megohm   |     |       | Röhren:                                             |                  |                |
| 46  | 1     | 1 „                                                         | $R_{16}$         | 1 „        | 56  | 1     | Sechspol-Regelröhre                                 | AH1              | AH 1           |
| 47  | 1     | 0,25 „                                                      | $R_{18}$         | 200 kOhm   | 57  | 1     | Fünfpolschirmröhre                                  | AF 7             | AF 7           |
| 48  | 1     | 0,25 „                                                      | $R_{19}$         | 1,5 Megohm | 58  | 1     | Fünfpolendröhre                                     | AL 4             | AL 4           |
| 49  | 1     | 5 „ (mit Abgreifschelle)                                    | $R_{20}$         | 150 Ohm    | 59  | 1     | Gleichrichterröhre                                  | AZ 1             | AZ 1           |
| 50  | 1     | Hochfrequenzkabel                                           |                  | 1 m        | 60  | 1     | Doppel-Zweipolröhre                                 | AB 2             | AB 2           |
| 51  | 2     | Gitterkappenabschirmungen mit angelötetem Hochfrequenzkabel |                  |            | 61  | 1     | Abstimmanzeigeröhre                                 | AM2              | AM2            |

## Der verbesserte Zwei-Kanal-Verstärker mit Dynamikregelung für den Heimmusikschrank

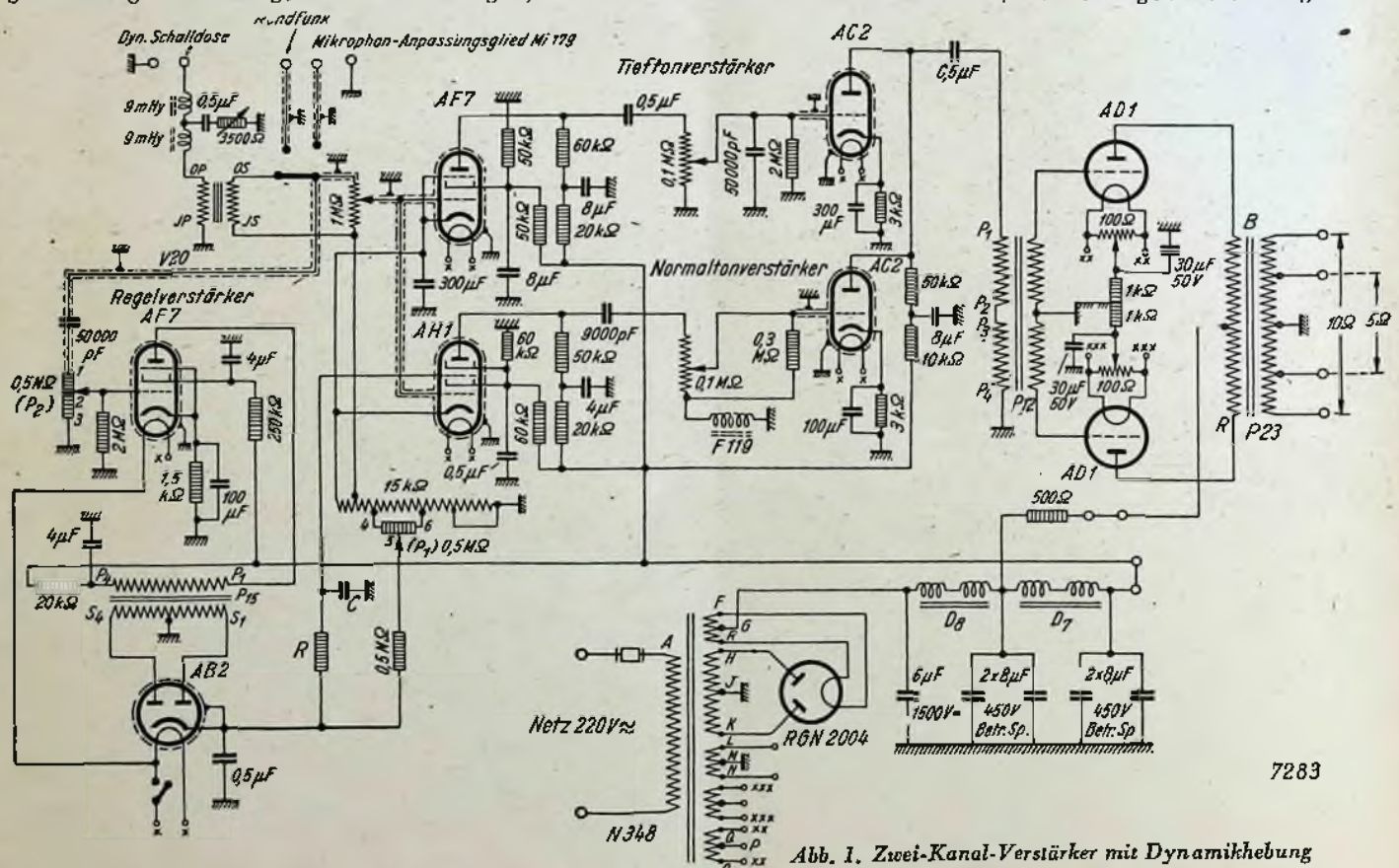
Von GERHARD FROBOESS

Der innige Zusammenklang von Melodie, Harmonie, Rhythmus und Dynamik ist das Grundelement, welches jede musikalische Arbeit erst zum wahren Kunstwerk werden läßt. So darf auch bei der elektroakustischen Wiedergabe von Schallplatten und Rundfunkdarbietungen weder das eine noch das andere wesentlich vernachlässigt werden, wenn man überhaupt Wert auf eine gute Klangqualität legt. Es lohnt sich bestimmt, darüber nachzudenken, durch welches technische Zusammenwirken im Übertragungsmechanismus die oben angeführten vier Punkte sich ändern bzw. notgedrungen geändert werden müssen. Aus diesen Betrachtungen heraus kann man Schlüsse für den Aufbau der Heimmusikanlage ziehen.

Die Melodie ist im allgemeinen nicht zu zerstören, wenn im Übertragungsweg nicht so starke lineare Verzerrungen vorhanden sind, daß z. B. die hohen Frequenzen vollständig fehlen. Da wir ohne Schwierigkeiten in der Lage sind, ein genügend breites Frequenzband gehörmäßig verzerrungsfrei zu übertragen, schaltet ein

Abbau der Melodie aus. Eine Verfälschung der Harmonie kann dagegen leicht eintreten, und zwar durch das gleichzeitige Zusammenwirken von verschiedenen nichtlinearen Vorgängen. Es werden in diesem Falle neue Frequenzen — Kombinationstöne — zu dem ursprünglichen Klangbild hinzugefügt, die dieses beträchtlich stören. Aber auch diese Fehler sind heute sende- als auch empfangsseitig verhältnismäßig leicht auf ein Mindestmaß herabzudrücken, so daß wir also sagen können, daß dieses Problem im Augenblick uns nicht zu beschäftigen braucht.

Wenn man nun den Begriff des Rhythmus betrachtet, so kann man sich nicht denken, daß dieser irgendwie verändert werden kann. Aber es ist tatsächlich so, daß auch hier Störungen eintreten können. Wenn am Empfangsort ein zu großer Nachhall vorhanden ist, so wird, bedingt durch die Frequenzabhängigkeit des Nachhalls, z. B. eine Tanzweise in ihrem Rhythmus vollkommen verschwimmen; der Schlagbaß als Träger des



7283

Abb. 1. Zwei-Kanal-Verstärker mit Dynamikhebung

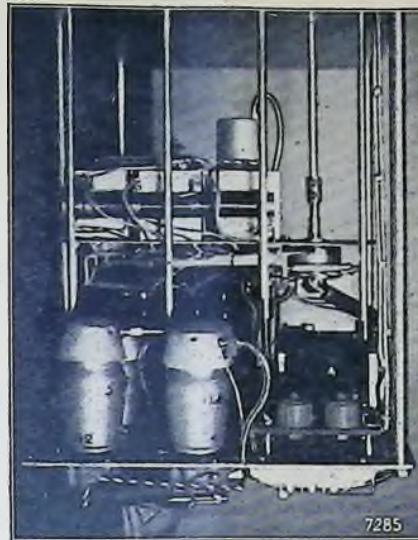
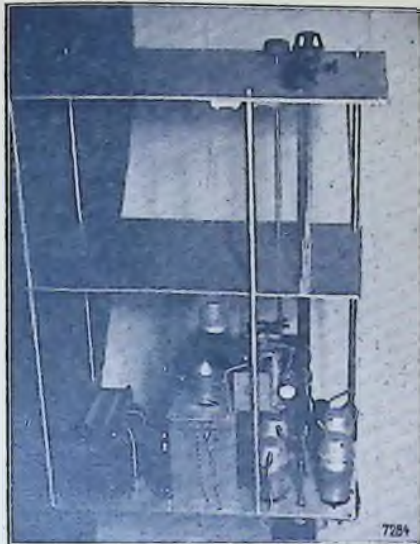


Abb. 2 bis 5. Teilansichten des praktischen Aufbaues

Rhythmus hinkt der Melodie hinterher. Man braucht nur einmal das Zimmer vollständig auszuräumen und auf dem Flügel eine Tanzweise zu intonieren; ich glaube ein jeder wird den Deckel des Instrumentes gleich wieder zuklappen, weil tatsächlich der Rhythmus vollkommen verschwindet und als Rest ein Durcheinander von Tönen zurückbleibt. Man muß also dafür sorgen, daß der Nachhall im Wiedergaberaum genügend klein ist.

Wir kommen nun in unseren Betrachtungen zum letzten Begriff: den der Dynamik, mit dem wir uns im Rahmen dieses Aufsatzes näher befassen wollen. Unter Dynamik verstehen wir bekanntlich das lautstärkemäßige Anheben einzelner Musikpartien gegenüber anderen. In der Sprache der Musik wird dies durch die Worte: Forte, piano, crescendo, diminuendo usw. gekennzeichnet. Sie ist das Element, welches der Musik das Gefühl gibt und ist allein von der Auffassung des ausübenden Künstlers abhängig. Gleichzeitig verleiht sie den von ihm vorgetragenen Werken die individuelle Note. Durch die Anwendung einer sinngemäßen Dynamik wird erst die seelische Wirkung der Musik ausgelöst.

Die elektrischen Übertragungsmittel lassen zur Zeit große Lautstärkeunterschiede nicht zu, so daß die Dynamik notgedrungen verflacht werden muß, wodurch die Natürlichkeit der Wiedergabe leidet. Die höchste zulässige Amplitude ist bei der Schallplattenaufnahme durch die Gefahr der Rillenüberschneidung, bei den Rundfunksendern durch auftretende Störungen der Nachbarwellen, in den Verstärkern durch die auftretenden Verzerrungen und auf Leitungen durch die Gefahr des Übersprechens auf andere Leitungen festgesetzt. Die untere Lautstärkegrenze ist bei der Schallplatte durch den Pegel des Nadelrauschens und beim Rundfunkempfang durch Störgeräusche und Netzbrummen bestimmt.

Was die Schallplattenaufnahme betrifft, so ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, daß man die Platten nicht so lautstark bespielen sollte, wie es vielfach geschieht. Durch unsere heutigen Verstärker sind wir bequem in der Lage, auch weniger lautstark aufgenommene Platten mit genügend großer Amplitude wiederzugeben. Das Unangenehme der lauten Platten ist nämlich das dadurch bedingte mechanische Klirren der elektrischen Abtastdose, was bei dezentem Spiel äußerst störend wirkt, da es unter Umständen stärker sein kann als die Musik, die aus dem Lautsprecher ertönt.

Die für die elektrischen Übertragungswege zulässigen Lautstärken werden im allgemeinen durch den Tonmeister eingeregelt. Er ist also der Mann, der aus der natürlichen Dynamik die zulässige macht. Bei einer bekannten Schallplattenfirma werden heute schon auto-

matische Dynamikkompressoren eingesetzt. Die Platten dieser Fabrik eignen sich demnach für das Abspielen über den hier zu beschreibenden Verstärker besonders gut. Die Regelung von Hand ist doch immer subjektiv, was als Nachteil anzusehen ist.

In den folgenden Zeilen soll nun ein Gerät beschrieben werden, welches die zusammengedrückte Dynamik automatisch wieder ausweitert. Abb. 1 zeigt das Schaltbild des mit Dynamikhebung arbeitenden Zwei-Kanal-Verstärkers. Beim ersten flüchtigen Betrachten fällt auf, daß nur der Normaltonverstärker geregelt wird. Die Gründe, die den Verfasser zu dieser Lösung getrieben haben, sollen kurz erläutert werden.

Die Wechsel in der Gesamtlautstärke einer musikalischen Darbietung sind in erster Linie durch das mittlere und hohe Frequenzspektrum bestimmt, während die Bässe bei der Dynamik wenig mitwirken. Um das zu beweisen, braucht man nur an die „Tomblenden“ der gewöhnlichen Empfänger zu erinnern. Obgleich die tiefen Töne in fast derselben Intensität erhalten bleiben, sinkt bei Bedienung des Tonreglers die Lautstärke ganz

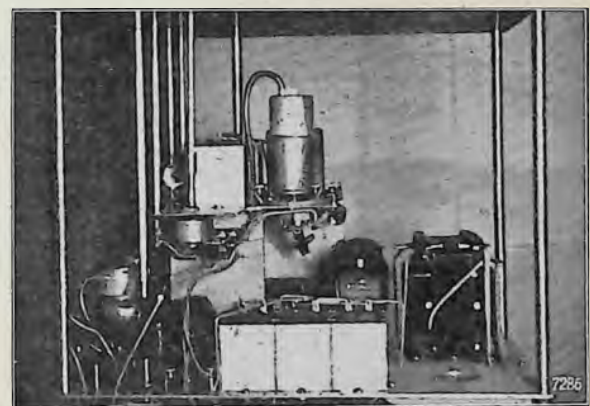


Abb. 3

beträchtlich, weil das mittlere und hohe Tonband beschnitten wird. Nimmt man dagegen durch irgendwelche Entzerrer die Bässe fort, so ist eine Lautstärkeabnahme wohl kaum festzustellen. Wie bekannt, hat der Zwei-Kanal-Verstärker<sup>1)</sup> den Hauptzweck, bei leisestem Spiel eine befriedigende Wiedergabe zu gewährleisten.

Wenn man nun den Tieftonteil ebenfalls regeln würde, dann würde beim Piano dieser auch wenig verstärken, d. h. die Musik würde wegen des Fehlens der Bässe

<sup>1)</sup> Siehe „Funk“, 1937, Heft 3.

schlecht klingen. Dadurch, daß dieser Verstärkerteil nun nicht in die Regelung mit einbezogen ist, bleiben die tiefen Frequenzen beim leisen Spiel für unser Ohr erhalten.

Das schwierigste Problem der Dynamikverstärkung ist bekanntlich die Zeitkonstante des Regelvorganges. Die aus der Gleichrichtung der Tonfrequenz entstandene Spannung enthält außer dem Gleichstromanteil, der zur Verstärkungsänderung der Regelröhre gebraucht wird, auch noch tonfrequente Komponenten, die ausgesiebt werden müssen. Durch die hierzu notwendigen Siebmittel (Widerstände, Kondensatoren) wird eine Zeitkonstante hervorgerufen. Diese gibt die Zeit an, welche nötig ist, um eine an die Klemmen eines Serienwiderstandes von  $R$  und  $C$  plötzlich angelegte Gleichspannung am Kondensator  $C$  auf 63 % anwachsen zu lassen. Sie bewirkt, daß die Verstärkungsänderung nicht gleichzeitig mit dem Anwachsen bzw. Fallen der primären Lautstärke erfolgt. Bei der Dynamikregelung darf sie weder zu groß noch zu klein sein. Ist sie zu groß, so hinkt die Regelung dem Wechsel der Lautstärke zu sehr nach. Man sollte denken, daß ein Fehlen jeglicher Zeitkonstanten das Beste wäre.

Das ist aber aus zwei Gründen nicht zulässig:

1. Die Regelgleichspannung muß unbedingt von Wechselspannungsanteilen frei sein. Es sind demnach Siebglieder nötig, die eine Zeitkonstante bedingen.

2. Eine zu schnelle bzw. keine Zeitkonstante würde bei den tiefen Frequenzen zur Zerstörung führen, weil die Regelung schon innerhalb einer Periode beim Anstieg der Spannung einsetzen und dadurch eine Verformung der Kurvenform hervorrufen würde. Man kann also die Zeitkonstante nur klein machen, wenn man auf die Übertragung der tiefen Töne verzichtet; das kommt aber für eine moderne Musikanlage nicht in Frage. Man muß darauf hinweisen, daß auch bei Dynamiksaltungen mit Glühlämpchen und dgl. dieselben Probleme vorhanden sind. Wie so oft in der Technik, muß also auch hier ein Kompromiß geschlossen werden.

Da nun bei dem Zwei-Kanal-Verstärker nur der Normaltonteil geregelt wird, der ja die tiefen Frequenzen vernachlässigt, kann in diesem Falle die Zeitkonstante wesentlich kleiner gemacht werden, als bei anderen Schaltungen, so daß sie kaum störend wirkt. Die tiefen Frequenzen gehen ja über den unregulierten Tieftonteil ungestört weiter.

Wenn erst einmal bei den Rundfunksendern die Dynamik automatisch mit einer gewissen Zeitkonstante zusammengedrückt wird, so wird man an den Empfängern für die Regelung dieselbe Konstante ansetzen und sie damit vollständig kompensieren.

Die von den drei Spannungsquellen (Rundfunk, Mikrophon, Abtastdose) gelieferten Wechselspannungen werden über einen Lautstärkereglern von  $1\text{ M}\Omega$  den Gittern der Eingangsröhren des Normal- und Tieftonteiles zugeführt. Die Gittervorspannungen der beiden Röhren werden gemeinsam an einem Kathodenwiderstand von  $15\,000\text{ Ohm}$  abgegriffen. Die Vorspannung des zweiten Steuergitters der Regelröhre wird über den Widerstand  $R$  und einen Widerstand von  $0,5\text{ M}\Omega$  an einem einstellbaren Spannungsteiler  $P_1$  abgenommen, welcher über einen Teil des  $15\,000\text{ Ohm}$ -Kathodenwiderstandes liegt. Ist der Regler  $P_1$  auf Punkt 4 gedreht, so hat die Röhre die maximale, auf Punkt 6 eine sehr geringe Verstärkung.

Vor dem Gesamtlautstärkereglern von  $1\text{ M}\Omega$  wird die niederfrequente Eingangsspannung über eine Kapazität von  $50\,000\text{ pF}$  einem Regler  $P_2$  zugeführt, welcher die Dosierung der Eingangsspannungen für den Regelverstärker vornimmt. Diese Spannungen werden in einer Fünfpolröhre verstärkt und über einen Transformator ( $1:5$ ) einer Zweipolröhre zugeführt, die diese gleichrichtet. Die Röhre wird als Vollweggleichrichter geschaltet, weil es oft vorkommt, daß positive und negative

Halbwelle ungleich sind. Der sich einstellende Verstärkungsgrad der Regelröhre soll sich immer nach der stärkeren Halbwelle richten. Je höher nun die an dem Eingang des Regelverstärkers liegende Spannung ist, um so größer wird auch die gleichgerichtete Spannung an der Zweipolröhren-Strecke sein. An der Kathode ist das positive Potential der gleichgerichteten Spannung vorhanden. Dieses wird steigen, wenn die Eingangsspannung des Regelverstärkers anwächst.

Da mittels des Reglers  $P_1$  (Stellung auf Punkt 6) die Regelröhre eine stark negative Vorspannung am Steuergitter 2 erhalten hat, verstärkt sie wenig. Beim Positiver werden des Kathodenpunktes der Zweipolröhren wird auch die Vorspannung dieses Gitters weniger negativ, d. h. die Verstärkung steigt. Wir erhalten also eine von der Amplitude der Niederfrequenz-Eingangsspannung abhängige Verstärkung des Normaltonteiles.

Je größer die Lautstärke einer musikalischen Darbietung ist, um so höher ist auch die Verstärkung. Die Zeitkonstante bestimmenden Siebmittel werden aus dem  $0,5\text{ }\mu\text{F}$ -Kondensator, dem Widerstand  $R$  und der Kapazität  $C$  gebildet. Die beiden Regler  $P_1$  und  $P_2$  sitzen auf einer Achse (Doppelregler).

Würde z. B. der Abgriff für die Gittervorspannung des 2. Gitters der Röhre AH1 fest an Punkt 6 des  $15\,000\text{-Ohm}$ -Kathodenwiderstandes liegen, so würde beim Arbeiten ohne Dynamikhebung, was durch Zudrehen von  $P_2$  geschieht, die Verstärkung so gering sein, daß der Gesamtlautstärkereglern von  $1\text{ M}\Omega$  voll aufgedreht werden müßte, um überhaupt noch etwas zu hören. Im anderen Fall, wenn die Vorspannung fest an Punkt 4 abgenommen würde, werden beim Abhören mit Dynamikregelung Verzerrungen durch Übersteuerung u. dgl. auftreten. Außerdem müßte jetzt der Gesamtlautstärkereglern wieder zuge dreht werden. Zur Vermeidung all dieser Fehler ist zu dem erwähnten Doppelregler gegriffen worden.

Wenn nun ohne Dynamikhebung eine gewisse für den Wiedergaberaum ausreichende Lautstärke eingestellt worden ist, so kann dennoch der Regelverstärker je nach dem gewünschten Grad der Dynamikentzerrung aufgedreht werden, ohne daß die Gefahr besteht, daß die lauteste Stelle der dynamikgeregelten Musik stärker ist als die ursprüngliche Lautstärke ohne Regelung.

Die Abgriffschelle am  $15\,000\text{-Ohm}$ -Kathodenspannungsteiler für die Gittervorspannung der beiden Eingangsröhren des Normal- und Tieftonteiles wird so eingestellt, daß die maximale Verstärkung vorhanden ist. Dasselbe geschieht mit dem Abzweig 4, wobei natürlich der Schleifer des Reglers  $P_1$  auf diesem Potential liegen muß. Die Festlegung des Abgriffes 6 auf dem Kathodenwiderstand erfolgt derart, daß bei voll aufgeregeltem Normaltonteil noch eine merkbare Verstärkung vorhanden ist. Hierbei muß der Schleifer des Reglers  $P_1$  auch auf Potential 6 gestellt werden. Bei der Einregulierung der Gittervorspannungen wird zweckmäßigerweise die Verbindungsleitung vom Eingang des Verstärkers nach dem Regler  $P_2$  abgeschaltet, damit hierbei keine Niederfrequenzspannung an den Regelverstärker gelangt. Mit dem Doppelregler  $P_1, P_2$  ist ein Schalter gekuppelt, der beim Arbeiten ohne Dynamikverstärkung die Heizung der beiden Röhren des Regelverstärkers abschaltet, so daß dann also Strom gespart wird.

Die Umschaltung des Zwei-Kanal-Verstärkers auf selbsttätige Dynamikregelung erforderte eine Reihe von kleinen Änderungen in den Widerstandswerten. Außerdem wurde noch eine Resonanzdrossel F119 eingebaut; diese dient bei leiser Rundfunkmusik zur Anhebung der hohen Frequenzen. Ich möchte darauf aufmerksam machen, daß nach Entwicklung des zum Verstärker passenden Rundfunkteiles eventuell noch geringfügige Änderungen vorgenommen werden. Die rein meßtech-

nischen Ergebnisse des auf Dynamikregelung erweiterten Verstärkers werden bei der Beschreibung des Rundfunkteiles gebracht werden.

Die Abbildungen 2, 3, 4 und 5 zeigen den weiteren mechanischen Aufbau des Gerätes. In Abb. 2 sehen wir unten den Verstärker (vgl. auch die Bilder in „Funk“ 1938, Heft 3), darüber ein kleines Zwischenpaneel für den Regelteil, weiter einen zweiten Aluminiumboden, auf den der Rundfunkteil montiert wird, und oben die Bedienungsplatte. Das ganze Gerät wird dann von oben in den Musikschrank eingesezt. Bei der Beschreibung des Rundfunkteiles sollen auch genaue Angaben über die Maße des Schrankens gebracht werden. Die niederfrequenten Regler und Umschalter werden durch 6-mm-Aluminium-Verlängerungsachsen von der Frontplatte aus bedient. Würde man diese Schaltelemente direkt an der Bedienungsplatte anbringen, so würden die langen, abgeschirmten Zuleitungen den Frequenzgang nach den hohen Tönen hin beträchtlich stören. Lediglich der Regler für das Nadelgeräuschfilter kann wegen der Niederohmigkeit der Schaltung unmittelbar hier angeschraubt werden (in den Bildern noch nicht an dieser Stelle montiert). In den Abb. 3, 4 und 5 ist der Regelverstärker, der Kathodenspannungsteiler von 15 000 Ohm mit den Abgriffen für die Gittervorspannungen, das

Doppelpotentiometer mit Schalter und der Zwischentransformator  $P_{15}$  gut zu erkennen.

*Zeichnung und Aufnahmen vom Verfasser*

### Zusatzliste der Einzelteile

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

- 1 Regler, 1 M $\Omega$  log.,
- 1 Rollkondensator, 50 000 pF,
- 1 Doppelregler mit Schalter je 0,5 M $\Omega$  lin.,
- 2 Amenit-Röhrenfassungen,
- 1 Widerstand, 2 M $\Omega$ ,
- 1 Widerstand, 1,5 k $\Omega$ ,
- 1 Widerstand, 250 k $\Omega$ ,
- 2 Becherkondensatoren, je 4  $\mu$ F, 1500 Volt,
- 1 Elektrolytkondensator, 8 bis 10 Volt, 100  $\mu$ F,
- 1 Widerstand, 20 k $\Omega$ ,
- 1 Gegentaktransformator, 1:5,
- 2 Rollblocks, je 0,5  $\mu$ F,
- 1 Widerstand  $R = 0,1$  M $\Omega$ ,
- 1 Widerstand, 0,5 M $\Omega$ ,
- 1 Spannungsteiler, drahtgewickelt, 15 000 Ohm,
- 2 Widerstände, je 3 k $\Omega$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,
- 1 Resonanzdrossel,
- 2 Widerstände, je 60 k $\Omega$ ,
- 1 Röhre AH 1,
- 1 Röhre AB 2.

## Verkürzung der Röhren-Anheizzeit durch selbsttätig begrenzte Überheizung

Von Dipl.-Ing. RENATUS

Es sind verschiedene Vorschläge bekannt, nach denen die Anheizzeit bei indirekt geheizten Röhren verkürzt werden kann. Das eine Verfahren wendet eine Vorheizung mit „Unterstrom“ an; das andere macht von einer kurzzeitigen Überheizung Gebrauch, die von Hand oder mit Hilfe von Relais abgeschaltet wird. Beide Verfahren erfordern außer der betriebsmäßigen Einschaltung einen zusätzlichen Schaltvorgang, und zwar beim Vorheizen die Einschaltung des Vorstromes und bei der Überheizung die Herabsetzung des Heizstromes auf den normalen Wert. Nachstehend sollen nun zwei andere Möglichkeiten angegeben werden, die keine zusätzliche Hand- oder Relaischaltung erfordern.

Die eine Möglichkeit, die noch gewisse Nachteile hat, aber in der Durchführung sehr einfach ist, besteht darin, daß in Reihe mit den Heizelementen der indirekt geheizten Röhren ein für sehr hohe Endtemperatur bemessener Widerstand geschaltet wird, der aus einem Stoff von sehr hohem positiven Temperaturkoeffizienten des Leitwertes besteht. Durch Aufbau und Wahl der Umkleidung bzw. Halterung ist der Widerstand mit so großer Wärmeträgheit oder Wärmeableitung ausgestattet, daß das Widerstandsgebilde erst nach einer gewissen Zeit die Beharrungstemperatur und somit den betriebsmäßigen Widerstandwert erreicht. Diese Aufheizzeit bis zum Erreichen des Dauerwertes bemißt man gleich oder annähernd gleich der gewünschten verkürzten Anheizzeit der Röhren. Auf diese Weise ist es möglich, den Röhren während der Anheizzeit einen Strom zuzuführen, der größer als der Betriebs-Dauerstrom ist.

Träge Vorwiderstände dieser Art haben den Nachteil, daß sie genau für einen bestimmten Widerstandswert, für eine bestimmte Stromstärke und für eine bestimmte abzuführende Wärmemenge berechnet sein müssen. Da diese Werte voneinander abhängig sind, kann ein solcher Widerstand nur in einer bestimmten Anordnung, d. h. bei Röhren mit bestimmten Heizdaten und für eine bestimmte Röhrenzahl, Verwendung finden. Weiterhin haben diese Widerstände den Nachteil, daß der Widerstandswert sofort nach dem Einschalten relativ stark,

nämlich proportional der Anheizzeit, zunimmt und damit der Überstrom gleich beim Beginn der Anheizzeit wieder stetig vermindert wird, wodurch die Verkürzung der Anheizzeit zum Teil wieder aufgehoben wird (Abb. 3 a).

Die zweite Möglichkeit besteht darin, daß zur Verkürzung der Anheizzeit ein regelbarer und außerdem sich selbst regelnder Widerstand aus einem Werkstoff mit hohem positiven Temperaturkoeffizienten des Leitwertes verwendet wird. Der Wert dieses Widerstandes wird nicht durch die Heizwirkung des ihn durchfließenden Stromes, sondern durch eine besondere, von der jeweiligen Größe des zu regelnden Stromes bzw. der zu regelnden Spannung abhängige Wärmequelle bestimmt. Abb. 1 zeigt einen solchen Widerstand 5 zusammen mit

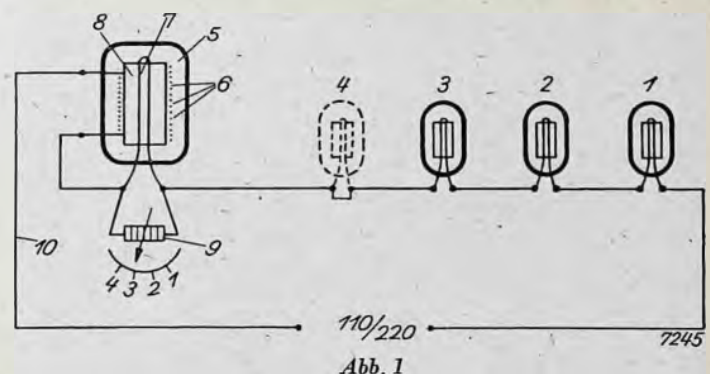


Abb. 1

mehreren indirekt geheizten Röhren 1 bis 4, deren Heizelemente durch Gleich- oder Wechselstrom geheizt werden können. In die gemeinsame Heizstromzuleitung ist die eigentliche Widerstandswicklung 6 gelegt, deren Widerstandswert so niedrig bemessen wird, daß sie im unbeheizten Zustand nur etwa  $\frac{1}{5}$  des Wertes besitzt, den sie im Dauerbetriebszustand haben müßte, um den Heizstrom der Röhren auf den normalen Betriebswert herabzusetzen. Dieser Widerstand ist nun derart bemessen und aufgebaut, daß ihn der durchfließende Strom nicht so stark erhitzt, daß er etwa durch Selbstbeheizung den Dauerbetriebswert erreichen kann. Durch diese Unter-

bemessung wird erreicht, daß die Heizelemente der Röhren relativ lange Zeit, beinahe während der ganzen Anheizzeit, einen starken Überstrom erhalten. Damit nun die Röhren nach Erreichung der normalen Emissionstemperatur nicht überheizt werden, ist für die Widerstandswicklung 6 eine Heizvorrichtung 7, z. B. in Form eines Glühdrahtes, innerhalb einer Isolierhülse 8 derart vorgesehen, daß bei aufgeheizten Kathoden (Röhren) auch die Widerstandswicklung 6 auf den Beharrungswert gebracht wird.

Dieser veränderbare und veränderliche elektrische Widerstand wird beispielsweise ähnlich einer indirekt geheizten Kathode konstruiert, dergestalt, daß an die Stelle der Emissionsschicht auf einer Isolierhülse 8 die Widerstandswicklung 6 aufgebracht wird. Beheizt man nun diesen Widerstand 5 mit demselben Strom (bei Serienheizung der Röhren gemäß Abb. 1) oder legt man die Heizvorrichtung 7 an die gleiche Spannung (bei Parallelheizung der Röhren gemäß Abb. 2), so erzielt

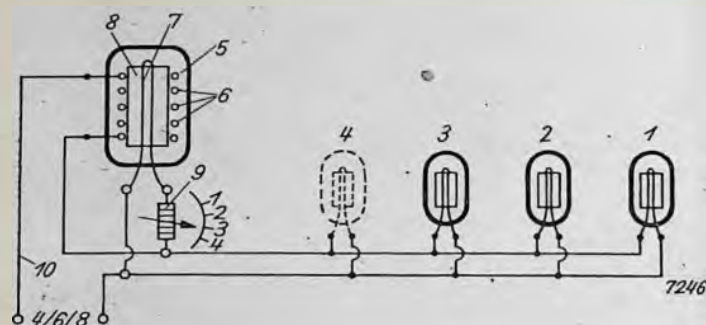


Abb. 2

man gleichzeitig noch eine selbsttätige Regelung des Heizstromes bzw. der Heizspannung dadurch, daß bei abnehmenden Werten die Beheizung des Widerstandes 6 verringert wird und dementsprechend der Wert des vorgeschalteten Widerstandes zurückgeht. Dadurch wird erreicht, daß den Röhren wieder ein größerer Strom zugeführt wird. Die Regelung erfolgt natürlich auch bei steigenden Werten des Speisestromes bzw. Spannung, aber in umgekehrter Weise, ebenfalls mit dem Enderfolg, daß der Verbraucherstelle der gewünschte normale Wert zugeführt wird.

Dieser indirekt beheizte Regelwiderstand braucht nun nicht unbedingt die anfangs genannte Form einer indirekt beheizten Kathode aufzuweisen, sondern kann auch anders gestaltet werden, so daß ihn der Bastler leicht selbst anfertigen kann. Beispielsweise kann man auf eine normale Widerstandsrolle zwei durch eine Isolierschicht getrennte Wicklungen übereinander aufbringen. Die unterste Lage stellt dann die Heizvorrichtung 7 dar; dann folgt eine isolierende Zwischenschicht 8 aus Gips und Wasserglas, feinem Zement oder ähnlichem, und dann kommt die eigentliche Widerstandswicklung 6, die ebenfalls in Gips oder Zement eingebettet werden kann.

Man kann auch eine Glühfadenlampe — für geringe Spannung — anwenden und auf den Glaskörper die Widerstandswicklung 6 aufbringen; am besten eignen sich hierzu sogenannte Sofittenlampen, die eine langgestreckte Form aufweisen. Bei einer solchen Lampe kann man des besseren Haftens wegen die Außenwand des Glaskörpers mattieren lassen und dann die Widerstandswicklung 6 aufbringen, die man in eine Isolierschicht einbetten kann.

Am einfachsten läßt sich jedoch ein Widerstand anfertigen, der als Grundträger eine zylindrische Widerstandsrolle hat. Hier kann man Heizwicklung und Widerstandswicklung beliebig wählen und kann sie auch nachträglich ändern; außerdem wird die Anfertigung sehr billig. Keramische Rolle, Heizwiderstandsdraht (ohne Tempkoeffizient), Widerstandsdraht (mit großem Temp-

koeffizienten) und Gips sind für den Bastler leicht zu beschaffen.

Eine wichtige Rolle spielt die Wahl des Werkstoffs für die Widerstandswicklung 6; es muß ein Metall mit einem hohen positiven Temperatur-Koeffizienten des Leitwertes sein. Dafür kommen Eisen, Nickel, Tantal, Wolfram usw. in Frage. Tantal und Wolfram scheiden für Bastler wohl aus, da beide Metalle sehr spröde und sehr schwer in Drahtform zu haben sind. Es bleiben also Eisen, insbesondere Stahl und Nickel übrig. Da Stahl- bzw. Eisendraht leicht zu erwerben ist, so soll die praktisch mögliche Widerstandserhöhung bei Verwendung von Eisen bzw. Stahl in ungefährer Höhe berechnet werden.

$R_0$  sei der Widerstandswert der Widerstandswicklung 6 bei  $0^\circ \text{C}$ ,

$t$  sei die praktisch höchste zulässige Temperatur der Widerstandswicklung 6  $t = 700^\circ$  für Stahl,

$a$  sei der Temperatur-Koeffizient des Leitwertes pro Grad Celsius.  $a = 5 \cdot 10^{-3}$  für Stahl.

Zu dieser Übersichtsrechnung soll nur die abgekürzte Formel verwendet werden:

$$R_t = R_0 (1 + a \cdot t),$$

$$R_t = R_0 (1 + 5 \cdot 10^{-3} \cdot 700),$$

$$R_t = R_0 (1 + 3,5).$$

Es ergibt sich somit bei Eisen (Stahl) und  $t = 700^\circ \text{C}$  eine Widerstandsänderung im Verhältnis  $R_t : R_0 = 4,5 : 1$ .

Für die Heizvorrichtung 7 nimmt man besten normalen Widerstandsdraht, der eine möglichst hohe Temperatur aushält; es kommen Drähte aus Konstantan, Nickelin, Manganin usw. in Frage. Diese Metalle haben einen sehr kleinen Temperatur-Koeffizienten; deshalb braucht man bei der Berechnung nicht auf ihre Widerstandsänderung Rücksicht zu nehmen.

Die Vorteile, die ein indirekt beheizter Vorwiderstand bietet, sollen kurz noch einmal zusammengestellt werden:

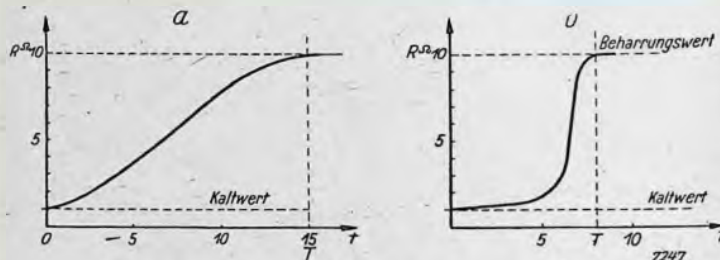


Abb. 3

1. Die hauptsächliche Widerstandszunahme erfolgt erst kurz vor Beendigung der Anheizzeit (Abb. 3 b). Demzufolge kommt der Überstrom fast während der ganzen Anheizzeit zur vollen Wirkung; er wird nicht gleich beim Beginn der Anheizung wieder vermindert. Diese Tatsache ist deshalb besonders beachtlich, weil die Wärmeentwicklung der zweiten Potenz des (Röhren)-Anheizstromes proportional ist.

2. Der indirekt beheizte Vorwiderstand wirkt ausgleichend bei Schwankungen der Speisespannung.

3. Der indirekt beheizte Vorwiderstand kann bei Wechsel des Röhrentyps (Heizmaß) und der Röhrenzahl beibehalten werden, wenn man die Heizvorrichtung 7 mit einem Regelwiderstand 9 versieht. Auf diese Weise kann man auch die Anheizzeit regeln. Die Einstellung geschieht bei eingelaufenem Gerät, am besten durch eine Emissionsmessung. Der resultierende Widerstand kann also rein empirisch festgestellt werden.

Erwähnt soll noch werden, daß zur Beheizung des Vorwiderstandes auch eine andere Wärmequelle, z. B. die Verlustwärme eines Spannungsteilers oder dgl., verwendet werden kann. Ähnliche Widerstände, aber sehr hochohmige, könnte man auch zur kurzzeitigen Belastung von Netzgleichrichtern verwenden, um Überspannungen am Glättungskondensator kurz nach dem Einschalten zu vermeiden.

Zeichnungen vom Verfasser

## Röhrenvoltmeter für weite Frequenzbereiche

Von HERBERT LENNARTZ

### Anforderungen an moderne Röhrenvoltmeter

Das Röhrenvoltmeter ist heute ein unentbehrliches Hilfsmittel auch des praktisch tätigen Rundfunktechnikers, gestattet es doch die Messung von Wechselspannungen fast aller Frequenzen bei verhältnismäßig einfacher Bedienung. Die Brauchbarkeit eines Röhrenvoltmeters ist in erster Linie von den benutzten Röhren abhängig; deshalb soll im folgenden das Problem des Röhrenvoltmeters für weite Frequenzbereiche unter dem Gesichtspunkt der Verwendung moderner Röhren behandelt werden.

Jedes Röhrenvoltmeter ist durch drei Eigenschaften gekennzeichnet: 1. die zur Anwendung kommende Schaltung, 2. die Empfindlichkeit und 3. den Frequenzbereich. Der prozentuale Fehler des Meßergebnisses ist im allgemeinen etwas größer, als bei den für Gleichspannungsmessungen benutzten Drehspulinstrumenten; dies ist durch die Einflüsse der Röhreneigenschaften und der verwendeten Schaltelemente bedingt. Unter Aufwand entsprechender Mittel lassen sich jedoch für die Praxis durchaus zufriedenstellende Genauigkeiten erzielen. Die Empfindlichkeit hängt einmal von der verwendeten Gleichrichterschaltung ab; sie läßt sich aber andererseits durch entsprechende Verstärkung der zu messenden Wechselspannung bis in die Größenordnung des Schrotteffektes und des Wärmegeräusches der Widerstände heraufreiben. Anordnungen dieser Art sind jedoch in der Praxis nicht sehr häufig, weshalb man im allgemeinen mit ein- bis zweistufigen Vorverstärkern auskommt. Damit lassen sich ohne Schwierigkeiten Empfindlichkeiten von 1 bis 10 mV über einen sehr weiten Frequenzbereich erzielen. Bei höheren Wechselspannungen wird man ohne Verstärker arbeiten, wobei dann das Problem eines frequenzunabhängigen Spannungsteilers an Bedeutung gewinnt.

Die in der Hochfrequenztechnik am häufigsten vorkommenden Frequenzen liegen zwischen 20 Hz und 20 MHz; infolgedessen soll unter einem weiten Frequenzbereich in folgendem dieses Frequenzspektrum verstanden sein. Kommen keine Verstärkerstufen zur Anwendung, so ist die Grenze der Messung nach den hohen Frequenzen zu allgemein sowohl durch die Elektronenlaufzeit als auch durch die unvermeidlichen Eingangskapazitäten der Röhren gegeben. Selbst bei einer Eingangskapazität von nur einigen pF ergibt sich bei den höchsten Frequenzen ein Eingangswiderstand von einigen tausend Ohm und darunter. Bei Messungen an Schwingkreisen addiert sich diese Kapazität allerdings zur Kreiskapazität, so daß in der Hauptsache auf die Vermeidung dielektrischer Verluste geachtet werden muß. Bei hohen Spannungen treten die Schwierigkeiten bei der Spannungsteilung besonders stark auf.

Kommen Verstärkerstufen zur Anwendung, so handelt es sich darum, die Meßspannung bei allen Frequenzen möglichst gleichmäßig zu verstärken. Das Röhrenvoltmeter ist damit im wesentlichen ein Breitbandverstärker, bei dem wieder die unvermeidlichen Schalt- und Röhrenkapazitäten neben dem Einfluß der Elektronenlaufzeit der Verstärkung eine Grenze setzen. Die tiefen Frequenzen bereiten im allgemeinen nicht solche Schwierigkeiten, wie die hohen. Kopplungs- und Überbrückungskondensatoren, die eine Fehlmessung im Bereich der

tiefen Frequenzen verursachen, sind mit genügend großen Kapazitätswerten in entsprechend kleiner Ausführung zu haben; trotzdem werden die vom Gesichtspunkt der höchsten Frequenzen aus gesehenen „großen Abmessungen“ dieser Kondensatoren eine Verstärkung der höchsten Frequenzen beeinträchtigen. Infolgedessen ist das Problem eines Breitbandverstärkers für Frequenzen zwischen 20 Hz und 20 MHz durchaus noch nicht als endgültig gelöst zu betrachten, da bereits ein Verstärkungsabfall von nur einigen Prozent einen unerwünschten Fehler verursacht.

Eine weitere bemerkenswerte Eigenschaft des Röhrenvoltmeters ist die Möglichkeit einer leistungslosen Spannungsmessung, worin diese Anordnung den gebräuchlichen Elektrometern oder elektrostatischen Spannungsmessern durchaus nicht nachsteht. Allerdings ist eine leistungslose Messung nur bei Verwendung von Anodengleichrichtern oder beliebigen Gleichrichtern mit vorgeschaltetem Verstärker möglich. Die zu messende Spannung ist bei negativer Vorspannung der Meßröhre lediglich mit deren Isolationswiderstand belastet. Bei Hochfrequenz kommen hierzu allerdings noch die dielektrischen Verluste, die jedoch durch Verwendung einwandfreier Isolierstoffe für die Eingangsbuchse auf ein Mindestmaß herabgesetzt werden können. Bei Zweipol-Gleichrichtern und bei der Audiongleichrichtung ist der Stromverbrauch aber sehr gering; er kann in den meisten Fällen als Belastung der Meßspannungsquelle vernachlässigt werden.

Ein bisher noch wenig beachteter Punkt ist die Eichung des Röhrenvoltmeters. Meist wird mit umständlichen Eichkurven gearbeitet, was aber durchaus nicht notwendig ist. Ebenso wie man von einem Drehspulinstrument oder dergleichen, selbst wenn es keine geradlinige Eichkurve besitzt, eine direkte Skalenablesung verlangt, muß man diese Forderung auch für ein Röhrenvoltmeter aufstellen. Oft ist es dazu unnötig, das verwendete Drehspulinstrument mit einer besonderen Eichung zu versehen; es gibt bei vielen Gleichrichterschaltungen durchaus lineare Beziehungen zwischen der Meßspannung und dem Ausschlag des verwendeten Drehspulinstrumentes. Durch geschickte Wahl der Schaltelemente ist es dann ohne weiteres möglich, dafür zu sorgen, daß die Eichkurve des verwendeten Instrumentes benutzt werden kann.

Im folgenden sollen nun einige in der Praxis oft vorkommende Anordnungen erörtert werden.

### Zweipol-Röhrenvoltmeter

Röhrenvoltmeter mit Zweipolröhren sind sehr handlich und klein und geben bis zu den höchsten Frequenzen richtige Meßergebnisse. Das Schaltbild der einen Einweg-

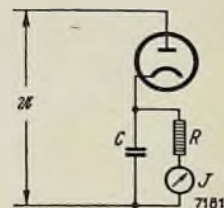


Abb. 1.

Schaltbild eines Zweipol-Röhrenvoltmeters

gleichrichter bildenden Anordnung zeigt Abb. 1. Die Wechselspannung liegt zwischen Anode und Kathode

(über dem Kondensator C). Gemessen wird der Richtstrom in Abhängigkeit von der angelegten Wechselspannung; er fließt durch den Widerstand R und durch das Milliampereometer I und bewirkt, daß bei einer bestimmten angelegten Wechselspannung die Kathode eine gewisse negative Vorspannung gegenüber der Anode bekommt. Für das Arbeiten der Röhre ist infolgedessen nicht die statische Kennlinie, sondern es sind die Richtkennlinien maßgebend, die für die oft verwendete Zweipolröhre AB 1 aus Abb. 2 hervorgehen. In das Kurven-

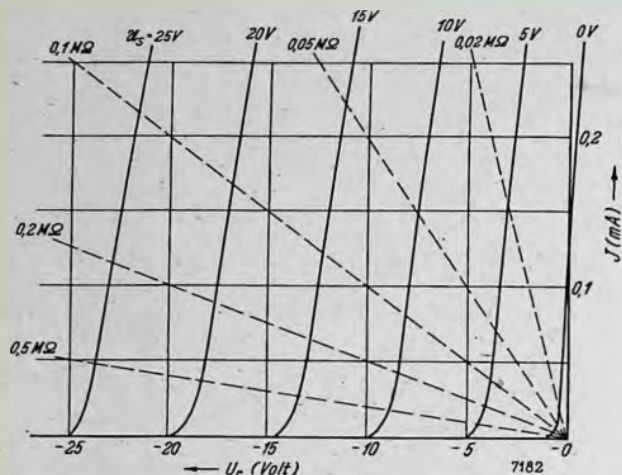


Abb. 2. Richtkennlinien und Widerstandsgeraden der Zweipolröhre AB 1

blatt sind ferner die Widerstandsgeraden für verschiedene Werte von R eingetragen. Der Schnittpunkt der Widerstandsgeraden mit der zu der angelegten Meßspannung gehörenden Richtkennlinie ergibt den Richtstrom für den entsprechenden Widerstand R. Die erzeugte Richtspannung  $U_r$  ist nicht gleich der angelegten Scheitelspannung  $U_s$  der Wechselspannung. Infolgedessen ist der sich einstellende Strom auch nicht einfach gleich  $U_s/R$ . Mit größer werdenden Werten von R nähert sich jedoch die erzeugte Richtspannung immer mehr der angelegten Scheitelspannung, um endlich bei  $R = \infty$  dieser gleich zu werden. Um die erzeugte Richtspannung möglichst gleich der angelegten Wechselspannung zu erhalten, ist es deshalb vorteilhaft, den Widerstand R so groß wie möglich zu machen. Im allgemeinen wählt man R zwischen 0,1 MΩ und einigen MΩ, wobei ein Meßinstrument mit 0,1 mA Endausschlag zur Anwendung kommt. Wie Abb. 2 weiter zeigt, besteht zwischen dem Richtstrom und der angelegten Wechselspannung eine fast lineare Beziehung, sofern diese Spannung größer als etwa 1 bis 2 V ist. Diese lineare Beziehung macht es möglich, die lineare Eichkurve eines Drehspulinstrumentes ohne wesentlichen Fehler auszunutzen. Es ist dann lediglich dafür zu sorgen, daß der Widerstand R richtig bemessen wird. R läßt sich aus Abb. 2 ohne Schwierigkeiten errechnen. Soll z. B. bei Vollausschlag des 0,1-mA-Instrumentes eine Wechselspannung von 10 V (Scheitel) gemessen werden, so muß zunächst die Richtspannung für die Richtkennlinie für 10 V Wechselspannung ermittelt werden. Nach dem Ohmschen Gesetz ist dann der Widerstand einfach durch Division der Richtspannung durch den festgelegten Stromwert zu erhalten. Nach Abb. 2 würden sich bei einem Vollausschlag des Instrumentes von 0,1 mA für  $R = 75\,000$  Ohm ergeben. Der innere Widerstand der Zweipolröhre ist dabei so klein, daß er vernachlässigt werden kann. Durch einen Stufenschalter können verschiedene Werte von R eingestellt werden; es ergeben sich Meßbereiche von 10 V, 50 V, 100 V usw. — Es muß darauf geachtet werden, daß die Zeitkonstante des RC-Kreises groß gegen die Periode der zu messenden Wechselspannung ist. Bei den zur Anwendung kommenden großen Widerständen

genügt ein Kondensator von etwa 2  $\mu\text{F}$  selbst bei niedrigen Frequenzen.

An Stelle der Röhre AB 1 kann mit Vorteil eine solche des Typs KB 2 verwendet werden, woraus sich dann ein außerordentlich handliches Instrument zusammensetzen läßt. Die Röhre KB 2 besitzt eine Heizspannung von nur 2 V und einen sehr kleinen Heizstrom. Als Heizbatterie kann eine kleine Taschenbatterie Verwendung finden, die zusammen mit dem Instrument, dem Stufenschalter, den Widerständen und dem Kondensator in einem kleinen Gehäuse untergebracht wird. Die Leitung der Anode der KB 2 zur Einführungsbuchse muß so kurz wie möglich gemacht werden. Die Genauigkeit eines solchen Wechselspannungsmessers, wie ihn Abb. 3 zeigt, liegt ohne Eichkurve bei etwa  $\pm 2\%$ , was für die normalen Messungen im Hoch- und Niederfrequenzgebiet ausreicht, sofern man nicht durch eine Eichkurve die Genauigkeit noch erhöhen will. Die Eingangskapazität ergibt sich einmal aus der Leitungskapazität der Anodenleitung und der Kapazität der Anode gegen die Kathode. Die Anode-Kathode-Kapazität beträgt nur 2 pF, so daß sich das Röhrenvoltmeter nach Abb. 3 ohne weiteres bis Frequenzen von etwa 60 MHz verwenden läßt.

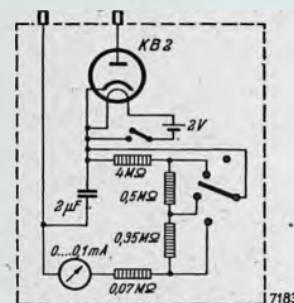


Abb. 3. Röhrenvoltmeter mit mehreren Meßbereichen mit der Zweipolröhre KB 2

Wie aus den Ausführungen hervorgeht, erfolgt in der angegebenen Anordnung die Messung der Scheitelspannung. Im allgemeinen ist es jedoch günstiger, durch Vergrößerung der Widerstände dafür zu sorgen, daß gerade die Effektivspannung angezeigt wird. Die Bestimmung der Widerstände kann durch Versuch oder aus dem Richtkennlinienfeld erfolgen. Der sich ohne Einwirkung einer Wechselspannung durch die Raumladung einstellende Anfangsstrom muß in allen Fällen durch die Nulleinstellung des Instrumentes kompensiert werden.

### Anodengleichrichter-Röhrenvoltmeter

Für Messungen an Schwingkreisen ist es erforderlich, ein Instrument zu besitzen, daß den Kreis in keiner Weise belastet, da durch die Parallel-Dämpfung das Meßergebnis verfälscht würde. Hierfür haben sich Anodengleichrichter als günstig erwiesen, bei denen die Röhre am unteren Kennlinien-Knick arbeitet und somit eine Gittervorspannung von einigen Volt erhält (Abb. 4). Bei kleinen Wechselspannungen arbeitet die Röhre auf einem annähernd quadratischen Teil der Kennlinie und ein im Anodenkreis liegender Milliampereometer würde den Effektivwert der Wechselspannung anzeigen. Bei größeren Wechselspannungen ergibt sich jedoch wieder eine lineare Beziehung zwischen angelegter Wechselspannung und dem Anodenstrom, so daß auch hier keine Eichkurven nötig sind, sofern man bei den kleinen Spannungen einen etwas größeren Fehler zuläßt.

Naturngemäß bedingen Anordnungen mit einem Anodengleichrichter einen größeren Aufwand, da verhältnismäßig konstante Heiz- und Anodenspannungen zur Verfügung stehen müssen. Bis auf die leistungslose Spannungsmessung hätte somit der Anodengleichrichter keinen

wesentlichen Vorzug vor dem besprochenen Zweipol-Gleichrichter. Trotzdem wird man den Anodengleichrichter lieber zur Messung kleiner Wechselspannungen heranziehen, was beim Zweipol-Gleichrichter auf Schwierigkeiten stößt, da bei diesem entweder ein kleiner Wert für  $R$  oder ein sehr empfindliches Gleichstrominstrument benützt werden müßten. Entgegen der allgemeinen Ansicht ist jedoch der Anodengleichrichter vorzüglich zur Messung kleinster Wechselspannungen zu verwenden; es müssen nur die geeignetsten Röhren ausgesucht werden. Ganz allgemein ist eine Röhre als Anodengleichrichter zu Meßzwecken günstig, wenn sie eine große Steilheit besitzt. Der Durchgriff soll ebenfalls groß sein; ferner ist wesentlich, daß der untere Knick der Kennlinie möglichst scharf ausgeprägt ist, so daß fast kein Schwanzstrom vorhanden ist. Fünfpol-Röhren bieten hierbei gegenüber Dreipol-Röhren keinen Vorteil.

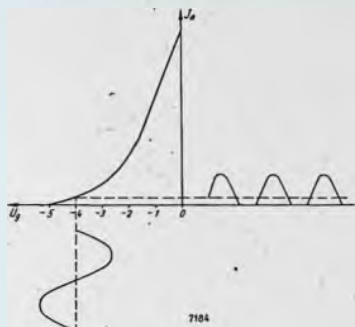


Abb. 4. Die Arbeitsweise eines Anodengleichrichters

Neben diesen für die Gleichrichterwirkung maßgebenden Eigenschaften fallen natürlich noch die Eingangskapazitäten für den Frequenzgang und die Heizung für die Stabilität der Anordnung ins Gewicht. Im allgemeinen sind direkt geheizte Röhren zu bevorzugen, da indirekt geheizte Kathoden über eine längere Zeitdauer oft Unstabilitäten zeigen. Indirekte Heizung dagegen hat den Vorteil, daß kurzzeitige Heizspannungsschwankungen nicht so störend ins Gewicht fallen. Als günstigste Röhren erwiesen sich in letzter Zeit z. B. die Typen KC 3 und die Ultrakurzwellen-Dreipolröhre SD 1A. Beide Röhren besitzen eine Steilheit von über 3 mA/V und fast gar keinen Schwanzstrom.

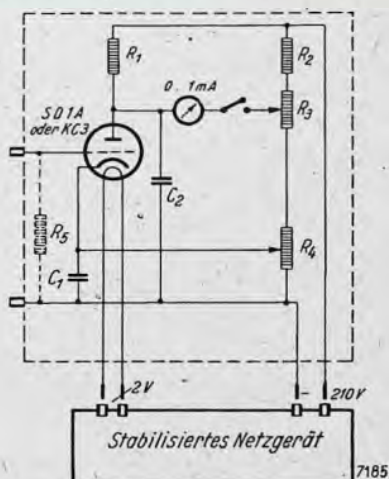


Abb. 5. Röhrenvoltmeter mit der SD 1A oder KC 3 als Anodengleichrichter

Die Schaltung eines einstufigen Röhrenvoltmeters zeigt Abb. 5. Es kommt eine Röhre SD 1A zur Anwendung, die sich sowohl in elektrischer Hinsicht als auch aufbaumäßig für den angegebenen Zweck besonders gut eignet. Die Schaltung an sich ist normal. Es wird vorgeschlagen, ein stabilisiertes Netzgerät zu benutzen,

um Anodenspannungsschwankungen von vornherein auszuschalten, so daß keine merklichen Nullpunktschwankungen des Instrumentes auftreten. Bei Verwendung eines stabilisierten Netzgerätes ist auch der Einbau einer besonderen Kompensationsröhre zum Ausgleich von Anodenspannungsschwankungen überflüssig. An sich wäre es möglich, das Instrument direkt in den Anodenkreis der Röhre zu legen. Dann würde jedoch immer noch ein gewisser Anodenruhestrom fließen, der die Verwendung eines empfindlichen Meßinstrumentes verbietet und der erzielbaren Empfindlichkeit selbst eine Grenze setzt. Infolgedessen wird eine Brückenschaltung angewandt, die so eingeregelt wird, daß an den Anschlußpunkten des Instrumentes keine Spannungsdifferenz herrscht. Wird der Anodenstrom der Röhre durch Anlegen einer Wechselspannung größer, so wird der Spannungsabfall im Anodenwiderstand ebenfalls größer, und die Brücke kommt aus dem Gleichgewicht. Durch das Instrument fließt infolge der entstandenen Spannungsdifferenz ein Strom. Wegen der außerordentlich geringen Eingangskapazität der Röhre SD 1A dürfte sich das Röhrenvoltmeter nach Abb. 5 ohne weiteres bis etwa 30 MHz verwenden lassen; daß es auch bei den tiefen Frequenzen einwandfrei arbeitet, braucht nicht weiter erwähnt zu werden.

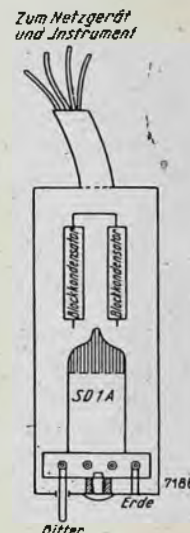


Abb. 6. Ausführung des Röhrenvoltmeters nach Abb. 5 als Tastvoltmeter

Beim Arbeiten mit sehr hohen Frequenzen machen sich die Eingangskapazitäten besonders störend bemerkbar. Es ist daher auch nicht vorteilhaft, die Röhre fest einzubauen und den Gitteranschluß an eine Buchse zu legen. Die Meßspannung müßte dann ebenfalls über eine Leitung an diese Buchse gelegt werden, wodurch sich die Eingangskapazität vervielfachen würde. Gerade die Röhre SD 1A eignet sich aber wegen ihrer äußerst kleinen Abmessungen zu einer neuartigen Aufbauform, dem sog. „Tastvoltmeter“. Die Forderung extrem kleiner Eingangskapazitäten machte diese neue Aufbauform notwendig, die sich im Laufe der Zeit immer mehr durchsetzen wird, da ihre Vorteile nicht wegzuleugnen sind. Die zu messende Spannung wird ja eigentlich nur zwischen dem Gitter der Röhre und Minus-Anodenbatterie gebraucht, alle übrigen Leitungen und Schaltelemente führen nur Gleichstrom. Es liegt daher nahe, die Meßröhre zusammen mit den erforderlichen Überbrückungskondensatoren in ein kleines längliches Metallkästchen einzubauen, an dessen Oberseite lediglich der Gitteranschluß der Röhre herausragt. An der Unterseite kommen die zu einer mehradrigen Leitung zusammengefaßten Gleichstrom- und Heizstromzuleitungen heraus. Einen Ausführungsvorschlag zeigt Abb. 6.

Das schwere Netzanschlußgerät und das Instrument werden in einem getrennten Kasten untergebracht. Es können allerdings leicht Beschädigungen des Instrumentes auftreten, wenn das Gitter frei liegt und die Röhre somit

keine Gittervorspannung erhält. Es ist daher ratsam, vor das Meßinstrument einen Schalter zu legen, um es bei zu großem Strom abschalten zu können. Ein Schalter ist auch deshalb von Vorteil, weil bei kalter Kathode der Anodenruhestrom noch nicht fließt und das Instrument während der Anheizzeit einen Ausschlag zeigt, der evtl. größer als zulässig ist. Das Instrument soll daher erst dann eingeschaltet werden, wenn sich alle Ströme und Spannungen stabil eingestellt haben. Ein zu großer Anodenstrom läßt sich bei offenem Gitter auch dadurch verhindern, daß zwischen Gitter und Minus-Anodenbatterie ein Widerstand von etwa 10 M $\Omega$  gelegt wird. Bei Messungen an Schwingkreisen muß die dadurch hervorgerufene Dämpfung jedoch beachtet und evtl. mit einbezogen werden.

Von größter Wichtigkeit ist die Empfindlichkeit der angegebenen Anordnung. Dank der großen Steilheit und der günstigen Kennlinie ergeben bereits sehr geringe Gitterwechselspannungen so große Anodenstromänderungen, daß noch verhältnismäßig unempfindliche Anzeigeinstrumente benutzt werden können, was auch aus Stabilitätsgründen sehr erwünscht ist. Wechselspannungen von 0,2 bis 0,3 V genügen, um ein 0 bis 0,3 mA-Instrument auf Vollausschlag zu bringen; 20 bis 30 mV sind dabei noch gut ablesbar. Da eine verhältnismäßig große Gittervorspannung zur Anwendung kommt, ist es möglich, den Meßbereich auf einige Volt durch Shunt des Instrumentes zu vergrößern. Die Eichkurve ist bei größeren Gitterwechselspannungen fast linear, bei kleinen jedoch quadratisch.

Leider ist die Röhre SD 1 A nicht allgemein zugänglich, weshalb noch ein weiteres Röhrenvoltmeter mit ähnlichen Eigenschaften angegeben werden soll, das mit der Röhre KC 3 arbeitet. Das Schaltbild eines solchen Gerätes ist grundsätzlich dasselbe wie Abb. 6. Infolge der größeren Abmessungen dieser Röhre läßt sich ein Tastvoltmeter damit nicht so einfach aufbauen, wobei noch erschwerend wirkt, daß der Gitteranschluß unten am Röhrenfuß herausgeführt ist. Die Eingangskapazität ist infolgedessen etwas größer, als bei der Röhre SD 1 A. Trotzdem lassen sich bezüglich der Empfindlichkeit dieselben Ergebnisse erzielen, wenn auch die größere Eingangskapazität dem Frequenzbereich eine gewisse Grenze setzt. Allerdings dürfte sich bis zu Frequenzen von etwa 10 MHz kaum ein wesentlicher Meßfehler ergeben.

Die Meßgenauigkeit der beiden angegebenen Anordnungen hängt sehr stark davon ab, welche Mittel zur Strom- und Spannungstabilisierung aufgewandt werden. Bei Verwendung eines mit einem Stabilisator ausgestatteten Netzgerätes, bei dem die Netzspannungsschwankungen durch einen vor dem Netztransformator liegenden Eisen-Wasserstoff-Widerstand ausgeglichen werden, kann man je nach der Genauigkeit der Eichung mit einem kleinsten Fehler von  $\pm 1$  bis 2 % rechnen.

### Röhrenvoltmeter mit Vorverstärker

Oft reicht die mit den angegebenen Anordnungen erzielbare Empfindlichkeit von etwa 0,2 V nicht aus. Bei Hochfrequenz handelt es sich allerdings meist um Messungen an Schwingkreisen, an denen normalerweise eine Spannung von einigen Volt auftritt. Trotzdem muß zuweilen auch hier eine größere Meßempfindlichkeit verlangt werden. Es dürfte nun aber kaum möglich sein, die Empfindlichkeit der besprochenen einstufigen Röhrenvoltmeter noch weiter heraufzutreiben, als oben angegeben ist. Man muß sich deshalb zur Verstärkung der zu messenden Spannung entschließen.

Das Problem des Vorverstärkers für Röhrenvoltmeter wird bei hochwertigen Geräten dadurch kompliziert, daß über den gesamten in Frage kommenden Frequenzbereich eine auf wenige Prozent konstante Verstärkung gefordert werden muß. Infolgedessen ist die Anwendung von Resonanzeffekten, wie sie sonst bei Breitbandverstärkern

üblich sind, nur im beschränkten Umfange möglich. Es ergibt sich daher die Notwendigkeit, die Frequenzbereiche aufzuteilen und getrennte Geräte für Niederfrequenz, Hochfrequenz und Ultrahochfrequenz zu benutzen, sofern man sich nicht mit einer sehr geringen Verstärkung begnügt. Grundsätzlich ist es möglich, die Meßwechselspannung bei hohen Frequenzen ähnlich wie in einem Überlagerungsempfänger zuerst in eine niedrigere Frequenz umzuwandeln und dann weiter zu verstärken. Dies lohnt sich jedoch nur dann, wenn eine sehr hohe Verstärkung verlangt wird und der Aufwand keine Rolle spielt. Im allgemeinen wird man mit einer etwa hundertfachen Verstärkung für die normalen Anwendungen in der Nieder- und Hochfrequenztechnik auskommen.

Für die hohen Frequenzen seien die unvermeidlichen Röhren- und Schaltkapazitäten der erzielbaren Verstärkung eine Grenze. Bekanntlich liegen diese Kapazitäten parallel zu dem Außenwiderstand der Röhre. Die schädlichen Kapazitäten sind folgende:

$C_{ak}$  = Anode-Kathode-Kapazität,

$C_{gk}$  = Gitter-Kathode-Kapazität,

$C_z$  = dynamische Gitter-Kathode-Kapazität,

$C_s$  = Schaltkapazitäten,

$C_t$  = Kapazität der Schaltelemente gegen Erde und Schaltkapazitäten,

$C_p = C_{ak} + C_{gk} + C_z + C_s + C_t$

Diese Kapazitäten addieren sich alle und bilden einen kapazitiven Nebenschluß zum Außenwiderstand der Röhre. Wird die Forderung erhoben, daß die Verstärkung bei der höchstzulässigen Frequenz nur auf  $1/p$  ( $p$  größer als 1) abgesunken sein soll, so darf die Parallelschaltung  $R_p$  des Außenwiderstandes  $R_a$  mit diesem kapazitiven Widerstand  $R_c$  nur  $1/p$ mal kleiner als der Außenwiderstand  $R_a$  selbst sein. Für die genaue Spannungsverstärkung  $V$  der Röhre gilt:

$$V = \frac{S}{\frac{1}{R_p} + \frac{1}{R_i}} \quad S = \text{Steilheit, } R_i = \text{Innenwiderstand.}$$

Die zur Anwendung kommenden Schirmgitterröhren besitzen einen sehr großen Innenwiderstand, so daß im allgemeinen der Außenwiderstand klein gegen den Innenwiderstand ist. Auch der Gitterableitwiderstand  $R_g$  der nächsten Röhre kann normalerweise wegen seiner Größe gegen  $R_a$  vernachlässigt werden (für eine genaue Rechnung ist die Parallelschaltung von  $R_i$ ,  $R_a$  und  $R_g$  einzusetzen). Dabei vereinfacht sich die Formel für die Spannungsverstärkung außerordentlich und es ergibt sich:

$$V = S \cdot R_p.$$

Die Anwendung kleiner Außenwiderstände bringt gleichzeitig eine große Steilheit mit sich, da ein verhältnismäßig großer Anodenstrom fließt. Wie man ohne weiteres erkennt, sind Röhren mit großer Steilheit sehr günstig, weshalb man für Breitbandverstärker oft die steilen Röhren AL 4 oder CL 4 verwendet. Diese Röhren sind für Röhrenvoltmeter jedoch ungeeignet, da sie zu große Eingangs- und Ausgangskapazitäten und zu große Abmessungen besitzen. Nur für kompakt zusammengebaute Anlagen kommen sie evtl. in Frage.

In der vereinfachten Formel für die Spannungsverstärkung ist unter  $R_p$  die Parallelschaltung des kapazitiven Widerstandes der schädlichen Kapazitäten und des Außenwiderstandes  $R_a$  zu verstehen. Hiervon ausgehend läßt sich verhältnismäßig einfach die höchste Frequenz ausrechnen, bei der die Verstärkung auf  $1/p$  abgesunken ist. Es ist zunächst:

$$\frac{1}{R_p} = \sqrt{\frac{1}{R_a^2} + (2\pi f C_p)^2}.$$

Für den Verstärkungsabfall auf  $1/p$  ergibt sich:

$$R_p = R_a \cdot 1/p.$$

Durch Gleichsetzen der beiden letzten Gleichungen und Auflösung nach der Frequenz ergibt sich dann die obere

Grenzfrequenz  $f_0$  zu:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi R_a C_p} \cdot \sqrt{p^2 - 1}$$

Da die Parallelkapazitäten und der Außenwiderstand bekannt sind, läßt sich so die Grenzfrequenz für einen bestimmten Außenwiderstand ohne weiteres berechnen.

Für die tiefen Frequenzen ergibt sich ein etwas anderes Bild. Die für die hohen Frequenzen schädlichen Kapazitäten spielen hierbei so gut wie gar keine Rolle. Für den Verstärkungsverlust ist lediglich der Kopplungskondensator  $C_k$  maßgebend, an dem in Verbindung mit dem Gitterableitwiderstand  $R_g$  der nächsten Röhre eine Spannungsteilung auftritt (streng genommen ist auch noch die Parallelschaltung des Außenwiderstandes und Innenwiderstandes der vorhergehenden Röhre einzubeziehen, was jedoch vernachlässigt werden kann, da dieser Widerstand außerordentlich klein gegen  $R_g$  ist). Soll

ein Verstärkungsabfall auf  $\frac{1}{q}$  ( $q > 1$ ) bei der tiefsten Frequenz zulässig sein, so darf der Gesamtwiderstand  $R_w$ , der sich aus der Reihenschaltung von  $R_p$  und  $C_k$  ergibt,  $q$ mal größer sein, als der Gitterableitwiderstand  $R_g$ . Es ist also:

$$R_w = \sqrt{R_g^2 + \frac{1}{\omega^2 \cdot C_k^2}}$$

$$R_w = R_g \cdot q$$

Hieraus läßt sich jedoch ohne weiteres bei gegebenen Kopplungskondensator  $C_k$  die unterste Grenzfrequenz  $f_u$  der Verstärkerstufe errechnen:

$$f_u = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_g \cdot C_k \cdot \sqrt{q^2 - 1}}$$

Wie sich aus diesen Überlegungen ohne weiteres ableiten läßt, ist eine gleichmäßige Verstärkung über einen sehr weiten Frequenzbereich nur schwer zu erreichen. Um eine einigermaßen große Verstärkung zu erzielen, müssen auf jeden Fall Röhren mit großer Steilheit und kleinen Eigenkapazitäten benutzt werden; auch dürfen nur induktionsfreie (Schicht-) Widerstände zur Anwendung kommen. Man muß bei sehr weitem Frequenzbereich stets einen Kompromiß schließen und einen gewissen Fehler, der gleich dem Verstärkungsverlust ist, zulassen. Im allgemeinen wird ein Fehler von 5 % noch tragbar sein, womit im folgenden gerechnet werden soll. Dabei ist  $p = q = 1,052$ .

Die Schaltkapazitäten und die Kapazität des Kopplungskondensators gegen Erde müssen selbstverständlich ebenfalls so klein wie irgendmöglich gehalten werden. Wie bereits erwähnt, sind größere Empfindlichkeiten im Niederfrequenzgebiet öfter erforderlich, als im Hochfrequenzgebiet. Es soll daher im folgenden zunächst darauf verzichtet werden, Röhrenvoltmeter mit Verstärkerstufen für sehr hohe Frequenzen anzugeben. Es ergibt sich dann nämlich die Notwendigkeit des Einbaues von Resonanzdrosseln, um den gewünschten Verstärkungsgrad zu erhalten, wodurch man etwa um den Faktor 2 in der Frequenz weiterkommt.

Ogleich es sich in folgendem um Niederfrequenz handelt, ist die Verwendung kapazitätsarmer Röhren durchaus angebracht. Sehr gute Ergebnisse können mit einer Verstärkerstufe, die mit der UKW-Fünfpolröhre SF 1A als Verstärkerröhre und einer Röhre SD 1A als Anodengleichrichter ausgerüstet sind, erzielt werden. Die Schaltung eines solchen Röhrenvoltmeters zeigt Abb. 7. Bezüglich des Anodengleichrichters gilt das oben bereits Ausgeführte. Die oberste Grenzfrequenz bei  $R_a = 0,07 \text{ M}\Omega$  (Verstärkungsabfall 5 %) ist etwa 70 kHz ( $C_p = 12 \text{ pF}$ <sup>1)</sup>). Als unterste Grenzfrequenz ergibt die Rechnung für  $R_p = 0,5 \text{ M}\Omega$  und  $C_k = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$ , rund 10 Hz. Im normalen Tonfrequenzbereich wird der Abfall jedoch höch-

<sup>1)</sup>  $C_p$  wird bei der praktischen Ausführung wahrscheinlich etwas größer sein.

stens 2 % betragen. Die Empfindlichkeit hängt stark von der Empfindlichkeit des verwendeten Instrumentes ab und ist bei dem zugrunde gelegten Instrument bei Vollausschlag etwa 2 mV.

Wegen der großen Abhängigkeit der Verstärkung von der Anodenspannung muß eine gut stabilisierte Stromquelle benutzt werden. Der Aufbau kann ähnlich dem oben angegebenen Röhrenvoltmeter mit der Röhre SD 1A in Form eines Tastvoltmeters gehalten werden. Bei der großen Empfindlichkeit ist dies ratsam, um die Leitung zwischen dem Gitter der Verstärkerröhre und

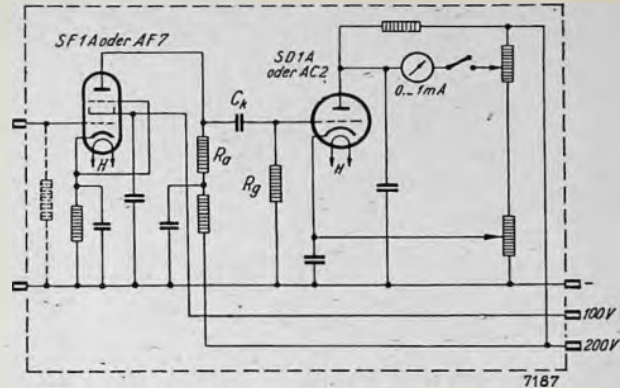


Abb. 7. Röhrenvoltmeter mit Vorverstärkerstufe SF 1 A oder AF 7

der Meßspannungsquelle möglichst kurz zu halten. Auf diese Leitung können sehr leicht Spannungen induziert werden, die das Meßergebnis fälschen. Sind trotzdem längere Leitungen notwendig, so sind dieselben sorgfältig abzuschirmen.

Leider ist auch die Röhre SF 1A im Handel nicht erhältlich, weshalb noch eine weitere Anordnung vorgeschlagen werden soll, die mit handelsüblichen Röhren arbeitet. In das Röhrenvoltmeter nach Abb. 7 werden an Stelle der SF 1A und SD 1A die Röhren AF 7 und AC 2 eingesetzt. Auch die Röhre AC 2 eignet sich gut zur Anodengleichrichtung. Die Empfindlichkeit ist genau so

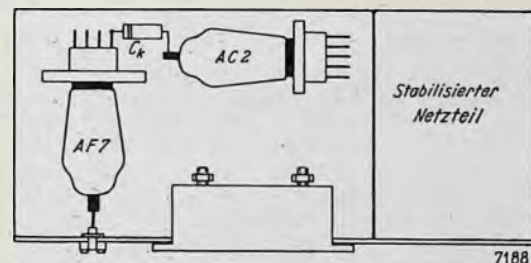


Abb. 8. Aufbau des Röhrenvoltmeters nach Abb. 7 mit den Röhren AF 7 und AC 2

groß, wie bei Verwendung der Röhren SF 1A und SD 1A. Um dieselben Grenzfrequenzen zu erhalten, muß jedoch ein kleinerer Außenwiderstand gewählt werden, da die Röhren AF 7 und AC 2 größere Kapazitäten zwischen Anode und Kathode und Gitter und Kathode besitzen ( $C_p = 18 \text{ pF}$ ). Die Verkleinerung des Außenwiderstandes auf  $0,04 \text{ M}\Omega$  wird aber durch die größere Steilheit der Röhre AF 7 gegenüber der Röhre SF 1A wieder ausgeglichen. Infolge der größeren Abmessungen der Röhre ist allerdings die Anordnung als Tastvoltmeter nicht möglich. Die Verbindung zwischen der Anode der Röhre AF 7 über den Kopplungskondensator zum Gitter der Röhre AC 2 muß sehr kurz gehalten werden. Es empfiehlt sich deshalb, die Röhren senkrecht zueinander anzuordnen, wie es Abb. 8 zeigt.

Zeichnungen vom Verfasser

## Aussteuerungsmeßgerät für Schallplattenaufnahmen

Jeder, der sich einmal in Schallaufnahmen versucht hat, wird festgestellt haben, daß es gar nicht so einfach, wenn nicht unmöglich ist, nach Gutdünken die richtige Lautstärke beim Schneiden einzustellen. Und er wird dieser Klippe manchen Ausschuß zu verdanken haben. Einmal möchte man die Platte so kräftig wie möglich modulieren, um das Nadelgeräusch herabzudrücken; andererseits ist die Grenze durch Übersteuerungen bald gegeben. Für einwandfreie Aufnahmen ist daher ein Lautstärkemeßgerät von größter Bedeutung.

Bei der Überwachung der Aussteuerung tritt die grundsätzliche Schwierigkeit auf, daß die Tonfrequenzwechselspannung zeitlich nicht gleichmäßig verläuft, sondern dauernd in ziemlich weiten Grenzen schwankt. Bei Sprache kommen außer den Amplitudenschwankungen noch die verhältnismäßig großen Pausen dazu. Wollte man mit einem gewöhnlichen Instrument die Tonfrequenzspannung messen, so würde der Zeiger dauernd hin- und herpendeln und nach beiden Seiten anschlagen, und eine Ablesung wäre illusorisch.

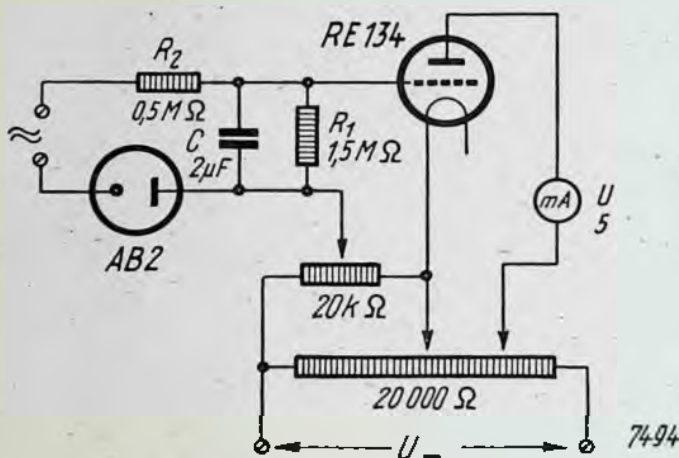


Abb. 1. Schaltung des Aussteuerungsmeßgerätes

Um einen brauchbaren Mittelwert zu bekommen, besteht für das verwendete Meßinstrument die Grundbedingung, daß es genügend gedämpft sein muß. Der übliche Weg für Aussteuerungsmessungen ist, daß man die Tonfrequenzspannung herabtransformiert und über einen Trockengleichrichter ein gut gedämpftes Gleichstrommilliamperemeter betreibt. Solche Sondermeßgeräte sind aber gar nicht so billig, wenigstens viel zu teuer für einen Schallplattenamateur.

In dem hier vorgeschlagenen Meßverfahren wird die Tonfrequenz zunächst durch eine Zweipolröhre gleichgerichtet. Anschließend wird der pulsierende Gleichstrom geglättet, indem sich der Kondensator über den Widerstand  $R_2$  langsam auflädt und über den Widerstand  $R_1$  ebenfalls wieder langsam entladet. Mit der Gleichspannung, die am Kondensator entsteht, wird eine Röhre gesteuert (Abb. 1). Diese wird soweit negativ vorgespannt, daß der Anodenruhestrom sehr gering oder überhaupt Null ist.

Ist die Zweipolröhre so geschaltet, daß am Gitter die negative Vorspannung mehr oder weniger aufgehoben wird, so wird der Strommesser im Anodenkreis einen Ausschlag anzeigen, der einem Mittelwert der Tonfrequenzspannung entspricht.

Wenn die ganze Schaltung auf den ersten Blick auch etwas reichlich umständlich erscheinen mag, so hat sie doch einige Vorteile, die den Aufwand rechtfertigen.

Zunächst kann als Anzeigeelement ein ganz einfacher Drehmagnetstrommesser oder Spannungsmesser verwendet werden, sofern er nur empfindlich genug ist, von der verwendeten Röhre angesteuert werden zu können. Ferner kann man sich die Dämpfung ganz nach Belieben einstellen, da sie durch die beiden Widerstände und den Kondensator gegeben ist. Außerdem arbeitet das Gerät praktisch leistungslos. Als Röhre verwendet man vorteil-



Abb. 2. Das fertige Aussteuerungsmeßgerät

haft eine solche des Typs RE 134. Da die meisten der nötigen Einzelteile in den Beständen eines Bastlers vorhanden sein dürften, werden die Gesamtkosten nicht hoch liegen. Und ein wenig mehr an Arbeit kostet schließlich nichts.

Der Aufbau bietet keinerlei Schwierigkeiten. Die negative Gittervorspannung wird über einen Drehspannungsteiler eingestellt. Die Werte für die beiden Ladewiderstände und den Kondensator können nach Belieben geändert werden. Um für Aufladung und Entladung ungefähr gleiche Dämpfung zu erhalten, muß  $R_1$  größer als  $R_2$  sein. Die Empfindlichkeit des Gerätes kann durch die Höhe der Anodenspannung verändert werden, und zwar ist bei kleiner Anodenspannung die Empfindlichkeit größer als bei hoher, denn in diesem

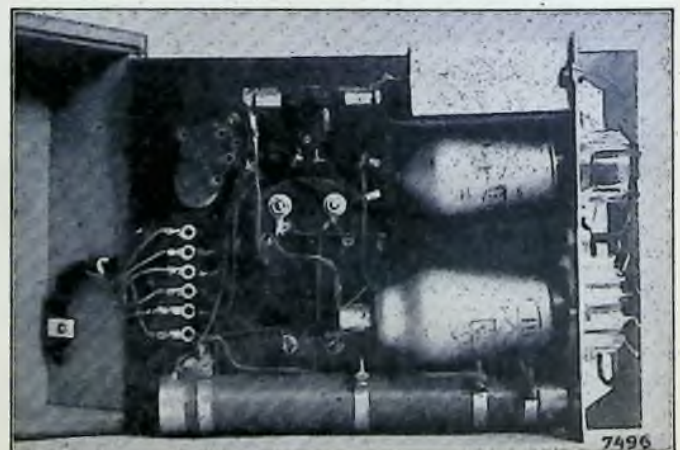


Abb. 3. Innenansicht des Gerätes

Falle kann die auftretende Gitterspannung die Röhre leichter aussteuern. Will man das Gerät nicht mit an eine vorhandene Gleichspannungsquelle legen, so kann es direkt vom Gleichstrom- oder Wechselstromnetz betrieben werden. Im letzteren Falle besorgt die Röhre die Gleich-

richtung ihrer Anodenspannung selbst, indem sie während der negativen Halbwelle nicht arbeitet. Man muß in diesem Falle allerdings berücksichtigen, daß die Ausschläge entsprechend geringer werden.

In den beiden Abbildungen ist das Gerät im Aufbau dargestellt. Es ist hierbei eine Röhre AC 2 verwendet worden, um durch die indirekte Heizung das Potential der Kathode unabhängig von der geerdeten Heizspannung verlegen zu können. Diese Forderung ergab sich aus der Kombination mit weiteren Geräten. Eine Röhre RE 134 ist günstiger, da sich wegen ihres höheren Durchgriffs und geringeren Innenwiderstandes die Empfindlichkeit leichter nach der oben genannten Weise regeln läßt.

Eine Eichung des Instruments, soweit man überhaupt von einer solchen sprechen kann, nimmt man zweckmäßig vor, indem man von einer Industrieschallplatte mit Orchestermusik und einer möglichst ausgeglichenen Dynamik ausgeht. Von dieser Schallplatte nimmt man einen kurzen Ausschnitt mehrmals mit verschiedenen Lautstärken auf, wobei man sich die Ausschläge an markanten Stellen oder den größten auftretenden und einen mittleren Ausschlag notiert. Beim Abspielen kann man sich an Hand der aufgeschriebenen

Werte eine zulässige Aussteuerung aussuchen, bei der noch keine Verzerrungen auftreten.

Man kann aber auch von vornherein die Modulation der Industrieschallplatte als Maßstab festlegen und läßt hierzu die betreffende Stelle von der Originalplatte mit einer mittleren Lautstärke nochmals ablaufen und merkt sich die Ausschläge. Anschließend wird die aufgenommene Platte abgespielt, wobei aber die Lautstärkeregelung des Tonabnehmers nicht geändert werden darf. Man wird dann die Aufnahme herausfinden können, bei der die Lautstärke mit der der Industrieschallplatte übereinstimmt. Die während des Schneidens für diese Aufnahme notierten Werte kann man für weitere Aufnahmen zugrunde legen oder wird auf Grund der Tonqualitäten in Abhängigkeit der Lautstärke einen etwas niederen oder höheren Wert zulassen.

Dieser gefundene „Standardwert“ gilt also für gleichmäßige Orchestermusik und wird für Sprache dementsprechend niedriger, für lange Gesangsstellen z. B. höher liegen. Es wird zweckmäßig sein und eine Vorübung für die Aufnahmen darstellen, wenn man für die verschiedensten Sprach-, Gesangs- und Musikstellen einmal sein Aussteuerungsgerät beobachtet und gleichzeitig mithört.

Günter Eichhorn

Zeichnung und Aufnahmen vom Verfasser

## Über die Behandlung des Lötkolbens

Obwohl sich der elektrische Lötkolben auf Grund seiner Bequemlichkeit in der Handhabung und seiner Ungefährlichkeit durch die Vermeidung offenen Feuers immer mehr durchsetzt, ist der durch eine Gasflamme erwärmte Kolben noch häufig anzutreffen, und zwar nicht ganz zu Unrecht. So angenehm und bequem nämlich das elektrische Lötten bei Arbeiten von längerer Dauer ist, so unwirtschaftlich wird es, sobald es sich darum handelt, lediglich einige Drahtverbindungen herzustellen oder andere kleine Lötarbeiten von kurzer Dauer auszuführen; die ziemlich beträchtliche Anheizzeit des elektrischen Kolbens steht dann vielfach in gar keinem Verhältnis zur Dauer der gesamten Arbeit. Hier sind die viel schneller erhitzbaren Gaskolben überlegen, auch in bezug auf die Betriebskosten, da kalte Kolben einen weitaus geringeren Widerstand besitzen als heiße und das Anheizen somit mit erheblichem Stromverbrauch verbunden ist.

Diese Betrachtungen gelten allerdings nur für den Fall, daß das Erhitzen der Gaskolben auf einem sogenannten Bunsenbrenner vorgenommen wird und nicht etwa auf einem Gaskocher, der dabei meist nur einen Bruchteil der verfügbaren Wärmeenergie auszunutzen gestattet.

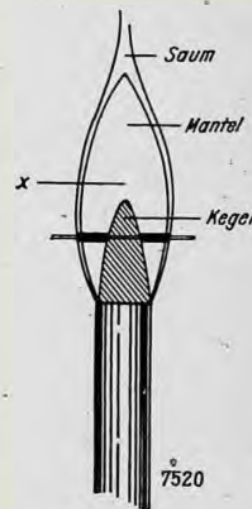
Um die verbreitete Ansicht, der elektrische Kolben sei einer geringeren Abnutzung durch Verbrennung unterworfen, als der in offener Flamme erhitzte, auf ihre Richtigkeit zu prüfen, muß man einmal die chemischen Vorgänge vom Erhitzen bis zum Verzinzen des Kolbens betrachten. Nicht nur bei Anfängern bemerkt man häufig, daß der Kupferteil in der Mitte erhitzt wird, während das verzinnte Ende sich außerhalb der Flamme befindet. Das ist nicht weiter verwunderlich, denn es gibt kaum eine Anleitung, die nicht die Ansicht vertritt, die Kupferspitze bzw. -schneide „verbrenne“ besonders schnell, wenn sie in die Flamme gebracht wird.

Was geht überhaupt bei der Verbrennung von Leuchtgas vor? Das Leuchtgas besteht in der Hauptsache aus einem Gemisch von Wasserstoff und Kohlenoxyd, das in der Hitze zu Wasser und Kohlensäure oxydiert wird und dabei wiederum Wärme abgibt. Ferner ist in diesem Gemisch in der Regel noch Luft vorhanden, die unterwegs angesaugt wird und durch ihren Sauerstoffgehalt die Verbrennung erleichtern soll.

Eine Flamme, wie der Bunsenbrenner sie uns liefert, besteht aus drei Zonen (vgl. Abb.): Ganz innen der leuchtend blaue Kegel, darüber der schwächer sichtbare

Mantel, zum Schluß der nur äußerst schwach erkennbare Saum.

Im Bereich des Kegels befindet sich das noch unverbrannte Leuchtgas-Luft-Gemisch. Im Bereich des Mantels tritt die Verbrennung des Gemisches ein, während der Saum durch die Verbrennung des überschüssigen Leuchtgasrestes durch von außen hinzutretenden Luftsauerstoff gebildet wird. Der Bereich des Mantels muß, da in ihm die Verbrennung der Hauptmenge des Gases erfolgt, besonders heiß sein und, da nach außen hin ein Temperaturgefälle auftritt, unmittelbar über der Kegelspitze (etwa an der mit x bezeichneten Stelle) seine höchste Temperatur erreichen. Dagegen muß der Kegel verhältnismäßig kalt bleiben. Zwei einfache Versuche bestätigen das: ein in die Flamme gebrachtes Streichholz fängt an den in der Abbildung stark ausgezogenen Stellen zuerst zu brennen an. Bringt man einen Streichholzkopf mit schneller Bewegung genau in den Kegel, so tritt ein Aufblitzen erst nach einiger Zeit ein.



Flamme eines Bunsenbrenners

Das Aufflammen des Saumes interessiert insofern, als er nach dem oben Gesagten ein Beweis dafür ist, daß sich im Bereich des Mantels immer noch ein Überschuß an reduzierenden Gasen befinden muß. Diese Tatsache wiederum besagt, daß Metalle, die — wie Kupfer — gute Wärmeleiter sind und daher an allen Stellen ihrer Oberfläche praktisch die gleiche Temperatur besitzen, an den Stellen, die sich innerhalb der Flamme befinden, überhaupt nicht oxydiert (d. h. „verbraunt“) werden können; im Gegenteil müssen etwa vorhandene Metalloxyde reduziert werden. An allen Stellen außerhalb der Flamme muß dagegen die Oxydation durch den ungehindert hinzutretenden Luftsauerstoff sehr schnell erfolgen.

Hinzu kommt noch die Reinigung des Kolbens, die in der Regel mit Salmiak erfolgt und eine wahre „Pferdekur“ darstellt. Salmiak ist eine chemische Verbindung

von Salzsäure und Ammoniak und zerfällt beim Berühren mit dem heißen Kolben in seine Bestandteile. Die Salzsäure verwandelt dabei das gebildete Kupferoxyd in Kupferchlorid, das in der Hitze verdampft und das metallische Kupfer freilegt. Dieser Vorgang wiederholt sich bei jedem Erhitzen und anschließendem Reinigen, so daß eine Schicht nach der anderen in Dampf verwandelt und der Kolben rapide dünner wird, sofern man nicht von vornherein die Bildung von Kupferoxyd wenigstens an der später mit Salmiak behandelten Schneide unterdrückt. Das geschieht nach dem oben Gesagten durch Erhitzen in der Flamme, und zwar an der Stelle *x*.

Man kann sich davon selbst überzeugen, wenn man ein Stück Kupfer im äußersten Teil der Flamme kräftig oxydiert (Schwarzfärbung) und dann an die besagte Stelle bringt. Nach kurzer Zeit erscheint die bekannte schöne hellrote Färbung des reinen Kupfers. Nimmt man das Stück nun heraus, so läuft es zwar an der Luft sofort dunkel an, indessen ist die gebildete Oxydhaut unendlich dünn und verschwindet nach kurzer Behandlung mit Salmiak, wobei ein Verlust an Kupfer überhaupt nicht bzw. erst nach sehr langer Zeit zu merken ist. Das ändert sich auch bei längerem Erhitzen nicht. Sogar das Lötzinn selbst (Blei-Zinn-Legierung), das in der Hitze bekanntlich gegen Sauerstoff sehr empfindlich ist, bleibt lange Zeit hindurch glänzend.

Sehr schädlich ist für einen bereits verzinnten Kolben eine Überhitzung, auch wenn sie nur kurzfristig ist. Oberhalb einer bestimmten Temperatur legiert sich das Zinn mit dem Kupfer und bildet oberflächlich Bronze.

Man erkennt das daran, daß der Kolben auch nach noch so langer Behandlung mit Salmiak kein Zinn annimmt. In diesem Fall bleibt nichts weiter übrig, als die oberste Schicht durch Abfeilen zu entfernen, wobei man sich allerdings die Feilen restlos verderben kann, da Bronze einen hohen Härtegrad besitzt. Beim Nachfeilen achte man darauf, daß die Schneide bzw. Spitze nicht scharf wird, da einmal das Verzinnen einer scharfkantigen Stelle schwer ist (das hängt mit der Oberflächenspannung zusammen), dann aber die Gefahr einer augenblicklichen Überhitzung an solchen Stellen besonders groß ist.

Beim Verzinnen ist immer zu bedenken, daß die Zinnhaut einen Schutz gegen Oxydation und damit gegen schnelle Abnutzung des Kolbens darstellt; die Zinnhaut soll die Schneide gut bedecken und keine Inseln bilden, da hier sofort Oxydation einsetzt und sich unterhalb der Zinnhaut fortpflanzt. Ist eine solche Inselbildung eingetreten, so reinigt man die betreffende Stelle durch vorsichtiges Abschaben mit einer alten Rasierklinge und verzinnt neu. Man wird häufig die Erfahrung machen, daß das im Handel erhältliche Lötzinn mit einem richtig erhitzten Kolben schwer zum Schmelzen zu bringen ist. Das liegt dann an einem zu hohen Gehalt an Blei. Gutes Weichlot soll mindestens 50 % Zinn enthalten. Wer sich reines Zinn zur Aufbesserung des käuflichen Lotes nicht beschaffen kann, kann sich die Arbeit wenigstens zum Teil dadurch erleichtern, daß das Lötzinn zusammen mit dem Kolben in der Flamme vorgewärmt wird.

*Vogtherr*

*Zeichnung vom Verfasser*

## BUCHBESPRECHUNGEN

**Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens.** Herausgegeben von Dipl.-Ing. Friedrich Gladenbeck, Oberposttrat im Reichspostministerium. 447 Seiten mit vielen Bildern, in Leinenband. Verlag für Wissenschaft und Leben, Georg Heidecker, Berlin-Friedenau. 1938.

Reichspostminister Dr.-Ing. Ohnesorge hat dem „Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens“, das hier erstmalig vorliegt, in einem Vorwort die Richtung seines Wirkens gegeben: Es soll Rechenschaft ablegen über die Arbeiten, die auf dem Gebiet des Fernmeldewesens geleistet wurden, um das hohe vom Führer gesteckte Ziel zu erreichen. Das elektrische Fernmeldewesen ist heute von einer staunenswerten Vielgestaltigkeit, die oft selbst derjenige Techniker, der auf einem seiner Zweiggebiete tätig ist, nicht voll übersieht. Deshalb ist es dringend notwendig, in einer periodischen, abgerundeten Darstellung einen Querschnitt zu geben, der alle Gebiete des Fernmeldewesens erfaßt und der überall die wichtigsten Aufgaben herausgreift und den jüngsten Stand der Technik bespricht. Darstellungen dieser Art finden dann nicht nur bei den interessierten Technikern anderer Fachgebiete eine freundliche Aufnahme, sondern sie regen auch alle Jünger der Fernmeldetechnik selbst an, sich mit Fragen zu befassen, die ihnen etwas ferner liegen. Diese großen Aufgaben hat der Herausgeber des „Jahrbuches“ klar erkannt, und er hat mit Erfolg versucht, sie durch eine zweckmäßige Auswahl der Beiträge und auch dadurch zu lösen, daß er sich mit diesem Buch absichtlich nicht nur an den strengen Techniker, sondern auch an den Laien mit technischem Verständnis wendet, der sich über die verschiedenen Probleme des Fernmeldewesens unterrichten will. Es ist nicht leicht, Aufträge, wie die in dem Jahrbuch zusammengestellten, so zu schreiben, daß sie einmal den Ingenieuren Neues bieten, daß sie aber andererseits auch von dem Außenstehenden mit Verständnis und Genuß gelesen werden; das „Jahrbuch“ hat diesen guten Mittelweg aber mit sicherem Instinkt aufgespürt. Es gehört ohne Zweifel zu den wertvollsten Veröffentlichungen auf dem Gebiet des elektrischen Fernmeldewesens überhaupt, und wir

können uns glücklich schätzen, daß in ihm der Anfang zu einer alljährlich wiederkehrenden Querschnitts-Darstellung dieses wichtigen Gebietes gemacht wurde.

Es ist nicht möglich, in einer Buchbesprechung ein so vielgestaltiges Buch in seinem Inhalt zu kennzeichnen; wir bleiben dabei notgedrungen an einer Aufzählung der Beiträge haften. LUSCHEN und KÜPFMÜLLER befassen sich mit der Entwicklung der Übertragungstechnik für den Nachrichtendienst über Leitungen, während MAYER und RABANUS Netzplanung und Netzgestaltung besprechen, und zwar in Anlehnung an die neuen Leitungen und unter besonderer Berücksichtigung der zwischenstaatlichen Erfordernisse. HÖPFNER gibt eine Studie über die Gegenwartsfragen der Fernsprechtechnik, wobei er sich vor allem mit der Mehrfach- und Vielfachausnutzung der Leitungen und auch mit der Breitbandkabeltechnik befaßt. RAETIC behandelt die Betriebsweisen des Ferndienstes und die damit zusammenhängenden Fragen der Netzgestaltung, PIETSCH zeigt Wege zu der erhöhten Ausbreitung und Ausnutzung des Fernsprechers auf, und HERZ und VOLLMAYER behandeln die Übertragungseigenschaften im Hinblick auf die Fernkabelauslegung. Der dem Fernmeldewesen über Leitungen gewidmete Teil des Buches schließt dann mit einem Aufsatz von STORCH über den Stand der Fernschreibetechnik im Inland und im Ausland.

Den größeren Teil des Buches nehmen Arbeiten ein, die sich mit drahtlosen Themen befassen. RIBBECK behandelt die Vorbereitung und Durchführung von Rundfunkübertragungen unter Zuhilfenahme von Zubringerleitungen, während GERWIG den Aufbau schwindvermindernder Antennen und ihren Einfluß auf die Rundfunkversorgung bespricht. VILBIG berichtet über den Gleichwellenrundfunk, GERTH über Probleme des Rundfunkempfangs, GLADENBECK und WALDOW über den Hochfrequenz-Drahtfunk, WÜCKEL über Breitbandkabel und FLANZE und GEHRTS über das Fernsehen. Daß ein Teil der Beiträge ausführliche Schrifttums-Nachweise umfaßt, verdient Anerkennung; es wäre zu wünschen, wenn diese Übung bei den kommenden Jahrgängen auf sämtliche Arbeiten ausgedehnt würde.

*Schwandt*

# HJ.-FUNK

## Ein sparsamer Allstrom-Kurzwellenempfänger mit V-Röhren

Von HERBERT LENNARTZ, Mitarbeiter im Rundfunkamt der Reichsjugendführung

Nachstehend veröffentlichen wir den Schlußteil der in Heft 10 des „Funk“ begonnenen Bauanleitung.

### Der praktische Aufbau

Der Allstrom-Kurzwellenempfänger ist auf ein stabiles Aluminiumgestell aus 2 mm starkem Blech aufgebaut; auch die Frontplatte wird daraus gefertigt. Da der Empfänger keine Erde im üblichen Sinne besitzt, war die Verwendung derart starken Bleches notwendig, damit die Metallmasse gleichzeitig ein gutes Gegengewicht darstellt.

Wie aus den Lichtbildern hervorgeht, wurde das Gestell aus Platten zusammengesetzt, die durch Winkel miteinander verschraubt sind. Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß dieses Verfahren zwar zweckmäßig, aber wegen der zahlreichen Schrauben und Winkel auch ziemlich teuer ist. Es ist natürlich ohne weiteres möglich, einfach ein vierseitig abgebogenes Gestell zu benutzen. Während für das Gestell und die Frontplatte eine Blechstärke von 2 mm notwendig ist, dürfte für den Kasten 1 bis 1,5 mm starkes Blech ausreichen. Es ist noch zu erwähnen, daß das Gestell und der Kasten mit einem Pol der Negleitung in Verbindung stehen; deshalb muß darauf geachtet werden, daß nicht auf irgendeine Art und Weise eine Erdleitung, die vielleicht zu einem anderen Gerät benötigt wird, mit dem Metallgestell in Berührung kommt. Auch eine gleichzeitige Berührung einer Erdleitung und des Metallgestells ist gefährlich und verursacht einen heftigen elektrischen Schlag. Beim Arbeiten mit dem Gerät ist daher größte Vorsicht zu wahren.



Abb. 5. Frontansicht des Kurzwellenempfängers

Der mechanische Aufbau geht aus den Lichtbildern Abb. 5 und 6 hervor. Sämtliche Bedienungsgriffe sind auf der Frontplatte untergebracht. In der linken oberen Ecke befindet sich der Bandkondensator mit der Feinstellskala. Der Rastenskondensator ist senkrecht unter dem Bandkondensator, und zwar unterhalb des Gestells angeordnet. Symmetrisch zu der runden Scheibe der

Feinstellskala befindet sich auf der rechten Seite die „Lautsprecheröffnung“. Es müßte eigentlich heißen „Lautsprecheröffnungen“, denn es sind zur Schallabstrahlung in die Frontplatte eine Anzahl Löcher von 10 mm Durchmesser gebohrt worden. Dies erwies sich als notwendig, da ein großer Ausschnitt die Stabilität der Frontplatte und damit des ganzen Gerätes in Frage gestellt hätte. Die vorgesehenen Löcher genügen aber vollauf, ohne daß eine merkliche Schwächung der Lautstärke eintritt.

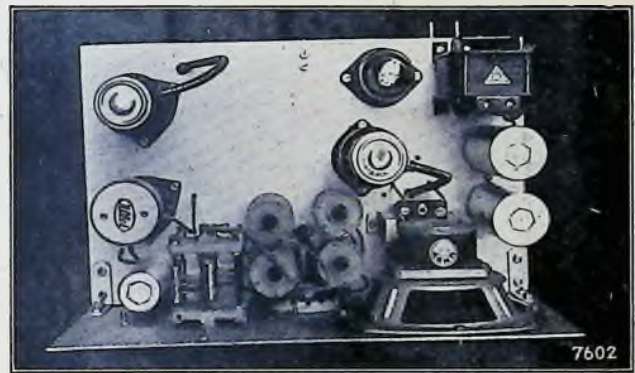


Abb. 6. Ansicht des Gerätes von oben

Zwischen Lautsprecheröffnung und Bandkondensator liegt der Spulenumschalter. Es kommt hier ein Frequenz-Stufenschalter mit  $2 \times 4$  Kontakten zur Anwendung. Die untere Knopfreihe setzt sich von links nach rechts aus folgenden Einzelteilen zusammen: Rastenskondensator, Drehspannungsteiler für die Rückkopplungsregelung und Drehspannungsteiler für die Lautstärke-regelung mit Negschalter. Rechts neben dem Lautstärkereger befindet sich eine Doppelbuchse für den Anschluß des Kopfhörers.

Die Anordnung der Teile auf dem Gestell zeigt Abb. 6. Hinten rechts ist der Niederfrequenz- und Negteil zu sehen, während auf der linken Seite Hochfrequenz- und Audionstufe angeordnet sind. Die Röhren, Kondensatoren und Spulen wurden so aufgebaut, daß sich die kürzesten Verbindungen von einem Schaltelement zum anderen ergaben. Zwischen dem linken und rechten Teil ist ein freier Raum gelassen; dieser Zwischenraum dient später zur Aufnahme von Spulensatz, Schalter und Drehkondensator beim Einbau eines Schwingkreises vor der Hochfrequenzstufe. Beim Aufbau der Drehkondensatoren ist darauf zu achten, daß der Rotor nicht mit der Frontplatte in Berührung kommt. Durch die Befestigungsart der verwendeten Drehkondensatoren wird dies sehr erleichtert. Trotzdem empfiehlt es sich, an Stelle der Metallachse eine solche aus Calit oder Frequentia zu benutzen.

Für den Aufbau des Spulensatzes kommen neuentwickelte Körper zur Anwendung, und zwar Rillenkörper, auf denen sich infolge der günstigen Anordnung

auch auf den Erhebungen zwischen den Rillen noch Windungen anbringen lassen. Die Befestigung des Körpers geschieht mit Hilfe eines Zwischenstückes, das an das Gestell angeschraubt wird. In dieses Zwischenstück wird der Körper eingesetzt und nach dem ersten rohen Abgleich verklebt.

### Die Verdrahtung

Bei jedem Allstromempfänger, besonders aber bei einem solchen für Kurzwellen-Kopfhörerempfang, spielt die Verdrahtung eine große Rolle, da hiervon das einwandfreie Arbeiten des Gerätes abhängig ist.

Zunächst muß die Verlegung der Netz- und Heizleitungen vorgenommen werden. Die Heizfäden der Röhren sind alle hintereinandergeschaltet. Vor allem kommt es darauf an, daß der Heizfaden der Audionröhre das niedrigste Potential gegen den Nullpunkt und damit gegen die Kathode besitzt. Das eine Ende des Heizfadens ist daher mit der quer durch das Gerät gezogenen Nullschiene verbunden. An diesem Punkt muß aber gleichzeitig auch der mit dem Gestell verbundene Pol der Netzführung angeschlossen werden. Hierdurch wird vermieden, daß der Heizstrom der Röhren durch die Nullschiene fließt und an dieser Spannungsabfälle hervorruft, die als Brummstörungen hörbar werden können. Gleichzeitig dient dieser Anschlußpunkt als Bezugspunkt für alle Minusleitungen der Audionstufe, d. h. insbesondere für den Minusanschluß des Gitterableitwiderstandes, der Kathode des Bremsgitters und der Röhrenmetallisierung.

Ebenso wichtig ist die Lage des Netschalters. Ein einpoliger Netschalter reicht vollkommen aus, da diejenige Leitung unterbrochen wird, die zum Gestell führt. Zur Vermeidung unnötiger Bedienungsriffe wurde der Netschalter mit dem Lautstärkeregel kombiniert. Infolge dieser Anordnung des Netschalters herrscht im Betriebszustand kein Wechselstrompotential zwischen dem Lautstärkeregel und der Netzführung, so daß eine Brummbeflussung nicht stattfinden kann.

Rein hochfrequenzmäßig sind die Leitungsverlegung und die Anordnung der Schaltelemente des Audionkreises für die Leistungsfähigkeit des Gerätes maßgebend. Besonders ist auf eine gute Abschirmung der Gitterkombination und des Gitteranschlusses der Audionröhre zu achten. Um alle hier evtl. auftretenden Störungen von vornherein auszuschließen, wurde die Gitterkombination in die für die Abschirmung des Gitteranschlusses vorgesehene Abschirmkappe eingebaut. Hierdurch wird gleichzeitig die außerordentlich empfindliche Leitung vom Gitter der Audionröhre bis zum Anschluß der Gitterkombination soweit verkürzt, daß eine Störbeeinflussung nicht mehr stattfinden kann. Die Leitungen von der Gitterkombination zum Drehkondensator oder zum Spulensatz sowie die Verbindungsleitungen dieser Schaltelemente sind gegen Brummstörungen vollkommen unempfindlich. Es wäre daher auch zwecklos, diese Leitungen in Abschirmkabel zu verlegen, wodurch sich nur die Anfangskapazität der Schwingkreise unnötig vergrößern würde. Die zweite wichtige Leitung ist die von der Antenne über den Ankopplungskondensator an das Gitter der Hochfrequenzröhre. Die Antenneneinführungsbuchse ist aus diesem Grunde unmittelbar in der Nähe der Fassung der Hochfrequenzröhre angebracht. Die Netzeinführung befindet sich ebenfalls an der hinteren Abbiegung des Gestells, jedoch in der Nähe der Gleichrichterröhre, so daß wegen der räumlichen Trennung eine Störung durch die Netzleitung nicht zu befürchten ist.

Die Verdrahtung aller übrigen Teile ist zwar nicht so kritisch, trotzdem ist aber auf kürzeste Leitungsführung zu achten. Alle ans Gestell führenden Verbindungen werden mit der die Unterseite des Gestells durchziehenden Nullschiene verbunden. Die Widerstände und Block-

kondensatoren sind freitragend angeordnet. Infolge der Kürze der meisten Zuleitungen ergibt sich eine vollkommen ausreichende Stabilität. Ein Widerstandsbrettchen erwies sich daher als unnötig.

Zu der Ausführung der Nullschiene ist noch zu sagen, daß hier am besten eine etwa 4 bis 5 mm breite, etwa 1,5 mm starke Kupferschiene zur Anwendung kommt. Die Schiene muß vor dem Einbau sorgfältig verzinkt werden, da wegen der starken Wärmeableitung das Löten sonst Schwierigkeiten bereitet. Nach dem Verzinnen wird die Schiene in einem Abstand von etwa 20 bis 25 mm vom Gestellboden angebracht, was mit Hilfe einiger Abstandsstücke sehr leicht durchzuführen ist. Im übrigen kommt für die Verdrahtung der normale 1 mm starke Schaltdraht in Frage. Die Ausführung der Unterseite des Gestells gibt Abb. 7 wieder.

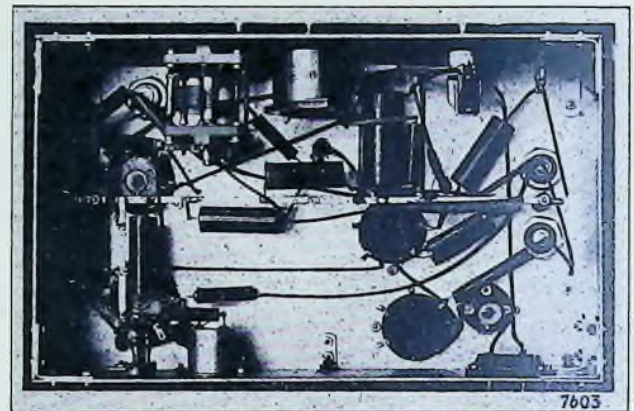


Abb. 7. Die Verdrahtung und die Anordnung der Einzelteile unterhalb des Gestells

### Die Inbetriebnahme

Bei der Inbetriebnahme des Gerätes geht man am besten so vor, daß man zunächst eine der vier vorgesehenen Spulen fertigstellt und anschließt. Der Schalter wird dabei außer acht gelassen. Dann wird zunächst der Einsatz der Rückkopplung über den gesamten mit der eingebauten Spule bestrichenen Bereich kontrolliert. Ist der Rückkopplungseinsatz zu hart, so müssen einige Windungen der Rückkopplungsspule abgewickelt werden. Ein Abgleich der Gitterspule dürfte kaum noch notwendig sein, da sich mit Hilfe des Eisenkerns eine fast 30-prozentige Induktivitätsänderung erreichen läßt. Auch ist es möglich, die Amateurbänder oder sonstige interessierende Bänder durch Verschieben des Eisenkerns genau in die Mitte der Skala des Bandkondensators zu bringen.

Es ist noch zu erwähnen, daß die Amateurbänder um so weiter auseinander zu ziehen sind, je größer die Kapazität des Schwingkreises ist. Es empfiehlt sich daher, die Spule mit Hilfe des Eisenkerns bei der Abstimmung auf das interessierende Band so abzugleichen, daß der Rastenskondensator möglichst weit eingedreht ist. Mit der angegebenen Kondensatoren-Kombination läßt sich der Bereich von 10 bis 100 m fast lückenlos erfassen. Im einzelnen wurden im Mustergerät folgende Spulenzahlen festgelegt:

| Bereich (ungefähr) | Spule | Windungszahl | Spule | Windungszahl |
|--------------------|-------|--------------|-------|--------------|
| 9—17 m             | $L_1$ | 3            | $L_5$ | 4            |
| 17—30 m            | $L_2$ | 6            | $L_6$ | 3            |
| 30—55 m            | $L_3$ | 10           | $L_7$ | 6            |
| 55—100 m           | $L_4$ | 15           | $L_8$ | 8            |

Sämtliche Spulen sind aus 0,5 mm starkem, doppelt Seide umspinnem Kupferdraht hergestellt

Es ist natürlich möglich, daß bei anderem Aufbau die Spulendaten nicht ganz stimmen. Dies kann jedoch durch den Eisenkern ohne weiteres ausgeglichen werden.

Sollte sich beim Einstecken der Antenne ein stören- des Brummen bemerkbar machen, was insbesondere beim Betrieb an Wechselstromnetzen der Fall sein kann, so ist dies durch eine etwas veränderte Eingangsschaltung leicht zu beseitigen. Abb. 8 zeigt die dann anzuwen- dende Schaltung. An Stelle des Widerstandes  $R_1$  bei der aperiodischen Ankopplung wird eine Hochfrequenz- drossel  $HD_3$  gesetzt. Da man den Widerstand ohnehin nicht sehr hoch wählen kann, ist der Einbau der Drossel auf jeden Fall vorteilhafter, da hierdurch ein Gewinn an Empfindlichkeit und damit an Lautstärke erzielt werden kann.

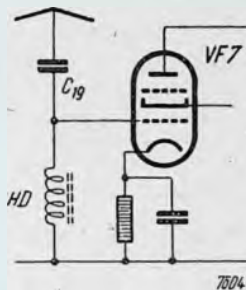


Abb. 8. Eingangsschaltung mit Drossel zur Vermeidung von Brummstörungen

Eine weitere Störung ergibt sich oft darin, daß der Ortssender durchschlägt. Dies ist eine gewisse Gefahr, die bei einer aperiodischen Hochfrequenzstufe immer gegeben ist. Selbstverständlich läßt sich der Ortssender durch Vorschalten eines Sperrkreises ausschalten. In vielen Fällen genügt aber bereits eine Verkleinerung des Antennenkondensators  $C_{10}$ ; im Mustergerät mußte bis auf etwa 5 pF herunter gegangen werden.

Trotz der reichlichen Siebung kann unter Umständen eine Brummstörung auftreten. Es soll an dieser Stelle auf eine außerordentlich merkwürdige Störung hingewiesen werden, die evtl. durch die Gleichrichterröhre verursacht werden kann. Sowohl beim Arbeiten an Gleich- als auch an Wechselstrom war im Kopfhörer ein deutlicher 50-Hz-Brummtön zu hören, der über die Endröhre eindrang, da die Audion- und Hochfrequenzstufe abgeschaltet waren. Eine Beseitigung ließ sich dadurch erzielen, daß zwischen Gleichrichterröhre und Endröhre eine dünne Abschirmwand angeordnet wurde. Sollte eine solche Störung beim Nachbau des Gerätes auftreten, so ist sie durch diese Maßnahme ohne weiteres zu beseitigen. Zuvor muß man sich aber durch Zurückschrauben des Lautstärkereglers davon überzeugen, daß der Brummtön wirklich über die Endröhre hereinkommt. Im übrigen arbeitet das Gerät vollkommen brummfrei, selbst bei den kürzesten Wellenlängen.

Zeichnung und Aufnahmen vom Verfasser

### Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzel- teile werden auf Wunsch von der Schriftleitung gern mitgeteilt

| Nr. | Stück | Einzelteil       | Symbol in Abb. 1 u. 8 | Größe                         |
|-----|-------|------------------|-----------------------|-------------------------------|
| 1   | 1     | Widerstand ..... | $R_1$                 | 0,02 M $\Omega$ ,<br>0,5 Watt |
| 2   | 2     | desgl. ....      | $R_{2,12}$            | 600 $\Omega$ ,<br>1 Watt      |

| Nr. | Stück | Einzelteil                                        | Symbol in Abb. 1 u. 8              | Größe                                                            |
|-----|-------|---------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 3   | 2     | Widerstand .....                                  | $R_{3,4}$                          | 0,03 M $\Omega$ ,<br>1 Watt                                      |
| 4   | 1     | desgl. ....                                       | $R_5$                              | 1 M $\Omega$ ,<br>0,5 Watt                                       |
| 5   | 2     | desgl. ....                                       | $R_{6,9}$                          | 0,05 M $\Omega$ ,<br>1 Watt                                      |
| 6   | 2     | desgl. ....                                       | $R_{7,14}$                         | 0,01 M $\Omega$ ,<br>1 Watt                                      |
| 7   | 2     | desgl. ....                                       | $R_{8,10}$                         | 0,1 M $\Omega$ ,<br>0,5 Watt                                     |
| 8   | 1     | desgl. ....                                       | $R_{11}$                           | 100 $\Omega$ ,<br>0,5 Watt                                       |
| 9   | 1     | desgl. ....                                       | $R_{13}$                           | 2000 $\Omega$ ,<br>0,5 Watt                                      |
| 10  | 1     | desgl. ....                                       | $R_{15}$                           | 500 $\Omega$ ,<br>1 Watt                                         |
| 11  | 1     | Drehspannungsteiler .....                         | $P_1$                              | 0,05 M $\Omega$ ,<br>3 Watt                                      |
| 12  | 1     | desgl. mit Schalter .....                         | $P_2, S_n$                         | 0,5 M $\Omega$                                                   |
| 13  | 1     | Drehkondensator .....                             | $C_1$                              | 20 cm                                                            |
| 14  | 1     | desgl. mit Raste .....                            | $C_2$                              | 100 cm,<br>1500 Volt<br>geprüft                                  |
| 15  | 1     | Blockkondensator .....                            | $C_3$                              | 50 pF,<br>1500 Volt<br>geprüft                                   |
| 16  | 1     | desgl. ....                                       | $C_4$                              | 200 pF,<br>1500 Volt<br>geprüft                                  |
| 17  | 4     | desgl. ....                                       | $C_{5,6,8,15}$                     | 0,1 $\mu$ F,<br>1500 Volt<br>geprüft                             |
| 18  | 3     | desgl. ....                                       | $C_{7,9,12}$                       | 0,001 $\mu$ F,<br>1500 Volt<br>geprüft                           |
| 19  | 1     | desgl. ....                                       | $C_{10}$                           | 0,5 $\mu$ F,<br>1500 Volt<br>geprüft                             |
| 20  | 1     | desgl. ....                                       | $C_{11}$                           | 100 pF,<br>1500 Volt<br>geprüft                                  |
| 21  | 1     | Elektrolytkondensator .....                       | $C_{13}$                           | 8 MF,<br>450/550V                                                |
| 22  | 1     | desgl. ....                                       | $C_{14}$                           | 20 $\mu$ F,<br>15/18 V                                           |
| 23  | 1     | Blockkondensator .....                            | $C_{16}$                           | 2000 pF,<br>1500 Volt<br>geprüft                                 |
| 24  | 2     | Elektrolytkondensator .....                       | $C_{17,18}$                        | 16 $\mu$ F,<br>450/550V                                          |
| 25  | 1     | Blockkondensator .....                            | $C_{19}$                           | 5...20<br>pF,<br>1500 Volt<br>geprüft                            |
| 26  | 1     | Sicherung .....                                   | $S_i$                              | 0,15 Amp.                                                        |
| 27  | 1     | Sieb-drossel .....                                | $D_{10}$                           |                                                                  |
| 28  | 1     | Frequenzschalter .....                            | $St_{1,2}$                         | 2 $\times$ 4<br>Kontakte<br>mit<br>Eisenkern                     |
| 29  | 4     | Spulenkörper .....                                | $L_{1-8}$                          |                                                                  |
| 30  | 1     | KW-Drossel .....                                  | $F_{209}$                          |                                                                  |
| 31  | 1     | Lautsprecher mit Ausgangstrans-<br>formator ..... | $F_{23}$<br>$GPM$<br>366,<br>$ATr$ | perma-<br>nent-<br>dyna-<br>misch<br>8 polig<br>19 mm<br>Abstand |
| 32  | 4     | Röhrenfassungen .....                             |                                    |                                                                  |
| 33  | 2     | Doppelbuchsen .....                               |                                    |                                                                  |
| 34  | 1     | Feinstellskala .....                              |                                    |                                                                  |
| 35  | 3     | Abschirmkappen .....                              |                                    |                                                                  |
| 36  | 1     | Netzstecker .....                                 |                                    | 19 mm<br>Abstand                                                 |

Röhren: VF7, VF7, VL1, VY1

Ferner: Aluminiumgestell- und Frontplatte aus 2 mm starkem Blech, Abschirmkasten, Montage- und Schaltmaterial, 1 Null- schiene, Abstandstücke, Schrauben, Winkel, Knöpfe, Kopfhörer usw.

## Die Erzeugung der Schirmgitterspannung von Fünfpolröhren

Hochfrequenz-Fünfpolröhren benötigen im Gegensatz zu Fünfpolendrühen eine Schirmgitterspannung von etwa 100 Volt. Die Netzanschlußgeräte der normalen Rundfunkempfänger liefern aber Spannungen in der Größenordnung von 200 bis 300 Volt. Zur Herstellung der Schirmgitterspannung haben sich im wesentlichen zwei Verfahren herausgebildet, die in folgendem kurz besprochen werden sollen:

Abb. 1 zeigt die Herstellung der Schirmgitterspannung durch einen Spannungsteiler. Dieses Verfahren wird immer dann angewendet, wenn eine möglichst konstante Schirmgitterspannung verlangt wird, wie dies in Hoch- und Niederfrequenzverstärkerstufen der Fall ist. Der Spannungsteiler muß dann einen so großen Querstrom besigen, daß der zwischen 0,1 mA und etwa 1 mA

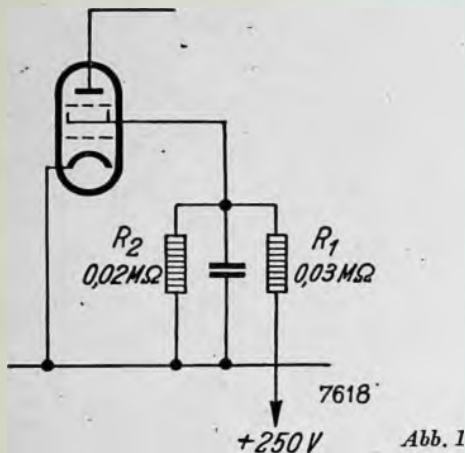


Abb. 1

schwankende Schirmgitterstrom die Schirmgitterspannung nicht merklich beeinflußt. Ein Querstrom von 4 bis 5 mA reicht dabei im allgemeinen aus. Liefert das Netzanschlußgerät eine Spannung von 250 Volt, so muß der Gesamtwiderstand des Spannungsteilers zwischen 50 000 und 60 000 Ohm liegen. Da die Spannungsteilung an Widerständen im Verhältnis der Widerstände erfolgt, muß man diesen Wert also aus zwei Widerständen zusammensetzen, so daß sich gerade die gewünschte Spannung ergibt. Bei der angenommenen Spannung von 250 Volt müßte der Widerstand  $R_1$  eine Größe von 30 000 Ohm und der Widerstand  $R_2$  eine solche von 20 000 Ohm besigen.

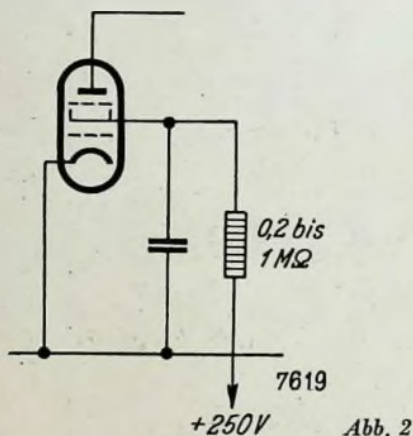


Abb. 2

Das zweite Verfahren (Abb. 2) beruht darauf, daß der Schirmgitterstrom den erforderlichen Spannungsabfall an einem Widerstand selbst erzeugt. Zu diesem Zweck wird zwischen Plus-Anodenbatterie und Schirmgitter ein Widerstand von der Größe 0,2 bis 1 Megohm eingeschaltet. Die Schirmgitterspannung stellt sich dann automatisch immer auf den richtigen Wert ein. Diese Schaltung kommt hauptsächlich dann zur Anwendung, wenn das Netzanschlußgerät nicht sehr ergiebig ist und der eine Spannungsteiler-Widerstand eingespart werden soll.

In Audionstufen ist die Anordnung immer brauchbar, nicht jedoch in schwundgeregelten Hochfrequenzstufen. In letzterem Falle wird nämlich beim Einsetzen der Regelung der Schirmgitterstrom fallen und damit die Schirmgitterspannung steigen. Da eine Erhöhung der Schirmgitterspannung aber gleichzeitig eine Erhöhung der Verstärkung der Röhre bedeutet, würde die steigende Schirmgitterspannung der negativen Regelspannung entgegenwirken und damit die Regelfähigkeit erheblich herabsetzen.

Zeichnungen vom Verfasser

hle.

## Wie entstören

### Maßnahmen am Empfänger

Unter der Überschrift „Wir entstören“ sollen von nun ab in zwangloser Folge kurze Aufsätze aus der Entstörungstechnik gebracht werden. Die Arbeiten erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit, wir wollen aber versuchen, im Laufe der Zeit die Entstörung der wichtigsten Störgeräte zu behandeln.

Bevor man bei gestörtem Empfang auf der Suche nach dem Störer geht, was unter Umständen langwierig und kostspielig sein kann, wird man zunächst versuchen, die Störungen durch Maßnahmen am Empfänger zu beseitigen. Hierzu muß verhindert werden, daß die Störungen über das Netz und über die Antenne in den Empfänger gelangen.

Bei Wechselstromempfängern ist es wichtig, daß der Transformator gegen Hochfrequenzstörungen aus dem Netz gesichert ist. Hierzu besigen hochwertige Netztransformatoren heute durchweg zwischen Primär- und Sekundärwicklung eine Abschirmung, die geerdet wird, wie Abb. 1 zeigt.

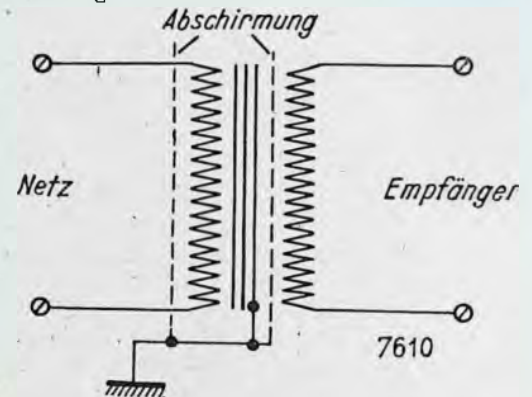


Abb. 1

Oft reicht aber diese Maßnahme nicht aus; vor allem kann man sie bei Gleichstromempfängern nicht anwenden. In solchen Fällen wird man zwischen Netz und Empfänger eine hochfrequente Siebvorrichtung schalten, wie es Abb. 2 zeigt. Diese Siebmittel bestehen

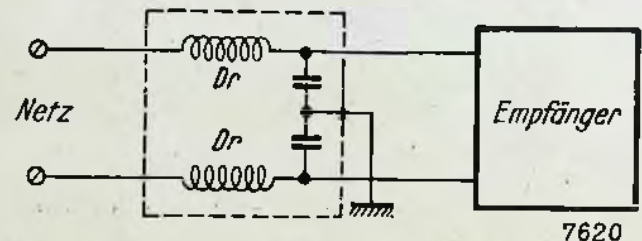


Abb. 2

aus Drosseln und Kondensatoren, die die hochfrequenten Störungen vom Empfänger fernhalten. Die in Abb. 2 gezeichnete Siebvorrichtung wird von zahlreichen Industriefirmen hergestellt. Durch solche Schutzeinrichtungen gegen Hochfrequenzstörungen wird ferner verhindert, daß die vom Starkstromnetz aufgenommene Senderenergie in den Empfänger gelangt, so daß vor allem bei sehr empfindlichen und trennscharfen Geräten solche Siebvorrichtungen immer vorteilhaft sind, um nicht die Trennschärfe des Gerätes durch aus dem Netz eindringende Hochfrequenzenergie zu beeinträchtigen.

Zeichnungen vom Verfasser

hle.

*Wer in den Ferien an die See reist,*

*der wird gerne ein Buch mitnehmen, das ihn mit allen geheimnisvollen Einrichtungen der Schifffahrt vertraut macht*

**Friedrich Böer**

# Das Schiffbuch

168 Seiten mit 350 Bildern • In Leinen 7.50 RM

**Professor O. Steppes, Direktor der Seefahrtsschule - Hamburg, schreibt in „Deutsche Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung“:**

„Fr. Böer hat sich die Aufgabe gestellt, Binnenschifffahrt und Seeschifffahrt einschließlich der Hochseefischerei und des Walfangs so darzustellen, daß alle es verstehen können, daß möglichst viel ausgesagt und daß der Leser in das Wesen der Dinge, gewissermaßen hinter die Kulissen geführt wird. Wir müssen ihm sehr dankbar sein, daß er an diese schwere Aufgabe gegangen ist, schwer deswegen, weil einerseits die genannten Gebiete umfangreich und verwickelt sind, andererseits immer noch sehr viele Deutsche ihnen fremd gegenüberstehen. Dankbar sein, weil „es nötig ist, daß die deutsche Schifffahrt von der Anteilnahme des ganzen deutschen Volkes getragen wird“ (Vorwort). Diese schwere Aufgabe hat Böer meisterhaft gelöst. Man staunt immer wieder, daß er es fertiggebracht hat, auf 165 Seiten gerade dieses Gebiet so befriedigend und erschöpfend darzustellen. Das Buch ist durchaus einzigartig; ich kenne jedenfalls weder in der deutschen noch in der ausländischen Schifffahrtsliteratur etwas, was daran erinnerte.

Wie mag das gelungen sein? Nun, der Verfasser ist doch wohl bewußt einen neuen (und doch alten) Weg gegangen. Er mag jene alten Anschauungs- und Elementarbücher seit dem „Orbis pictus“ von Comenius vor Augen gehabt haben; aber er hat mit modernen Mitteln gearbeitet. Geschaffen, zum Teil vielleicht wiederbelebt ist eine Art der Beschreibung, die nicht nur den Laien möglichst kurz und bündig mit dem Wesentlichsten jeden einzelnen Komplexes bekannt macht und ihm nach Deutung der Zusammenhänge die lehrreichsten und wichtigsten Einzelheiten zeigt, sondern auch dem Fachmann manchen interessanten Ausblick auf Nachbargebiete seiner Arbeit und manche Anregung bringt. Das wird erreicht durch ausgezeichnete Photos, die wirklich in die Atmosphäre des Gebietes hineinführen, durch technische Zeichnungen, durch die Aufteilung des Buches und die ganz eigenartige Aufteilung der einzelnen Seiten mit großen Überschriften, knappen und hervorstechenden Oberbegriffen, konzentrierten, sachlichen Haupttexten, und eine außerordentlich zuverlässige zeichnerische Darstellung. Darauf geachtet ist, nach Möglichkeit neue Bilder zu zeigen, nicht die in anderen Büchern gezeigten zu wiederholen; die Zeichnungen dürften alle neu sein. Dabei ist auch im Text bis in die letzten Einzelheiten hinein alles, man möchte sagen, erstaunlich richtig. Das setzt eine große Einfühlungsgabe und eine unerbittliche Sorgfalt des Verfassers voraus, bei der Größe und Art des Gebietes eine sehr, sehr große Arbeitsleistung.“



Die Funkanlage eines Schiffes

1. Hauptfendeantenne 2. Kurzwellenantenne 3. Empfangsantenne 4. Peilantenne. Außer den Hauptfendern besitzt das Schiff noch einen Notfender, der nur benutzt wird, wenn die übrige Anlage ausfällt. Er hat eine eigene Stromquelle und kann deshalb unabhängig von der Maschine betrieben werden. Der Notfender ist auf Welle 600 m (Seenotruf) abgestimmt.

**WEIDMANNSCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG**

*Alle Abbildungen in diesem Heft, die keinen Urhebervermerk tragen, wurden nach Angaben der Schriftleitung hergestellt*

Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 35, Kirchbachstr. 7. — DA I. Vj. 1938 = 8225 — Gältige 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: 12 30 56. — Verlag: Weidmannsche Verlagsbuchhandlung, 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. — Für Österreich verantwortlich: Kapitän Eugen Winkler, Wien I, Reichsratsstr. 5.



# Erich Schwandt

## Funktechnische Schaltungssammlung

4. Nachtrag soeben erschienen

Die Schaltungen der deutschen Rundfunkempfänger mit allen für die Prüfung und Instandsetzung notwendigen technischen Daten. Für die Verwendung in Funkwerkstatt, Prüffeld und Laboratorium herausgegeben von **Erich Schwandt**. Stamm-band mit 1. und 2. Nachtrag in 2 Mappen = 250 Karten = 44,50 RM; Preis des 3. und 4. Nachtrages je 10 RM. Preis des Gesamtwerkes, 350 Karten und 50 Trimmerpläne, dazu eine Bestückungs-Broschüre des Empfänger-Jahrgangs 1937/38 in 2 Decken, mit Stand April 1938: 64,50 RM. Einzelne Karten werden nicht abgegeben.

In Immer größerem Maße findet die „**Funktechnische Schaltungssammlung**“ von **Erich Schwandt** Eingang in die Rundfunk-Werkstätten und Laboratorien. Viele tausend Fachleute gebrauchen sie bereits, und jeder Fachmann möchte sie besitzen.

Dieser außergewöhnliche Erfolg hat natürlich seinen guten Grund, den jeder Fachmann beim ersten Blick auf unsere Schaltungskarten erkennt. Die Schaltungen sind hier sämtlich nach **einheitlichen Gesichtspunkten** gezeichnet; man braucht nicht jedes Mal umzudenken, wenn man nach einer Schaltung der Firma A eine solche der Fabrik B zur Hand nimmt. Diese Einheitlichkeit der Darstellung macht die Schwandt'schen Schaltungskarten unentbehrlich neben den Schaltungen, welche die Empfängerfabriken zum Teil in ihren Kundendienst-Anleitungen herausgeben.

Die Schaltungen sind ferner in **jeder Hinsicht vollständig**; sie enthalten **alle Angaben und Werte**, die man für eine Prüfung und Instandsetzung der Empfänger braucht.

Sie sind **übersichtlich gezeichnet**; in praktischem, handlichem Format hergestellt, ist die Schaltungszeichnung so scharf und sauber ausgeführt, daß man eine Empfängerschaltung an Hand der Karten schnell und unmißverständlich verfolgen kann.

Die Schaltungssammlung bringt eine **große Zahl älterer Empfänger**, und zwar gerade diejenigen, die besonders oft zur Reparatur eingeliefert werden; sie bringt daneben laufend die **neuen Geräte**; hier wird die Auswahl im Erscheinen so getroffen, daß die am häufigsten benötigten Schaltungen zuerst in die Hände der Bezieher gelangen. Den Lieferungen der Schaltungssammlung werden ferner laufend **Trimmerpläne** beigelegt, die den Abgleich der Superhetempfänger und der komplizierteren Geradeausempfänger ermöglichen. Beim Entwurf der Karten wurden die Wünsche des Handels und der Werkstätten weitgehend berücksichtigt. Diese **restlose Einstellung der Sammlung auf die Bedürfnisse des Händlers** erklärt den Erfolg und die Beliebtheit dieses Werkes in allen in Frage kommenden Kreisen.

Die „**Funktechnische Schaltungssammlung**“ umfaßt im April 1938

350 Schaltungskarten und

50 Trimmerpläne mit Abgleichanleitungen sowie eine Bestückungs-broschüre für den Jahrgang 1937/38.

Darunter befinden sich die Schaltungen von

257 Wechselstromempfängern (gelbe Karten),

59 Gleichstromempfängern (blaue Karten),

48 Allstromempfängern (grüne Karten),

23 Batterieempfängern (rote Karten).

**Die Schwandt'sche Schaltungssammlung — die wichtigste Ausrüstung einer Funkwerkstatt. Jeder fortschrittliche Funktechniker besitzt diese Sammlung.**

**WEIDMANNSCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG, BERLIN SW 68**

Nr. 259a, Neugrad und Allgrad  
Nr. 262, Allgrad; Neugrad  
Nr. 263, Neugrad; Allgrad  
Heft 10 (1938)  
Nr. 264, Urdos-Lasterkategorie  
Nr. 265, Vergleichstafel  
Nr. 266, Belastungstafel  
Heft 11 (1938)  
Nr. 256, Deutsch, Kurzwellen  
Nr. 257, Glühlampen  
Nr. 258, Verschaltwiderstände  
Heft 8 (1938)  
Nr. 259, Neugrad und Allgrad  
Nr. 260, Widerstandsnahme  
Nr. 261, Magnetisierbarkeit  
Heft 9 (1938)  
Nr. 253, Tefag / Tekado  
Nr. 254, Telefonen I  
Nr. 255, Telefonen II / Wegs  
Heft 7 (1938)  
Nr. 250, Siemens I  
Nr. 251, Siemens II  
Nr. 252, Stadfurt  
Heft 6 (1938)  
Nr. 247, Sechsenwerk  
Nr. 248, Schaub  
Nr. 249, Selbst  
Heft 5 (1938)  
Nr. 244, Nordm. u. Radio Union  
Nr. 245, Philips  
Nr. 246, Saba  
Heft 4 (1938)  
Nr. 238, Körting I  
Nr. 239, Körting II  
Nr. 240, Lorenz und Lumophon  
Heft 2 (1938)  
Nr. 241, Meade I  
Nr. 242, Meade II  
Nr. 243, Nora  
Heft 3 (1938)  
Nr. 235, Braug und Detewe  
Nr. 236, Emud und Grætzor  
Nr. 237, Lowe  
Heft 1 (1938)  
Nr. 232, Blaupunkt I  
Nr. 233, Blaupunkt II  
Nr. 234, Braudt  
Heft 24 (1937)

Funktechnische Kartei  
Beilage zum „FUNK“

Hartpapier und Hartgewebe

Werkstoffe

Eigenschaften und Prüfwerte. Nach VDE 0318/II, 38

| Gruppe | Art                  | Rohgewicht (bei Platten Höchstwert, sonst Mindestwert)<br>kg/dm <sup>2</sup> | Biege-<br>festigkeit<br>kg/cm <sup>2</sup> |                        | Schlagbiege-<br>festigkeit mind.<br>cm/kg | Zugfestig-<br>keit mind.<br>kg/cm <sup>2</sup> | Druckfestig-<br>keit mind.<br>kg/cm <sup>2</sup> | Spaltbarkeit<br>mind.<br>kg | Ober-<br>flächen-<br>wider-<br>stand<br>mind. MΩ |      | Wider-<br>stand im<br>Innern<br>mind. MΩ |                    | Durchschlags-Prüf-<br>spannung in kV |                                  |            |            | Dielektr. Verlust-<br>faktor tg δ bei<br>800 Per. max | Wärme-<br>beständigkeit<br>°C | Wasseraufnahme<br>höchstens<br>% |            |            |
|--------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------|------|------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|----------------------------------|------------|------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------|------------|
|        |                      |                                                                              | un-<br>bear-<br>beitet                     | ab-<br>gear-<br>beitet |                                           |                                                |                                                  |                             | a                                                | b    | a                                        | b                  | parallel<br>zu den<br>Schichten      | senkrecht<br>zu den<br>Schichten | bei<br>20° | bei<br>90° |                                                       |                               |                                  | bei<br>20° | bei<br>90° |
|        |                      |                                                                              | min.                                       | max.                   | min.                                      | min.                                           | min.                                             | min.                        | min.                                             | min. | min.                                     | min.               | min.                                 | min.                             | min.       | min.       | min.                                                  | min.                          | min.                             | min.       |            |
| 1      | Platten              | Hart-<br>papier                                                              | Kl. I                                      | < 1,42                 | 1300                                      | 1000                                           | 25                                               | 1000                        | 1000                                             | 200  | 10 <sup>6</sup>                          | 10 <sup>3</sup>    | 10 <sup>4</sup>                      | 10 <sup>3</sup>                  | 40         | 25         | 60                                                    | 40                            | 0,1                              | 130        | 11         |
| 2      |                      |                                                                              | Kl. II                                     | < 1,42                 | 1500                                      | 1300                                           | 25                                               | 1200                        | 1500                                             | 200  | 10 <sup>6</sup>                          | 10 <sup>3</sup>    | 10 <sup>4</sup>                      | 10 <sup>3</sup>                  | —          | —          | —                                                     | —                             | —                                | 130        | 11         |
| 3      |                      |                                                                              | Kl. III                                    | < 1,42                 | 1300                                      | 1000                                           | 15                                               | 1000                        | —                                                | —    | 10 <sup>6</sup>                          | 10 <sup>3</sup>    | 10 <sup>4</sup>                      | 10 <sup>3</sup>                  | —          | —          | —                                                     | —                             | 0,1                              | 150        | 8          |
| 4      |                      | Hart-<br>gewebe                                                              | Kl. IV                                     | < 1,42                 | 800                                       | 700                                            | 8                                                | 700                         | —                                                | —    | 10 <sup>6</sup>                          | 5-10 <sup>3</sup>  | 5-10 <sup>4</sup>                    | 5-10 <sup>3</sup>                | —          | —          | —                                                     | —                             | 0,1                              | 150        | 1,5        |
| 5      |                      |                                                                              | Kl. G <sup>1)</sup>                        | < 1,42                 | 1000                                      | 800                                            | 25                                               | 500                         | 2000                                             | 300  | 10 <sup>4</sup>                          | 10 <sup>2</sup>    | 10 <sup>3</sup>                      | 10 <sup>2</sup>                  | —          | —          | —                                                     | —                             | —                                | 130        | —          |
| 6      |                      |                                                                              | Kl. F <sup>2)</sup>                        | < 1,42                 | 1300                                      | 1000                                           | 30                                               | 800                         | 2000                                             | 250  | 10 <sup>4</sup>                          | 10 <sup>2</sup>    | 10 <sup>3</sup>                      | 10 <sup>3</sup>                  | —          | —          | —                                                     | —                             | —                                | 130        | 3          |
| 7      | Rundrohre, gewickelt |                                                                              | > 1,05 <sup>3)</sup>                       | 800                    | —                                         | —                                              | 500                                              | 400                         | —                                                | —    | 10 <sup>4 4)</sup>                       | 10 <sup>2 4)</sup> | 10 <sup>4 4)</sup>                   | 10 <sup>2 4)</sup>               | 20 4)      | —          | 30 4)                                                 | 24 4)                         | 5)                               | 130        | —          |
| 8      | Rohre, gepreßt . . . |                                                                              | > 1,15                                     | —                      | —                                         | —                                              | 700                                              | —                           | —                                                | —    | 10 <sup>4 4)</sup>                       | 10 <sup>3 4)</sup> | 10 <sup>4 4)</sup>                   | 10 <sup>2 4)</sup>               | 20 4)      | —          | 20 4)                                                 | 16 4)                         | 5)                               | 130        | —          |
| 9      | Umpressungen . . .   |                                                                              | —                                          | —                      | —                                         | —                                              | —                                                | —                           | —                                                | —    | 10 <sup>4 4)</sup>                       | 10 <sup>3 4)</sup> | —                                    | —                                | —          | —          | 20 4)                                                 | 16 4)                         | 5)                               | 130        | —          |
| 10     | Vollstäbe . . . . .  |                                                                              | > 1,3                                      | 1000                   | —                                         | 15                                             | 500                                              | 800                         | —                                                | —    | 10 <sup>4 4)</sup>                       | 10 <sup>3 4)</sup> | 10 <sup>4 4)</sup>                   | 10 <sup>3 4)</sup>               | —          | —          | —                                                     | —                             | —                                | 130        | —          |
| 11     | Flachleisten . . . . |                                                                              | > 1,15                                     | 800                    | —                                         | 15                                             | 500                                              | 500                         | —                                                | —    | 10 <sup>4 4)</sup>                       | 10 <sup>2 4)</sup> | 10 <sup>4 4)</sup>                   | 10 <sup>2 4)</sup>               | —          | —          | —                                                     | —                             | —                                | 130        | —          |
| 12     | Formstücke . . . .   |                                                                              | > 1,15                                     | —                      | —                                         | —                                              | —                                                | 5)                          | —                                                | —    | —                                        | —                  | 10 <sup>4 4)</sup>                   | 10 <sup>2 4)</sup>               | 5)         | 5)         | 5)                                                    | 5)                            | 5)                               | 130        | —          |

<sup>1)</sup> Grobfädig, höchstens zwei Gewebelagen je mm Dicke. <sup>2)</sup> Feinfädig, mehr als zwei Gewebelagen je mm Dicke. <sup>3)</sup> Gilt nicht bei Herstellung mit Naturharz. <sup>4)</sup> Gilt nicht für Hartgewebe. <sup>5)</sup> Nach Vereinbarung.  
Näheres über Einteilung, Beschaffenheit und Prüfbestimmungen der Isolierstoffe siehe „Leitsätze für Hartpapier und Hartgewebe“ VDE 0318/II, 38 (ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 4)  
Karte Nr. 267, 15. VI. 1938

Funktechnische Kartei  
Beilage zum „FUNK“

Internationale Rufzeichen I

Rufzeichen

| Rufzeichen | Land             | Rufzeichen | Land                                 | Rufzeichen | Land                    | Rufzeichen | Land                 |
|------------|------------------|------------|--------------------------------------|------------|-------------------------|------------|----------------------|
| CA-CE      | Chile            | EA-EH      | Spanien                              | FO         | Ozeanien                | HZ         | Hedschas             |
| CF-CK      | Kanada           | EA 1—6     | Mutterland                           | FP         | St. Pierre und Miquelon | I          | Italien m. Kolonien  |
| CL-CM      | Kuba             | EA 8       | Kanar. Inseln                        | FQ         | Frz. Äquatorial-Afrika  | J          | Japan                |
| CN         | Marokko          | EA 9       | Span. Marokko                        | FR         | Reunion                 | J 8        | Korea                |
| CO         | Kuba             | EI         | Irland                               | FT         | Tunesien                | J 9        | Formosa              |
| CP         | Bolivien         | EL         | Liberia                              | FU         | Neue Hebriden           | K          | Ver. St. v. Amerika  |
| CQ-CR      | Portug. Kolonien | EP-EQ      | Iran, Persien                        | FY         | Guayana                 | KA         | Philippinen          |
| CR 4       | Kapverd. Inseln  | ES         | Estland                              | G          | Großbritannien          | K 4        | Portorico            |
| CR 5       | Portug. Guinea   | F          | Frankreich m. Kol. u. Schutzgebieten | HA         | Nordirland              | K 5        | Pan.-Kanalzone       |
| CR 6       | Angola           | FA         | Algier                               | HB         | Ungarn                  | K 6        | Guam, Hawai, Samoa   |
| CR 7       | Mozambique       | FB         | Madagaskar                           | HC         | Schweiz                 | K 7        | Alaska               |
| CR 8       | Goa              | FD         | Togo                                 | HD         | Ecuador                 | LA-LN      | Norwegen             |
| CR 9       | Macao            | FE         | Kamerun                              | HE         | Haiti                   | LO-LW      | Argentinien          |
| CR 10      | Timor            | FF         | Franz. W.-Afrika                     | HH         | Dominik. Republik       | LX         | Luxemburg            |
| CS-CU      | Portugal         | FG         | Guadeloupe                           | HI         | Kolumbien               | LY         | Litauen              |
| CT 1       | Mutterland       | FI         | Indochina                            | HJ-HK      | Panama                  | LZ         | Bulgarien            |
| CT 2       | Azoren           | FK         | Neukaledonien                        | HP         | Honduras                | M          | Großbritannien       |
| CT 3       | Madeira          | FL         | Somaliküste                          | HR         | Siam                    | MX         | Manschukuo           |
| CV-CX      | Uruguay          | FM         | Martinique                           | HS         | Vatikan                 | N          | V. St. v. N.-Amerika |
| CY-CZ      | Kanada           | FN         | Französ. Indien                      | HV         |                         | OA-OC      | Pern                 |
| D          | Deutschland      |            |                                      |            |                         |            |                      |

Karte Nr. 268, 15. VI. 1938

Funktechnische Kartei  
Beilage zum „FUNK“

Internationale Rufzeichen II

Rufzeichen

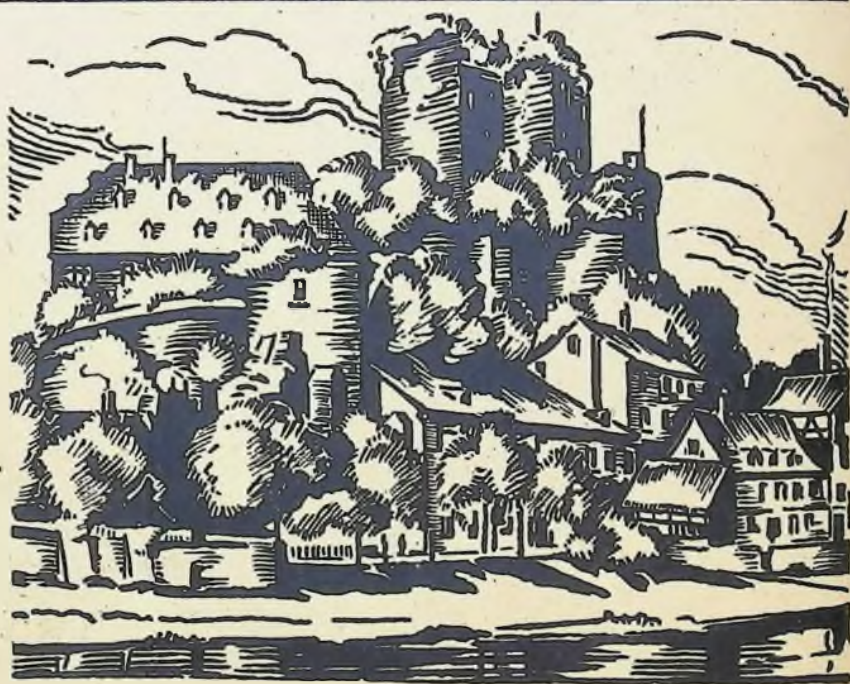
| Rufzeichen | Land                  | Rufzeichen | Land                             | Rufzeichen | Land                            | Rufzeichen | Land                     |
|------------|-----------------------|------------|----------------------------------|------------|---------------------------------|------------|--------------------------|
| OE         | Österreich (bisher)   | TI         | Costarica                        | YA         | Afghanistan                     | ZC4        | Cypern                   |
| OF-OJ      | Finnland              | TK-TZ      | Franz. Kolonien u. Schutzgebiete | YB-YH      | Niederländ.-Indien              | ZC5        | Palästina                |
| OK-OL      | Tschechoslowakei      | VA-VC      | Kanada                           | YI         | Irak                            | ZD1        | Sierra Leone             |
| OM         | Guam                  | VH-VM      | Australien                       | YJ         | Neue Hebriden                   | ZD2        | Nigeria u. Brit.-Kamerun |
| ON-OT      | Belgien u. Kolonien   | VO         | Neufundland                      | YL         | Lettland                        | ZD3        | Gambia                   |
| OU-OZ      | Dänemark              | VP-VS      | Brit. Kolonien u. Schutzgebiete  | YM         | Danzig                          | ZD4        | Goldküste u. Brit. Togo  |
| PA-PI      | Niederlande           | VP1        | Brit. Honduras                   | YN         | Nicaragua                       | ZD6        | Nyassaland               |
| PJ         | Curacao               | VS9        | Brit. Aden                       | YO-YR      | Rumänien                        | ZD7        | St. Helena               |
| PK-PO      | Niederländisch-Indien | VT-VW      | Brit.-Indien                     | YS         | Salvador                        | ZD8        | Ascension                |
| PP-PY      | Brasilien             | VU1        | Maldiv Islands                   | YT-YU      | Jugoslawien                     | ZE         | Süd-Rhodesia             |
| PZ         | Surinam               | VU9        | Burma                            | YV-YW      | Venezuela                       | ZK-ZM      | Neuseeland               |
| SA-SM      | Schweden              | VX-VY      | Kanada                           | ZA         | Albanien                        | ZK1        | Cook-Inseln              |
| SO-SR      | Polen                 | W          | Vereinigte Staaten von Amerika   | ZB-ZJ      | Brit. Kolonien u. Schutzgebiete | ZK2        | Samoa                    |
| SS-SU      | Ägypten               | XA-XF      | Mexiko                           | ZB1        | Malta                           | ZK3        | Nauru-Inseln             |
| SV-SZ      | Griechenland          | XG-XU      | China                            | ZB2        | Gibraltar                       | ZP         | Paraguay                 |
| TA-TC      | Türkei                | XY-XZ      | Brit.-Indien                     | ZC1        | Transjordanien                  | ZS-ZU      | Südafrikan.-Union        |
| TF         | Island                |            |                                  | ZC2        | Cocos Islands                   | ZU9        | Tristan da Cunha         |
| TG         | Guatemala             |            |                                  | ZC3        | Christmas Islands               | ZV-ZZ      | Brasilien                |

Karte Nr. 269, 15. VI. 1938



**KLISCHEE**

Ein Symbol,  
langjährig erprobter  
Leistungsfähigkeit  
auf dem Gebiete der  
Chemigraphie und  
Galvanoplastik.



**CARL SCHÜTTE & C. BEHLING**

BERLIN SW. 68. RITTER-STR. 46/47

FERNSPRECHER: A7. 0155/0156