

FUNK



Einzelpreis 50 Pfennig

WEIDMANNSCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG · BERLIN

15. April 1939

Heft 8

INHALT

Dr. WALTER THEILE, Die medizinische Anwendung der Kurzwellen	197
Eröffnung einer neuen Fernsprechstelle in Berlin	200
H. BOUCKE, Bau von Mikrofonen aus Lautsprechern und Kopfhörern	201
Künstliches Nordlicht	203
Dipl.-Ing. HELMUT PITTSCH, Die Ermittlung des Frequenzbereiches mit den Ersatzschaltungen der Röhre	205
Der neue Armstrong-Sender	208
OTTO PAUL HERRNKIND, Die Technik des hochfrequenten Drahtfunks	209

FUNK-WERKSTATT-PRAKIS	
RUDOLF SCHADOW, Meßsender: Planung, Bau und Anwendung	213
HERBERT LENNARTZ, Eine Stromversorgungsanlage für die Funkwerkstatt	216
Ein billiger LötKolbenständer	219
Anlegung einer Grundwasser-Erde	220
HJ.-FUNK	
HERBERT LENNARTZ, Messungen am 15 Watt-Einheitsverstärker	221
Die Messung großer Widerstände	222
Der Photoeffekt	223
Einiges über die Bearbeitung von Aluminium	224
Entstörung einer Röntgenanlage	224

Für unsere Wickel
suchen wir zu sofortigem Antritt

EINRICHTER VORARBEITER

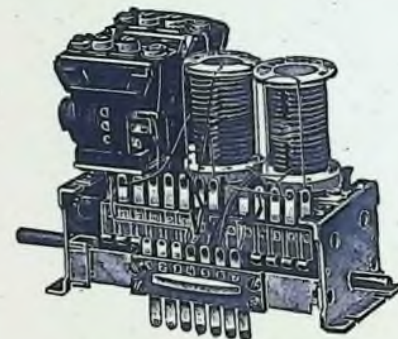
(bzw. Wickelmeister)

Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen u. Bild erbeten an

Georg Budich GmbH., Berlin NW 87
Sickingenstraße 4

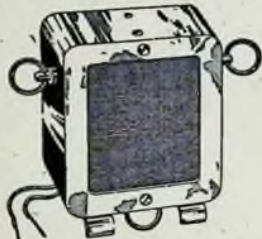
Rundfunk - Erzeugnisse

die für sich selbst sprechen!



GÜRLER Bau- und Zubehöerteile Entstörungsgeräte

für den funktechnischen und Bastlerbedarf. Tausendfach bewährte Baupläne für Empfangsgeräte. Druckschriften 395/97 mit dem umfangreichen Lieferprogramm u. Bauplanverzeichnis kostenlos durch



Fix-Mikrofon

die sensationelle Neuheit

für Bastler und Schallfollenschneller! Überraschende Empfindlichkeit, an jeden Empfänger oder Verstärker anzuschließen, Erregerbatterie und Trafo eingebaut, Lautstärkeregelung mittels variablen Anpassungstrafos. 1000-fach bewährt! Vermeidung der akustischen Rückkopplung. Etwas, was der Bastler schon lange suchte. Zum wirklich volkstümlichen Preis! RM 7,50

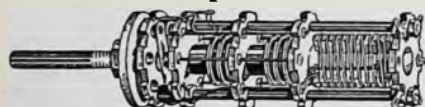
Fix-Kapsel

das Herz des Fix-Mikrofons

für jeden nur erdenklichen Zweck, mit den handelsüblichen Postkapseln nicht zu vergleichen, für transportable Aufnahmegeräte, für Sendezwecke, für Lauschanlagen, etc., in Bakelit-Ausführung ... RM 2,45
Anpassungstrafo hierzu in Steckausführung ... RM 2,25
Erregerbatterie, 3-fach unterteilt RM 0,50

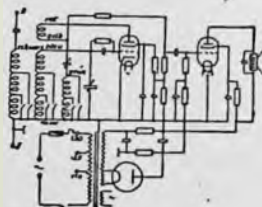


Original Wiener „Kerama“-Spule DGRM. Die Universalspule für den ernsthaften Bastler



Mit 3 Wellenbereichen: 18 bis 65 m, 200-600 m, 750-2000 m. und angebautem keramischem Umschalter. Eine wirkliche Hochleistungsspule, aufgebaut nach neuesten Gesichtspunkten mit hochwertigen Hf-Eisenkernen. Rundfunk- und Langwellenbereich mit Hf.-Litze gewickelt, K.W.-Spule a. Calcit. Einfache Montage, da Zentralbefestigung auf der Wellenschalterschraube. Für Wechsel- oder Allstrom bzw. für Batterie-(Koffer-)Empfänger nur eine Type.

Type R-Audion RM 7,50
Type ER-Zweikreisatz (abgleichbar) RM 17,50



Zu beziehen durch den einschlägig. Fachhandel
Bezugsquellen weist nach:

Martin Jany, Inh. Willi Ullerich

Radio Großhandel • Ruf: 357003-04
Berlin NW 21, Wilsnacker Straße 20

FUNK Gutschein Nr. 8

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 antworten.

Name: _____

Ort und Straße: _____

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

65 modernste Rundfunkschaltungen

vom Detektor bis zum
Stahlröhrensuper und
Kraftverstärker mit An-
gabe aller zu benötigten

Einzelteile

gegen Voreinsendung von
RM. 1,05 plus 15 Pfg Porto
zu beziehen durch

Radio-Deppert

BERLIN - NEUKÖLLN F
BERLINER STRASSE 35 - 39

BASTLER!

Sie versäumen etwas Wichtiges, wenn Sie
nicht noch heute das

RIM-

Bastel-Jahrbuch 1939

anfordern. 112 Seiten. Viele erprobte
Schaltungen vom einfachsten Gerät bis
zum Stahlröhren-Großsuper mit genauen
Werten. Zahlreiche Tabellen und gute
Bilder gegen 45 Pfg. Voreinsendung von

RADIO-RIM

MÜNCHEN, BAYERSTRASSE 28

Geeignete Fachkräfte finden
Sie durch eine Anzeige im
FUNK



Erika
ganz
groß!

Fordern Sie die interessante ERIKA-
Broschüre kostenlos und unverbindlich
unter Nr. 2219 von der

A.-G. vorm.

Seidel & Naumann, Dresden

Achtung! Sonderangebot!

Verkaufe wegen Aufgabe der
Station viele Einzelteile,
Röhren usw. Liste anfordern!

Robert Holtz, Beckendorf,
Post Lübz (Mecklenburg).

Saja Doppelton- folienschreiber

mit besond. Spanabsaugvor-
richtung zu verkaufen.

Fritz Gerhardt
Leipzig O 27, Schönbachstr. 12

Aelt's Kataloginserat

erscheint zum letzten Mal!

Die Auflage unseres wunderbaren Radiokataloges ist von Jahr zu Jahr größer ge-
worden. — Trotzdem haben wir nur noch wenige Stücke davon, da es sich herum-
gesprochen hat, daß der Katalog in diesem Jahre geradezu einzigartig schön geworden
ist. Er enthält über

6600 Radioartikel auf ca. 280 Seiten, davon allein 48 Seiten Bastlerschaltungen und

3909 Gelegenheitskäufe mit vielen Bildern u. 2786 moderne Radioapparate u. Teile

Wir geben diesen Katalog zum Selbstkostenpreis von 0,50 RM plus 0,30 RM Porto
ab und bitten um sofortige Einsendung Ihrer Bestellung. Wer diesen Betrag
nicht bezahlen will, fordere unsere Gratististen an unter Angabe ob Interessent für
Bastelteile oder Radioapparate.

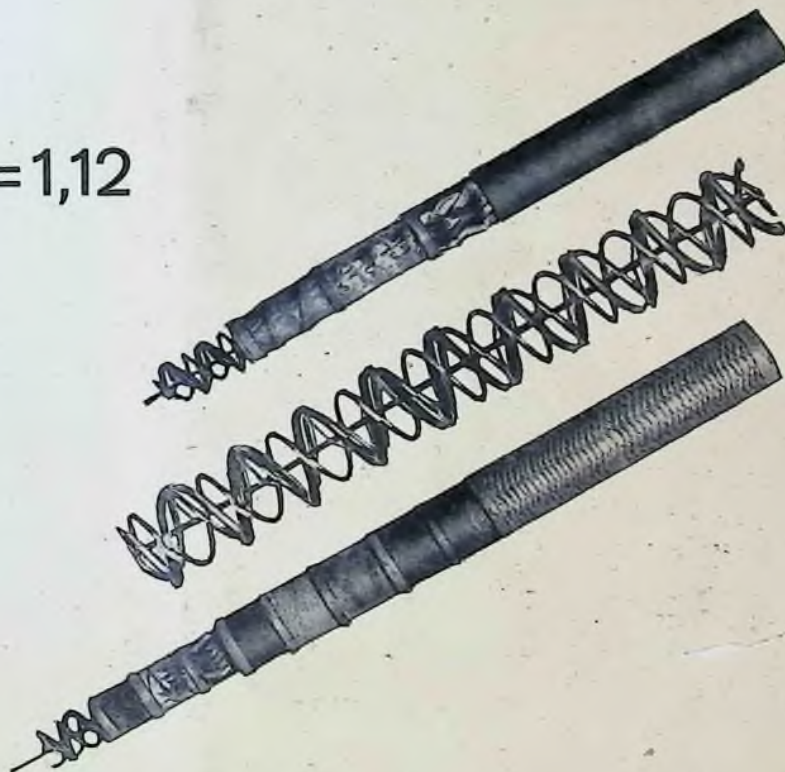
Walter Arit & Co. Radio-Handel

Berlin-Charlottenburg 1 A, Berliner Straße 48

Postcheckkonto: Berlin 15 22 67, Telefon: 34 41 48, 34 74 78

N O R D K A B E L

$$\epsilon = 1,12$$



HOCHFREQUENZ - FADENKABEL

Eine neue biegsame konzentrische Leitung für Hochfrequenzbetrieb

Einige Werte: Dielektrizitätskonstante $\epsilon = 1,12$. Dämpfung bei 1000 kHz = 0,5 N/km.
Wellenwiderstand = 145 Ohm. Kapazität = 25 pF/m (Werte unserer Type A)

ANWENDUNG:

Anschlußkabel — Meßleitungen — Schaltkabel — Experimentierleitungen
Abgeschirmte Antennenleitungen, besonders für Kurzwellenbetrieb
Sämtliches Zubehör für betriebsfertige Verlegung.

NORDDEUTSCHE KABELWERKE

A K T I E N G E S E L L S C H A F T
BERLIN - NEUKÖLLN

Rundfunknachrichten aus aller Welt

Preßstoffgehäuse bei Markenempfängern

Auf der vom 18. bis 27. März in Marienbad abgehaltenen Reichsarbeitsstagung 1939 der Landesleiter der Reichsrundfunkkammer sprachen u. a. auch Vertreter der Rundfunkwirtschaft. Wie der Leiter der Fachgruppe Rundfunk der Wirtschaftsgruppe Groß-, Ein- und Ausfuhrhandel, Günthner, mitteilte, hat der Rundfunkgroßhandel das Bindeglied zwischen 38 Firmen des Apparatebaues und rund 28 000 Einzelhändlern der Rundfunkbranche zu sein. Von etwa 900 Großhandelsunternehmen der Rundfunkwirtschaft seien mehr als 150 aufgelöst worden, deren Weiterführung nicht mehr zu verantworten gewesen sei.

Der Referent machte sodann interessante Ausführungen hinsichtlich der im Fluß befindlichen Rationalisierung in der Rundfunkwirtschaft vom Standpunkt des Großhandels aus. Der Großhandel sei bereit, dem Markenempfänger mit Preßstoffgehäuse den Absatz zu ebnen, hinsichtlich der Rationalisierung sei er der Sprecher für eine Verlangsamung des Typenwechsels. Bezüglich des Fernsehens, so erklärte Fachgruppenleiter Günthner weiter, sei der Großhandel infolge entsprechender Vorbereitungsarbeiten und verschiedener Lehrgänge bereit, nach der Einführung des Fernseh Rundfunks für einen Absatz der Fernsehempfänger zu sorgen.

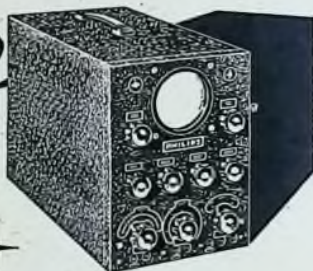
In rundfunkwirtschaftlicher Hinsicht sprach Dr. Kaumann als Geschäftsführer der Fachgruppe Rundfunk der Wirtschaftsgruppe Einzelhandel über aktuelle Fragen des Rundfunkeinzelhandels. Durch die Aberkennungsaktion seien im letzten Jahre ungefähr 4000 Einzelhändler ausgeschaltet worden. Die Zahl der zugelassenen Händler sei zunächst von rund 31 500 auf rund 27 500 verringert worden. Durch die Fachgruppe Rundfunk

sind in den letzten Jahren laufend Berufsförderungslehrgänge zur Fortbildung der Betriebsführer und ihrer Gefolgschaftsmitglieder durchgeführt worden. Innerhalb der letzten beiden Jahre sind rund 8000 Einzelhändler durch diese Förderungslehrgänge der Fachgruppe Rundfunk gegangen.

Photowettbewerb der Reichsrundfunkkammer

Zur Erlangung guter bildlicher Darstellungen der vielseitigen Möglichkeiten des Rundfunkempfängers veranstaltet die Reichsrundfunkkammer in der Zeit vom 15. April bis 15. Juni 1939 unter dem Titel „Durch Rundfunk immer im Bilde“ einen Photowettbewerb, an dem alle Rundfunkteilnehmer arischer Abstammung und deutscher Staatsangehörigkeit teilnehmen können, mit Ausnahme von Berufsphotographen. Es sind Photos einzusenden (höchstens drei) mit folgenden Motiven: 1. Rundfunk im Heim, 2. Politischer Gemeinschaftsempfang, 3. Rundfunk und Jugend, 4. Rundfunk auf dem Lande, 5. Rundfunk im Betriebe, 6. Mit dem Rundfunk-Koffereempfänger in die Ferien und ins Wochenende und 7. Der Auto-Rundfunkempfänger — ein unentbehrlicher Reisebegleiter. Die Wahl der Aufgabe ist freigestellt. Die Bilder müssen im Format 9 mal 12 cm schwarz-weiß hochglanz und reproduktionsfähig gehalten sein, und auf der Rückseite eine sechsstellige Kennziffer (z. B. 30 96 93) tragen sowie den Namen des Gaues (z. B. Gau Berlin), in dessen Bereich der Einsender wohnt. Die für die Gaue zuständigen Landesleitungen der Reichsrundfunkkammer sind aus den Rundfunkprogrammen ersichtlich. Auf der Bildrückseite soll zudem noch das Motiv der Aufnahme durch ein Schlagwort erläutert werden (z. B. Rundfunk und Jugend usw.). Die Personalien des Einsenders müssen in einem besonderen verschlossenen Um-

Kathodenstrahl-
OSZILLOGRAPH
GM 3152



Ein handliches Universalgerät mit nahezu unbegrenztem Anwendungsbereich für quantitative Untersuchungen periodischer und unperiodischer Vorgänge mit PHILIPS-VALVO Hochvakuum-Kathodenstrahlröhre DG 9-3.

Eingebautes Hochvakuum-Zeitablenkungsgerät von 10 Hz—150 000 Hz;
eingebauter zweistufiger symmetrischer Meßverstärker von 10 Hz—1 Million Hz mit etwa 1600 facher Verstärkung.

Das Präzisions-Instrument für Laboratorien.
SOFORT LIEFERBAR

Fordern Sie unsere ausführliche Broschüre und außerdem Druckschriften über unser Spezial-Röhren-Programm, sowie über Kathodenstrahlröhren, Photozellen, Thermokreuze, Meßbrücken usw.



PHILIPS-ELECTRO-SPECIAL

G · m · b · H
BERLIN W 62

NEU



DRALOWID-

Regelwiderstand 38 E

Belastbarkeit 0,5 Watt
mit eingebautem IFK-mäßigen

DRUCK- und ZUG-DECKELSCHALTER
einpölig und zweipölig

FÜR DEN INDUSTRIEBEDARF:
in allen gebräuchlichen Ohmwerten, in jeder gewünschten Regelkurve

FÜR DEN AMATEURBEDARF:
unter dem Namen ENOVOL
als Lautstörkereger nur Ausführung
0,5 Meg $\pm$ log einpölig

DRALOWID-WERK TELTOW/BERLIN
SEATIT-MAGNESIA-AKTIEGESELLSCHAFT

Bastler
kaufen
Jahre-Blocks



Richard Jahre Spezialfabrik für Kondensatoren
Berlin S016 Abt. Rundfunk

Elektrolyt-Kondensatoren
Glimmer-Kondensatoren
Mikroblocks / Anodensummer
Gleichstrom-Transformatoren
Illustrierter Gesamtkatalog kostenlos

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. APRIL 1939

HEFT 8

Die medizinische Anwendung der Kurzwellen

Von Dr. WALTER THEILE

Einleitung

In nur wenigen Jahrzehnten wurde das naturwissenschaftliche Weltbild, das seit den ältesten Zeiten aus der alleinigen Betrachtung von festen, flüssigen und gasförmigen Körpern bestanden hatte, durch die Auffindung der Radioaktivität, der elektrischen Wellen, der Röntgen- und kosmischen Höhenstrahlen vollständig verändert. Gleichwertig den bekannten Fernwirkungsgesetzen der Schwerkraft und des Wärmeaustausches traten die modernen Anschauungen über die Ausbreitung und Wirkung der breiten Skala der elektromagnetischen Wellen und der korpuskularen Urbestandteile der Welt zur Seite. Sie vermochten in kurzer Zeit in ihrer praktischen Anwendung große Gebiete des öffentlichen Lebens umzugestalten, und es ist daher weiter nicht verwunderlich, daß auch die älteste Wissenschaft der Menschheit, die Medizin, in den Strahlen neue Heilungsmöglichkeiten suchte. Es war die geniale Entdeckung von Prof. KONRAD RÖNTGEN in Würzburg, der in fundamentaler Weise im Jahre 1895 erstmalig „über eine neue Art von Strahlen“ berichtete, die überall dort auftraten, wo Kathodenstrahlen (= bewegte Elektronen) auf ein Hindernis treffen. Diese X-Strahlen tragen heute den Namen des großen Entdeckers, der sie selbst unter die elektromagnetischen Wellen mit Wellenlängen zwischen zehn und hundert-millionstel Millimeter einreihen konnte. Nicht nur in der Diagnostik von Knochenbrüchen und Veränderungen innerer Organe, sondern auch in der Therapie, beispielsweise in der Behandlung bösartiger Krebsgeschwülste, sind die Röntgenstrahlen unentbehrlich geworden.

Die Verwendung der normalen Rundfunkwellen zu Heilzwecken ist wesentlich jüngeren Datums. Sie bringen die Möglichkeit, starke Ströme durch den Körper hindurchzuleiten, ohne — wie es bei Gleichstrom der Fall wäre — elektrische Schläge zu erzeugen und das Gewebe elektrolytisch zu zersetzen. Auf zwei verschiedene Arten können die elektrischen Schwingungen auf den Körper wirken. Einmal durch das Verfahren der Arsonvalisation und der Diathermie mit unmittelbarer Einschaltung des zu behandelnden Körperteils in den Stromkreis, wobei die elektrische Energie vollständig in kalorische umgesetzt wird. Die benutzten Frequenzen liegen im Bereich der normalen langen Rundfunkwellen, meist zwischen 300 bis 500 m.

Die Einführung der Kurzwellen brachte die zweite Art der Einwirkung auf lebendes Gewebe. Meist arbeitet man zwischen 15 und 3 m, also mit Schwingungszahlen, die die erstgenannte Gruppe der Diathermie um das 10- bis 100fache übertreffen. Hierbei handelt es sich nicht mehr um eine Ohmsche Stromleitung, vielmehr ist es das elektrische Feld, das in den kleinsten Teilen selbst angreift.

Aus der Entwicklung

Die ersten Versuche der biologischen Anwendung elektrischer Hochfrequenzenergie sind an die Namen von TESLA und D'ARSONVAL gebunden. Durch die Vorstellung einer „Autokonduktion“ versuchte der letztere das magnetische Feld im Innern einer stromdurchflossenen Spule auszunutzen, um auf diese Weise induzierend auf den menschlichen Körper zu wirken. Eine Erwärmung konnte nicht nachgewiesen werden, doch sollte diese Art der Behandlung die Keimabwehr verstärken und den Stoffwechsel erhöhen. Wegen der zweifelhaften Wirkung der benutzten gedämpften Schwingungen geriet dieses Verfahren in Vergessenheit, bis vor einigen Jahren J. KOWARSKI im Institut für physikalische Heilmethoden in Wien diese alte Methode mittels der inzwischen eingeführten Kurzwellen wieder aufgriff. Er führte das Solenoidbett ein — eine große von Hochfrequenzströmen durchflossene Spule —, in dessen Mitte der Patient gelegt wird und somit den Kern der Spule bildet. Eine durchschnittliche Erwärmung von 0,8° bis 0,9° C wurde festgestellt sowie eine günstige Wirkung auf die Erkrankungen der Gefäße und des Kreislaufs. Wegen der erforderlichen Größe der Spule und der hohen Selbstinduktion können bei diesem Verfahren jedoch allzu hohe Frequenzen nicht angewandt werden.

Erst als es vor weniger als einem Jahrzehnt durch ESAU gelungen war, Kurzwellen genügend großer Leistung in Gestalt ungedämpfter elektrischer Schwingungen zu erzeugen, konnte man daran denken, die neuen hohen Frequenzen auch in ihrer therapeutischen Wirkung zu prüfen. Dabei zeigte sich, daß die Wirkung allein von dem elektrischen Feld ausgeht. Hier sind es besonders die führenden Untersuchungen von SCHLIEPHAKE in Gießen gewesen, der grundlegende Anschauungen über die medizinische Anwendung dieser neuen Schwingungen

gab, über die weiter hinten noch ausführlich berichtet werden soll.

Technische Hilfsmittel

1. Schwingungserzeuger

In der Kurzwellentherapie werden grundsätzlich zwei verschiedene Arten der Schwingungserzeuger benutzt, Funkensender und Röhrensender. Funkensender, die bekanntlich gedämpfte Schwingungen erzeugen, haben sich besonders in der Langwellendiathermie behauptet. Als Funkenstrecken benutzt man in solchen Geräten die aus der früheren Zeit der Funktechnik bekannten Löschfunkenstrecken. Der Vorteil dieser Ausführung ist in dem schnellen Abreißen der Einzelfunken vermöge der guten Kühlung der Elektroden zu sehen, wodurch die Dämpfung des erregten Kreises verhältnismäßig klein bleibt.

Für die Erzeugung der neuerlich vorwiegend verwendeten Wellen etwa unter 15 m ist der Funkensender wenig geeignet. Daher finden in diesem Gebiet fast ausnahmslos Röhrensender Verwendung¹⁾. Abb. 1 zeigt eine der heute vielfach gebräuchlichen Senderschaltungen. Es

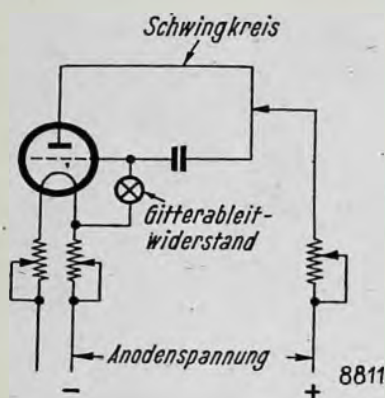


Abb. 1. Schaltung eines Einröhrensenders für Kurzwellentherapie

handelt sich um einen Einröhrensender in der üblichen Dreipunktschaltung, dessen Einfachheit große Betriebssicherheit gewährleistet. Natürlich können auch andere Rückkopplungsschaltungen, wie zum Beispiel die stabile Gegentaktschaltung, verwendet werden. Jedoch reichen in der Praxis die einfachsten Schaltungen völlig aus. Die gebräuchlichen Industrieapparate leisten bei der therapeutisch günstigen 6 m-Wellenlänge ungefähr 300 Watt.

Bei der Verwendung von Funkensendern mußte der Patientenkreis mit dem Schwingungskreis meistens fest gekoppelt sein. Dadurch wurden allerdings die Rückwirkungen sehr groß. Ebenso ließ sich die benutzte Wellenlänge nur schwer angeben, da sie von der Kapazität und der Selbstinduktion im Patientenkreis abhängig wird, und stets bei der Behandlung an massiven Körperteilen wegen der hohen Kapazität nach der therapeutisch ungünstigeren längeren Wellenlänge verschoben wird. Bei dem Röhrensender erfolgt die Kopplung des Patientenkreises mit dem Sendekreis nur auf induktivem Wege. Dabei muß der Patientenkreis auf Resonanz mit der Senderwelle abgestimmt werden.

Die gebräuchlichen Apparate der Industrie sind pultartig ausgeführt. Sie besitzen ein Instrument zur Anzeige der Resonanzabstimmung sowie ein fein regulierbares Voltmeter für den Heizstrom der Senderöhren. Weiterhin wird eine Glühlampe mitgeliefert zur Feststellung, ob der Sender schwingt.

¹⁾ Neuerdings ist es der Industrie gelungen, auch unter Ausnutzung der Funkenmethode wirksame Apparate für Durchflutungen mit einer Wellenlänge von 6–8 m zu bauen. Die Rundfunkstörungen dieser Apparate sind durch geschickten Aufbau klein gehalten.

2. Elektroden

Von der größten Bedeutung ist die Übertragung der elektromagnetischen Energie auf den zu behandelnden Körperteil mittels der Elektroden. Diese sind in unserem Falle nichts anderes als die zusammengebogenen und mit einer Metallplatte versehenen Enden der Antennen unseres Kurzwellensenders, wodurch die Energie nicht mehr in den freien Raum übergeht, sondern sich zwischen die beiden Kondensatorplatten konzentriert. Selbstverständlich müssen sie auswechselbar sein und außerdem verschiedene Größe besitzen. Im Gegensatz zur Diathermie, wobei der Kontakt mit der Haut nicht fest genug sein kann — hierzu befeuchtet man absichtlich die Haut, entfernt Haare und andere Hindernisse —, wird der Kurz-

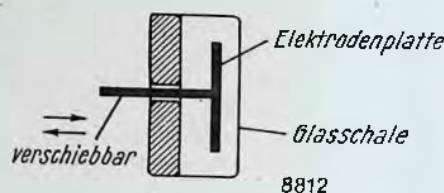


Abb. 2. Schema einer Elektrode nach Schliephake

wellenkreis bei dieser Einstellung schwingungsunfähig. Durch eingehende Versuche ergab sich weiterhin, daß erst bei einem großen Abstand der Platten vom Körper die gewünschte Tiefenwirkung erreicht wird. SCHLIEPHAKE in Gießen, dessen Name schon genannt wurde, hat sich um die technische Ausführung sehr verdient gemacht und fand, daß es besonders auf das zwischen Haut und Metall befindliche Dielektrikum ankommt. Durch vorgeschaltete kapazitive Widerstände wird das Spannungsgefälle im Körper selbst verringert, wodurch eine gleichmäßigere Wirkung garantiert wird.

Bei der technischen Ausführung wird zur Herstellung des gewünschten Elektrodenabstandes von der Haut die Endplatte der Energiezuführung mit einem Ring und einer Hülle aus Schott'schem Quarzglas umgeben, innerhalb deren die Metallplatte parallel dem Boden beliebig verschiebbar bleibt. Dabei hat Glas gemäß experimenteller Untersuchungen die angenehme Eigenschaft, die Energie des Feldes nur wenig zu absorbieren und dadurch nicht zu stören. Um eine lästige Randwirkung der Platten

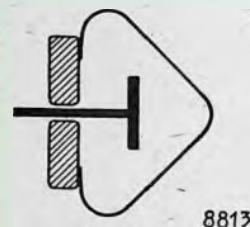


Abb. 3. Elektrode für die Behandlung der Achselhöhle

und eventuelle Verbrennungsgefahr zu vermeiden, wie sie durch Eindrücken der Haut und deren Hervorquellen hervorgerufen werden könnte, müssen in allen Fällen die Elektroden Schuhe größer sein als die Platten. Für spezielle Fälle werden biegsame mit Weichgummi isolierte Kondensatorelektroden geliefert sowie zur Behandlung in der Achselhöhle und im Innern von Körperhöhlen Elektroden mit entsprechend geformter Glashülle. Die Tragearme der Elektroden leiten die Energie nach Art der Lederdrähte. Sie müssen allseitig beweglich, ausziehbar und bequem feststellbar sein und außerdem den Patienten auf dem kürzesten Wege erreichen.

Die biologische Wirkung der Kurzwellen

Niemand zweifelt heute mehr daran, daß das Privileg der Kurzwellen in ihrer medizinischen Anwendung in einer durch keine andere Behandlungsmethode erreichten uneingeschränkten Wärme-Tiefenwirkung besteht. Die

Wärmeentwicklung hat eine erhöhte Blutanschoppung, eine Hyperämie, zur Folge, die nicht durch die Anwendung der üblichen, die kleineren Blutgefäße zusammenziehenden Mittel (z. B. Adrenalin) behoben werden kann, wie es bei rein thermischer Erwärmung Erfolg hätte. Eine Wärmepackung bringt erst nach vielen Stunden ein nur annäherndes Ergebnis und kann wegen der Hautschädigung nicht oft wiederholt werden. Auch die langwellige Diathermie (= Durch Wärme) trägt ihren Namen zu Unrecht, da hierbei der elektrische Strom entlang den Bahnen bester Leitfähigkeit, d. h. geringsten Ohmschen Widerstandes, wie es die Blutgefäße bieten, fließt und schlecht leitende Gebilde, also Knochen, Nerven und Fettgewebe leider unbeeinflusst bleiben. Nur in einem homogenen Medium, wie es der Körper nirgends ist, würden beide Wirkungen gleich sein.

Die volle Tiefenwirkung der Kurzwellen freilich läßt sich auch nur unter gewissen Bedingungen erreichen. Die Tiefendurchwärmung wächst mit der Größe der angelegten Elektroden und mit der Entfernung von dem zu be-

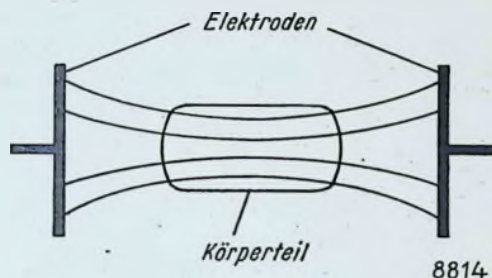


Abb. 4. Verlauf der Feldlinien bei Durchflutung eines Körperteils mit gleichgroßen Elektroden

handelnden Objekt. Durch gleichzeitige Erwärmungsversuche mit Diathermie und Kurzwellen konnte gezeigt werden, daß es gelingt, bei letzteren durch überstehende Platten die Tiefenwirkung über 100 % der Oberfläche zu treiben — ein Ergebnis, das die Diathermie mit ihren aufliegenden Elektroden niemals hervorbringen kann. Da die Dielektrizitätskonstante des zu behandelnden Körperteils größer ist als die der umgebenden Luft, laufen die Feldlinien zusammen mit dem Ergebnis, daß die Feldliniendichte und damit die Erwärmung größer wird als an der Oberfläche. Das gleiche Ergebnis einer erhöhten Durchwärmung läßt sich nun aber auch erzielen, wenn man eine Elektrode, die kleiner ist als der zu behandelnde Körperteil, weiter von diesem entfernt. Dabei wird meist eine Streuung der Feldlinien eintreten, wodurch der Querschnitt des in den Körper eintretenden Feldes erheblich größer wird. Nur dieser ist jedoch wirksam, man bezeichnet ihn nach der Vorstellung der älteren Physiologen als virtuelle Elektrode im Gegensatz zu der physikalisch reellen. Die Wirkung an der kleinen Elektrode ist stets kräftiger und wird gern zur Behandlung oberflächlicher oder einseitiger Erkrankungen benutzt. Es ist somit für die Tiefenwirkung gleichgültig, ob man mit kleiner Elektrode und großem Abstand oder großer Elektrode und kleinem Abstand arbeitet, ein bedeutsames Ergebnis, auf das J. KOWARSHIK u. a. erstmalig hinwies. Als weitaus bestes Dielektrikum zwischen Körper und der Schliephake-Elektrode wirkt Luft, so daß weitere Zwischenlagen unnötig sind.

Dies elektrische Feld durchdrängt auch alle wenig und schlecht leitenden Massen sehr gut und erzeugt in ihnen durch Influenz frequenzgleiche Ströme. Dabei greift die Energie in den Zellen und den kleinsten Teilchen der Materie, den Molekülen und Kolloidbestandteilen selbst an. Auch in diesen entsteht prinzipiell nichts anderes als Joule'sche Wärme, allerdings entspricht ihre Entstehung nicht dem Widerstand, wie bei der Wärmeerzeugung durch Gleichströme und Diathermie. Vielmehr ändert sich bekanntlich der hier maßgebliche Hochfrequenzwiderstand in seinem kapazitiven Anteil mit der

Frequenz. Jedoch hat nicht jede Frequenz eine gleich gute Erwärmung der Tiefe zur Folge, erst die Gleichheit des kapazitiven Widerstandes des Feldes und des Ohmschen Widerstandes der betreffenden Zelle ergibt den günstigsten Wert.

Um dieser Tiefenwirkung gerecht zu werden, hat SCHLIEPHAKE vorgeschlagen, nicht von einer Bestrahlung, sondern von einer „Durchflutung“ zu sprechen — ein Ausdruck, der auch mit den subjektiven Angaben des Patienten sehr gut übereinstimmt. Neben der gesicherten spezifischen Wärmewirkung scheinen außerdem bestimmte Beeinflussungen der Grenzflächen der Zellen aufzutreten, über die abschließend noch nichts näheres gesagt werden kann. Durch neuere Versuche ergab sich weiterhin, daß bestimmte Wellenlängen für spezielle Behandlungen bevorzugt sind. Da der Körper in seinem vielfältigen Geschehen kein homogenes Ganzes darstellt, sind derartige kleine Differenzen der Ionisierung und Dielektrizitätskonstante ohne weiteres denkbar. Das Verhängnis liegt nur leider darin, daß wir die spezifische Leitfähigkeit in unserem lebenden Körper — Versuche an toten Organen haben keinen Sinn — bisher nicht bestimmen können.

SCHLIEPHAKE in Gemeinschaft mit LIEBESNY und HAASE fanden weiterhin, daß es möglich ist, durch eine Durchflutung Bakterienkulturen außerhalb des Körpers abzutöten. Im lebenden Organismus würde die Behandlungszeit zu lang sein und den Körper schädigen. Da jedoch die Aufgabe des Arztes oft nur darin besteht, die Natur im Abwehrkampf gegen Schädigungen zu unterstützen, wird durch eine Schwächung der Krankheitserreger im Körper Heilung und Schwere der Krankheit wesentlich im günstigen Sinne beeinflusst. Weiterhin soll nach einer Durchflutung die Phagocytose gefördert werden, d. h. die Freilust der aufgenommenen Bakterien durch die weißen Blutkörperchen.

Im allgemeinen ergeben kürzere Wellenlängen (z. B. 6 m) eine besser gerichtete Tiefenwirkung. Erkrankungen der oberflächlichen Gebiete des Körpers lassen sich am vorteilhaftesten mit längeren Wellenlängen (~ 12 m) behandeln. Charakteristisch für jede Art der Behandlung ist die schnellere Heilung, oder eine beträchtliche Abkürzung sowie subjektiv für den Patienten die Ausschaltung von Schmerzen und dadurch Wegfall der äußerst schädlichen psychischen Belastung zugunsten einer Stär-

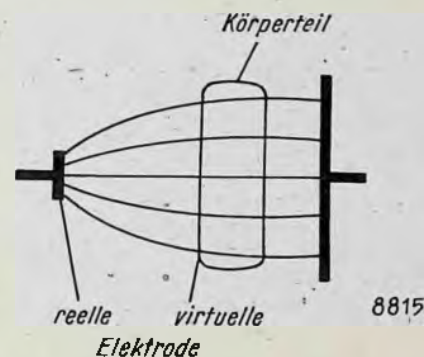


Abb. 5. Verlauf der Feldlinien bei ungleichen Elektroden

kung des allgemeinen Wohlbefindens. Die Dauer einer Behandlung beträgt, je nach Krankheit, zwischen 10 und 45 Minuten und kann nur durch tastende Versuche experimentell festgelegt werden. Wiederholungsschäden bei längerer Behandlung sind bisher nicht bekannt.

Die Heilbehandlung

Wenn es auch den Rahmen dieser Zeitschrift übersteigt, die in der Fachliteratur überaus zahlreichen Ergebnisse der Heilbehandlung mit Kurzwellen anzuführen, so wird dennoch bei dem großen Allgemeininteresse an medizinischen Fragen eine knappe Aufzählung nicht unerwünscht

sein. Wie schon im vorigen Abschnitt über die biologische Wirkung angedeutet war, besteht der Effekt vor allem in einer Wärmedurchflutung der Organe. Wärme ist angezeigt bei jeder Art akuter Entzündung und wir können daher sagen: je frischer und akuter irgendein Krankheitsprozeß ist, um so besser helfen die Kurzwellen. Die langwellige Diathermie bleibt den chronischen, langdauernden Leiden vorbehalten, außerdem ist sie schwer zu handhaben und Schäden sind manchmal nicht zu verhüten. Außerdem ist beobachtet worden, daß alte geheilte Prozesse wieder aufflammten und auf den übrigen Körper weiter verbreitet wurden.

Bei Furunkeln und Karbunkeln schwinden während der Kurzwellenbehandlung im Frühstadium Spannungsgefühl und Schmerzen schon nach der ersten Durchflutung, und nach wenigen Tagen ist eine Heilung ohne Narbenbildung eingetreten. War schon Eiter vorhanden, dann bricht er ohne große Schmerzen auf und erspart stets die lästige chirurgische Incision. Ebenso vielversprechend waren die bisherigen Ergebnisse bei dem Karbunkel, d. h. vielen Furunkeln auf begrenzter Stelle, wobei die so sehr gefürchtete Neuinfektion der benachbarten Haartalgdrüsen durch die Schwächung der Eitererreger vermieden wird. Ebenso rasch geht die eitrige Einschmelzung bei der Brustdrüsenentzündung, die zu einer gefürchteten Komplikation während der Stillzeit gehört, sowie Lymph- und Schweißdrüsenabscessen vor sich. Bei der Knochenmarkentzündung liegt der Erfolg der Behandlung von allem in einer beschleunigten Abstoßung der geschädigten Knochenteile. Neben diesen mehr oder weniger heftigen Entzündungen der Körperoberfläche sind die Heilungsergebnisse bei tieferliegenden Eiteransammlungen in den großen Körperhöhlen, etwa von der Nase ausgehend, in der Lunge und in dem Raum zwischen Lungen und Brustfell, infolge der gerichteten Tiefenwirkung sehr erfolgversprechend. Während bisher der Eiter nur durch vielfach wiederholte ausgiebige Punktionen entleert werden konnte, genügt bei der Behandlung mit Ultrakurzwellen oft eine einzige Entleerung. Die einsetzende Durchflutung regt die Resorption des Restes sogleich an und verhindert eine Neubildung.

Eine lang andauernde Schmerzfreiheit wird bei den verschiedensten Arten lokalisiert rheumatischer Krankheiten und Nervenleiden erzielt, sei es nun durch lokale Behandlung der Extremitäten oder durch allgemeine des Kopfes, wobei spezielle Arten von Migräne und Kieferschmerzen besonders günstig ansprechen.

Infolge der erhöhten Wärmeproduktion läßt sich bei einer Behandlung des ganzen Körpers künstliches Fieber erzeugen, wobei dann oft mehrere an den gleichen Pol angeschlossene Elektroden benutzt werden. Die allgemeine Fieberbehandlung wurde zu Beginn dieses Jahrhunderts von WAGNER-JAUREGG in Wien vorgeschlagen zur günstigen Beeinflussung der Körperabwehr bei Rückenmarkschwindsucht und Gehirnerweichung — damals allerdings durch Verwendung der Fieberzacken einer künstlichen Malaria-Infektion. In den Ultrakurzwellen haben wir nunmehr ein Fiebermittel in der Hand, dessen Wärmezufuhr jederzeit leicht dosierbar ist und sofort unterbrochen werden kann. Außerdem darf das Verfahren beliebig oft wiederholt werden, während die Malariakur in der Regel nur einmalig angewendet wird. Wir wollen jedoch nicht verschweigen, daß trotzdem von manchen Therapeuten die Fiebererzeugung durch Malaria oder andere Eiweißkörper vorgezogen wird, da ihnen ein persönliches vitales Geschehen innewohnt.

Von Tierversuchen ausgehend, war es die Veterinärmedizin, die sich besonders an Hunden und Pferden des neuen Mittels begeistert annahm, und im Schrifttum einen nicht geringen Raum einnimmt.

Schlusswort und Ausblick

Die Ultrakurzwellen stellen die physikalische Therapie vor vollständig neue Probleme und Heilungsaussichten. Es muß jedoch davor gewarnt werden, daß irgend welche

privaten Experimente mit dieser neuen praktischen Variation der elektrischen Schwingungskreise vorgenommen werden. Genau wie die Röntgentherapie gehört die Behandlung mit Kurzwellen nur in die Hand von Ärzten und Hilfspersonen, die eine ausreichende Spezialausbildung erhalten haben. Schon die Lagerung des Patienten, die Prüfung seines Wärmeempfindens, die Unterlage und der Behandlungsstuhl, erst recht die Wahl der zu benutzenden Elektroden, ihres Abstandes von der Haut, Wellenlänge, Behandlungsdauer und Dosierung erfordern genaueste Überwachung und allergrößte Erfahrung. Bei Beachtung der zahlreichen, zum Teil von der Industrie gegebenen Vorsichtsmaßregeln bleibt zu hoffen, daß Patienten und Personal jene unangenehmen Schäden erspart bleiben, wie sie die Einführung der Röntgenstrahlen leider mit sich brachte. Wir dürfen stolz sein, daß der systematische Aufbau des neuen Verfahrens vor allem in Deutschland durchgeführt worden ist.

Die bisherigen Ergebnisse einer nur sehr kurzen Zeit der Heilanwendung dieses jüngsten Zweiges der physikalischen Therapie geben uns die größte Aussicht zur weiteren erfolgreichen Behandlung bei seither schlecht oder unbeflüßbarer Krankheiten zum Wohle der leidenden Menschen.

Zeichnungen vom Verfasser

Eröffnung einer neuen Fernsprechstelle in Berlin

Als am 1. März 1936 auf der Strecke Berlin—Leipzig der Fernsprechdienst der Deutschen Reichspost aufgenommen wurde, bestanden in Berlin eine Fernsprechstelle im Columbushaus am Potsdamer Platz und eine zweite in der Hardenbergstraße 29 am Bahnhof Zoo. Eine weitere wurde 1938 auf dem Ausstellungsgelände in Witzleben eröffnet, der jetzt eine vierte Fernsprechstelle folgte, die am 1. April im „Haus der Technik“ in der Friedrichstraße den Betrieb aufnahm. Sämtliche Berliner Fernsprechstellen können untereinander verkehren oder mit den Städten Leipzig, Nürnberg und München, die ebenfalls am Fernsprechnetz angeschlossen sind.

Im Gegensatz zum Fernsehrundfunk, der bekanntlich mit 441 Zeilen-Bildern im Zeilensprungverfahren arbeitet, erfolgt die Bildübertragung im Fernsprechdienst mit 180 Zeilen und 25 Bildwechseln. Eine feinere Auflösung des Bildes ist hier nicht erforderlich, da es sich nur um die Übermittlung von Kopf- oder Brustbildern der Gesprächspartner handelt, die aber schon im 180-Zeilen-Bild sehr deutlich zu erkennen sind und mit allen Feinheiten wiedergegeben werden.

Als Aufnahmegeräte finden im Fernsprechdienst sowohl Lochscheiben-Abtaster der Fernseh-A.-G. wie auch Linsenz-Abtaster von Telefunken Verwendung. Bei dem üblichen Bildformat von 5:6 erhalten wir bei 180 Zeilen eine Bildpunktzahl von rd. 40 000, so daß bei 25 maligem Bildwechsel in jeder Sekunde 1 Million Bildpunktzeichen zu übertragen sind. Da sich nun jede Halbwelle zur Übertragung eines Helligkeitswertes ausnutzen läßt, so kommt dies einer Frequenz von 500 000 Hz gleich. Zur Weiterleitung der Bilder über die Breitbandkabel werden die Bildfrequenzen einer Trägerwelle von 1,3 MHz aufgedrückt, wobei das untere Seitenband zur Übertragung kommt.

Zur Wiedergabe der Bilder werden ausschließlich Braunsche Röhren benutzt, deren Schirmbild in einem Ausschnitt der Sprechkabine erscheint.

Wenig bekannt ist, daß in den Städten mit mehreren Fernsprechstellen ein Ortsverkehr unterhalten wird. Die Ortsgebühr für ein Fernsehgespräch beträgt nur 0,50 RM, gegebenenfalls zuzüglich einer Gebühr von 0,40 RM für das Herbeirufen des Gesprächspartners.

Hkd.

Bau von Mikrofonen aus Lautsprechern und Kopfhörern

Es ist an sich bekannt, daß sich Kopfhörer und Lautsprecher auch als Mikrophon eignen. Die Empfindlichkeit ist dabei so groß wie beim Reißmikrophon, d. h. man wird in den meisten Fällen einen einstufigen Vorverstärker benötigen. Ein solches Mikrophon ist im Gegensatz zu Kohlemikrophonen vollkommen lageunabhängig. Ein weiterer Vorteil bietet sich in der Möglichkeit, das Mikrophon wahlweise auch als Lautsprecher zu verwenden. Wenn man beispielsweise aus einem vom Verstärker-raum abgelegenen Raum „sendet“, kann man mit Hilfe einer Umschalttaste das dort befindliche Mikrophon zur Nachrichtenübermittlung an den Sprecher oder an den Musizierenden benutzen.

Allerdings sind die Kopfhörer und Lautsprecher in der vorliegenden Form wenig für Mikrophonzwecke geeignet, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Beim Kopfhörer ist der den Schallwellungen ausgesetzte Flächenanteil sehr klein im Vergleich zur gesamten Membranfläche.
2. Die Membrane des Kopfhörers sowohl wie die des Lautsprechers arbeitet nicht frequenzunabhängig, sondern besitzt Resonanzlagen, die sich bei Verwendung als Mikrophon störend bemerkbar machen.
3. Die Membrane hat insbesondere beim Lautsprecher eine zu große Masse im Vergleich zur aufgegebenen akustischen Leistung. Dieser Nachteil macht sich besonders bei den höheren Frequenzen bemerkbar, so daß die Sprache dumpf klingt.

Im folgenden sollen Richtlinien angegeben werden, um die genannten Nachteile zu vermeiden.

A. Bau von Mikrofonen aus Kopfhörern

Vorauszusetzen ist, daß der evtl. alte Kopfhörer noch tadellos arbeitet oder durch Aufmagnetisieren, Erneuerung durchgebrauchter Spulen, Korrigieren des Membranabstands wieder instandgesetzt worden ist. Die wichtigste Maßnahme zum Umbau in ein Mikrophon stellt die Erweiterung der kleinen Schallöffnung der Muschel dar. Hierzu sägen wir mit der Laubsäge eine Scheibe von

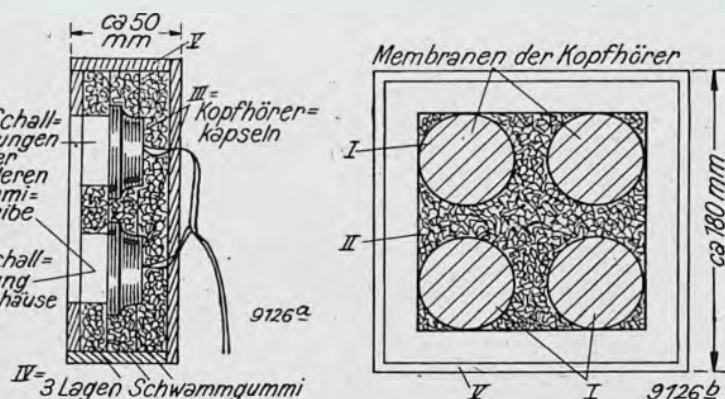


Abb. 1. Bau eines Mikrophons aus vier Kopfhörermuscheln mit erweiterten Schallöffnungen. a) Gehäuse im Schnitt, die Muscheln von der Seite gezeichnet, b) Mikrophon von vorn (ohne Sockel)

etwa 40 mm Durchmesser heraus, so daß gerade ein Befestigungsring übrigbleibt. Das Mikrophon läßt sich nun schon gut verwenden. Stört der metallische Eigenklang der Membrane, so füllt man den Innenraum des Hörers nicht zu locker mit Watte aus und schraubt die Muschel locker auf, so daß die Membrane nicht festgespannt ist. Damit sich die Muschel nicht darüber hinaus lockert, sichert man sie in dieser Stellung mit Cohesin. Im betriebsfertigen Zustand soll die Membrane einen möglichst

geringen Abstand von den Polschuhen haben, jedoch ohne zu kleben. Eine weitere Verbesserung der Wiedergabe läßt sich durch gleichzeitige Verwendung mehrerer Kopfhörersysteme erreichen, wobei es zweckmäßig ist, durch verschiedene festes Aufschrauben der Muscheln die Eigenfrequenz unterschiedlich zu wählen. Zur Erzielung hoher Ausgangsspannungen werden die Spulen aller Systeme hintereinander geschaltet. Ein Anpassungstransformator erübrigt sich wegen der hochohmigen Beschaffenheit der Telefonspulen.

Wichtig ist auch eine zweckmäßige Halterung der Systeme. Hierfür gibt Abb. 1 ein Beispiel. Das dort gezeigte Mikrophon besteht aus vier Einheiten, die nebeneinander in Schwammgummi angeordnet sind. Zur Anfertigung der Polsterung sind drei große Scheiben Schwammgummi von etwa 1 cm Dicke erforderlich. Die Öffnungen der mittleren Scheibe sind so bemessen, daß die Systeme gerade darin passen. Die vordere Schwammgummischiene hat etwas kleinere Öffnungen, welche die Membrane freilassen. Die drei Scheiben lassen sich mittels Gummilösung, deren Trocknen vor dem Zusammenfügen der Teile abzuwarten ist, dauerhaft zu einem einzigen Block vereinigen. Als äußerer Halt dient ein flaches Kästchen aus Sperrholz oder Isolierstoff, das vorn mit dünner Seide abgeschlossen wird. Unter dem Mikrophonkasten ist ein schwerer Fuß angebracht, in den gegebenenfalls der einstufige Vorverstärker eingebaut wird.

B. Bau von Mikrofonen aus Lautsprechern

Hierfür eignen sich Lautsprecher aller Bauweisen mit Ausnahme von fremderregten dynamischen Lautsprechern, deren Netzbrummen hier stark hervortreten würde. Besonders gut geeignet sind die Lautsprecher mit kleinen Membranedurchmessern. Im allgemeinen gilt nämlich die Regel, daß ein Lautsprecher bei Verwendung als Mikrophon zu einer um so dumpferen Wiedergabe führt, je größer die Membrane ist. Kann man sich zu baulichen Änderungen am Lautsprecher nicht entschließen, so bleibt der Ausweg, die tiefen Tonlagen elektrisch zu benachteiligen, indem man in den Leitweg einen Kondensator einschaltet. Das geschieht am besten unmittelbar hinter dem als Mikrophon dienenden Lautsprecher, damit der Verstärker durch die Bässe nicht übersteuert wird. Bei hochohmigem Ausgang des Mikrophons genügt ein Kondensator von etwa 5000 cm bis etwa 50 000 cm.

Darüber hinaus kann man die Natürlichkeit des Mikrophons verbessern, indem man die Membrane mittels Watte dämpft, die in den Raum zwischen Membrane und Metallkorb eingefügt wird.

Eine noch weitergehende Anpassung des Lautsprechersystems läßt sich durch Verkleinern der Membrane erreichen. Ein Weg dazu besteht darin, in die Membrane mit Hilfe einer kleinen Schere oder einer Rasierklinge einen symmetrisch liegenden kreisförmigen Einschnitt von etwa 6...7 cm Durchmesser und 5 mm Breite zu machen, der darauf mit einem etwa 10 mm breiten Ring aus dünnem Handschuhleder überklebt wird. Natürlich kann der Lederring aus vielen kleinen Teilstücken zusammengesetzt werden. Nach diesem Eingriff arbeitet das Mikrophon nur noch mit der kleinen Innenmembrane, während der äußere etwa 5...10 cm breite Rand als Lagerung des Innenteils dient und gleichzeitig infolge seiner Kegelform die Schallwellen etwas sammelt. Ein derartig geänderter Lautsprecher hat übrigens auch als Hochtוןlautsprecher praktische Bedeutung. Durch die Verkleinerung der Membrane erhöht sich die Eigenfrequenz des Lautsprechers. Um sie wieder zu verringern und in den Bereich zu verlegen, wo sie weniger stört, empfiehlt es sich, die „Spinne“ der Membrane, durch die

Membrane und Schwingspule gehalten werden, mit einer kleinen Feile etwas dünner zu schaben, wozu aber keineswegs das Membranensystem herausmontiert zu werden braucht. Ferner hilft hier das schon mehrfach genannte Mittel: Watte zur Dämpfung der Membrane.

Die beschriebene Methode, einen Lautsprecher durch Verkleinern seiner Membrane mikrophongeeigneter zu machen, hat den Nachteil, daß die äußeren Abmessungen

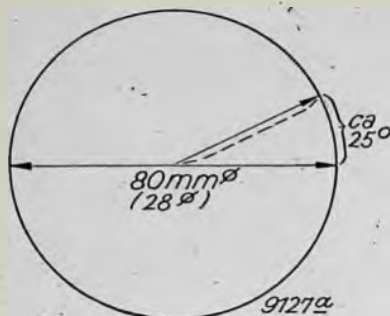


Abb. 2a. Maße zur Anfertigung des Schwingkegels für das aus einem Lautsprecher umgebaute Mikrophon

die gleichen bleiben. Man kann jedoch den Membrankorb durch Durchsägen der Wandungsstreben entsprechend der neuen Membrangröße verkleinern. Dabei ist eine Einspannung der Membrane am Rand nicht mehr möglich, sondern man muß sich mit der Lagerung durch die Zentrierspinne bzw. durch den Antriebsstift begnügen. Unter Umständen kann man an dem verkleinerten Membrankorb einen Ring aus Holz oder Metall befestigen, der zusammen mit Stücken weichen Leders den Membranrand einfaßt.

Ein besonders handliches Mikrophon ergibt sich, wenn man ein kleines Lautsprechermodell aus einem Reisegerät benutzt. Hier genügt es, die Lagerung der Mem-

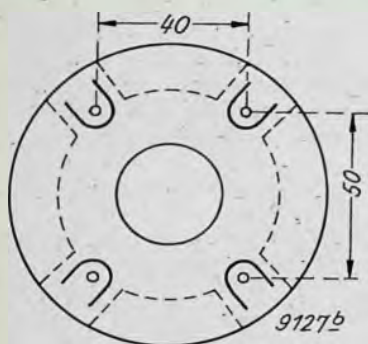


Abb. 2b. Anordnung der zur Halterung von Membrane und Schwingspule bestimmten vier Löcher im Membranenrand (siehe Text)

brane durch Einfügen eines Halteringes aus Leder sowie durch geringes Einfeilen der Spinne weicher zu gestalten und die Membrane durch Watte zu dämpfen.

Im Handel sind Einzelteile zu Reparatur von permanentdynamischen Lautsprechern vorhanden, aus denen ohne große Kosten brauchbare Mikrophone anzufertigen sind. Man benötigt hierzu den Magneten und die Schwingspule. Falls diese mit der Membrane und der Zentrierspinne vereinigt ist, muß man sie sorgfältig davon befreien. Außerdem ist der Spulenkörper so weit zu verkürzen, daß er in der Arbeitslage der Spule nur um etwa 2 mm über den Luftspalt hervorsteht (Abb. 3). Als Werkzeug benutze man hierzu die Laubsäge und — bzw. oder — eine Rasierklinge. Es ist dabei acht zu geben, daß die beiden Zuleitungen der Schwingspule nicht beschädigt werden. Hat man die Schwingspule derart vorbereitet, dann gilt es, sie mit einer neuen, aber besonders leichten Membrane zu versehen, welche auch die Zentrierung der

Spule mit übernehmen kann. Die Membrane fertigt man sich aus dünnem Pergamentpapier an. Durchmesser und Größe des herauszuschneidenden Segments gehen aus Abb. 2a hervor. Die beiden Ränder des Segments werden miteinander verklebt und der so entstandene Kegel in den Spulenkörper gesetzt, dessen Rand ebenfalls mit Klebstoff versehen wird. Wenn der Kegel fest angeleimt ist, entfernt man mit einer kleinen Schere die in die Spule hineinragende Kegelspitze. Dann fertigt man sich einen zweiten, und zwar sehr kleinen und flachen Kegel an (Durchmesser in Abb. 2a in Klammern gesetzt), der mit der Verbindungsstelle des größeren Kegels und dem Spulenkörper verleimt wird. Die angegebenen Maße beziehen sich auf den Magneten des bekannten Volks-

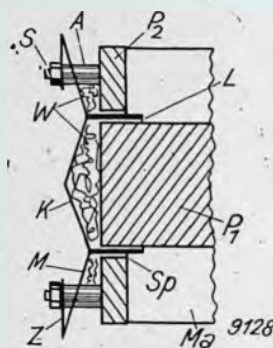


Abb. 3. Aufbau des Mikrophons (in seitlichem Querschnitt). Ma = Magnet, P₁ = innerer, P₂ = äußerer Polschuh, L = Luftspalt, Sp = Schwingspule, K = innerer Membrankegel, M = äußerer Membrankegel, W = Watte bzw. sonstige Dämpfungsmittel, S = vier Befestigungsschrauben, A = Abstandsrollen, Z = federnde Zunge

Permanent-Dynamischen Lautsprechers G Pm 342 und sind bei Verwendung anderen Materials entsprechend abzuändern.

Die Halterung der Membrane und der Spule kann bei dem genannten Magneten unter Verwendung der vier Schrauben, die sonst das Metallgestell der Membrane mit dem Magneten verbinden, vorgenommen werden. Diese Schrauben müssen allerdings durch etwas längere Schrauben ersetzt werden (etwa 15 mm). Außerdem sind kleine

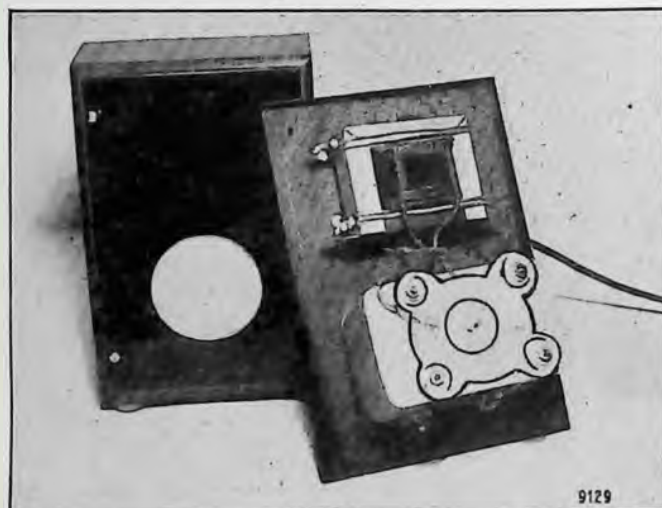


Abb. 4. Lichtbild eines nach Abb. 2—3 angefertigten Mikrophons, links das Gehäuse mit Schallöffnung

Abstandsrollen von etwa 8 mm Länge notwendig. Es besteht einmal die Möglichkeit, die Membrane nach Anbringen von vier passenden Löchern auf den mit den Abstandsrollen versehenen Schrauben zu befestigen. Der notwendige zentrische Sitz der Schwingspule im Luftspalt

des Magneten läßt sich durch geringes Verschieben der Membrane an den Befestigungsstellen ziemlich leicht erreichen. Die Zentrierung wird erleichtert, wenn man währenddessen einen kräftigen Wechselstrom durch die Spule schickt, der die Spule hin- und herschleudert und sie dabei von selbst in die Mittellage zu bringen sucht. Nach dem Zentrieren werden die Schraubenmutter fest angezogen. Abgesehen von der richtigen Zentrierung ist noch wichtig, daß die Schwingspule zu beiden Seiten des Luftspalts um gleiche Teile übersteht. Durch kleine Unterlegscheiben, durch die man die Länge der Abstandrollen verändert, ist etwaigen Fehlern in dieser Hinsicht abzuweichen.

Eine größere Beweglichkeit der Membrane und damit größere Lautstärke ergibt sich, wenn man um die für die Halteschrauben bestimmten Löcher in der Membrane je einen halbkreisförmigen Einschnitt macht, so daß federnde Zungen entstehen (Abb. 2 b, 3 und 4). Wenn die Membrane befestigt wird, so ist nicht zu vergessen, zu ihrer Dämpfung unter den kleinen Mittelkegel etwas Watte

einzufügen. Ferner ist es günstig, auch die größere Membrane durch untergeschobene Watte unmittelbar zu dämpfen. Zwar sinkt so die Lautstärke, aber dafür steigt die Klanggüte wesentlich an. Die Membrane hat so noch den Nachteil, daß sie zu wenig starr ist, so daß keineswegs alle die Membrane treffenden Schwingungen an die Spule weitergegeben und in elektrische Wechselströme umgesetzt werden. Die erforderliche Starrheit läßt sich erzielen, indem man die gesamte Membran einige Male dünn mit „Cohesin“ bestreicht. Abb. 4 zeigt ein derart gebautes Mikrophon zusammen mit dem Übertrager. Der Magnet und der Übertrager sind durch mehrere Windungen starker Bronzelitze auf dem Grundbrett festgebunden, wobei die Enden der Litzen miteinander verlötet wurden. Die Membrane ist bei diesem Modell noch weiter verkleinert worden entsprechend den gestrichelten Linien in Abb. 2 b. Natürlich lassen sich auch noch andere Bauweisen anwenden. So kann man z. B. als Membrane eine glatte Glimmerscheibe verwenden, auf welcher die Schwingspule durch Kitt befestigt ist. H. Boucke.

Künstliches Nordlicht

Wie „World-Radio“ berichtet¹⁾, ist es Professor V. A. BAILEY von der Universität in Sydney (Australien) gelungen, ein Verfahren zu entdecken, durch Ausstrahlung von Funkzeichen in die höheren Schichten unserer Atmosphäre Nordlichterscheinungen künstlich hervorzurufen. Diese Entdeckung ist das Ergebnis einer Weiterentwicklung der BAILEY-MARTIN-Theorie von der Wechselwirkung der Funkwellen. Wie Professor BAILEY zu der erstaunlichen Feststellung gelangte, soll im folgenden näher beschrieben werden.

Den Ausgang der Forschungen bildete die Beobachtung eines Rundfunkhörers in England, der bei der Einstellung seines Empfängers auf den Sender Radio-Paris im Hintergrunde schwach das Programm von Radio-Luxemburg hörte. Bald darauf wurde diese Erscheinung von anderer Seite bestätigt, als in Eindhoven (Niederlande) beim Empfang des Schweizer Senders Beromünster auf 460 m die Modulation von Radio-Luxemburg auf Welle 1190 m zeitweise so stark hervortrat, daß sie empfindlich störte. In Eindhoven beobachtete man nun diese Erscheinung beim Empfang von zehn Sendern zwischen Wellen von 259 m bis 1725 m, dagegen nicht bei der Einstellung auf britische Sender.

Daraus entwickelte sich die BAILEY-MARTIN-Theorie von der Wechselwirkung der Funkwellen. Danach kann eine von einem Mittelwellensender ausgestrahlte Welle, die den von einem starken Langwellensender wie Radio-Luxemburg, Radio-Paris oder Drottwich beeinflussten Bereich durchquert oder auf ihrem Weg einen solchen Bereich streift, zu der eigenen Modulation die des Langwellensenders aufnehmen, so daß ein Hörer, der sich an einer geographisch geeigneten Stelle befindet, neben dem Programm des Mittelwellensenders gleichzeitig, aber in verminderter Stärke, die Darbietungen des Langwellensenders empfangen kann. Die beiden Gelehrten, die diese Theorie aufstellten, sagten verschiedene weitere Wirkungen voraus, deren eine in der Unterdrückung der hohen Töne in dem „Hintergrundprogramm“ besteht.

Während der Gesamtdauer der Beobachtungen verfolgte man nur das Eindringen von Langwellenübertragungen in den Empfang von Sendungen auf mittlerer Welle, obwohl einige Beobachter von Fällen berichteten, in denen Übertragungen von Mittelwellensendern den Hintergrund beim Empfang von Langwellensendern bildeten. Diese Feststellung veranlaßte BAILEY, seine Theorie zu überprüfen und daraufhin zu erweitern. Er selbst schrieb darüber im Januar 1937 wie folgt:

„Dr. MARTIN und ich haben bereits eine quantitative Theorie über die als Wechselwirkung der Funkwellen bekannte Erscheinung aufgestellt. Es hat sich erwiesen, daß diese Theorie mit den Beobachtungen gut übereinstimmt. Sie hat insbesondere zu Schlüssen über die akustische Verzerrung der aufgedruckten Modulation geführt, die durch die anschließenden Beobachtungen von VAN DER POL und VAN DER MARK hinreichend bestätigt wurden. Diese Theorie weist jedoch eine gewisse Ungenauigkeit auf, die ich vor etwa Jahresfrist erkannte, während ich mich mit einer Forschungsarbeit befaßte, die auf den ersten Blick keine weittragende Bedeutung zu haben schien.

Bei Überprüfung der Theorie mit dem Ziel, sie auf eine festere Grundlage zu stellen, hatte ich ein unerwartetes und interessantes Ergebnis: In Abhängigkeit von dem Grad der Modulation, die eine Welle W einer anderen Welle W_1 aufdrückt, kann eine beträchtliche Resonanz auftreten, wenn die Winkelfrequenz ω der Welle

W den Wert Ω überschreitet, wobei $\Omega = \frac{He}{2\pi m}$ die

Wirbelfrequenz ist, mit der aus dem Weltraum über die Pole der Erde einströmende Elektronen sich in einer Spirale um die Kraftlinien des erdmagnetischen Feldes legen. Der Wert für H entspricht der gesamten erdmagnetischen Kraft in dem betreffenden Teil Ionosphäre; e ist die Ladung der Elektronen und m ihre Masse.

Die Theorie folgert auch — aus der allgemein gültigen Kenntnis über die Fortpflanzung von Funkwellen und über die Bewegung der Elektronen in der Luft — daß eine Funkstelle, deren Welle eine Winkelfrequenz innerhalb von etwa 5 vH der örtlichen Wirbelfrequenz hat, mit geeigneten mittleren und langen Wellen eine wahrnehmbare Wechselwirkung hervorrufen kann, wenn dieser Sender mit einer Leistung von rund 1 oder 2 kW arbeitet.“

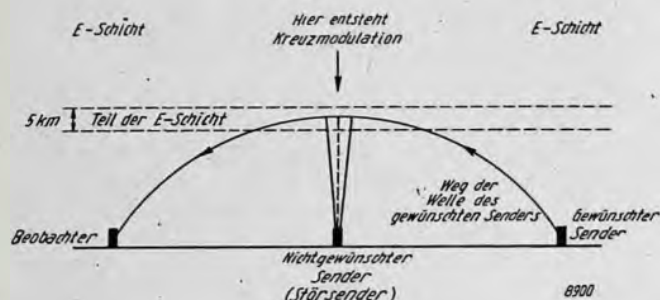
Nach Behandlung einiger weiterer mathematischer Punkte erwähnt Professor BAILEY die Beobachtung in Ambleside (Westmorland), wonach beim Empfang des 60 kW starken Senders Athlone auf Welle 531 m im Hintergrund die Übertragungen des über nur 0,5 kW Leistung verfügenden Senders Dublin zu hören waren. Aus den vorliegenden Angaben magnetischer Zahlen folgerte BAILEY, daß die resonante Wellenlänge in der E-Schicht der Ionosphäre halbwegs zwischen Athlone und Ambleside auf rund 232 m zu schätzen sei. Diese Welle weicht um nur 4 vH von der Welle des Senders Dublin ab.

¹⁾ „World Radio“ Nr. 705 vom 27. 1. 1939

Aus seinen theoretischen Schlüssen leitet BAILEY ab, daß u. a. folgende Sender durch Resonanz-Wechselwirkung feststellbare „Hintergründe“ auf den von andern Sendern empfangenen Wellen aufweisen können: Monte Ceneri (257,1 m), Freiburg/Breisgau (251 m), Frankfurt/Main (251 m), Lille (247,3 m), Radio-Marconi (245,5 m), Cork (241,9 m), Saarbrücken (240,2 m), Nürnberg (236,8 m), Klagenfurt (231,8 m), Vorarlberg (231,8 m), Malmö (228,7 m), Kiel (225,6 m), Hannover (225,6 m), Stettin (225,6 m), Dublin (222,6 m), Oklahoma City KOMA (202,7 m), Nashville WLAC (204,1 m) und Los Angeles KECA (209,8 m).

Die Wirbelfrequenz kann auch als Wirbelwelle bezeichnet werden, und diese erreicht in der E-Schicht den Wert von $111/H$. In England hat H einen Wert zwischen 0,48 und 0,5. Zur Berechnung des Wertes einer Wirbelwelle in der E-Schicht ist insofern eine kleine Änderung nötig, als der Wert für H in dieser Schicht um 4 vH niedriger als auf dem Erdboden ist. In England ist die Wirbelwelle in der Größenordnung von 220 m, in Frankfurt/Main 241 m, in Italien 245 bis 250 m, in Ägypten 275 m. Die höchste Wirbelwelle in Europa liegt unter 270 m. Ein Wirbelfrequenzsender ist somit ein Sender, dessen Welle der örtlichen Wirbelfrequenz gleich ist oder sich ihr stark nähert.

Der Vorgang der Wirbelwechselwirkung kann wie folgt erklärt werden. Der Umstand, daß in dem unteren Teil der E-Schicht ein ausgesprochener Ionisationsanstieg zu erkennen ist, deutet auf einen Teil der Schicht hin, der die außerordentliche Komponente der von einem Wirbelfrequenzsender ausgestrahlten Welle nahezu völlig aufsaugt. Dieser Teil der Schicht hat einen Durchmesser



von etwa 5 km. Geht nun die Welle des Senders, den man empfangen will, durch den besagten Schichtbereich oder gelangt sie in dessen Nähe, so wirkt die außerordentliche Komponente auf sie ein und erzeugt den „Hintergrund“. Dieser Vorgang ähnelt dem bei gewöhnlicher Wechselwirkung. Wie festgestellt wurde, verstärkt sich auf Entfernungen bis zu 500 km der Einfall des Störsenders bei gegebener Leistung mit zunehmendem Abstand des Beobachters vom Wirbelfrequenzsender. Bei einer Leistung des Störsenders von 1 kW ist die Wirbelwellenresonanz gerade noch wahrnehmbar, bei höherer Leistung kann der aufsaugende Teil der E-Schicht stärker als 5 km sein. Die Welle des eingestellten Senders zeigt den stärksten „Hintergrund“, wenn die Spitze ihrer Bahn gerade unterhalb der oberen Grenze des aufsaugenden Teils der E-Schicht liegt. Daraus ergibt sich, daß der gewünschte Sender geographisch weit entfernt stehen sollte, wenn seine Welle kurz ist. Bei näher gelegenen gewünschten Sendern begünstigen die langen Wellen im Rundfunkband das Auftreten der Wechselwirkung, und es ist wahrscheinlich, daß sich diese Erscheinung zur Nachtzeit verstärkt.

In mehreren Ländern hat der Rundfunk diese Theorie der Wirbelwechselwirkung durch Versuche nachgeprüft, und die Ergebnisse bestätigten die Auffassung.

Auf Grund neuer Versuche gelang es Professor BAILEY, seine ursprüngliche Theorie weiter auszubauen und eine höchst erstaunliche Schlußfolgerung zu ziehen. Am 1. Oktober 1938 schrieb er hierüber folgendes: Vor etwa einem Jahr wandte man das Augenmerk einer neuen mathematischen Theorie der Funkwechselwirkung zu, die, entgegen der ursprünglichen mathematischen Theorie, zu dem wichtigen Schluß führte, daß ungewöhnlich große aufgedrückte Modulationen durch Wellen verursacht werden können, deren Frequenzen der örtlichen Wirbelfrequenz nahezu gleich sind. Die Schlußfolgerung wurde durch Versuche im März 1937 bestätigt. Daher dürften weitere Schlüsse aus der neuen Theorie von allgemeiner Bedeutung sein. Da eine Welle von Wirbelfrequenz in der E-Schicht solche bemerkenswerten Wirkungen hervorrufen kann, liegt es nahe, Einzelheiten über einen Wirbelwellenstrahler zu ergründen, der imstande wäre, eine sichtbare Glimmentladung in der Ionisationsschicht zu erzeugen.

Aus den Ergebnissen der Versuche von H. A. WILSON mit Entladeröhren, die Luft unter niedrigem Druck enthalten, und aus den allgemein gültigen Kenntnissen von der Ionosphäre und den Funkwellen läßt sich folgern, daß zur Nachtzeit in Breitengraden, wo das erdmagnetische Feld fast senkrecht steht, eine sichtbare Glimmentladung nahe dem unteren Teil der E-Schicht durch einen Funksender erzeugt werden könnte, der mit Hilfe eines Antennengebildes einen geeigneten, kreisförmig polarisierten, senkrecht gerichteten Strahl von Wirbelwellen mit einer Sendeleistung von 500 kW ausstrahlt. Das Antennengebilde müßte aus 800 waagerechten Halbwellenantennen bestehen, die in einer im Abstand von $\frac{1}{2}$ Wirbelwellenlänge über dem Erdboden liegenden Ebene aufgebaut sind. Dies Antennengebilde hätte die Form eines rechteckigen Netzes von 50 m Höhe, einer Länge von 2 km und einer Maschenweite von 100 m. Etwa die Hälfte des Strahls würde in dem Kegel eines senkrecht gestellten Winkels von 6° liegen. Die dadurch entstehende Glimmentladung in der oberen Atmosphäre würde weniger als 100 km hoch auftreten und etwa 50mal so hell sein wie der Himmel in einer Nacht ohne Mondschein.

Bei Erzeugung der Wirbelwellen in einer Reihe von Impulsen (kurzen Wellengruppen) könnte eine entsprechende Reihe von Glimmentladungen auch mit einem weit schwächeren Sender erzeugt werden.

Solche künstlichen Nordlichter wären von großem wissenschaftlichen Nutzen, weil mit ihrer Hilfe die Teile der oberen Atmosphäre in annähernd 90 km Höhe durch nachprüfbar spektroskopische und andere Beobachtungen näher untersucht werden könnten. Man darf daher hoffen, daß Mittel und Wege gefunden werden, mit dem 500 kW starken Sender in Cincinnati solche künstlichen Nordlichter zu erzeugen.

Aus den bisherigen Forschungsergebnissen läßt sich auch die Möglichkeit herleiten, mit einem Antennengebilde, das ähnlich dem beschriebenen, aber sehr viel kleiner als dieses ist, und mit Wirbelwellen, die mit etwa 1 Million kW ausgestrahlt werden, in klaren Nächten über einen Bereich von 10 000 qkm die für Straßen vorgeschriebene Mindestbeleuchtung zu erzeugen. Diese würde der Stärke des Mondscheins bei Vollmond ungefähr gleichkommen. Nur ein geringer Teil der ausgestrahlten Energie würde in der Form von Funkwellen zur Erde zurückstrahlen, wo er sonst den gewöhnlichen Funkempfang stören könnte. Professor BAILEY schließt seine Ausführungen mit dem Hinweis auf die von GILL ausgeführten Versuche, die den Beweis der Richtigkeit der Schlußfolgerungen BAILEYS erbracht haben. Gh.

Die Ermittlung des Frequenzbereiches mit den Ersatzschaltungen der Röhre

Von Dipl.-Ing. HELMUT PITTSCH

Nachdem bereits früher die Ersatzschaltbilder des Übertragers¹⁾ und der Röhre²⁾ beschrieben wurden, werden nun praktische Anwendungsbeispiele gebracht.

Eine der Voraussetzungen für eine gute Wiedergabe besteht in einem genügend großen Frequenzbereich des Niederfrequenzverstärkers, denn ein guter Hochfrequenzteil bzw. Tonabnehmer oder Mikrophon und ein guter Lautsprecher können nichts nützen, wenn der Niederfrequenzteil die tiefen oder hohen Frequenzen oder beide benachteiligt oder sogar unterdrückt. Die beste Übersicht über die Ursache der Benachteiligung oder Unterdrückung von Frequenzen gewinnt man an Hand der Ersatzschaltbilder des Übertragers¹⁾ und der Röhre²⁾.

Die obere Grenzfrequenz bei der Widerstandskopplung

Der von einem Niederfrequenzverstärker durchgelassene Frequenzbereich ist nach unten und oben begrenzt, wie Abb. 1 veranschaulicht, in welcher auf der Waagerechten die Frequenz und auf der Senkrechten das Übertragungsmaß (Lautstärke), beide in logarithmischem Maßstab, aufgetragen sind. Die beiden Frequenzen f_u und f_o , bei denen die Verstärkung (Übertragungsmaß) gegenüber dem mittleren Frequenzbereich auf das 0,7fache abgesunken ist, nennt man die untere bzw. obere Grenzfrequenz. Die obere Grenzfrequenz eines Widerstandsverstärkers ist wesentlich durch die Größe der Nebenschlußkapazität C

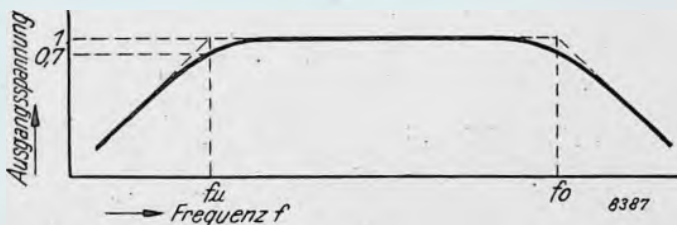


Abb. 1. Frequenzkurve eines Verstärkers.

beeinflusst, die sich zusammensetzt aus der Anoden-Kathoden-Kapazität der Röhre I in Abb. 2, der Kapazität C_1 , den Kapazitäten der zwischen den beiden Röhren I und II befindlichen niederfrequenzführenden Leitungen und Schaltelemente sowie der dynamischen Gitter-Kathoden-Kapazität der folgenden Röhre II. Nun ist aber die obere Grenzfrequenz nicht etwa von der absoluten Größe der Kapazität C oder immer von dem Verhältnis dieser Kapazität C zum Anodenwiderstand R_1 abhängig, sondern von dem Verhältnis dieser Kapazität C zur Parallelschaltung des Innenwiderstandes und Ohmschen Außenwiderstandes R_a (einschließlich des wechselstrommäßig parallel liegenden Gitterableitwiderstandes), welche bei Dreipol- und Fünfpölröhren sehr verschieden groß ist. Dies zeigt das Stromquellen-Ersatzschaltbild nach Abb. 3, in welcher die Ohmschen Widerstände, nämlich Innenwiderstand R_i und Außenwiderstand R_a , einerseits zu einem Widerstand R und die genannten Kapazitäten andererseits zu einer Gesamtkapazität C zusammengefaßt sind.

Als Grenzfrequenz bezeichnet man nun diejenige Frequenz, bei welcher der Widerstand R in Abb. 3 gleich dem kapazitiven Widerstand von C ist. Die Gleichung zur Berechnung der oberen Grenzfrequenz f_o lautet deshalb:

$$f_o = \frac{10^{12}}{2 \pi \cdot R \cdot C} \quad (C \text{ in pF})$$

¹⁾ H. PITTSCH, Das Ersatzschaltbild des Übertragers, Funk 1938, H. 21, S. 577. — Das Ersatzschaltbild des Übertragers bei der induktiven Antennenankopplung, Funk 1939, H. 5, S. 113.

²⁾ H. PITTSCH, Die beiden Ersatzschaltbilder der Röhre, Funk 1939, H. 6, S. 146.

Wegen der Phasenverschiebung der durch R und C fließenden Ströme ist der resultierende Widerstand von R und C bei der oberen Grenzfrequenz nicht auf die Hälfte, sondern nur auf etwa das 0,7fache (genau: das $1/\sqrt{2}$ fache)³⁾ gesunken. Auch die Anoden-Wechselspannung U_a ist wegen des konstanten Kurzschlußstromes I_k auf das 0,7fache abgesunken, wie in Abb. 1 bei f_o angedeutet ist.

Ist die Röhre I in Abb. 2 eine Dreipölröhre, so ist R in Abb. 3 wegen des gegen R_i großen Anodenwiderstandes R_1 (z. B. 100 000 Ohm) praktisch gleich dem Innenwiderstand R_i von etwa 25 000 Ohm. Aus der obigen Gleichung berechnet sich nun für eine Kapazität C von 650 pF eine obere Grenzfrequenz von 10 000 Hz. Die Kapazität C_1 zum Kurzschließen der Hochfrequenz in Abb. 2 darf also nicht größer als etwa 600 pF sein.

Ist dagegen die Röhre I in Abb. 2 eine Fünfpölröhre, so liegen die Verhältnisse anders. Dann ist nämlich der Anodenwiderstand R_1 (z. B. 200 000 Ohm) wesentlich kleiner als der hohe Innenwiderstand R_i von etwa 2 Megohm, der deshalb gegenüber R_1 zu vernachlässigen ist. Die obige

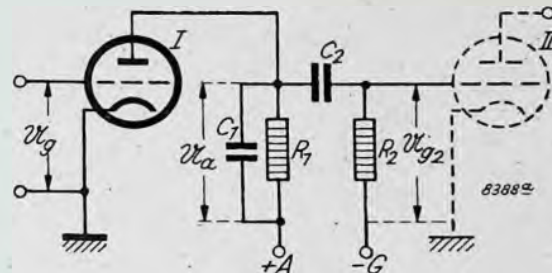


Abb. 2. Widerstandsverstärkerstufe

Gleichung ergibt dann eine zulässige Kapazität C von nur 100 pF für eine obere Grenzfrequenz von 10 000 Hz. Man darf deshalb höchstens einen Kondensator C_1 (Abb. 2) von etwa 50 pF parallel schalten, um die Hochfrequenz kurzzuschließen. Andererseits hat man die Möglichkeit, lediglich durch Parallelschalten eines Drehkondensators von 450 pF ohne Zwischenschaltung des hinter Dreipölröhren notwendigen Längswiderstandes von etwa 200 000 Ohm einen Klangfarbenregler zu erhalten, mit dem man die obere Grenzfrequenz durch Hereindreihen bis auf etwa 2000 Hz herabsetzen, also die hohen Töne benachteiligen kann.

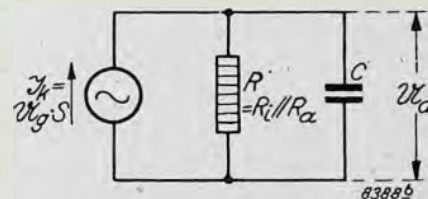


Abb. 3. Stromquellen-Ersatzschaltung zur Ermittlung der oberen Grenzfrequenz eines Widerstandsverstärkers nach Abb. 2.

Wie man in Abb. 1 sieht, ist unterhalb der oberen Grenzfrequenz f_o noch eine gewisse Schwächung der hohen Töne vorhanden. Bei der halben oberen Grenzfrequenz ist das Übertragungsmaß auf das 0,9fache des bei mittleren Frequenzen vorhandenen Übertragungsmaßes gesunken. Will man also bei einer bestimmten hohen Frequenz nur diese Schwächung zulassen, so darf man nur die Hälfte der oben berechneten Kapazität C verwenden. Bei Fünfpölröhren besteht noch die Möglichkeit, den Anodenwiderstand zu verkleinern, was jedoch mit einem Verlust an Verstärkung verbunden ist.

³⁾ H. PITTSCH, Die Berechnung von Widerstandsverstärkern mit der Stromquellen-Ersatzschaltung, FTM. 1938, H. 10, S. 300.

Zu beachten ist, daß sich die Übertragungsmaße mehrerer Stufen miteinander multiplizieren und daß deshalb bei der oberen Grenzfrequenz das Übertragungsmaß von zwei Stufen auf das $0,7 \cdot 0,7 \approx 0,5$ fache des bei mittleren Tönen vorhandenen Übertragungsmaßes gesunken ist. Man muß dann beispielsweise durch Verwendung halb so großer Kapazitäten C die obere Grenzfrequenz auf den doppelten Wert erhöhen, so daß dann bei der halben Grenzfrequenz die Verstärkung nur auf das $0,9 \cdot 0,9 \approx 0,8$ fache gesunken ist.

Die untere Grenzfrequenz bei der Widerstandskopplung

Bei der unteren Grenzfrequenz f_u in Abb. 1 ist der kapazitive Widerstand des Kopplungskondensators C_2 in Abb. 2 gemäß dem Ersatzschaltbild nach Abb. 4 gleich der Summe des Gitterableitwiderstandes R_2 einerseits und der Parallelschaltung R_i' des Innenwiderstandes R_i und des Anodenwiderstandes R_1 andererseits. Zu diesem Ersatzschaltbild gelangt man, wenn man die Röhre I und den Anodenwiderstand R_1 in Abb. 2 zusammen als Generator mit dem Innenwiderstand R_i' , der Anodenwechselspannung U_a als Leerlaufspannung und der Reihenschaltung von C und R_2 als Belastungswiderstand betrachtet. Bei der unteren Grenzfrequenz herrscht an R_2 das 0,7fache der Spannung, die bei mittleren Frequenzen an R_2 auftritt.

Ist die Röhre I in Abb. 2 eine Dreipolröhre, so ist R_i in Abb. 4 gegen R_1 zu vernachlässigen. Andererseits ist R_1 so klein gegen R_2 , daß R_1 ebenfalls nicht berücksichtigt zu werden braucht. Die im vorigen Abschnitt angeführte Gleichung gilt deshalb auch für die untere Grenzfrequenz, wenn man als R den Gitterableitwiderstand R_2 einsetzt. Für $R_2 = 1$ Megohm und $C = 5000$ pF berechnet sich dann die untere Grenzfrequenz zu 32 Hz. Will man bei dieser

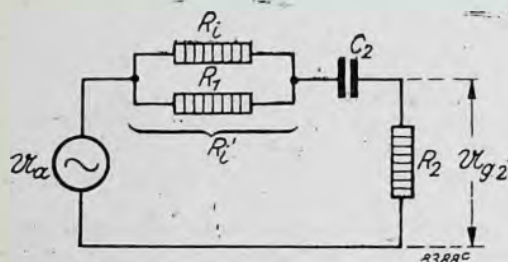


Abb. 4. Ersatzschaltung eines Widerstandsverstärkers nach Abb. 2 zur Ermittlung der unteren Grenzfrequenz

Frequenz nur eine Schwächung auf das 0,9fache, so muß man C doppelt so groß, also gleich 10 000 pF machen. Zu beachten ist, daß zu einem kleineren Gitterableitwiderstand R_2 ein größerer Kopplungskondensator C_2 gehört.

Im Falle einer Fünfpolröhre ist R_i gegen R_1 zu vernachlässigen. Wenn R_2 klein ist, fällt R_1 gegenüber R_2 schon etwas ins Gewicht und ist deshalb zu R_2 hinzuzuzählen.

Für eine gute Wiedergabe der tiefen Töne ist nicht nur der Kopplungskondensator C_2 , sondern bei einer Gittervorspannungserzeugung durch einen Kathodenwiderstand auch dessen Überbrückungskondensator, sowie unabhängig hiervon ein etwaiger am Schirmgitter liegender Kondensator genügend groß zu bemessen.

Der Frequenzbereich bei der Übertragerkopplung

Bei der unteren Grenzfrequenz f_u in Abb. 1 einer Übertragerkopplung zwischen zwei Röhren ist der Innenwiderstand R_i im Stromquellen-Ersatzschaltbild der Abb. 5 gleich dem induktiven Widerstand $2\pi f \cdot L_1$ der Primärwicklung L_1 . Dann ist nämlich der resultierende Widerstand von R_i und $2\pi f \cdot L_1$ gleich dem 0,7fachen des bei mittleren Frequenzen allein in Betracht zu ziehenden R_i (wegen des dann größeren $2\pi f \cdot L_1$) und deshalb die Anodenwechselspannung U_a gleich dem 0,7fachen der bei mittleren Frequenzen auftretenden Anodenwechselspan-

nung U_a . Diese Spannungsverhältnisse lassen sich auch aus der Spannungsquellen-Ersatzschaltung²⁾ ersehen.

Die untere Grenzfrequenz liegt um so tiefer und die Wiedergabe der tiefen Frequenzen ist daher um so besser, je kleiner R_i und je größer der induktive Widerstand der Primärwicklung ist. Ein kleiner Innenwiderstand R_i ist aber nicht etwa zwangsläufig dann vorhanden, wenn man eine Röhre mit kleinem Innenwiderstand verwendet, sondern die Betriebsbedingungen der Röhre müssen auch so eingestellt werden, daß der mögliche Kleinstwert des Innenwiderstandes tatsächlich vorhanden ist. Eine Dreipolröhre besitzt nämlich einen kleinen Innenwiderstand nur bei genügend großem Anodenstrom (4–5 mA). Man darf deshalb bei einer gegebenen Spannung der Anodenstromquelle den in Reihe mit der Primärwicklung liegenden Siebwiderstand nur so groß bemessen (10 000 bis 30 000 Ohm), daß bei ausreichender negativer Gittervorspannung (–3 bis –6 Volt) noch ein genügender Anodenstrom fließt. Ein zu hoher Anodenstrom ist aber auch nicht günstig, da sonst die Induktivität der Primärwicklung infolge der Vormagnetisierung des Eisens zu sehr abnimmt. Um dies auf jeden Fall zu verhindern, ist es auch möglich, den Anodenstrom über einen Ohmschen Widerstand von etwa 50 000 Ohm unmittelbar zur Anode zu leiten und die Anodenwechselspannung kapazitiv zur Primärwicklung zu leiten. Hierbei muß man ebenfalls beachten, daß der Innenwiderstand der Röhre nicht zu groß wird⁴⁾.

Zu einer unteren Grenzfrequenz von 25 Hz und einer Röhre mit einem Innenwiderstand von 12 000 Ohm (AC 2) gehört eine Primärinduktivität des Übertragers von etwa 75 Hy, gemessen unter Belastung mit dem im Betrieb fließenden Anodengleichstrom. Die Verstärkung beträgt dann bei 50 Hz das 0,9fache der bei mittleren Frequenzen vorhandenen Verstärkung. Bei einer höheren Primärinduktivität ist der Verstärkungsverlust noch kleiner und die Grenzfrequenz liegt tiefer. Zu beachten ist, daß die Primärinduktivität der käuflichen Übertrager um so kleiner ist, je größer das Übersetzungsverhältnis (d. h. die Herauftransformation der Spannung) ist, da man zur Erzielung einer niedrigen Streuung den Wickelraum klein halten und deshalb ein hohes Übersetzungsverhältnis nicht nur durch Erhöhen der Sekundärwindungszahl, sondern auch durch Erniedrigen der Primärwindungszahl erreichen muß.

Bei mittleren Frequenzen gerät die Induktivität L_1 in Abb. 5 mit der Kapazität C_1 , die sich aus der Anoden-Kathoden-Kapazität der Röhre, der Eigenkapazität der Primärwicklung und einem zu dieser parallel geschalteten Kondensator zusammensetzt und zu der die auf die Primärseite hochtransformierte Kapazität der Sekundärseite

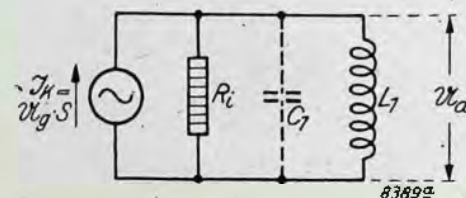


Abb. 5. Stromquellen-Ersatzschaltung einer Stufe mit Übertragerkopplung

hinzukommt, in Resonanz. Die Resonanz tritt jedoch nicht als Überhöhung in Erscheinung, da eine Resonanzüberhöhung nur dann entsteht, wenn die Blindwiderstände bei der Resonanzfrequenz kleiner als ein parallel liegender Ohmscher Widerstand (hier gleich R_i) sind.

Da der induktive Widerstand der Primärwicklung L_1 bereits bei der unteren Grenzfrequenz gleich R_i und deshalb bei höheren Frequenzen größer als R_i ist, kann L_1 in

⁴⁾ H. PITSCH, Die Übertragerkopplung mit Gleichstromentlastung, FTM demnächst. — H. PITSCH, Die gemischte Widerstands-Übertrager-Kopplung, Funk, demnächst.

Abb. 5 bei den hohen Frequenzen gegenüber R_i vernachlässigt werden. Andererseits ist aber der kapazitive Widerstand von C_1 bei hohen Frequenzen so klein, daß er einen Verstärkungsabfall bei hohen Frequenzen verursachen kann. Für eine obere Grenzfrequenz von 10 000 Hz und eine Röhre mit einem Innenwiderstand von 12 000 Ohm ergibt sich gemäß der anfangs erwähnten Formel eine zulässige Kapazität C_1 von 1320 pF. Man kann also einen Kondensator von etwa 1000 pF parallel zur Primärwicklung schalten, um noch vorhandene Hoch- oder Zwischenfrequenz kurzzuschließen.

Unabhängig hiervon ist die obere Grenzfrequenz durch die Streuresonanz des Übertragers bestimmt, bei welcher die Streuinduktivität mit der auf der Sekundärseite wirkenden Kapazität (Eigenkapazität der Sekundärwicklung und Eingangskapazität der folgenden Röhre) in Resonanz gerät⁵⁾.

Die dem Übertrager vorhergehende Röhre arbeitet bei mittleren Frequenzen wegen des hohen induktiven Widerstandes und infolge der Phasenverschiebung zwischen den durch R_i und L_1 in Abb. 5 fließenden Ströme annähernd im Leerlauf. Deshalb ist die Verstärkung praktisch gleich dem reziproken Durchgriff, z. B. 30fach für die Röhre AC 2. Die Verstärkung der ganzen Stufe ist bei einem Übersetzungsverhältnis 1:3 dann etwa 90fach.

Die Drosselkopplung

Die Drosselkopplung kommt nur für Stufen mit vorhergehender Fünfpolröhre in Betracht, da hinter Dreipolröhren die Transformatorkopplung vorteilhafter ist⁶⁾. Auch für die Drosselkopplung gilt das Ersatzschaltbild nach Abb. 5. Der Innenwiderstand R_i einer Fünfpolröhre ist jedoch so hoch, daß sich für die tiefer liegenden Frequenzen der induktive Widerstand der Drossel L_1 nicht gleich oder größer als der Innenwiderstand R_i machen läßt. Ohne eine besondere Maßnahme würde man dann aber wegen des mit der Frequenz ansteigenden induktiven Widerstandes der Drossel eine mit der Frequenz ansteigende Verstärkung erhalten, bis bei den hohen Frequenzen der Einfluß der Nebenschlußkapazität die Verstärkung wieder absinken läßt. Aus diesem Grunde schaltet man der Drossel einen Ohmschen Widerstand parallel, so daß diese beiden zusammen die untere Grenzfrequenz bestimmen und eine Frequenzkurve nach Abb. 1 verursachen, welche für den größten Teil des Frequenzbereiches waagrecht verläuft. Zu einer Drossel von 100 Hy und einer unteren Grenzfrequenz von 50 Hz gehört gemäß der anfangs erwähnten Gleichung ein Ohmscher Widerstand von 30 000 Ohm. Bei den mittleren Frequenzen erzielt man dann mit einer Steilheit der Fünfpolröhre von 2 mA/V eine 60fache Verstärkung. Wegen der kostspieligen Drossel wendet man heute meist Widerstandsverstärkung an, mit der man hinter einer Fünfpolröhre eine etwa 100fache Verstärkung erreichen kann.

Der Frequenzbereich des Ausgangsübertragers

Aus Gründen, die bereits früher dargelegt wurden¹⁾, braucht man bei den tiefen Frequenzen eines Frequenzbereiches nur die Querinduktivität einer Übertrager-Ersatzschaltung (etwa gleich der Primärinduktivität bei der Umrechnung der sekundären Schaltelemente auf die Primärseite) unter Vernachlässigung der Streuinduktivität zu berücksichtigen, während man bei den hohen Frequenzen nur die Streuinduktivität unter Vernachlässigung der Querinduktivität in Betracht zu ziehen braucht. Für tiefe Frequenzen gilt deshalb das Ersatzschaltbild nach Abb. 6 und für hohe Frequenzen das Ersatzschaltbild nach Abb. 7, in welchen die Strom- und Spannungsquellen-Ersatzschaltungen der Röhre sinngemäß angewendet sind²⁾.

⁵⁾ H. PITSCHE, Die obere Grenzfrequenz bei der Übertragerkopplung, Funk 1938, H. 23, S. 628.

⁶⁾ H. PITSCHE, Der Frequenzbereich bei der Übertragerkopplung, FTM. 1938, H. 11, S. 325.

Bei der unteren Grenzfrequenz ist gemäß Abb. 6 der induktive Widerstand der Primärwicklung L_1 gleich der Parallelschaltung von R_i und $R_a \cdot \bar{u}^2$, wobei R_a annähernd das 1,25fache des Ohmschen Widerstandes des dynamischen Lautsprechers ist, während $\bar{u}$ annähernd das Verhältnis der Primärwindungszahl zur Sekundärwindungszahl des Ausgangsübertragers ist. Bei Dreipolröhren ist diese Parallelschaltung von R_i und $R_a \cdot \bar{u}^2$ im wesentlichen durch R_i gegeben, da der Außenwiderstand $R_a \cdot \bar{u}^2$ mehrere Male größer (etwa zwei- bis viermal) als der Innenwiderstand R_i ist. Bei Fünfpolröhren dagegen ist wegen des hohen Innenwiderstandes von z. B. 50 000 Ohm der Außenwiderstand maßgebend, der meist etwa 7000 Ohm beträgt.

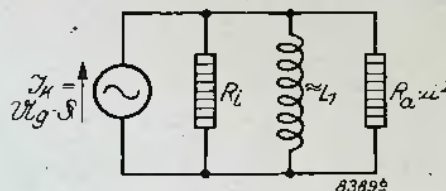


Abb. 6. Stromquellen-Ersatzschaltung einer Endstufe mit Ausgangsübertrager zur Ermittlung der unteren Grenzfrequenz

Da der Außenwiderstand von Fünfpolröhren im allgemeinen größer ist als der Innenwiderstand von Dreipolröhren, ergibt sich aus dem zuletzt Gesagten, daß die Primärinduktivität des Ausgangsübertragers hinter Dreipolröhren meist mehrere Male kleiner sein kann als hinter Fünfpolröhren (z. B. 2 Hy gegenüber 18 Hy), wenn die tiefen Töne gut übertragen werden sollen. Der Ausgangs-

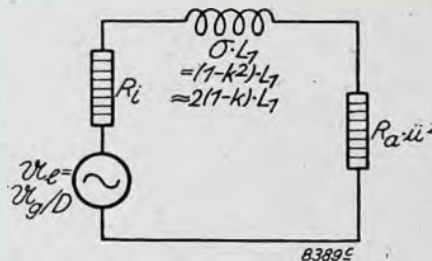


Abb. 7. Spannungsquellen-Ersatzschaltung einer Endstufe mit Ausgangsübertrager zur Ermittlung der oberen Grenzfrequenz

übertrager ist dann also billiger. Ferner erkennt man, daß für die Fünfpolröhre AL 5 mit einem günstigsten Außenwiderstand von 3500 Ohm ein Ausgangsübertrager mit einer halb so großen Primärinduktivität verwendet werden kann als für die Fünfpolröhre AL 4 mit einem günstigsten Außenwiderstand von 7000 Ohm. Das Übersetzungsverhältnis muß natürlich wegen des anderen Außenwiderstandes auch kleiner sein⁷⁾.

Die Primärinduktivität von Ausgangsübertragern ist wegen des kleinen Innen- bzw. Außenwiderstandes von Endröhren wesentlich kleiner als die von Zwischenübertragern (etwa 2 bis 20 Hy). Trotzdem ist der äußere Umfang wegen der größeren Gleich- und Wechselströme größer⁸⁾.

Bei der oberen Grenzfrequenz ist gemäß Abb. 7 der induktive Widerstand der Streuinduktivität $\sigma \cdot L_1$ gleich der Summe von R_i und $R_a \cdot \bar{u}^2$. Da bei Dreipolröhren der Außenwiderstand $R_a \cdot \bar{u}^2$ größer als der Innenwiderstand R_i ist, richtet sich die Größe der zulässigen Streuinduktivität hauptsächlich nach dem Außenwiderstand. Bei Fünfpolröhren ist dagegen der Innenwiderstand maßgebend. Da dieser wesentlich größer ist als der Außenwiderstand von Dreipolröhren, kann die Streuinduktivität bei Aus-

⁷⁾ H. PITSCHE, Die Anpassung des Lautsprechers an die Endröhre, Funk 1937, H. 2, S. 33. — Übersetzungsverhältnis des Ausgangsübertragers, Funk 1937, H. 10, S. 273.

⁸⁾ H. PITSCHE, die Bemessung des Eisenkerns von Übertragern, FTM demnächst.

gangsübertragern für Fünfpolröhren wesentlich größer sein als bei Ausgangsübertragern für Dreipolröhren.

Die Streuinduktivitäten selbst geben keinen genügenden Anhalt über die Bemessung des Übertragers, weshalb man die Streuinduktivität in Beziehung zur Primärinduktivität setzt. Dieses Verhältnis ist der Streufaktor $\sigma \approx 2(1-k) \cdot L_1$. Bei Dreipolröhren ist, wie sich aus den beiden Grenzfrequenzen ergibt, der Streufaktor etwa proportional zum Verhältnis von $R_a \cdot \ddot{u}^2$ zu R_i (Maß der Überanpassung), während bei Fünfpolröhren der Streufaktor etwa proportional zum Verhältnis von R_i zu $R_a \cdot \ddot{u}^2$ (Maß der Unteranpassung) ist. Da nun das Maß der Überanpassung kleiner ist als das Maß der Unteranpassung, muß auch der Streufaktor von Ausgangsübertragern für Dreipolröhren kleiner sein als für Fünfpolröhren (z. B. 1,5% gegenüber 8%). Es sei hierzu noch bemerkt, daß der Luftspalt im Eisenkern von wesentlichem Einfluß auf den Streufaktor ist, da durch den Luft-

spalt zwar die Primärinduktivität, jedoch praktisch nicht die Streuinduktivität geändert wird.

Für eine genauere Berechnung müssen auch noch die Wicklungswiderstände des Übertragers und die induktive Komponente des Lautsprechers bei hohen Frequenzen berücksichtigt werden⁹⁾.

Das Ergebnis der Überlegungen über den Ausgangsübertrager lautet also: Ein Ausgangsübertrager für Dreipolröhren kann eine kleine Primärinduktivität haben, muß aber einen kleinen Streufaktor besitzen. Ein Ausgangsübertrager für Fünfpolröhren dagegen muß eine größere Primärinduktivität haben und zwar um so größer, je größer der Außenwiderstand ist, kann aber einen kleineren Streufaktor aufweisen.

⁹⁾ H. PITSCH, Der Frequenzbereich des Ausgangsübertragers, FTM demnächst. Zeichnungen vom Verfasser

Der neue Armstrong-Sender

Bekanntlich hat Major E. H. ARMSTRONG in Alpine NJ. einen Versuchssender aufgestellt, der mit Frequenzmodulation arbeitet. Mit 500 Watt gab die Station ausgezeichnete Resultate über eine Entfernung von mehr als 50 engl. Meilen (80 km). Dem Sender wurde nun die Rundfunklizenz erteilt, seine Leistung auf 50 kW erhöht, und die Wellenlänge soll 7,5 m betragen.

Von der normalerweise verwendeten Amplitudenmodulation unterscheidet sich die Frequenzmodulation dadurch, daß das zu sendende Programm auf die Trägerwelle so aufgedrückt wird, daß deren Frequenz um einen Grundwert schwankt. Im Armstrong-System werden 100 kHz für eine hundertprozentige Schwankung der Trägerfrequenz verwendet. Sind auch, wie die Versuche zeigen, mit Hilfe der Frequenzmodulation große Vorteile zu erreichen, insbesondere in Form einer Herabsetzung der Störgeräusche, weil diese hauptsächlich amplitudenmoduliert sind, so ist mit ihr jedoch kein Mittel gegen der Senderüberfüllung gefunden worden. Denn es ist rechnerisch nachzuweisen, daß ein Frequenzband von der gleichen Breite wie bei jeder anderen Modulation gebraucht wird¹⁾, obwohl es so aussieht, als könnte man

Nun schlug J. R. WOODYARD²⁾ vor, den Träger sowohl amplituden- als auch frequenzmäßig zu modulieren. Das frequenzmodulierte Programm soll dann für einen hochwertigen Nahempfang bereitgestellt werden.

In Abb. 1 ist eine von WOODYARD vorgeschlagene Schaltung gezeichnet. Das Signal wird mit einer Hilfsfrequenz überlagert und gleichgerichtet. Es geschieht nun folgendes: Je mehr sich die Frequenz des Empfangssignales der des Überlagerers nähert, d. h. je kleiner die Frequenzdifferenz beider wird, um so tiefer wird natürlich auch der im Empfang hörbare Ton. Es handelt sich also grundsätzlich um eine Tongeneratorschaltung. Verkleinert man die Frequenzdifferenz noch mehr, so

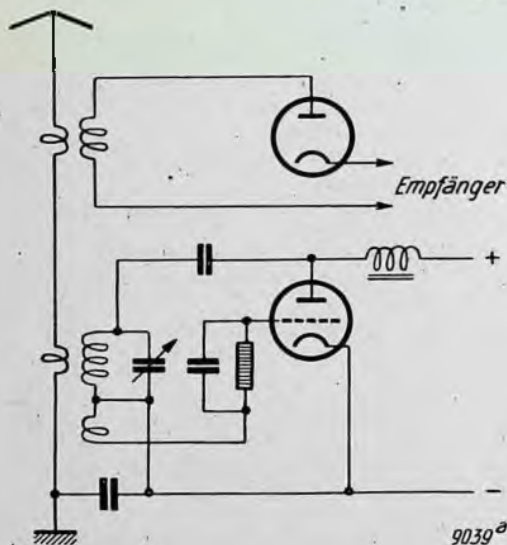


Abb. 1

durch die Frequenzmodulation im Bereiche von ± 100 Hz beispielsweise die volle Modulation einer Darbietung wiedergeben.

¹⁾ Zur kurzen Orientierung vgl. Vilbig „Lehrbuch der Hochfrequenztechnik“ S. 426 u. f.

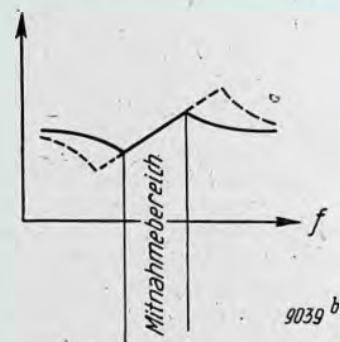


Abb. 2

gelangt man schließlich in einen Bereich (vgl. Abb. 2), in dem ein Differenzton nicht mehr hörbar gemacht werden kann. Dieser an sich wohl bekannte Mitnahmebereich wird um so breiter (gestrichelte Kurve in Abb. 2), je stärker das einfallende Signal wird.

Unter bestimmten Kopplungsbedingungen hat die Stärke des ankommenden Signales keinen Einfluß mehr auf das Arbeiten des Detektors. Es wird innerhalb des Mitnahmebereiches aber von der Frequenz abhängig. Anders ausgedrückt: Der Gleichrichter spricht nun auf Frequenzmodulation an. Theoretisch könnte daher ein amplitudenmoduliertes Signal in dem Mitnahmebereich unterdrückt werden und gleichzeitig ein frequenzmoduliertes Signal empfangen werden. Man könnte also auf diese Weise auf einer Trägerwelle zwei Sendungen empfangen.

WOODYARD berichtet, daß es ihm gelungen sei, auf diese Weise tatsächlich zwei Programme vollkommen einwandfrei zu empfangen.

²⁾ Proc. Mai 1937.

Die Technik des hochfrequenten Drahtfunks

Der Reichspostminister hat im Einvernehmen mit dem Reichsminister für Volksaufklärung und Propaganda eine Verordnung erlassen, die die Einführung des hochfrequenten Drahtfunks regelt („Drahtfunkverordnung“). Der Drahtfunk soll zunächst in den Teilen des Reichsgebietes, in denen der drahtlose Rundfunkempfang unzureichend ist, diesen ergänzen und darüber hinaus ihn auch in anderen Gebieten zu bestimmten Zeiten in gewissem Umfang ersetzen. In einigen Bezirken wird die Deutsche Reichspost den Drahtfunk bevorzugt ausbauen und hier die Rundfunkteilnehmer ohne Antrag und ohne Kosten an das Drahtfunkleitungsnetz anschließen. Umfang und Reihenfolge des Ausbaues bestimmen der Reichsminister für Volksaufklärung und Propaganda und der Reichspostminister gemeinschaftlich.

Unter Drahtfunk versteht man die Übertragung eines oder mehrerer Rundfunkprogramme über Fernsprechnetz oder sonstige Leitungen. Einen solchen Drahtfunk gibt es bereits seit 1920 in Bayern, und zwar als sogenannten **tonfrequenten** oder **niederfrequenten** Drahtfunk, bei dem die Rundfunkdarbietung in der Niederfrequenz-Form zur Übertragung kommt. Aus diesem Grunde ist es nicht möglich, das niederfrequente Programm und das ebenfalls niederfrequente Ferngespräch gleichzeitig über ein und dieselbe Leitung zu geben. Mit anderen Worten: kommt beim Drahtfunkteilnehmer ein Ferngespräch an oder will dieser selbst sprechen, so ist das Rundfunkprogramm von der Leitung fortzunehmen (abzuschalten) und diese für das Gespräch frei zu machen. Beim niederfrequenten Drahtfunk steht die Fernsprechnetzleitung entweder für den Empfang der Rundfunkdarbietung oder für das Ferngespräch zur Verfügung, nicht aber gleichzeitig für beides.

Diesen Nachteil vermeidet der hochfrequente oder **trägerfrequente** Drahtfunk, bei dem die Drahtfunkdarbietung einer hochfrequenten Trägerwelle aufgedrückt wird. Der Hochfrequenz-Drahtfunk gehört demnach in das Gebiet der leitungsgebundenen Trägerfrequenztechnik, die eine gleichzeitige Mehrfachausnutzung der Fernsprechnetze gestattet. Da der Übertragungskanal für das Ferngespräch im niederfrequenten, der Kanal für die Drahtfunkträgerwelle jedoch im hochfrequenten Bereich liegt, lassen sich beide Kanäle zu gleicher Zeit benutzen, ohne daß — infolge des großen Abstandes der beiden Übertragungsbereiche — eine gegenseitige Beeinflussung oder Störung auftritt. Ebensowenig ist eine Unterbrechung des Drahtfunkempfangs beim Ankommen oder Abgehen eines Ferngesprächs erforderlich.

Die Verwendung von Trägerwellen bringt außerdem den Vorteil, daß man ohne großen technischen Mehrauf-

wand (neben dem Ferngespräch) mehrere Programme übertragen kann. Wenn man zudem die Trägerwellen so auswählt, daß diese innerhalb des Empfangsbereiches eines normalen Rundfunkempfängers liegen, ist dieser ohne weiteres auch zur Aufnahme der Hochfrequenz-Drahtfunktendungen zu gebrauchen, wobei die Programm-„Auswahl“ lediglich durch Abstimmen des Empfängers auf die gewünschte Drahtfunkwelle erfolgt. Sollte aber einmal keines der Drahtfunkprogramme zusagen, dann benutzt man einfach den Rundfunkempfänger wie bisher, d. h. man geht zum drahtlosen Empfang über.

Alles in allem besitzt der hochfrequente Drahtfunk, wie er jetzt zur Einführung gelangt, folgende Vorzüge:

1. Benutzung jedes normalen Rundfunkempfängers, ganz gleich, ob ein Vierröhren-Superhet oder ein einfacher Geradeempfänger,
2. Möglichkeit des Drahtfunk- und des drahtlosen Empfanges,
3. beliebige Auswahl zwischen den (vorerst drei) Drahtfunkprogrammen (Deutschlandsender und zwei Reichssender),
4. Durchführung von Ferngesprächen während des Drahtfunkempfanges,
5. bei genügend groß gewähltem Trägerwellen-Abstand sehr gute Musikwiedergabe (breites Frequenzband),
6. keine Beeinträchtigung des Empfanges durch atmosphärische oder andere Störungen,
7. keine Schwunderscheinungen, keine Trennschwierigkeiten, keine Beeinflussung durch benachbarte Sender und
8. gleichbleibendes, sehr gutes Verhältnis zwischen Störspiegel und Empfangsspannung, das von der Entfernung und Lage des Empfangsortes vom Sender vollständig unabhängig ist, d. h. ein sicherer, lautstarker und störfreier Empfang auch in allen den Gegenden des Reiches, in denen der drahtlose Empfang nur unzuverlässige und unzureichende Resultate ergibt.

Die Technik des hochfrequenten Drahtfunks lehnt sich eng an die Technik der drahtlosen Übertragung an, was aus der nachstehenden Gegenüberstellung deutlich zu ersehen ist.

Der grundsätzliche Unterschied zwischen beiden Übertragungsarten liegt tatsächlich allein in den verschiedenen Übertragungswegen und in denjenigen Einrichtungen, die die modulierte Hochfrequenz auf die Übertragungswege überleiten bzw. an den Empfangsorten wieder abnehmen. Beim Hochfrequenz-Drahtfunk kommen hierzu noch die Vorrichtungen und Hilfsmittel, die eine gegenseitige

Drahtlose Übertragung			Hochfrequenz-Drahtfunk		
SENDUNG	Darbietung	Funkhaus	Darbietung	Funkhaus	Drahtfunk-Sender
	Mikrophon				
	Programm-Nf				
	Erzeugung der Trägerwelle	Rundfunk-Sender	Erzeugung der Trägerwelle		
	Modulation der Trägerwelle mit der Programm-Nf		Modulation der Trägerwelle mit der Programm-Nf		
Leistungsverstärkung	Leistungsverstärkung				
Ausstrahlung der Sendewelle		Überleitung der Drahtfunkwelle auf die Fernsprechleitung			
Übertragung: drahtlos			Übertragung: über Fernsprechleitung		
EMPFANG	Empfang der Sendewelle (Antenne)	Rundfunk-Empfänger	Abnahme der Drahtfunkwelle von der Fernsprechleitung	Rundfunk-Empfänger	
	Hf-Verstärkung		Hf-Verstärkung		
	Gleichrichtung		Gleichrichtung		
	Nf-Verstärkung		Nf-Verstärkung		
	Lautsprecherwiedergabe		Lautsprecherwiedergabe		

Störung oder Beeinflussung der beiden Nachrichtenbänder verhüten.

Ferner ist noch ein Unterschied vorhanden, zwar nicht in technischer, sondern in wirtschaftlicher Beziehung. Der Energiebedarf eines Drahtfunknetzes ist ganz erheblich geringer als der, den wir für einen drahtlosen Sender mit gleich guten und sicheren Empfangsbedingungen aufwenden müßten. Während die Sendeleistungen beim drahtlosen Betrieb bis über 100 kW steigen, liegen sie beim Hochfrequenz-Drahtfunk in der Größenordnung von einigen Watt.

Als Mittelpunkt eines Drahtfunknetzes — und zwar einer Drahtfunk-Netz„einheit“ oder Netz„gruppe“ — ist das Drahtfunksendeamt anzunehmen, das nach Möglichkeit stets in einem Fernamt untergebracht wird. Die Drahtfunk-Netzeinheit entspricht demnach dem Versorgungsgebiet eines Fernamtes. Um das Drahtfunksendeamt gruppieren sich die verschiedenen Drahtfunkverstärkerämter, die also gleichbedeutend sind mit den Ortsämtern bzw. den Vermittlungsämtern in der Großstadt. Von den Verstärkerämtern aus werden schließlich die einzelnen Fernsprechteilnehmer mit Drahtfunk versorgt.

Wie nun die Drahtfunksendung zum Teilnehmer gelangt, darüber gibt uns Abb. 1 eine schematische Übersicht. Entsprechend den drei Sendedarbietungen, die der Hochfrequenz-Drahtfunk den Teilnehmern zur Auswahl bietet, finden wir drei Programm-Zubringerleitungen, die unter Zwischenschaltung von Zusatz- bzw. Leistungsverstärkern an je einem Drahtfunksender angeschlossen sind. Jeder Drahtfunksender zeigt den normalen Senderaufbau, nämlich einen Generatorteil zur Erzeugung der hochfrequenten Trägerwelle, einen Modulatorteil, in dem die Programm-Niederfrequenz der Drahtfunkwelle aufgedrückt wird, und einen kleinen Leistungsverstärker. Die Sender sind ausgangseitig parallel geschaltet. Die hier abgehende Leitung führt daher ein Gemisch aus den drei modulierten Trägerwellen und endet an den sogenannten Amtswichen (AW), die in die von der Fernsprechvermittlungseinrichtung kommenden und zu den Teilnehmern gehenden Teilnehmerverbindungsleitungen eingeschaltet sind.

Jede Amtswiche stellt eine elektrische Weiche dar und enthält ein Hochpaß- und Tiefpaßfilter. Sie sorgt dafür, daß das Drahtfunkwellengemisch über das Hochpaßfilter (Kondensatoren) auf die Teilnehmerleitung gelangen kann, während das Tiefpaßfilter (Drosseln) ein „Rückwärtslaufen“ der Hochfrequenz in die Vermittlungseinrichtung verhütet.

Auf der Teilnehmerverbindungsleitung liegen nunmehr die drei hochfrequenten Drahtfunkwellen und außerdem das niederfrequente Ferngespräch. Beim Teilnehmer endet die Leitung ebenfalls in einer elektrischen Weiche, in der Teilnehmerweiche (TW), welche die Aufgabe hat, Hochfrequenz und Niederfrequenz wieder voneinander zu trennen. Die Gesprächs-Niederfrequenz wird über eine Drosselkette (Tiefpaß) dem Fernsprechapparat zugeführt, während die Drahtfunk-Hochfrequenz über eine Kondensatorkette (Hochpaß) zum Empfänger gelangt.

Neben den unmittelbar zu den Teilnehmern gehenden Fernsprechleitungen zeigt Abb. 1 auch noch einige Leitungen, die zu den nächsten Ortsämtern bzw. Vermittlungsämtern führen. Eine Leitung davon ist in der Zeichnung bis zum Verstärkeramt vollständig durchgeführt. Den Abschluß dieser Ortsverbindungsleitung bildet eine Teilnehmerweiche TW zur Abtrennung der Hochfrequenzspannung von der Niederfrequenzspannung. Die Gesprächs-Niederfrequenz läuft zur Vermittlungseinrichtung, während die Hochfrequenz einen Drahtfunkverstärker aussteuert, der seinerseits wieder über die Amtswichen AW auf die Fernsprechleitungen arbeitet und den Teilnehmern die Hochfrequenzspannung zuführt.

Als Verbindungsleitung zwischen Drahtfunksendeamt (Fernamt) und Drahtfunkverstärkeramt (Ortsamt) ist in dem Beispiel der Abb. 1 eine normale Fernsprechleitung benutzt. Ebenso gut kann man als Verbindungsleitung eine gesonderte Leitung wählen, auf der dann keine Ferngespräche geführt werden, und kann dann natürlich auf die Teilnehmerweiche am Eingang zum Verstärkeramt verzichten.

Die in dem Schema der Abb. 1 vom Verstärkeramt abgehende — und in der Zeichnung vollständig dargestellte — Teilnehmerleitung läßt erkennen, daß man

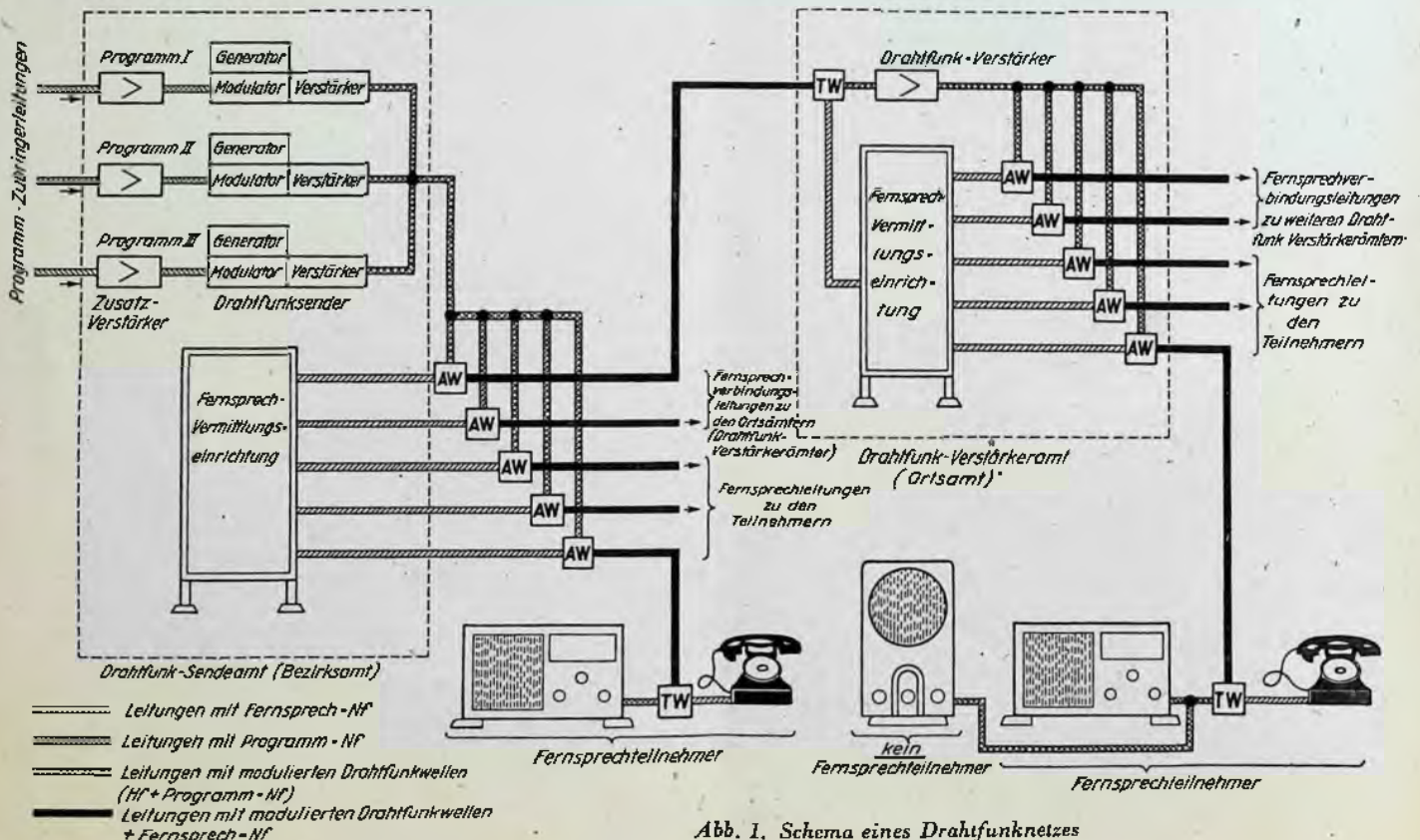


Abb. 1. Schema eines Drahtfunknetzes

an einer Teilnehmerweiche (Drahtfunkanschlußdose) nicht nur einen Empfänger, sondern mehrere betreiben kann, wobei nur ein Drahtfunkteilnehmer gleichzeitig auch Fernsprechteilnehmer zu sein braucht.

Im Drahtfunksender wird die Trägerwelle erzeugt und mit der Programm-Niederfrequenz moduliert. Der Sender ist für die Modulation eines Niederfrequenzbandes von $30 \cdots 10\,000$ Hz (Tobereich von $8\frac{1}{2}$ Oktaven) auf eine Trägerfrequenz zwischen $150 \cdots 300$ kHz eingerichtet. Die Drahtfunk-Trägerwellen liegen innerhalb des Rundfunk - Langwellenbereiches zwischen $150 \cdots 250$ kHz, weil mit diesem Bereich (wegen der mit der Frequenz stark ansteigenden Dämpfung der Übertragungsleitungen) noch ein sehr guter Wirkungsgrad zu erzielen ist. Vorläufig sind die Trägerwellen des deutschen Drahtfunknetzes auf kHz festgelegt. Der Abstand der Trägerfrequenzen wurde mit 30 kHz so groß gewählt, damit auch mit den allereinfachsten Empfängern eine sichere Trennung der Wellen gewährleistet ist.

Da normale Rundfunkempfänger zur Aufnahme der Drahtfunktendungen Verwendung finden sollen, ist für den Drahtfunk dieselbe Modulationsart wie beim drahtlosen Rundfunk erforderlich. Die Drahtfunkwelle wird amplitudenmoduliert, im Ausgang des Modulators ist die Programm-Modulation in beiden Seitenbändern enthalten und wird so auf die Leitung gegeben. Die Sender zeigen einen sehr niedrigen Klirrfaktor der demodulierten Niederfrequenz, der von der Frequenz unabhängig ist und bei einem Modulationsgrad von 80 % noch nicht einmal den Wert von 1 % erreicht.

An den Sender schließt sich ein mehrstufiger Leistungsverstärker an, der eine Trägerleistung von 2...2,5 Watt abgibt. — Sender und Leistungsverstärker werden entweder für Batterie- oder für Netzbetrieb gebaut.

Als Leistungsverstärker — auch Drahtfunkverstärker genannt — lassen sich je nach der Verstärkungsart zwei verschiedene Verstärkertypen benutzen. Einmal kann man, wie es das Schemabild 1 wiedergibt, hinter jedem Sender einen Verstärker aufstellen und jede modulierte Trägerwelle für sich allein verstärken. Man kann aber auch, wie es in Abb. 2 dargestellt ist, die drei Sender ausgangsseitig parallel schalten und alle drei modulierten Trägerfrequenzen in einem Verstärker gemeinsam verstärken. Die gemeinsame Verstärkung der drei Träger erfolgt in einem Breitbandverstärker (nicht abgestimmter Verstärker), die getrennte Verstärkung jeder Trägerwelle wird in Kanalverstärkern (abgestimmte Verstärker) vorgenommen. Die Verstärkung der Breitbandverstärkung ist im Langwellenband von 150 ··· 300 kHz frequenzunabhängig, der Durchlaßbereich des Kanalverstärkers beträgt ± 8 kHz (um die Trägerwelle).

Beide Verstärkerarten haben ihre Vorteile und Nachteile. Die Leistungsausnutzung ist beim Kanalverstärker weit besser als beim Breitbandverstärker. Die Linearität, die das Maß des nichtlinearen Nebensprechens bestimmt, muß beim Breitbandverstärker sehr vollkommen sein, während der Kanalverstärker an die Linearität keine besonderen Ansprüche stellt, da hier wegen der getrennten Trägerfrequenz-Verstärkung keine Möglichkeit für ein nichtlineares Nebensprechen besteht. Dafür aber erfordert die getrennte Verstärkung der Trägerfrequenzen in Kanalverstärkern wieder zusätzliche Eingangsfilter zur Trennung des ankommenden Frequenzgemisches sowie Ausgangsfilter zur Wiedervereinigung der getrennt verstärkten Träger.

In der Drahtfunktechnik werden beide Verstärkertypen verwendet und nach ihren Vorzügen zweckentsprechend eingesetzt (vergl. Abb. 2). Breitbandverstärker, die aus Steuer- und Endverstärker bestehen, werden für eine Leistung pro Trägerfrequenz von $0,4 \cdots 6$ Watt und Kanalverstärker für eine Trägerwellenleistung von

2,5 Watt gebaut. Kanalverstärker kommen vor allem dort in Frage, wo hohe Leistungen zur Verfügung stehen müssen, beispielsweise in Vermittlungsämtern, die eine große Zahl von Drahtfunkteilnehmern zu versorgen haben. Breitbandverstärker dagegen werden bevorzugt in die Übertragungsleitungen zwischen den einzelnen Verstärkerämtern eingeschaltet, also dort, wo keine besonders hohen Leistungen notwendig sind.

Dem Aufbau des Drahtfunknetzes und der Drahtfunkämter wurde die Forderung zugrunde gelegt, daß in verkabelten Fernsprechnetzen für jeden Teilnehmer eine Empfangsspannung von

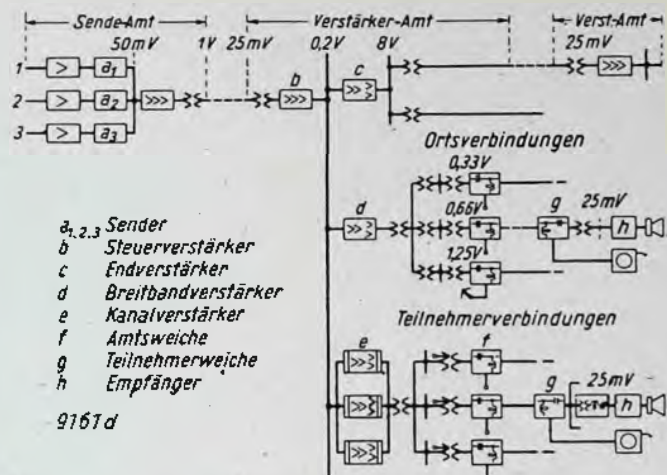


Abb. 2. Prinzipschaltung der Drahtfunkämter

25 mV bereitstehen soll, die genügt, um auch die aller-einfachsten Empfänger — ohne Benutzung der Rückkopp-
lung — gut durchsteuern zu können. Beim Vorhanden-
sein von Freileitungen, die selbstverständlich einen höhe-
ren Störpegel aufweisen, ist die Spannung am Ende der
Teilnehmerleitung auf 100 mV zu erhöhen, damit auch
in diesem Fall ein genügend großer Abstand zwischen
Nutzspannung und Störspannung vorliegt.

Aus der geforderten Empfangsspannung U und dem Scheinwiderstand R der Leitung (für die Frequenzen des Drahtfunks: 150Ω für Kabel und 600Ω für Freileitungen) errechnet sich die für den Drahtfunkanschluß notwendige Leistung mit

$$N = \frac{E^2}{R}.$$

Das ergibt für Kabelanschlüsse einen Wert von $4,2 \cdot 10^{-6}$ Watt und für Freileitungsanschlüsse einen Wert von $16 \cdot 10^{-6}$ Watt.

Da nun die Teilnehmer in verschiedenen Entfernungen vom Drahtfunkverstärkeramt wohnen, andererseits die kilometrische Dämpfung unpupinisierte Fernspreitleitungen vom Leitungsdurchmesser abhängt und sehr verschieden ist, so werden für die verschiedenen Entfernungen Dämpfungsunterschiede bis zu mehreren Nepern erreicht. Theoretisch müßte man daher eigentlich für jeden Teilnehmer eine besondere Sendespannung in das Kabel schicken, um die geforderten 25 mV Empfangsspannung am Ende der Teilnehmerleitung auch wirklich zu erhalten. Aus rein wirtschaftlichen Gründen ist dieser Weg natürlich nicht beschreibbar. Deshalb ist man zu einem Kompromiß gezwungen und schließt alle die Teilnehmer, die in ungefähr gleicher Entfernung vom Verstärkeramt wohnen, zu Gruppen zusammen und versorgt jede dieser Gruppen mit der der Entfernung entsprechenden Sendespannung. Durchschnittlich rechnet man mit max. 5 km Kabellänge bis zum letzten an der Grenze des Versorgungsbezirkes eines Verstärkeramtes wohnenden Teilnehmer. Bei noch größeren Entfernungen, die allerdings wohl nur selten vorkommen dürften, versorgt man die letzten Teilnehmer nicht un-

mittelbar vom Amt aus, sondern stellt unterwegs einen oder evtl. mehrere Zwischenverstärker auf.

In der Abb. 2 unten rechts ist eine solche Gruppenschaltung von Teilnehmerleitungen eingezeichnet. An den Hauptsammelschienen des Verstärkeramtes (in der Abb. ist stets nur eine Leitung dargestellt), an denen eine Sendespannung von 0,2 V liegt, sind drei Kanalverstärker e angeschlossen, die ihre Hochfrequenz-Spannung über einen Hauptübertrager an drei Untersammelschienen abgeben, an die ihrerseits wieder — gleichfalls über Übertrager — die drei Teilnehmergruppen angeschlossen sind. Jede dieser Gruppen muß nun entsprechend der Kabellänge eine besondere Sendespannung erhalten, wobei die unterschiedliche Spannung durch Übertrager mit veränderlichem Übersetzungsverhältnis erzielt wird.

Eine weitere Anschlußmöglichkeit von Teilnehmerverbindungen ist in Abb. 2 rechts, Mitte, dargestellt. Hier ist an den Hauptsammelschienen ein Breitbandverstärker d angeschlossen, der seine Hochfrequenzspannung über den Hauptübertrager an drei weitere Übertrager abgibt. Die Übersetzungsverhältnisse dieser Übertrager sind dabei so festgelegt, daß die Untersammelschienen, von denen aus die einzelnen Entfernunggruppen versorgt werden, verschiedene — den Kabellängen entsprechende — Sendespannungen bekommen.

Die Ortsverbindungsleitungen, d. h. die Leitungen von Verstärkeramt zu Verstärkeramt, liegen ebenfalls an Untersammelschienen, die ihre Spannung über einen Breitband-Endverstärker c unmittelbar von den 0,2 V-Sammelschienen erhalten. Die Hauptsammelschienen selbst werden von einem Breitband-Steuerverstärker b aus versorgt.

Um im Verstärkeramt die Hochfrequenz auf die Fernsprechleitungen zu legen und beim Teilnehmer die Hochfrequenz von der Niederfrequenz wieder zu trennen, sind elektrische Weichen erforderlich. Wie bereits weiter oben gesagt wurde, bestehen solche Weichen aus der Kombination eines Hochpaßfilters mit einem Tiefpaßfilter. Abb. 3 zeigt das Schaltungsprinzip einer derartigen Amtswsche, die verschiedene Aufgaben zu erfüllen hat. Erstens soll sie die vom Drahtfunkverstärker kommenden Drahtfunkträgerwellen auf die Fernsprechkabel überleiten, was mit Hilfe der beiden Kondensatoren C_2 und C_3 geschieht. Die Kondensatoren bilden den Hochpaß, der für die Hochfrequenz keinen Widerstand bedeutet, wohl aber für die niederfrequenten Gesprächsfrequenzen, die nicht hindurchgelassen werden. Zweitens soll die Amtswsche die zwischen ihr und den Vermittlungseinrichtungen (Wählergestell) liegenden Leitungen vor der Drahtfunk-Hochfrequenz schützen, wozu die Drosseln D_1 eingebaut sind. Im Gegensatz zu den Kondensatoren lassen die Drosseln die Niederfrequenz fast ungeschwächt hindurch, während sie die Hochfrequenz sperren. Die dritte Aufgabe der Amtswsche ist die Vernichtung bzw. die Zurückhaltung hochfrequenter Störwellen, die von den Wähleranlagen ausgehen, in die Leitungen gelangen und beim Teilnehmer Empfangsstörungen verursachen würden. Deshalb enthält eine Amtswsche noch eine zusätzliche Störschutzkombination, die sich aus den Drosseln D und den Kondensatoren C zusammensetzt.

Auf der Fernsprechleitung zum Teilnehmer liegen jetzt einmal die drei modulierten hochfrequenten Trägerwellen des Drahtfunks und außerdem die niederfrequenten Sprechschwingungen. Zur Trennung der Hochfrequenz von der Niederfrequenz wird am Ende der Fernsprechleitung beim Teilnehmer eine Teilnehmerweiche eingeschaltet, die gleichfalls eine Kombination eines Hochpasses mit einem Tiefpaß enthält (Abb. 4). Auch hier finden wir zwei Drosseln D , die wohl die Niederfrequenz zum Fernsprechapparat hindurchlassen, nicht aber die Drahtfunk-Hochfrequenz, die über die Kondensatorkette

C_1 und C_2 dem Endübertrager und über die Drahtfunkanschlußdose dem Empfänger zugeführt wird. Der Hochpaß der Teilnehmerweiche enthält $1\frac{1}{2}$ Glieder mit der Spule D_2 und dem Endübertrager, ist also reich-

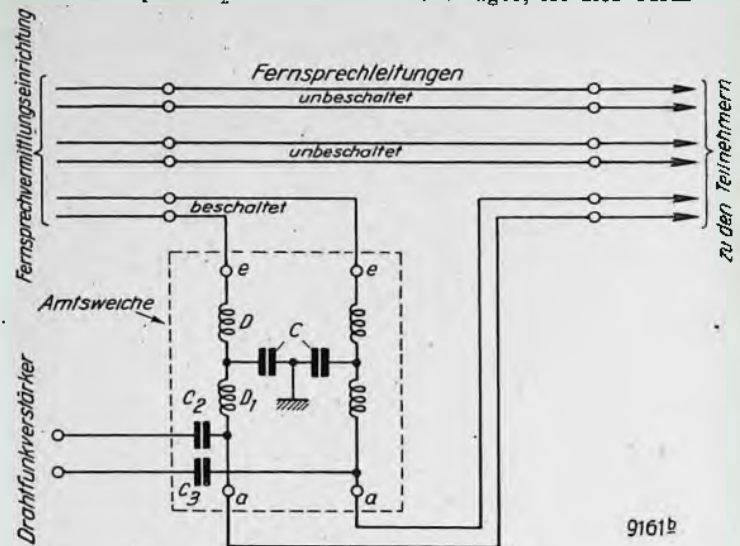


Abb. 3. Prinzipschaltung einer Amtswsche

licher dimensioniert als in der Amtswsche. Das hat seinen Grund darin, daß im Amt mit einem unbefugten Mithören nicht zu rechnen ist, so daß man mit zwei Kondensatoren vollauf auskommt. Auf der Empfangsseite aber ist größere Vorsicht notwendig, da an der Weiche des Fernsprechteilnehmers u. U. auch Nicht-Fernsprechteilnehmer als Drahtfunkhörer angeschlossen sind, für die das Mithören eines Gespräches — selbst unter Zwischenschaltung von Verstärkern — absolut unmöglich sein muß.

Der aus den Drosseln D_1 und den Kondensatoren C bestehende Störschutz hält die bei der Betätigung der Wählerscheibe etwa auftretenden Störschwingungen zurück.

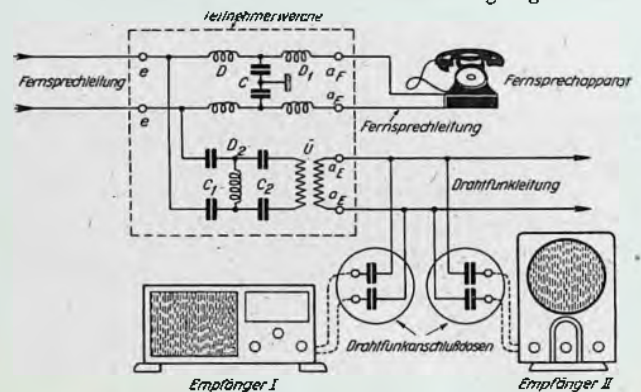


Abb. 4. Prinzipschaltung einer Teilnehmerweiche

Aus der von den Ausgangsklemmen des Endübertragers (aE in Abb. 4) abgehenden Drahtfunkleitung lassen sich neben dem Inhaber der Fernsprechstelle noch ein oder mehrere Nicht-Fernsprechteilnehmer mit Drahtfunk versorgen. Der Anschluß erfolgt in solchen Fällen über besondere Zubringerleitungen, die in Drahtfunkanschlußdosen enden. Damit sich die an einem „Sammelanschluß“ beteiligten Hörer nicht gegenseitig stören, ist in jede Zuleitung als Entkopplungsmittel ein Kondensator oder ein Widerstand (gegebenenfalls beides) eingeschaltet.

Die beiden Buchsen der Anschlußdose, d. h. die Drahtfunk-Zubringerleitungen, werden mit der Antennen- und der Erdbuchse des Empfängers verbunden. Das Auswählen des gewünschten Programms erfolgt durch einfaches Abstimmen des Empfängers auf die betreffende Drahtfunkwelle.

Otto Paul Herrnkind

Zeichnungen 1, 3 und 4 vom Verfasser, 2 Werkbild

Meßsender: Planung, Bau und Anwendung

Von RUDOLF SCHADOW

Zur genaueren Prüfung des Rundfunkempfängers ist ein Meßsender erforderlich, besonders wenn zugleich die Abgleichung zu untersuchen oder neu einzustellen ist. Die Erzeugung von Hochfrequenzspannungen, die sich für Prüfzwecke eignen, ist an sich nicht schwer, die Praxis verlangt aber von einem Meßsender eine vielseitige Verwendungsmöglichkeit, die bei der Planung wohl zu bedenken ist. Es hat aber wenig Sinn, eine starre Bauvorschrift zu geben, um mit dieser etwa einen vollkommensten Prüfgenerator zu beschreiben, ohne den erforderlichen Aufwand an Teilen und Röhren zu berücksichtigen oder die Arbeitsweise durch unübersichtliche elektrische Zusammenhänge zu gefährden. In meinem Buch „Syst. Fehlersuche an Rundfunkgeräten“¹⁾ habe ich daher den Abschnitt, der sich mit dem Meßsender als Prüfgerät befaßt, mit „Erzeugung von Hochfrequenz-Spannungen“ überschrieben und neben ausgesprochenen Behelfsmitteln, die nur für gelegentliche und notdürftige Prüfungen angegeben sind, einfache Wellenmesser und Abgleichvorrichtungen beschrieben. Jeder kann danach die für ihn geeignetste Einrichtung bauen.

Im Rahmen dieses Aufsatzes ist eine so ausführliche Behandlung des Senderproblems allerdings nicht möglich, dafür soll bei der Planung des Meßsenders eine spätere Erweiterung und Verbesserung ins Auge gefaßt werden, woraus sich der Vorteil ergibt, daß zunächst nur ein einfacher Sender in Betrieb zu setzen ist.

Von vielen Seiten kommt nun der Wunsch, den Prüf-sender mit allen Einzelheiten eines Bauplanes zu beschreiben. Das entspricht leider nicht meiner ursprüng-

lichung eines für den Bau des Senders vielleicht schon lange Zeit bereitgestellten stabilen Drehkondensators oder einer Feinstellscheibe zu und verursacht neben baulichen Schwierigkeiten auch Umstände bei späteren Reparaturen am Sender. Die folgenden Baupläne besitzen unter diesen Gesichtspunkten nur prinzipiellen Wert und sind nicht maßstäblich.

Welche technischen Forderungen stellt die Werkstatt an einen vielseitigen Meßsender?

1. Als Hochfrequenz-erzeuger:

1. Erfassung sämtlicher Empfangs-Wellenbereiche und aller vorkommenden Zwischenfrequenzen.
2. Ausreichende Genauigkeit und Konstanz der eingestellten Frequenz.
3. Saubere, nicht übersteuerungsfähige und konstante Modulation.
4. Einwandfreie Abschirmung des elektrischen und magnetischen Feldes nach außen.
5. Gleichmäßige, induktionsfreie Regelung der Ausgangsleistung über mehrere Dekaden.
6. Betriebszuverlässigkeit, insbesondere geringster Röhrenverbrauch im Dauerbetrieb.
7. Kontrolle darüber, daß Hochfrequenz abgegeben wird.

2. Als Tongenerator:

1. Große Leistungsabgabe.
2. Stufenlose und eichbare Regelung der Niederfrequenzleistung.
3. In weiten Grenzen veränderliche Frequenz bei möglichst konstanter Leistung.

3. Als Prüfgerät:

1. Anschlußmöglichkeit für zu prüfende Kondensatoren und Induktivitäten.
2. Entnahme einer Gleichspannung von etwa 250 Volt.

Obwohl das Prinzip des Röhrensenders verhältnismäßig einfach erscheint, kann der Bau eines Prüf-senders unter Berücksichtigung derartiger vieler Anforderungen erhebliche Schwierigkeiten bereiten. Die aufgestellten Punkte seien deshalb ausführlicher im einzelnen erörtert.

I. Beim Bau des Senders ist zu beachten:

1. Für den praktischen Betrieb in der Werkstatt ist eine Umschaltung von einem Wellenbereich zum anderen zeitsparender als der Austausch von Spulen. Sind aber viele Wellenbereiche vorgesehen, so bereitet die Lösung des Schalterproblems Umstände. Es ist daher immer zweckmäßiger, die wichtigsten Wellenbereiche mit dem Umschalter zu erfassen, die übrigen aber durch aufsteckbare Spulen herzustellen. In den weitaus meisten Fällen genügen Bereiche für Mittel- und Langwellen; die Erfassung des Kurzwellenbereichs von 20—50 m ist für die Prüfung moderner Empfänger, die fast ausnahmslos mit Kurzwellen ausgerüstet sind, ebenfalls wichtig; dagegen lassen sich die zwischen den Mittel- und Langwellen liegenden Zwischenfrequenzen durch Harmonische im Langwellenbereich herstellen, so daß ein vierfacher Wellenschalter ausreicht, wenn die vierte Schaltstellung den aufsteckbaren Spulen vorbehalten bleibt.

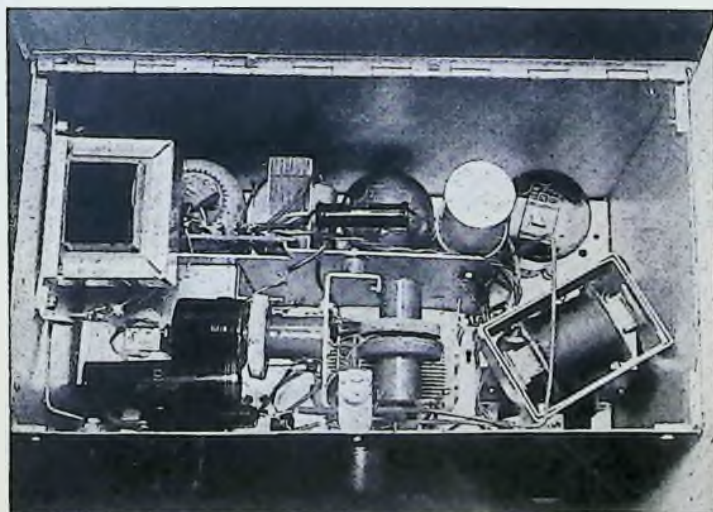


Abb. 1

lichen Absicht, denn gerade den Aufbau eines Meß-senders wird man nach den ausgewählten Teilen, persönlichen Zweckmäßigkeitswünschen und vielleicht auch nach den Raumverhältnissen planen. Ein besonders billiger Meßsender läßt sich z. B. auf dem Volksempfänger-Gestell unter Verwendung vieler Volksempfängerteile zusammenbauen, wie Abb. 1 es veranschaulicht. Die räumlich enge Anordnung läßt aber nicht die Verwen-

¹⁾ Weidmannsche Verlagsbuchhandlung, Berlin SW 68.

Man berücksichtige bei der Wahl des Wellenschalters, welcher außerordentlichen mechanischen Beanspruchung er im Dauerbetrieb gewachsen sein muß; nichts gibt mehr zu Fehlschlüssen bei der späteren praktischen Anwendung Anlaß, als ein aussegender Schalter. Die beliebten Rastenschalter halte ich für ungeeignet und empfehle einen robusten Nockenschalter mit Kontaktfedern, die sich bei richtiger Anordnung selbsttätig säubern.

2. Die Frequenzkonstanz soll dem praktischen Betrieb genügen und hierzu reichen 1 bis 2 % vollkommen aus. Treten keine erheblichen Netzwankungen auf und sorgen wir für gute Durchlüftung des Netzteils (nach längerem Betrieb kann die Erwärmung Veränderungen

punktschaltung (vgl. Abb. 2) geerdet und nicht zum Gitteranschluß der Spule geführt.

3. Die meßtechnisch einwandfreie Modulation des Meßsenders mit einer veränderlichen oder auch festen Tonfrequenz erfordert einen erheblichen Aufwand an Schaltmitteln und Röhren; für die Praxis der Reparaturwerkstatt und für einfache Untersuchungen an Empfängern genügt eine wesentlich vereinfachte Modulationsschaltung, die dennoch die Nachteile vermeidet, die häufig bei einfachen Prüfsendern mit konstanter Modulation auftreten. Unzweckmäßig ist für einen Meßsender z. B. die gitterseitige Modulation der Schwingröhre, da sehr leicht die Gefahr der Übersteuerung besteht und dadurch Doppelwelligkeit eintritt. Ebenso ungeeignet sind Schaltungen,

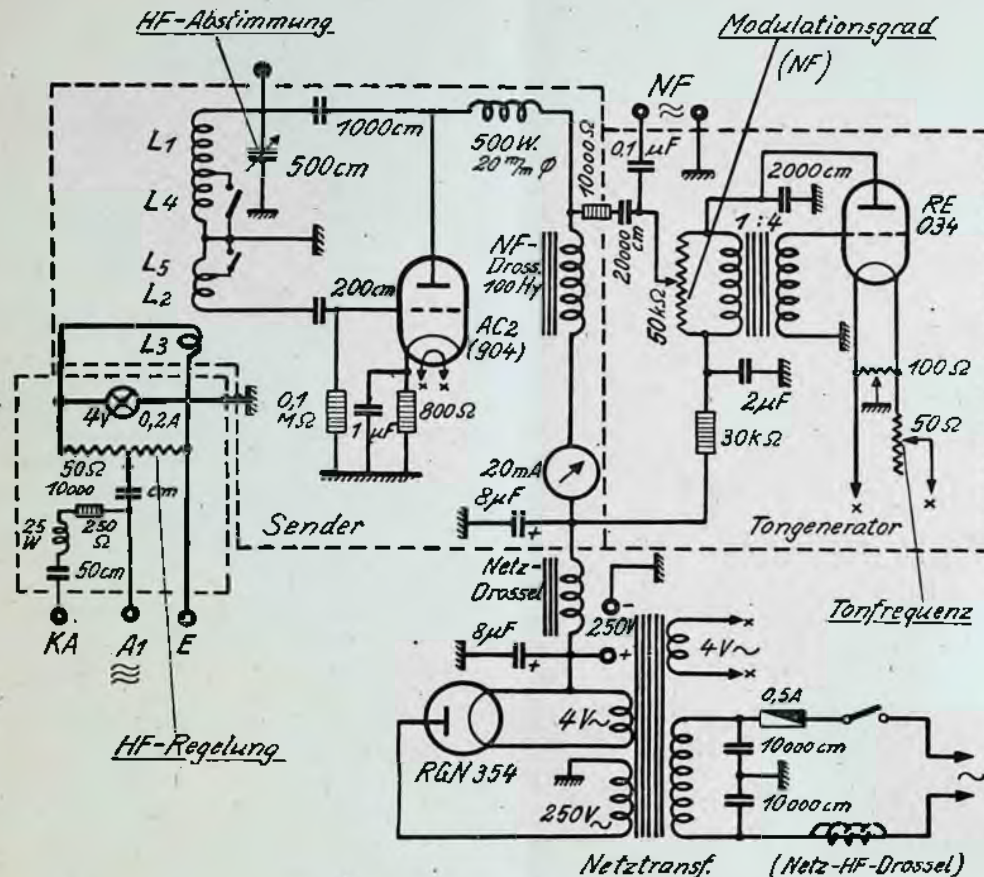


Abb. 2

der Abstimmorgane hervorrufen), so erübrigt sich der Einbau eines Glühspannungsteilers hinter der Gleichrichterröhre. Es gilt natürlich als erste Voraussetzung, daß die Eichung des Senders genauestens vorgenommen und in gewissen Zeitabständen nachgeprüft wird, ferner muß die Möglichkeit bestehen, eine sich später ergebende Eichunstimmigkeit (Parallelverschiebung) an der Abstimmungsskala zu berichtigen.

Aus Punkt 2 erkennen wir die Notwendigkeit eines stabilen Drehkondensators und einer fest mit diesem verbundenen Skalenscheibe, ohne Rücksicht darauf, ob es sich um eine Feinstellscheibe oder einen einfachen Drehknopf handelt. Skalen, die von 180° auf 360° überseht werden, sind nicht zu verwenden, am besten ist in jeder Hinsicht ein einfacher Skalenknopf mit messerscharfem Zeiger oder eine gute Noniusskala. Die Frequenzkonstanz gewinnt ferner, wenn die Anfangskapazität des Drehkondensators groß gewählt wird, weil kleine Kapazitätsänderungen sich dann weniger eichverstimmend auswirken. Aus dem gleichen Grunde wurde auch der Rotor des Drehkondensators trotz der Drei-

die Hochfrequenzerzeuger und Modulator in einer Röhre vereinigen, da sich hier die vorgenannten Nachteile noch viel stärker bemerkbar machen müssen. Für kleinere Meßsender ist die Anodenspannungsmodulation die geeignetste; sie gestattet ohne merkliche Verstimmung der Trägerfrequenz eine Regelung des Modulationsgrades, der sich im übrigen auch leicht aus Anodengleichspannung und der ihr überlagerten Tonfrequenzspannung berechnen läßt, und derart modulierte Sender haben eine für unsere Zwecke vernachlässigbare Frequenzmodulation, die erst im Kurzwellenbereich stärker hervortritt.

Der Modulator besteht aus einem einfachen Röhrensummer, der Tonfrequenzen von 10–8000 Hz liefert. Es ist uns dabei klar, daß wir damit nicht rein sinusförmige Wechselspannungen erzeugen; für besonders anspruchsvolle Meßvorgänge läßt sich der Sender aber durch eine Tonfrequenz-Schallplatte modulieren, während für die Abgleich- und Fehlersucharbeit der Röhrensummer ausreicht. Schließlich kommt es bei der Modulation eines Prüfsenders hauptsächlich darauf an, daß die eingestellte Tonfrequenz konstant und auch ihre Amplitude keinen

Schwankungen unterworfen ist. Da die Frequenz des Röhrensummers in erster Linie von der Spannung des Röhren-Heizfadens abhängt, müssen sämtliche im Heizkreis liegenden Regler und Kontakte zuverlässig arbeiten, wenn sich schon die Einflüsse von Netzspannungsschwankungen nicht vermeiden lassen.

4. Wie notwendig eine Abschirmung des Meßsenders ist, kann erst die Praxis lehren. Die Hochfrequenz darf nur und ausschließlich über die Energieleitung vom Ausgang des Senders zum Prüfobjekt gelangen; sonst erfährt man etwa folgendes: An einem stark verstimmtten Gerät ist die Zwischenfrequenz neu einzustellen. Nachdem die zweite Stufe abgeglichen wurde, soll die erste in die Prüfung einbezogen werden, und bei der Entfernung der Energieleitung zeigt sich, daß die eingestellte Zwischenfrequenz in unverminderter Stärke ihren Weg zum Empfänger findet, je nachdem, in welcher Lage sich Gerät und Sender zueinander befinden. Somit wäre es unmöglich, mehrstufige Verstärker einwandfrei abzugleichen, wenn nicht die Entfernung zwischen Sender und Empfänger erheblich vergrößert wird; aber auch das hat Grenzen. Auf jeden Fall ist eine gute Abschirmung ein wichtiger Faktor bei der Planung und dem Bau des Meßsenders.

Zu der Abschirmung gehört neben der strahlungssicheren Panzerung des Generators auch die magnetische und elektrische Trennung vom Netzteil. Die Panzerung der Modulationsstufe innerhalb des Generators ist nicht unbedingt erforderlich, dagegen muß der Regler für die Ausgangsenergie einschließlich des Abgriffes für die Energieleitung für sich gekapselt und vor direkten Strahlungen des Hochfrequenz-Generators geschützt werden. Im Netzteil sind ferner Vorkehrungen gegen eine Rückstrahlung des Senders auf das Netz zu treffen, damit die Abschirmung nicht herabgemindert oder gar wertlos wird. Einfache Maßnahmen bilden die Einschaltung von Netz-Hochfrequenzdrosseln und Überbrückungskapazitäten (5000—10 000 cm) in die Netzleitung.

5. Die dem Prüfobjekt vom Meßsender zugeführte Hochfrequenzenergie richtet sich nach dem Verstärkungsgrad des zu untersuchenden Empfängers. Die abgebbare Leistung muß zu Beginn der Abgleicharbeit und bei geringer Verstärkungsziffer so groß wie möglich sein, um sich wiederum bei empfindlicheren Geräten und zum Abschluß des Abgleichs auf kleinste Werte herabregeln zu lassen. Die zuverlässige Abgleichung eines Empfängers setzt voraus, daß die vom Sender gelieferte Energie soweit regelbar ist, daß während dieser Arbeit auch die geringste Lautstärkenzunahme festgestellt werden kann. Unzulässig ist die Verringerung der Lautstärke durch den im Gerät befindlichen Lautstärkeregler, weil bei niederfrequenter Regelung trotzdem eine Übersteuerung der Hochfrequenzkreise möglich ist. Jede Übersteuerung verhindert aber eine richtige Abstimmung. Die durch Abgleichung gewonnene Leistung soll dazu benutzt werden, die zugeführte Senderenergie zu verringern, damit der zu untersuchende Empfänger stets mit der höchsten Verstärkung arbeitet.

Berücksichtigt man die Empfindlichkeit eines wenig leistungsfähigen Einkreisers (ca. 1000 μ V) und die eines großen Superhets (1—3 μ V), so besteht im Leistungsbedarf zwischen beiden schon ein Verhältnis von 1 : 1000, so daß wir für alle Fälle die Regelung der Ausgangsenergie im Sender mit 1 : 10 000 erreichen müssen. Naturgemäß ist die Schaffung eines derartigen Spannungsteilers nicht einfach und mit einem gewöhnlichen Regelwiderstand wird das Ziel nicht erreicht. Man kann sich natürlich mit der Hintereinanderschaltung zweier Drehspannungsteiler helfen, doch ist auch dann der Erfolg noch fraglich. Am zweckmäßigsten ist die Verbindung

eines abgreifbaren festen Spannungsteilers in 5 Dekaden mit einem alle Zwischenwerte einstellenden Drehspannungsteiler, den wir bei der Verbesserung des Senders kennenlernen werden.

Die Regelung der Ausgangsenergie gewinnt an Einfachheit und Übersicht, wenn wir über kleine Hochfrequenzspannungen, aber große Stromstärke verfügen. Der Ausgang wird daher niederohmig gewählt; er besteht aus einer starkdrähtigen Ankopplungswicklung von wenigen Windungen und einem Regelwiderstand von 50 Ω . Durch die niederohmige Ausführung wird einmal die Gefahr der Frequenzbeeinflussung weitgehend beseitigt, Resonanzerscheinungen am Regelwiderstand werden vermieden und der Spannungsnachweis gelingt mit einfachen Mitteln (vgl. Abs. 7).

6. Die Betriebszuverlässigkeit erfordert neben der Wahl robuster Schaltelemente auch die richtige Einhaltung der Betriebsspannungen. Auch war dieser Gesichtspunkt entscheidend, keine Schaltungen zu verwenden, die zur Schwingungserzeugung und Modulation nur eine Röhre benötigen. Verwerflich sind auch Röhrensender, in denen eine Schirmgitterröhre mit erhöhter Schirmgitterspannung zur Schwingungserzeugung dient. Schließlich ist der Negteiler ausreichend zu bemessen.

7. Eine Kontrolle darüber, ob der Sender Hochfrequenz liefert, vermissen wir bei vielen einfachen Meßsendern, und doch ist diese Maßnahme ebenso einfach wie vorteilhaft. Der niederohmige Ausgang ermöglicht die Einschaltung eines kleinen Anzeigelämpchens von 4 Volt, 0,1—0,2 Amp, die von den verhältnismäßig großen Hochfrequenzströmen zum Leuchten gebracht werden. Man erkennt damit besser als am Anodenstrominstrument, ob der Sender schwingt und auch tatsächlich Hochfrequenz abgibt.

II. Der Tongenerator muß folgenden Anforderungen genügen:

1. Dem Sender muß sich für Prüfw Zwecke im Niederfrequenzverstärker eine Tonfrequenz entnehmen lassen, die ausreichende Leistung besitzt, um auch ohne weitere Verstärkung einen Lautsprecher zu erregen.

2. Die Leistung muß ähnlich wie die hochfrequente Ausgangsenergie in weiten Grenzen veränderlich sein und, um den Verstärkungsgrad zu ermitteln, geeicht werden. Praktisch genügt hierzu ein einfacher Drehspannungsteiler mit logarithmischer Kurve, der anfangs sehr kleine Werte abgreift. Mit einem Tonfrequenzmesser, dessen Einbau sehr vorteilhaft erscheint, kann die Leistung genau festgestellt werden.

3. Bei unserem Röhrensummer läßt sich die Forderung eines großen Frequenzspektrums durch die Heizspannungsregelung ziemlich gut erreichen, jedoch ist mit hohen Frequenzen eine gewisse Leistungseinbuße in Kauf zu nehmen.

III. Der Sender als Prüfgerät:

1. Zur Untersuchung einzelner Spulen, Kondensatoren und Abstimmkreise ist der Meßsender zu verwenden; wenn genaue Messungen gefordert werden. Eine Anschlußmöglichkeit für diese Zwecke ist daher nicht zu vergessen, selbst wenn zunächst keine Verwendungsmöglichkeit dafür besteht.

2. Die Entnahme einer Gleichspannung von 250 Volt ist für die Untersuchung von Empfängern bei der Fehlersuche, vielleicht auch zur Speisung einer Glimmerlampe erwünscht; die Belastung darf allerdings die Leistung des Negteils nicht übersteigen. *Zeichnung und Aufnahme vom Verfasser*

(Fortsetzung folgt)

Eine Stromversorgungsanlage für die Funkwerkstatt

Bei häufigen Arbeiten auf dem Gebiete der Funktechnik sowie zum Prüfen und Messen ist es äußerst praktisch, wenn eine geeignete Stromversorgungsanlage zur Verfügung steht, von der aus alle Spannungen an ein Klemmenbrett in der Nähe des Arbeitsplatzes geführt werden, so daß sie dort jederzeit abgenommen werden können. Besonders in der Funkwerkstatt, z. B. des Händlers, ist eine solche Anlage von großem praktischem Nutzen, da man mehrere Arbeitsplätze vorsehen kann, so daß eine gewisse Ersparnis bei der Anschaffung bzw. beim Bau der für die Stromversorgung notwendigen Einrichtung entsteht. Außerdem lassen sich an einer zentralen Stromversorgungsanlage Kontrolleinrichtungen anbringen, so daß man jederzeit über die Betriebsbereitschaft der einzelnen Geräte und die Größe der zur Verfügung stehenden Spannungen und Ströme unterrichtet ist. Hierdurch werden eine große Anzahl von Meßleitungen und sonstiger Zuführungskabel überflüssig, was

den Aufbau und das Arbeiten auch bei komplizierten Anordnungen sehr erleichtert. Es soll daher in folgendem eine Stromversorgungsanlage beschrieben werden, die sich im Laboratorium des Verfassers außerordentlich bewährt hat und die in kaum abgewandelter Form für jede Funkwerkstatt brauchbar ist. In der Hauptsache kommt es bei der in folgendem beschriebenen Anlage auf das Prinzip der Anordnung an, so daß ein weiterer Ausbau und eine Vervollständigung nach den im einzelnen bestehenden Bedürfnissen in einfacher Weise möglich ist.

Welche Spannungen und Ströme werden benötigt?

Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, folgende Spannungen stets betriebsbereit zu haben:

1. 70, 140, 210 und 280 Volt konstante Gleichspannung, etwa 75 mA belastbar,¹⁾

¹⁾ In der Zeichnung muß es im „Stabilisiertes Netzgerät“ 280 V statt 220 V heißen.

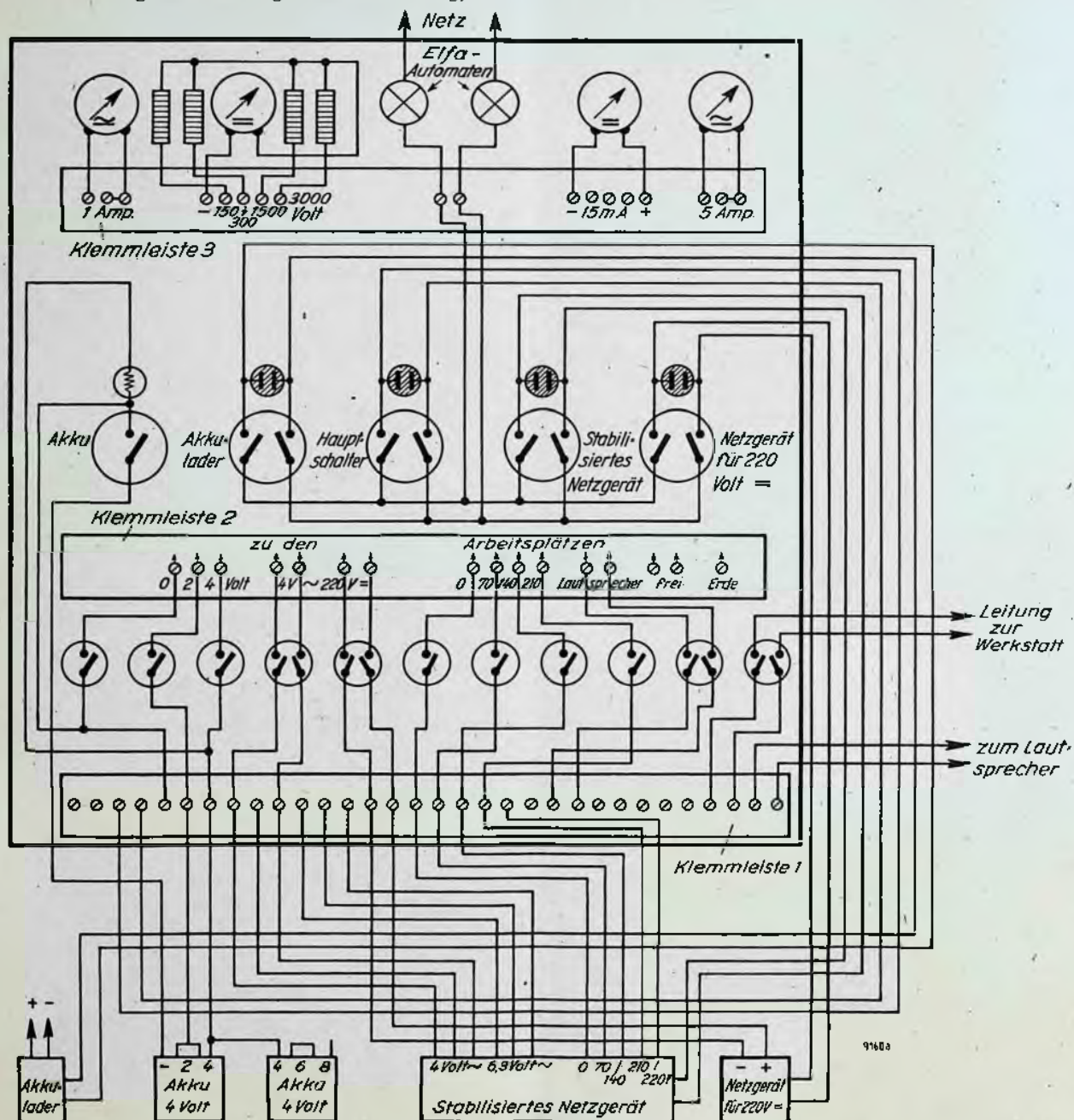


Abb. 1. Das Gesamtschaltbild der Stromversorgungsanlage

2. 220 Volt Gleichspannung, etwa 1 Amp. belastbar,
3. 2, 4, 6 und 8 Volt Gleichspannung (Akkumulator),
4. 2 und 4 Volt Wechselspannung, etwa 5 Amp. belastbar,
5. 6,3 Volt Wechselspannung, etwa 5 Amp. belastbar.

Diese einzelnen Spannungen müssen von zentraler Stelle aus an die Arbeitsplätze geleitet werden und an einer Schalttafel zu- und abschaltbar sein. Ferner müssen Anzeigeeinrichtungen vorhanden sein, die bei Netzanschlußgeräten die Betriebsbereitschaft anzeigen. Die Schalttafel soll ferner einige einfache Meßinstrumente enthalten, die in jede vorkommende Leitung einschaltbar sein müssen. Schließlich ist die zum Netz führende Leitung abzusichern, und zwar am besten durch Automaten, die bei evtl. Kurzschlüssen die Stromzuführung sofort unterbrechen und so die Anlage vor Beschädigungen bewahren. Selbstverständlich ist es auch möglich, alle anderen stromführenden Leitungen abzusichern, was jedoch nur notwendig erscheint, wenn an der Anlage auch Nichtfachleute oder Lehrlinge usw. arbeiten sollen.

Die Spannungsquellen

Das Gesamtschaltbild der Stromversorgungsanlage zeigt Abb. 1. Aus dieser ist die Leitungsführung genau zu erkennen, während die einzelnen Spannungsquellen nur durch ein Blockschema angedeutet sind. So weit es sich um Netzgeräte handelt, soll in folgendem kurz auf diese eingegangen werden.

Die im vorigen Abschnitt unter 1 genannten Spannungen werden einem stabilisierten Netzgerät entnommen, dessen Schaltung aus Abb. 2 hervorgeht. Der Netztransformator dieses Gerätes liefert eine Spannung von 2×500 Volt, die von einer Gleichrichterröhre des Types 2004 (bzw. AZ 12) oder von zwei parallelgeschalteten Röhren des Types 1064 (bzw. AZ 1) gleichgerichtet werden. Um eine von der Belastung unabhängige Spannung zu erhalten, ist ein Stabilisator vorgesehen, der gleichzeitig als Spannungsteiler dient, so daß sich in idealer Weise konstante Teilspannungen abgreifen lassen. Die Siebung erfolgt durch eine hochbelastbare Drossel und die üblichen Kondensatoren von 8 MF. In der Plusleitung liegt ferner noch ein Eisen-Wasserstoff-Widerstand, der ebenfalls zur Konstanzhaltung der abgenommenen Spannungen beiträgt. Da der Stabilisator einen äußerst geringen Wechselstromwiderstand besitzt, ist die entnehmbare Spannung trotz des dauernd fließenden Stromes von etwa 80 mA außerordentlich gut geglättet, so daß sie ohne weiteres als Anodenspannung für Empfänger und Verstärker verwendet werden kann. Die auf dem Netztransformator noch vorgesehenen Heizwicklungen können in einfacher Weise mit an die Schalttafel und damit an die Arbeitsplätze angeschlossen werden. Die Belastbarkeit ist völlig ausreichend. Eine Einzelansicht des Netzgerätes nach Abb. 2 zeigt Abb. 3, aus der Einzelheiten über den Aufbau hervorgehen.

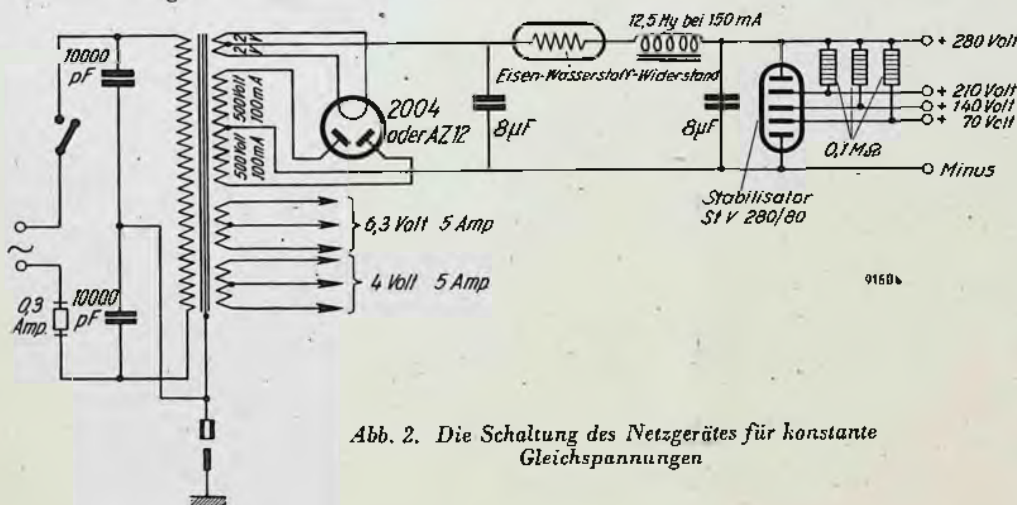


Abb. 2. Die Schaltung des Netzgerätes für konstante Gleichspannungen

Die Spannungsquelle für 220 Volt Gleichstrom, die besonders für die Prüfung von Gleichstromgeräten oder Allstromgeräten sowie als Erregerspannung für Lautsprecher wichtig ist, besteht ebenfalls aus einem Netzgerät, dessen

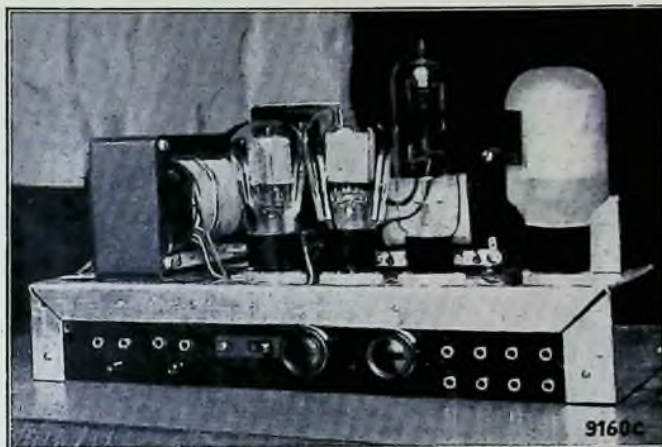


Abb. 3. Ansicht des stabilisierten Netzgerätes

Schaltung Abb. 4 wiedergibt. Da für eine Stromentnahme von etwa 1 Amp. ein ziemlich leistungsfähiger Transformator und eine entsprechende Gleichrichterröhre erforderlich sind, wurde aus Ersparnisgründen eine andere Anordnung gewählt. Es kommen im ganzen 7 Gleichrichterröhren des Typs CY 2 zur Anwendung, deren Heiz-

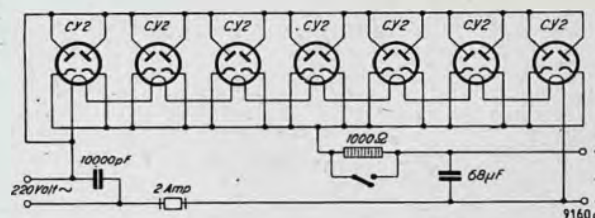


Abb. 4. Die Schaltung des Netzgerätes für 220 Volt

fäden in Serie und deren Anoden und Kathoden parallel geschaltet sind. Es muß hierbei nur darauf geachtet werden, daß alle Röhren gleichmäßig belastet werden, d. h. alle Röhren müssen den gleichen Innenwiderstand besitzen. Ist dies nicht der Fall, so können in die Anodenleitungen der einzelnen Röhren kleine Ausgleichswiderstände eingeschaltet werden. Der Einbau einer Siebdrossel erwies sich als unzweckmäßig, da hierdurch ein zu großer Spannungsabfall verursacht wird. Damit auch bei einer Belastung von etwa 1 Amp. die Spannung noch nicht unter 200 Volt sinkt, muß der Ladekondensator entsprechend bemessen werden. Es hat sich ein aus verschiedenen Einzelkondensatoren zusammengesetzter Blockkondensator von 68 MF Kapazität als ausreichend erwiesen. Es können hierbei ohne weiteres Elektrolytkondensatoren zur Anwendung kommen. In die Leitung zum Kondensator wird zum Schutze der Röhren während der Aufladezeit ein Widerstand von 1000 Ohm gelegt, der nach dem Anheizen der Röhren, also nach einigen Minuten, kurzgeschlossen wird. Es ist noch zu beachten, daß bei Leerlauf die von diesem Gerät gelieferte Spannung der Scheitelspannung der Netzspannung ent-

spricht, d. h. $220 \times 1,4$, also rd. 310 Volt beträgt. Beim Prüfen von Gleich- oder Allstromgeräten, die nur wenig Strom verbrauchen, ist es zweckmäßig, dieses Netzgerät von vornherein zu belasten, am besten mit einer normalen 100-Watt-Lampe, so daß die Spannung auf etwa 220 bis 230 Volt sinkt. Bei höheren Belastungen bleibt die Spannung dann annähernd konstant.

Als weitere Spannungsquelle sind zwei Akkumulatoren vorhanden, an denen 2, 4, 6 und 8 Volt abgegriffen werden können. Diese Akkumulatoren sollen möglichst leistungsfähig sein (mindestens 57 Amp.-Stunden), damit dieselben nicht allzuoft aufgeladen werden müssen. Zur Aufladung der Akkumulatoren ist ein kleines Ladegerät vorgesehen, das von der Schalttafel aus eingeschaltet wird. Vor dem Laden sind selbstverständlich die von den Batterien zur Schalttafel führenden Verbindungsleitungen abzuschneiden und die Verbindungen zum Ladegerät herzustellen. Ferner müssen während des Ladens die Verschlussstöpfe abgenommen werden, damit die Gasentwicklung nicht behindert wird.

Die Schaltung der Anlage

Die besprochenen Geräte sind in der in Abb. 1 gezeichneten Weise an eine Schalttafel angeschlossen. Die Netzleitung führt über zwei Elfa-Automaten und über einen doppelpoligen Hauptschalter an die einzelnen Netzgeräte. In den Netzeleitungen zu den Netzgeräten liegen ferner noch Schalter und hinter diesen kleine Glühlampen, die in die Schalttafel eingelassen sind und die anzeigen, ob das betreffende Gerät ein- oder ausgeschaltet ist. Auch hinter dem Hauptschalter ist eine solche Kontrolllampe angebracht. Für die Verlegung der Netzleitung kommt das normale doppeladriges Gummikabel oder aber besser Kulorohr in Frage. Um die Netzgeräte schnell auszuwechseln und reparieren zu können, sind die Netzeleitungen der Geräte mit einem Doppelstecker versehen, die in Steckdosen eingelassen werden, welche an den hinteren Beinen des Schalttafeltisches angebracht sind.

Die Spannungsanschlüsse der einzelnen Geräte führen zunächst an die Klemmleiste 1. Von dieser Klemmleiste aus gehen die Leitungen einzeln über Schalter an eine weitere Klemmleiste (2). Erst von dieser aus werden die Verbindungen zu den einzelnen Arbeitsplätzen hergestellt, an denen ebenfalls Apparatklemmen zur Abnahme der Ströme und Spannungen vorhanden sind. Die doppelte Klemmleiste mit dazwischenliegendem Schalter für die einzelnen Spannungszuführungen ist äußerst vorteilhaft, da zunächst einmal sämtliche zu den Arbeitsplätzen führenden Leitungen einzeln abzuschalten sind. Diese Leitungen sind dann frei und können auch noch für andere Zwecke benutzt werden. Ferner besteht die Möglichkeit, bei ausgeschaltetem Schalter in die einzelnen Leitungen eines der an der Schalttafel angebrachten Instrumente zur Strommessung einzuschalten. Auch ein Spannungsmeßgerät kann angeschaltet werden. Auf diese Art und Weise wird eine bedeutende Ersparnis an Meßgeräten erzielt, da nur die jeweils interessierenden Ströme und Spannungen gemessen werden. Schließlich kann auch von außen noch ein weiteres Meßgerät eingeschaltet werden, falls die an der Schalttafel angebrachten Instrumente nicht ausreichen sollten, wobei am Arbeitsplatz selbst keine Verbindungen unterbrochen zu werden brauchen.

Um kontrollieren zu können, ob der Akkumulator eingeschaltet ist, liegt parallel zu der Batterie eine kleine Glühlampe, die aufleuchtet, sobald die Minusleitung der Batterie eingeschaltet wird. An die Klemmleiste 2 sind bei der Anlage des Verfassers nicht alle Spannungen angeschlossen, sondern von der Akkumulatorenbatterie nur die Anschlüsse 0, 2 und 4 Volt, von dem Netzgerät für konstante Gleichspannungen nur die Punkte 0, 70, 140 und 210 Volt und von den Wechselspannungen nur die 4-Volt-

Leitung (ohne Mittelanzapfung). Selbstverständlich ist es aber auch möglich, alle übrigen angegebenen Spannungen, die auf jeden Fall an der ersten Klemmleiste liegen, auf die Arbeitsplätze zu geben, indem hierzu einfach mit Verbindungskabeln eine Verbindung zu einer der noch freien Leitungen hergestellt wird. Steht diese Leitung über einen Schalter mit einer anderen Spannung in Verbindung, so muß der dieser zugeordnete Schalter dann natürlich ausgeschaltet werden.

Der praktische Aufbau

Die Stromversorgungsanlage ist zusammen mit der Schalttafel auf einem geeigneten kleinen Tisch untergebracht, der etwa 25 cm über dem Boden eine Zwischenplatte besitzt, auf der die Netzgeräte usw. Aufstellung finden, wie aus Abb. 5 hervorgeht. Als Schalttafel dient

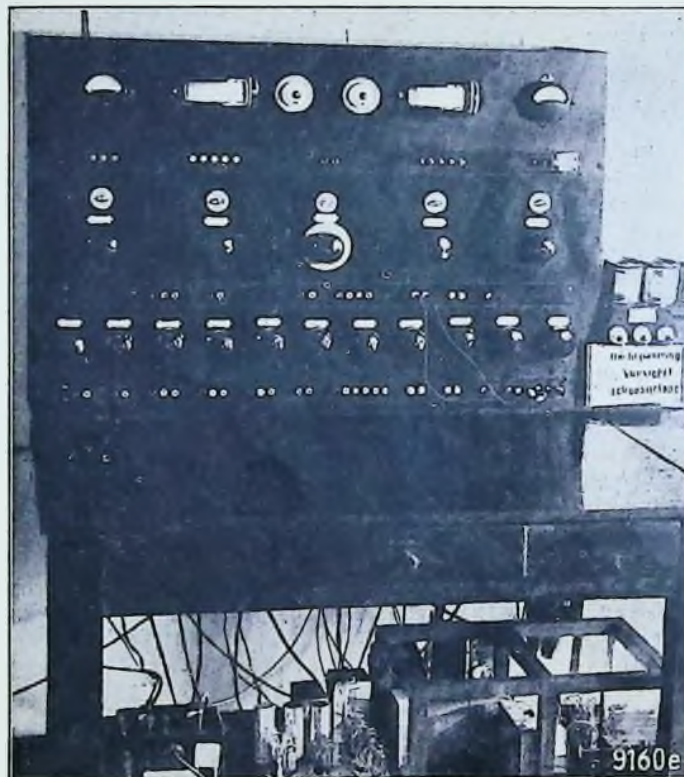


Abb. 5. Die Stromversorgungsanlage mit der Schalttafel

eine 20 mm dicke Sperrholzplatte, die an die hintere Kante des Tisches angeschraubt ist. Als Klemmleisten sind in die Platte schmale Pertinax-Streifen eingelassen, in welche Apparatklemmen eingeschraubt sind. In die Klemmleiste 1 wurden noch eine Reihe Apparatklemmen mehr eingelassen als eigentlich erforderlich sind, um die Anlage später ergänzen zu können. Zwischen den Klemmleisten 1 und 2 befinden sich die Schalter für die zu den Arbeitsplätzen führenden Leitungen. Über der Klemmleiste 2 liegen der Hauptschalter, die Schalter für die beiden Netzgeräte, der Schalter für das Ladegerät und ein Schalter für die Minusleitung der Akkumulatorenbatterie. Über jedem dieser Schalter ist eine Kontrolllampe angebracht. In der obersten Reihe liegen vier Meßinstrumente und die beiden Elfa-Automaten. Die Meßinstrumente bestehen aus einem Spannungsmeßgerät für Gleichstrom, einem Strommeßinstrument für Gleich- und zwei Instrumenten für Wechselstrom. Die Anschlüsse der Instrumente liegen an einer weiteren Klemmleiste (3). Von den in diese eingelassenen Apparatklemmen lassen sich zu allen Punkten der Schalttafel Verbindungen herstellen.

Von der Klemmleiste 2 aus führen die einzelnen Leitungen an zwei Arbeitsplätze an einer Tischreihe. Die

Spannungen können an einem an der Wand angebrachten Bord abgenommen werden, wie aus Abb. 6 hervorgeht. In dieses Bord sind zur Aufnahme der Apparateklemmen wieder kleine Pertinax-Streifen eingelassen. Das Bord dient gleichzeitig zum Abstellen von Geräten usw. Da es nicht möglich war, alle Anschlüsse nebeneinander anzuordnen, wurden die Klemmen in geeigneter Weise zu je drei übereinanderliegenden Gruppen aufgeteilt.

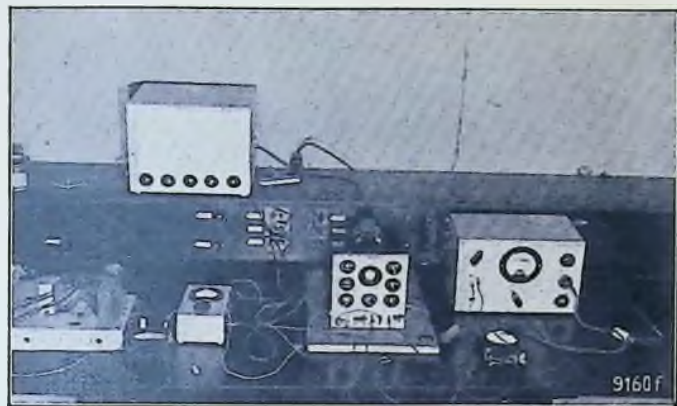


Abb. 6. Arbeitsplatz mit dem Wandbord und den Spannungsanschlüssen

Zu der mechanischen Ausführung des Schalttafeltisches ist noch einiges zu sagen. Der Tisch muß möglichst stabil sein, wenn auch durch die schweren im Zwischenboden aufgestellten Geräte bereits eine gewisse Erhöhung der Festigkeit erreicht wird. Unter dem Tisch sind sog. „Elfengleiter“ angebracht, so daß man den gesamten Tisch mit Schalttafel herausziehen kann, wenn an der Verdrahtung etwas geändert werden soll. Die zu den Arbeitsplätzen führenden Leitungen sind zu einem sog. „Kabelbaum“ zusammengefaßt, der zwischen Bord und Schalttafel eine Länge von etwa 1,5 m besitzt, so daß der Tisch ohne weiteres um diese Länge vorgezogen werden kann, ohne daß die Verbindungen zum Bord unterbrochen

werden müssen. An die Schalttafel selbst sind nach hinten zwei Abstandsbretter angebracht, die durch Querstreben zur Versteifung der Schalttafel mit den Tischbeinen in Verbindung stehen. Gleichzeitig wird hierdurch der Schalttafeltisch in den richtigen Abstand von der Wand gebracht, so daß die Tafel mit der parallel zur Wand verlaufenden Fläche des Bordes an den Arbeitstischen abschließt. Der freie Platz vor der Schalttafel kann unter Umständen noch als Arbeitsplatz ausgenutzt werden.

Das Material für die ganze Anlage ist außerordentlich billig. Größere Ausgaben entstehen nur durch die Netzgeräte, Apparateklemmen usw. Letztere sollen möglichst hochwertig und gleichmäßig sein. Als Schalter können ausnahmslos die als Lichtschalter im Handel erhältlichen Stücke benutzt werden, da eine hohe Belastung ja nicht vorliegt. Die Sicherungsautomaten sind für 6 Amp. bemessen. Als Leitungsmaterial kommt die übliche ein- oder doppeladrig Gummilite in Betracht.

Ergänzungsmöglichkeiten

Eine Ergänzung der Anlage ist zunächst dadurch möglich, daß auf dem Zwischenboden weitere Stromquellen aufgestellt werden. Als besonders zweckmäßig hat es sich ferner erwiesen, über die Schalttafel auch noch eine Lautsprecherleitung laufen zu lassen, wozu ebenfalls an dem Tischbord entsprechende Klemmen und eine Leitung vorgesehen sind. Der Lautsprecher ist an geeigneter Stelle des Raumes eingebaut. — Bei der Anlage des Verfassers ist die Anordnung ferner so getroffen, daß sämtliche weiteren Netzanschlüsse des Raumes über die Schalttafel und damit über den Hauptschalter laufen. Ist der Hauptschalter abgeschaltet, so wird mit Sicherheit jeder weitere am Netz liegende Verbraucher abgeschaltet. Um die Netzspannung auch unmittelbar an der Schalttafel abnehmen zu können, ist es günstig, auch hierfür einige der noch freien Klemmen vorzusehen. Ferner kann es von Vorteil sein, an der Tafel einen Erdanschluß zu besitzen. Auch eine abgeschirmte doppeladrig Leitung hat sich als brauchbar erwiesen, wenn z. B. Tonfrequenzspannungen an die Arbeitsplätze geleitet werden sollen.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Herbert Lennartz

Ratschläge und Hilfsmittel

Ein billiger LötKolbenständer

Die alten Tischtelefonapparate besitzen auf ihrem Deckel eine mehr oder weniger schön verzierte Gabel aus Metall, die dem Zwecke dient, in der Ruhelage des Apparats den Hörer aufzunehmen und mittels dessen Gewicht einen Kontaktsatz zu betätigen. Teile dieser

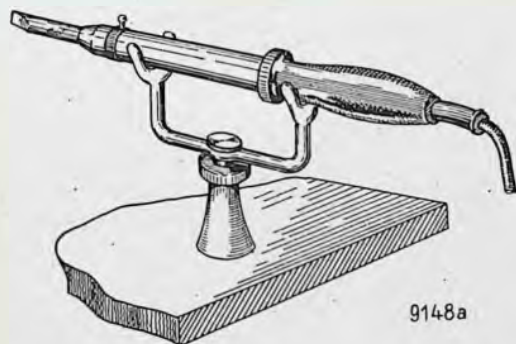


Abb. 1a

alten Apparate werden zu billigen Preisen von der Reichspost abgegeben. So kann man dort auch eine derartige Gabel erstehen und sie zu dem in der Überschrift genannten Zweck verwenden. Man spart dadurch die Arbeit des

Baus einer entsprechenden Vorrichtung. Der LötKolben hat einen sicheren Platz auf der Werkbank oder dem Laboratoriumstisch, und die anderen umherstehenden Gegenstände sind vor einer unliebsamen Berührung mit ihm sicher.

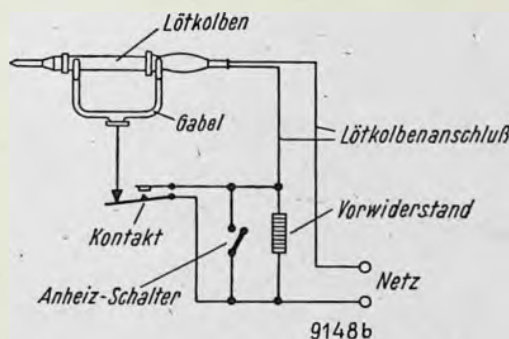


Abb. 1b

Der an der Gabel angebrachte Schaltsatz kann ebenfalls verwendet werden. Bekanntlich wird ja der LötKolben, wenn nicht damit gearbeitet wird und eine entsprechende Wärmeabgabe vorhanden ist, im Ruhezustand zu warm,

was sich ungünstig für den Beginn jeder neuen Lötungsperiode auswirkt. Es liegt daher nahe, den Schaltsatz so zu verwenden, daß man zwei Kontakte herausucht, die bei belasteter Gabel geöffnet sind. Diese Kontakte benutzt man dazu, in den Stromkreis des LötKolbens einen Vorwiderstand einzuschalten, der bei aufgelegtem Kolben die Spannung um einen experimentell zu bestimmenden Betrag heruntersetzt, so daß die Heizleistung bei auf-

gelegtem Kolben kleiner ist, jedoch noch gerade so groß, daß die Schmelztemperatur erhalten bleibt. Um den Kolben rasch anheizen zu können, wird dann entweder die Gabel durch eine Stütze gehoben oder ein zweiter Schalter parallel zum Vorwiderstand gelegt, der erst dann ausgeschaltet wird, wenn der Kolben die Schmelztemperatur des Zinns erreicht hat. Die Schaltung geht aus der Abb. 2 hervor.

Zeichnungen vom Verfasser

— amt —

Anlegung einer Grundwasser-Erde

Bekanntlich ist die Grundwasser-Erde die zuverlässigste aller Erdungsmöglichkeiten. Die Ableitungen für den Blitzschutz sollten sämtlich vorschriftsmäßig unmittelbare Verbindung bis zum Grundwasser haben. Dies ist aber nur in den wenigsten Fällen so. Meist dient die Wasserleitung als Empfangs- und als Blitzerde, da nur selten ein bis zum Grundwasser reichender Brunnen zur Verfügung

der beiden Hälften wird je eine nach oben bzw. nach unten gebogen und das fertige Messer an seinem Rande so zurechtgefeilt, daß es bis zu den Spitzen in das Rohrende hineinpaßt. Nach Anbringung kleiner Winkel kann man es zwar selbst annieten, doch ist es besser, wenn das Messer angeschweißt wird. Die überstehenden Teile des Rohres werden abgeschnitten oder abgebrannt. An anderen Ende des Bohrers wird eine Tülle angebracht. Anordnung und ungefähre Maße ergeben sich aus Abb. 3.

Zum Bohren wird zunächst ein kurzer Schacht ausgehoben, damit der Bohrer Führung erhält. In die Tülle setzt man eine Stange, die mit der Halteschraube gut festgeklemmt wird, und das Bohren kann beginnen. Nach einigem Drehen wird der Bohrer jedesmal aus der Erde gehoben und entleert. Es ist vorteilhaft, wenn man mehrere Stangen bis zu der notwendigen Länge zur Verfügung hat und diese dann entsprechend wechselt. Den Quergrieff befestigt man mit einer Schelle, so daß er für

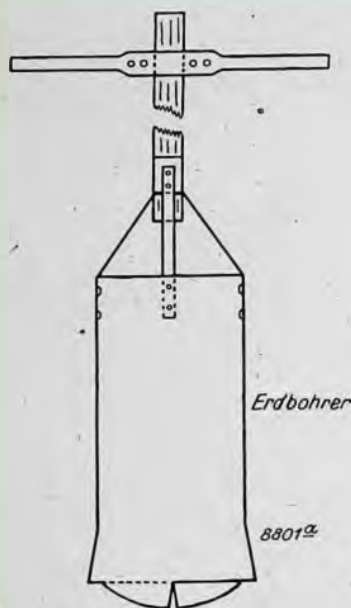


Abb. 1

steht. Liegt der Grundwasserspiegel einige Meter unter der Oberfläche, so ist das Auswerfen eines Schachtes nicht mehr zu empfehlen. Man bedient sich dann am besten eines sogenannten Erdbohrers. Die Herstellung und Verwendung eines solchen Bohrers (Abb. 1) soll kurz erläutert werden.

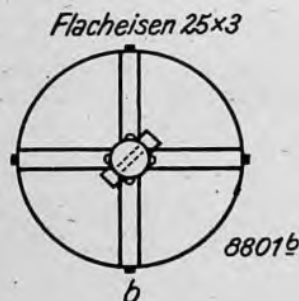


Abb. 2

Ein normales Ofenrohr von 40 cm Länge wird an einem Ende durch Treiben etwas geweitet, so daß sein Durchmesser hier etwa 10 mm größer wird. Das Messer wird aus 1 mm starkem Blech hergestellt (Abb. 2). Die Scheibe wird in Pfeilrichtung so weit aufgeschnitten, daß in der Mitte noch etwa 2 cm stehen bleiben. Von den Ecken

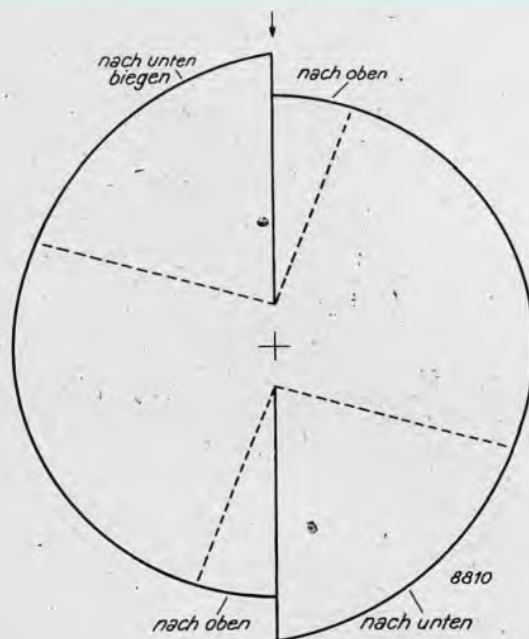


Abb. 3

alle Stangen gebraucht werden kann. Das mehr oder weniger gute Gelingen der Arbeit hängt vor allem von der Bodenbeschaffenheit ab. Sandboden läßt sich natürlich leichter bohren als Kies.

Ist das Grundwasser erreicht, so wird in den gebohrten Schacht das Erdungsblech mit dem angelöteten Zuleitungsdraht versenkt. Es hat etwa die Form des Bohrers (etwas enger). Als Material kann verzinktes Eisenblech dienen. Das Bohrloch wird sorgfältig abgedeckt, so daß es zu jeder Zeit wieder zugänglich ist. Die geschilderten Arbeiten führt man am besten im Sommer aus, wenn der Grundwasserspiegel am tiefsten steht.

Gr.

Zeichnungen vom Verfasser

HJ.-FUNK

Messungen am 15 Watt-Einheitsverstärker

Messungen, die an dem in Heft 5 und 6 des „HJ.-Funk“ beschriebenen „15-Watt-Einheitsverstärker für Zeltlagerbetrieb“ durchgeführt wurden, sollen einerseits gewisse Unterlagen über die richtige Arbeitsweise des Gerätes geben, andererseits soll damit gezeigt werden, daß die aufgestellten Forderungen erfüllt sind. Eine Nachprüfung des letzten Teiles der Meßergebnisse dürfte im allgemeinen nicht nötig sein, wenn das Gerät mit den angegebenen Einzelteilen und Röhren aufgebaut ist und gleichstrommäßig richtig arbeitet. Die Gleichstrommessungen wurden aus diesem Grunde mit einem normalen Universalinstrument durchgeführt, so daß eine Kontrolle jederzeit möglich ist, wenn ein solches Instrument zur Verfügung steht.

Die einzelnen Spannungen und Ströme sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Hierbei ist zu beachten, daß die Spannungen an den Anoden der beiden Röhren EF 12 mit dem 250 Volt-Meßbereich eines Instrumentes gemessen wurden, das einen Widerstand von $500 \Omega/V$ besitzt. Die angegebenen Werte entsprechen natürlich nicht genau den tatsächlichen Spannungen. Diese können ermittelt werden, indem der Spannungsabfall an den bekannten Kathoden-, Anoden- und Siebwiderständen errechnet und von der gesamten Anoden-spannung abgezogen wird.

	1. Röhre (EF 12)	2. Röhre (EF 12)	3. Röhre (EL 12)	4. Röhre (EL 12)
Anodenspannung ..	70 V	70 V	250 V	250 V
Schirmgitterspannung ..			260 V	260 V
Gittervorspannung ..	— 2,8 V	— 2,6 V	— 7,5 V	— 7,5 V
Anodenstrom	0,7 mA	0,65 mA	75 mA	75 mA

Der Anodenstrom der Röhren EL 12 wurde in der Kathodenleitung gemessen, so daß der angegebene Wert die Summe aus Anodenstrom und Schirmgitterstrom darstellt. Der Netzteil liefert am Ladekondensator eine Gesamtspannung von 320 Volt. Durch die Drossel tritt ein Spannungsabfall von 60 Volt ein, so daß hinter der Drossel eine Spannung von 260 Volt zur Verfügung steht.

Einen Eindruck von der Brummfreiheit gibt die in folgendem angegebene Tabelle. Es wurde die Störspannung U_{st} an verschiedenen Punkten des Gerätes bei offenem und bei kurzgeschlossenem Eingang gemessen.

	Anode EL 12	5 Ω Ausgang	150 Ω Ausgang	500 Ω Ausgang
U_{st} , Eingang offen ..	0,3 V	10 mV	25 mV	60 mV
U_{st} , Eingang geschl.	0,17 V	6 mV	15 mV	23 mV

Die angegebenen Störspannungen liegen selbst bei empfindlichen Lautsprechern unterhalb der Hörbarkeitsgrenze, ein eindeutiger Beweis für die sorgfältige Bemessung der Siebglieder. Die Messungen wurden, ebenso wie später bei der Aufnahme der Frequenzkurve, bei (mit einem Ohmschen Widerstand) abgeschlossenem Ausgang durchgeführt.

Von großer Bedeutung ist die Frequenzkurve des Verstärkers. Abb. 1 gibt die gemessene Kurve und die Meßanordnung wieder. Die Messung wurde so ausgeführt, daß die abgegebene Endleistung normalerweise zwischen 10 und 15 Watt lag. Als Tonfrequenzspannungsquelle dienten Frequenzplatten. Die Eingangsspannung wurde mit einem Röhrenvoltmeter kontrolliert, die Ausgangsspannung an

dem 5- Ω -Ausgang, der mit einem entsprechenden Ohmschen Widerstand abgeschlossen war, gemessen.

Bei der Aufnahme der Frequenzkurve mit Frequenzplatten ist zu beachten, daß insbesondere bei den hohen Frequenzen der Anteil des Nadelrauschens, der vom Röhrenvoltmeter natürlich mit angezeigt wird, recht beträchtlich sein kann. Obwohl bereits ein äußerst hochwertiger Tonabnehmer mit sehr geringem Auflagedruck und Saphir-Dauernadel verwendet wurde, konnten über 8000 Hz keine Meßpunkte mehr gewonnen werden, da das Verhältnis der durch das Nadelgeräusch bedingten Störspannung zur Signalspannung zu ungünstig wurde. Allerdings hat es auch wenig Sinn, über 8000 kHz überhaupt noch Messungen auszuführen, da die obere Grenzfrequenz bereits mit 8000 Hz angegeben war.

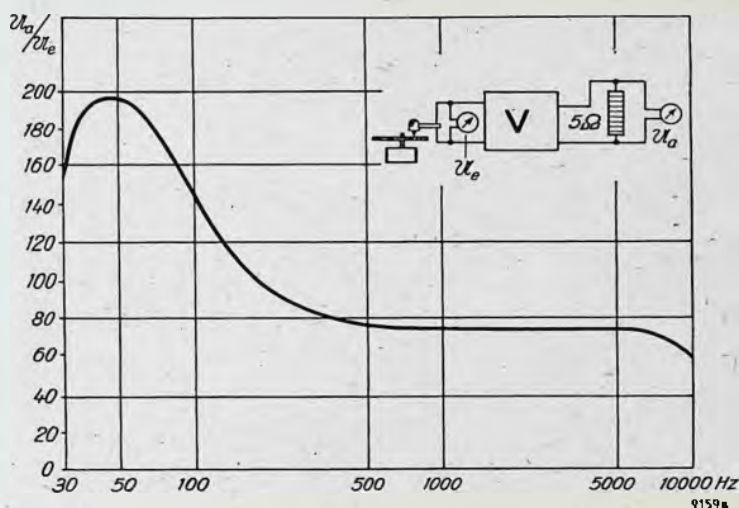


Abb. 1. Der Frequenzgang des Verstärkers

Die Frequenzkurve selbst zeigt zwischen 200 Hz und 30 Hz einen leichten Anstieg mit einer Spitze bei etwa 45 Hz. Es ist zu beachten, daß als Ordinate das Verhältnis Ausgangsspannung zu Eingangsspannung aufgetragen ist. Bei der Umrechnung in Neper oder Decibel würde sich die Anhebung nicht so stark bemerkbar machen, da dann der Maßstab logarithmisch ist. Die Anhebung bei den tiefen Frequenzen ist durch die Reihenschaltung der Primärwicklung des Gegentaktingangstransformators mit dem Kopplungskondensator bedingt. Da ohnehin die tiefen Frequenzen weder von den üblichen Lautsprechern besonders gut wiedergegeben, noch von Mikrofonen amplitudengetreu aufgenommen werden, ist die Anhebung durchaus willkommen. Auch bei Schallplattenwiedergabe macht sie sich vorteilhaft bemerkbar, da die Platten bekanntlich unter 250 Hz nur noch mit konstanter Amplitude geschnitten werden. — Bei den mittleren Frequenzen ist die Kurve geradlinig. Erst von etwa 7000 Hz ab tritt ein leichter Abfall ein, der aber selbst bei 10000 Hz noch sehr gering ist. Da man als Grenzfrequenz die Frequenz zu bezeichnen pflegt, bei der die Verstärkung um etwa ein Drittel gesunken ist, kann der Gesamtfrequenzbereich etwa von 25 Hz bis 10000 Hz angegeben werden.

Ein gewisses Bild über die Verzerrungsfreiheit vermittelt die Aussteuerungskurve Abb. 2. Hier ist die Ausgangs-

spannung in Abhängigkeit von der Eingangsspannung aufgetragen. Wie man erkennt, verläuft diese Kurve bei Eingangsspannungen zwischen 0 und etwa 100 mV vollkommen gerade, darüber hinaus biegt sie jedoch ab. Das heißt, bei Eingangsspannungen von mehr als 0,1 Volt wird der Verstärker übersteuert, und es treten starke Verzerrungen auf. Die Aussteuerungsgrenze liegt also bei etwa 15 Watt, wie dies bereits früher angegeben wurde.

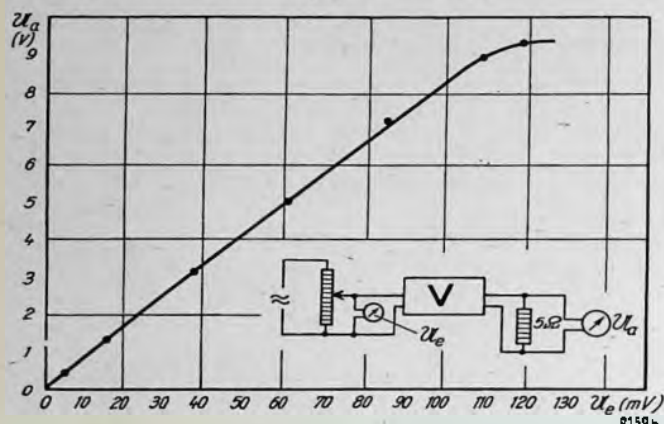


Abb. 2. Die Aussteuerungskurve des Verstärkers

Die absolute Größe des Klirrgrades hat in diesem Zusammenhang eigentlich nur theoretischen Wert. Natürlich hätte man Kurven über den Klirrgrad in Abhängigkeit von der abgegebenen Wechselstromleistung oder von der Ein-

gangsspannung aufnehmen können. Für solche Messungen ist aber der Aufwand beträchtlich, während die Aussteuerungskurve mit verhältnismäßig einfachen Mitteln gemessen werden kann, wie die in Abb. 2 ebenfalls eingezeichnete Meßanordnung zeigt. Für die Praxis ist aber die Aussteuerungskurve genau so wertvoll wie genaue Unterlagen über den Klirrgrad.

Zum Schluß noch einige Worte über die Verstärkung der einzelnen Stufen. In der ersten Stufe wird ein Verstärkungsgrad von etwa 17, in der zweiten von etwa 13 erzielt. Hierzu kommt noch die durch das Übersetzungsverhältnis des Gegentaktingangstransformators bedingte Verstärkung. Die beiden ersten Stufen ergeben also insgesamt eine etwa 220fache Verstärkung. Demnach müßte aber eigentlich eine Aussteuerung mit etwa 25 mV Eingangsspannung erreicht werden können. Dies wird jedoch durch die in der letzten Stufe zur Anwendung kommende Gegenkopplung verhindert. Da die zur Gegenkopplung an das Gitter der Endröhren zurückgeführte Anodenwechselspannung gegenüber der Gitterwechselspannung um 180° phasenverschoben ist, bewirkt die Gegenkopplungsspannung eine Verkleinerung der ursprünglich am Gitter liegenden Wechselspannung. Die Eingangsspannung muß also so weit erhöht werden, bis die durch die Gegenkopplungsspannung reduzierte Gitterwechselspannung der Endröhren zur Aussteuerung ausreicht. Der Gegenkopplungsgrad wurde so gewählt, daß bei 0,1 Volt Eingangsspannung der Verstärker gerade ausgesteuert wird.

Die Leistungsaufnahme aus dem Netz beträgt etwa 75 bis 80 Watt.

Zeichnungen vom Verfasser

Herbert Lennartz

Die Messung großer Widerstände

Die Messung großer Widerstände in der Wheatstoneschen Brücke stößt auf Schwierigkeiten, da einerseits ein besonders empfindliches Anzeigeinstrument notwendig wird, und andererseits das Vergleichsnormale von der gleichen Größenordnung wie der zu messende Widerstand sein muß. Die im folgenden beschriebene einfache Methode erlaubt es, auch hohe Widerstände noch mit genügender Genauigkeit zu messen, wenn nur ein Spannungsmeßgerät von genügend hohem inneren Widerstand zur Verfügung steht.

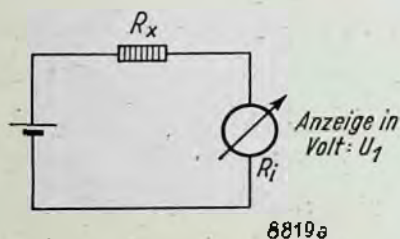


Abb. 1. Erste Messung: Gesuchter Widerstand und Instrument in Serie an der Spannungsquelle

Zur Messung legt man zunächst das Spannungsmeßgerät und den zu messenden Widerstand in Serie an eine Stromquelle (Abb. 1). Man liest den Ausschlag ab und führt die gleiche Messung noch einmal ohne Zwischenschaltung des zu messenden Widerstandes aus (Abb. 2). Die Klemmenspannung der Stromquelle soll zweckmäßig gerade so groß sein, daß bei dieser zweiten Messung etwa der Vollausschlag des Instrumentes erreicht wird. Da die Belastung der Stromquelle in beiden Fällen sehr gering ist, kann man annehmen, daß die Klemmenspannung der Gleichstromquelle für beide Messungen die gleiche ist. Dann kann man den gesuchten Widerstand leicht berechnen, wenn man den inneren Widerstand des Spannungsmeßgerätes kennt. Bei der ersten Messung erfolgt eine Spannungsaufteilung der

Klemmenspannung an den beiden Widerständen R_x und R_i . Am Instrument liegt also nur der Bruchteil der Spannung, der durch das Verhältnis von R_i zu der Summe von R_i und R_x gegeben ist. Bei der zweiten Messung liegt dagegen

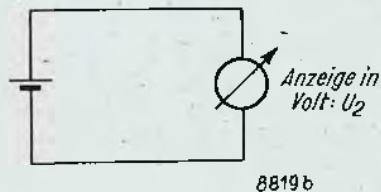


Abb. 2. Zweite Messung: Messung der Klemmenspannung

die gesamte Klemmenspannung am Instrument. Es gilt also, wenn U_1 und U_2 die angezeigten Spannungswerte bei den beiden Messungen sind:

$$U_1 = \frac{R_i}{R_i + R_x} \cdot U_2.$$

Hieraus berechnet sich R_x zu:

$$R_x = \frac{U_2 - U_1}{U_1} \cdot R_i.$$

Den inneren Widerstand des Instrumentes findet man als Quotient des meist angegebenen Strombedarfes bei Vollausschlag und der dem Vollausschlag entsprechenden Spannung. Beträgt der Strombedarf z. B. 2 mA und der Vollausschlag 5 Volt, so ist der innere Widerstand:

$$R_i = \frac{5}{2 \cdot 10^{-3}} \Omega = 2,5 \cdot 10^3 \Omega.$$

Da man nach der angegebenen Methode nur Widerstände messen kann, die nicht größer als etwa das Zwanzigfache des inneren Widerstandes des Instrumentes sind, wird man bei der Messung größerer Widerstände einen größeren

Vorwiderstand für das Instrument und damit einen größeren Spannungsbereich wählen. Um bei den Messungen noch genügend große Ausschläge zu bekommen, muß man dann zu höheren Spannungen übergehen. Beispielsweise würde ein Instrument mit dem gleichen Strombedarf wie oben und einem Vorwiderstand für 250 Volt einen inneren Widerstand von

$$R_i = 1,25 \cdot 10^5 \Omega$$

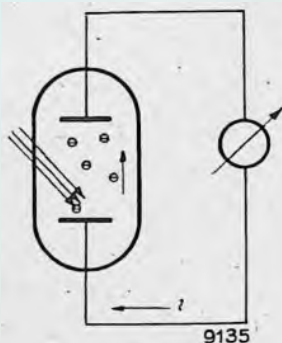
besitzen und damit Widerstände bis zu mehreren M Ω zu messen gestatten.

Die Methode ist verhältnismäßig genau, solange die Klemmenspannung der Stromquelle als unveränderlich betrachtet werden kann, d. h. sie eignet sich nur für die Messung hoher Widerstände und verlangt Stromquellen von geringem inneren Widerstand. Die Messung rein Ohmscher Widerstände kann auch ebenso gut mit Wechselstrom geschehen, wenn das verwendete Instrument einen konstanten inneren Widerstand besitzt.

Der Photoeffekt

Unter dem Begriff „Photoeffekt“ faßt man alle diejenigen Erscheinungen zusammen, bei denen strahlende Energie (also Licht-, Röntgen- oder γ -Strahlung) mit der Materie in Wechselwirkung tritt und hierbei aus dem Atomverband des bestrahlten Stoffes Elektronen herauslöst. Die Menge der austretenden Elektronen kann von einem Auffänger (Anode) aufgenommen werden. Zwischen dieser sich negativ aufladenden Anode und der Photokathode entsteht dann eine Spannung, die durch einen äußeren Stromkreis ausgeglichen werden kann (Abb. 1). Auf diese Weise kann man die Zahl der austretenden Elektronen direkt messen und hat damit ein Maß für die Menge des aufgefallenen Lichtes (Belichtungsmesser).

Man hat diese Erscheinung bereits am Ende des vorigen Jahrhunderts entdeckt. Die quantitativen Aussagen der über den Photoeffekt gemachten Versuche



Die vom einfallenden Licht auf der Fotokathode ausgelösten Elektronen wandern zur Anode und erzeugen im Kreis einen Strom -i

gaben aber der klassischen Physik Rätsel auf, die erst durch die Quantenphysik gelöst werden konnten. Besonders eingehend wurde untersucht, welche Austrittsgeschwindigkeit die Elektronen unter verschiedenen Bedingungen haben. Von der klassischen Anschauung ausgehend muß man annehmen, daß die Elektronen z. B. eine bestrahlte Metalloberfläche mit um so höherer Geschwindigkeit verlassen, je mehr Strahlungsenergie man zur Auslösung der Elektronen aufwendet, d. h. je mehr Licht man auf die Metalloberfläche auffallen läßt. Es zeigt sich aber in den Experimenten, daß überraschenderweise die Austrittsenergie der Elektronen von der Lichtintensität vollkommen unabhängig, dagegen in hohem Maße abhängig von der Wellenlänge, also der Frequenz des eingestrahlteten Lichtes ist. Je höher die Frequenz ist, mit um so größerer Geschwindigkeit treten die Elektronen aus der Oberfläche aus, während bei dem Übergang zu immer niedrigeren Frequenzen (also größeren Wellenlängen) die Austrittsgeschwindigkeit immer kleiner

Anwendungsbeispiele

1. Hat man nach diesem Verfahren z. B. mit einem Mavometer an einem Akkumulator folgende Ausschläge erhalten:

$$U_1 = 0,7 \text{ V} \\ U_2 = 4,2 \text{ V}$$

so ergibt sich, da der innere Widerstand des Mavometers $2,5 \cdot 10^3 \Omega$ ist, für den gesuchten Widerstand der Wert:

$$R_x = 2,5 \cdot 10^3 \cdot \frac{4,2 - 0,7}{0,7} \Omega = 1,25 \cdot 10^4 \Omega$$

2. Hat man an 220 Volt Gleichspannung mit einem Vorwiderstand für 250 Volt die Ausschläge

$$U_1 = 15 \text{ V} \\ U_2 = 224 \text{ V}$$

erhalten, so ergibt sich für den gesuchten Widerstand:

$$R_x = 1,25 \cdot 10^5 \cdot \frac{250 - 15}{15} \Omega = 1,96 \text{ M}\Omega$$

G-I
Zeichnungen vom Verfasser

und kleiner wird, und von einer gewissen Grenzfrequenz ab schließlich überhaupt keine Elektronen mehr die Metalloberfläche verlassen („langwellige Grenze“).

Die Quantenphysik war imstande, diese verblüffenden Erscheinungen zwanglos zu erklären. Nach ihr ist der Lichtstrom nicht ein beliebig teilbarer, dahinfließender Strom von Lichtenergie, sondern die Lichtenergie ist in ihm zu einzelnen kleinen „Energie-Paketen“ zusammengefaßt, die als Ganzes bei irgendwelchen Energieumsetzungen in Erscheinung treten. Wenn ein solcher Strom von „Lichtenergie-teilchen“ auf eine Metalloberfläche trifft, so können Elektronen nur auf solche Weise aus dem Metall herausgelöst werden, daß die Energie eines ganzen Lichtquants als Bewegungsenergie auf das Elektron übergeht. Man kann also geradezu von einem Zusammenstoß eines einzelnen Lichtquants mit einem Elektron sprechen.

Nun ist aber die Größe der Lichtquanten der Frequenz des Lichtstromes, zu dem sie gehören, direkt proportional; daher steigt die Austrittsenergie der durch das Quant aus dem Metall herausgelösten Elektronen mit wachsender Frequenz des eingestrahlteten Lichtes. Aber nicht die ganze Energie des Lichtquants kann als Bewegungsenergie auf das Elektron übertragen werden, sondern ein Teil muß zur Herauslösung des Elektrons aus dem Atomverband verbraucht werden (Austrittsarbeit). Ist nun die Energie des eingestrahlteten Lichtquants kleiner als diese Austrittsarbeit, so kann das Elektron gar nicht aus der Metalloberfläche herausgelöst werden; hieraus erklärt sich die „langwellige Grenze“. Eine Erhöhung der Lichtintensität kann sich nach dieser Vorstellung nur in einer Erhöhung der Zahl der austretenden Elektronen, nicht aber in einer Erhöhung ihrer Austrittsenergie auswirken.

Die Anwendungsgebiete der betrachteten Erscheinung sind vielgestaltig: In Photozellen wird die Stärke eines Lichtstroms gemessen. In Verbindung mit entsprechenden Relaisanordnungen kann man Geräte und Einrichtungen aller Art durch Lichtstrahlen steuern. In der Fernstechnik kann das in Bildpunkte zerlegte optische Bild in einer Photozelle in Strom- oder Spannungsschwankungen umgewandelt werden, oder man verwandelt mit Photokathoden das optische Bild in ein kongruentes Elektronenbild oder Ladungsverteilungsbild, das dann auf rein elektrischem Wege in Bildpunkte zerlegt werden kann. Weitere Anwendungen ergeben sich bei der Untersuchung von Flüssigkeiten und Gasen auf Farbe und Durchlässigkeit. Trotzdem die Anwendungsgebiete der auf dem Photoeffekt beruhenden Geräte heute schon sehr zahlreich sind, so werden doch immer wieder neue Arbeitsgebiete für diese trägheitslosen Steuerorgane erschlossen.

G-I

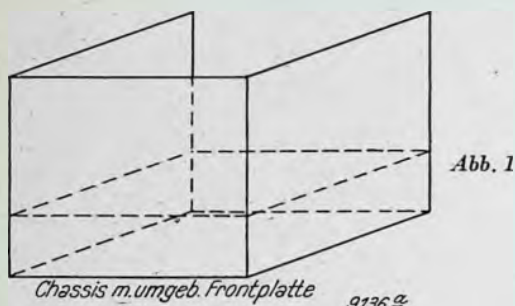
Einiges über die Bearbeitung von Aluminium

Mancher HJ-Kamerad und Bastler scheut sich, seine Geräte auf Aluminiumgestelle aufzubauen, da dies Metall schwieriger zu bearbeiten ist als beispielsweise Sperrholz. Die folgenden Ausführungen sollen zeigen, daß eine Bearbeitung von Aluminiumblech mit Mitteln, wie sie jedem Bastler zur Verfügung stehen, gar nicht so schwierig ist. Das wichtigste Werkzeug hierzu ist neben einer Bohrmaschine eine Laubsäge mit für Metall geeigneten Sägeblättern.

Im wesentlichen sind für Geräte, die nachher nicht in ein Holzgehäuse eingebaut werden, drei Ausführungen möglich:

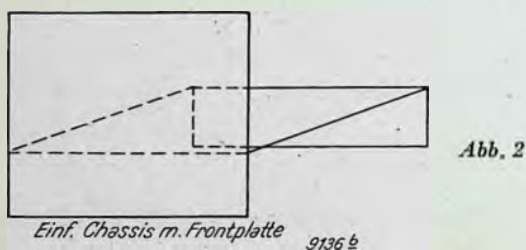
1. ein allseitig geschlossener Kasten,
2. ein Gestell mit beiderseits abgebogener Frontplatte (Abb. 1),
3. ein einfaches Gestell mit Frontplatte (Abb. 2).

Beim Einkauf von Aluminiumblech erhält man meistens Streifen von 1 Meter Länge, die nachher in die benötigten Teile zerschnitten werden müssen. Zu diesem



Chassis m. umgeb. Frontplatte 9136 a

Zweck nimmt man eine Laubsäge, in die Metallsägeblätter eingespannt werden. Damit läßt sich Aluminiumblech wesentlich leichter schneiden als z. B. mit der Handschere. Gibt man zum Sägen als „Schmiermittel“ Spiritus hinzu, so ist die Platte in sehr kurzer Zeit durchgesägt. Zum Biegen klemmt man das Blech zwischen zwei Hartholzplatten, die mit Schraubzwingen zusammengepreßt werden. Mit einer dritten Holzplatte biegt man dann das Blech unter Nachhilfe mit einem Hammer ab. Dadurch umgeht man die sonst beim Hämmern entstehenden häßlichen Beulen. Wichtig bei diesem Verfahren ist, daß die Holzplatte, um die das Blech gebogen wird, eine scharfe Kante besitzt.



Einf. Chassis m. Frontplatte 9136 b

Unter Zuhilfenahme von Aluminiumwinkeln, die es in jedem größeren Eisenwarengeschäft in den Maßen $20 \times 20 \times 2$ mm und $15 \times 15 \times 1,5$ mm gibt, wird die Frontplatte mit dem Gestell verbunden. Selbstverständlich lassen sich auch in diese Winkel ebenso wie in das Blech Gewinde schneiden, wodurch man die oft schwierige Anbringung von Gegenmuttern vermeidet. In diesem Falle sind allerdings 2 mm starke Winkel zu verwenden. Nun kann man die Einzelteile in entsprechender Lage anordnen und die zu bohrenden Löcher ankörnen.

Nachdem Gestell und Frontplatte wieder zerlegt sind, werden die Löcher und sonstigen Ausschnitte gebohrt bzw. ausgesägt. Auch beim Bohren gibt man wieder etwas Spiritus hinzu. Spiritus hat sich in diesem Zusammenhang sehr bewährt, nicht nur, weil der Bohrer wesentlich besser angreift und weniger verläuft, sondern auch deshalb, weil die Löcher in wesentlich kürzerer Zeit ge-

bohrt werden und nur ein geringer Grat entsteht. Dieser kann entweder mit einem alten Messer oder mit einem Bohrer entfernt werden, der mindestens den doppelten Durchmesser haben muß wie das gebohrte Loch.

Zum Einbau von Röhrensockeln empfiehlt es sich, nach Abb. 3 eine Schablone anzufertigen. Die schraffierten Teile werden dann ausgesägt. Diese Arbeit ist um vieles einfacher und vor allem schöner als das Bohren einer Reihe von Löchern innerhalb der schraffierten Felder und nachfolgendes Ausfeilen des großen Loches. Sind alle

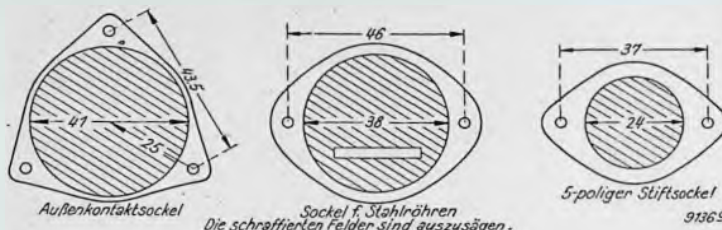
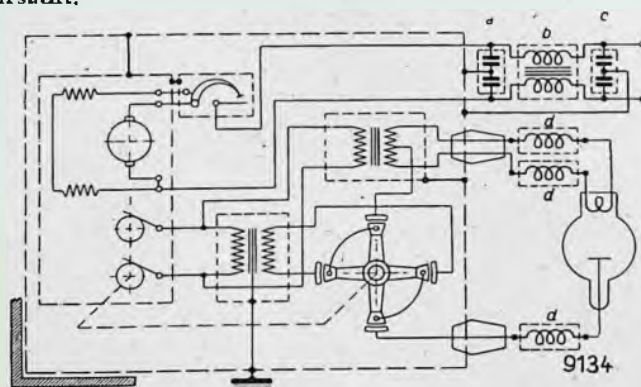


Abb. 3

Löcher und Ausschnitte gebohrt bzw. ausgesägt, so werden Gestell und Frontplatte an den Außenseiten mattiert. Dazu benötigt man ein Stück Holz oder Kork, wie es beispielsweise zum Wachsen von Skiern verwendet wird, und sehr feine Schmirgelleinwand. Damit wird das Blech unter Zugabe von Spiritus mit gleichmäßigen Strichen abgezogen; mit einem in Spiritus getauchten Tuch wird das Blech nachher abgerieben. Es hat nun ein schönes, gleichmäßig mattes Aussehen. *Bedi.*

Entstörung einer Röntgenanlage

Die meisten Röntgenanlagen sind heute mit Glühkathoden-Gleichrichterröhren ausgerüstet. In diesen Fällen können Störungen im allgemeinen nicht auftreten. Soll eine Röntgenanlage am Gleichstromnetz betrieben werden, so ist es jedoch erforderlich, durch einen Einankerumformer die Gleichspannung erst in Wechselspannung umzuwandeln. Die dann auftretenden Störungen werden im allgemeinen durch den Umformer verursacht.



Entstörte Röntgenanlage mit Umformer und mechanischem Gleichrichter

Vielfach findet man aber auch Röntgenanlagen mit mechanischen Gleichrichtern. Die bei derartigen Anlagen beobachteten Störungen rühren dann meistens von dem Gleichrichter her. Zur Entstörung geht man folgendermaßen vor: Zunächst wird in die Netzeitung des Umformers nach Abb. 1 an der Stelle b eine der Stromstärke entsprechende Doppeldrossel eingeschaltet. An den Punkten a und c werden Kondensatoren angebracht. Zur Entstörung der Gleichrichterzelle werden die Kathoden- und Anodenzuleitungen an der Stelle d mit Drosseln beschaltet. Hierbei ist darauf zu achten, daß diese Drosseln die auftretenden hohen Spannungen aushalten. *vl.*

Werkbild

Rundfunknachrichten aus aller Welt (Fortsetzung)

schlag, der die Kennziffer des Bildes trägt, eingereicht werden. Bis zum 15. Juni müssen die Einsendungen bei den Landesleitungen der Reichsrundfunkkammer mit dem Vermerk — Photowettbewerb „Durch Rundfunk immer im Bilde“ — eingegangen sein.

Die eingesandten Photos werden nach drei Gesichtspunkten gewertet: Erfassung des Themas, propagandistische Verwendungsmöglichkeiten und Güte des Lichtbildes. Es gibt fünf Reichspreise in Gestalt von Barpreisen und Photogeräten (1. Preis 1000 RM) sowie 546 Gaupreise in Form von Barpreisen (1. Preis 200 RM) und Gutscheinen für Photomaterial. Außerdem gibt es Ehrendauerkarten für die 16. Große Deutsche Rundfunkausstellung in Berlin 1939, bis zu deren Beginn die Preisträger benachrichtigt und veröffentlicht werden. Die ausgezeichneten Bilder werden in der Zeit vom 28. Juli bis 6. August 1939 im Rahmen einer Sonderschau auf der Rundfunkausstellung in Berlin gezeigt. Die Aushändigung der Gewinne erfolgt spätestens am 15. August 1939.

Fernsehen in Frankreich

Die Fortschritte des Fernsehens in Frankreich sollen in einem Vortrag mit Demonstrationen im Theater Marigny auf den Champs Elisées gezeigt werden. Diese Propagandaveranstaltung wird vom französischen Post- und Rundfunkminister, Jules Julien, persönlich eingeleitet werden. Zwei berühmte Gelehrte werden die Fortschritte des Fernsehens in Frankreich erläutern: Professor Jean Perrin, Träger des Nobelpreises, Präsident der wissenschaftlichen Abteilung des Obersten Rates des französischen Rundfunks, und Marcel Prévost von der französischen Akademie, welcher Präsident der literarischen Abteilung des Obersten Rates des Rundfunks ist.

Die Vorträge werden von Demonstrationen auf einer Kinoleinwand begleitet. Auf dem Sonderprogramm dieser Veranstaltung finden wir eine Lustspielszene, Tanzvorführungen und Gesangsdarbietungen.

Eiffelturm nur noch Fernsehsender

Der Eiffelturm in Paris wird vom Sommer ab nur noch die Antenne des Fernsehsenders tragen, denn der gewöhnliche Rund-

funksender, den der Turm jetzt noch trägt, wird auf die Station übertragen, die gegenwärtig der Sender Radio-Paris in Essart-le-Roi bewohnt. Der Sender Radio-Paris wird von dem neuen Nationalsender in Allouis im Departement Cher abgelöst, und der Eiffelturm-Sender soll in die dann leerstehenden Räumlichkeiten einziehen. Damit wird der älteste französische Rundfunksender seinen Standort wechseln.

Der Eiffelturm wurde schon in den Jahren 1904 und 1905 von den Militärbehörden als Sender benutzt und ab 1923 als erster französischer Publikumssender, der auf einer Langwelle arbeitet. Im Jahre 1933 mußte nach einer Entscheidung der Luzerner Wellenkonferenz der Eiffelturm-Sender die Langwelle aufgeben und auf Welle 206 m arbeiten, wodurch er selbst in der nächsten Umgebung schwer vernehmbar wurde. Er ist heute der einzige Sender, der sich noch innerhalb der Stadtmauern von Paris befindet. In einiger Zeit wird also nur noch der Fernsehsender den Eiffelturm benutzen, der im Jahre 1935 mit seinen Sendungen begonnen hat.

Vom italienischen Rundfunk

In italienischen Rundfunkkreisen wird jetzt der Plan erwogen, den Rundfunksender Florenz II, dem nur lokale Bedeutung zukommt, eingehen zu lassen. Ein anderes Projekt sieht den vollkommenen Umbau dieses Senders und seine Einordnung in das italienische Gleichwellensender-System vor.

Für den Rundfunksender Tripolis, der zwar eine Reihe von Eigenaufgaben zu lösen hat, die eine gewisse Autonomie erfordern, vor allen wegen seinen politischen und Nachrichtensendungen in arabischer Sprache, hat es sich doch als günstig herausgestellt, ihn in Programmgemeinschaft mit dem 1. Programm des italienischen Rundfunks zu betreiben. Man erreicht dadurch, daß die nordafrikanische Küste mit der hochwertigsten der italienischen Programmfolgen, eben mit dem erwähnten 1. Programm, versorgt wird. Hinzu kommt noch die Tatsache, daß die Sender in Italien für das 1. Programm der Gemeinschaftssendungen oft auch besonders wertvolle arabische Sendungen der Station Tripolis übernehmen, so daß dadurch den lokalen Anforderungen des italienischen Gebietes in Nordafrika gleichfalls Rechnung getragen werden kann.

Doppelte Freunde

haben Sie an Ihren **Funk**-Heften, wenn Sie sie am Jahresende mit dem Register zu einem stattlichen Fachbuch von bleibendem Wert einbinden lassen.

Wir stellen Ihnen hierfür die

Original-Einbanddecke

zur Verfügung. Sie ist praktischerweise in Schwarz gehalten, damit ihre Verwendung auch in der Werkstatt möglich ist.

Preis RM 1.80 zuzügl. 30 Pf. Porto

Lieferung durch den Buchhandel oder direkt von uns. Bei direkter Bestellung empfehlen wir die Voreinsendung des Betrages auf unser Postscheckkonto Berlin 211 04.

Weidmannsche Verlagsbuchhandlung

Berlin SW 68

NEUERSCHEINUNGEN 1939

DR. ING. R. BACHSTROEM
Funklehrer an den Heeresnachrichtenschulen

Die Grundlagen der Funktechnik für den Soldaten

2. Auflage, 47 Seiten mit 77 Abbildungen. RM 2,20

*

DR. F. FUCHS

Grundriß der Fernsehtechnik

108 Seiten, 129 Abbildungen, 2 Tafeln. RM 2,80

*

DR. H. G. PRIDAT-GUZATIS

Die Gemeinschaftsantenne; ihre rechtlichen, wirtschaftlichen und technischen Grundlagen

71 Seiten, kartoniert. RM 2,80

*

VDE-Vorschriftenbuch

des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

22. Auflage, nach dem Stande vom 1. Januar 1939

In Ganzleinen mit Daumenregister. RM 16,20

*

Eichlers Fachbuchliste mit Nachtrag April erscheint Ende des Monats

Otto Eichler GmbH., Technische Buchhandlung
BERLIN SW 68, Zimmerstraße 94

*Solche Teile
erhielten wir
viele!*

Drei Monate nach Erscheinen des Buches, Shadow „Systematische Fehlersuche“ möchte ich Ihnen heute kurz mitteilen, wie sich dieses Buch in meiner Werkstatt bewährt. Mit Recht wird die außerordentlich genaue und durchdachte Arbeit von jedem Fachmann als meisterhaft bewertet. Es sind so viele neue Anregungen in dem Werk enthalten, daß jeder, der sich der geringen Mühe unterzieht, das Buch gründlich durchzuarbeiten, bei jeder auftretenden Schwierigkeit systematisch den Fehler ermittelt. Mit diesem Buch ist eine bestehende Lücke in der Funkliteratur ausgefüllt. Ich möchte wünschen, daß jeder, der sich mit Reparaturen befaßt, aus diesem Buche lernt, schnell, gründlich und bei geringstem Zeitaufwand eine sachgemäße Arbeit zu leisten.

Dresden A 1
Amalienstr. 3
15. XI. 38

Radio-Laboratorium
Ing. E. PETEREIT
Rundfunk-Mechaniker-Meister

RUDOLF SHADOW

SYSTEMATISCHE FEHLERSUCHE AN RUNDFUNKGERÄTEN

Mit 107 Abbildungen und 6 Tafeln. 376 Seiten. In Leinen RM 13.50

Das Buch vereinigt alles nur irgendwie notwendige Rüstzeug in einer Vollständigkeit, wie sie die Praxis erfordert, und in so übersichtlicher Ordnung, daß sich Fehler ohne Zeitverlust finden und beseitigen lassen. Fordern Sie bitte kostenlos einen ausführlichen Prospekt an!

WEIDMANNSCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG • BERLIN

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. 1939 = 8333. — Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. — Druck: Preussische Druckerei- und Verlags-A.-G., Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Fernruf: 12 30 56. — Verlag: Weidmannsche Verlagsbuchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. — Postscheckkonto: Berlin 883 76, Sonderkonto „Funk“. — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Anfall 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.

Nr. 291. Griechisches Alphabet
Nr. 292. Quadrate und Kuben
Nr. 293. Quadrat- und Kubikw.
Heft 20 (1938)
Nr. 294. Berechnungen
Nr. 295. Kugeloberflächen
Nr. 296. Das Morsealphabet
Heft 21 (1938)

Nr. 297. Gewicht von Messing
Nr. 298. Wirk- zu Blindstrom
Nr. 299. Schein- zu Blindstrom
Heft 22 (1938)
Nr. 300. Nennrehmomente
Nr. 301. Kreisumfang 1-100
Nr. 302. Logarithmen 1-100
Heft 23 (1938)

Nr. 303. Betriebskosten
Nr. 304. Kapazität, Induktivität,
Induktivität, Induktivität
Nr. 305. Chemische Formeln
Heft 24 (1938)

Nr. 306. Wärmeausdehnung
Nr. 307. Flächenberechnung
Nr. 308. Flüssigkeitswiderstand
Heft 1 (1939)

Nr. 309. Gemeinschaftsempfänger
Nr. 310. AEC
Nr. 311. Blaupunkt I
Heft 2 (1939)

Nr. 312. Ohmsches Gesetz
Nr. 313. Blaupunkt II
Nr. 314. Braun
Heft 3 (1939)

Nr. 315. Ohmsches Gesetz (W)
Nr. 316. Brandt und Emad
Nr. 317. Ingelen
Heft 4 (1939)
Nr. 318. Deitewald Emig I
Nr. 319. Emig II und Gratz I
Nr. 320. Gratz II u. Hagen
Nr. 321. Lorentz I u. Lammophon
Nr. 322. Kapsch und Körting I
Nr. 323. Körting II
Heft 6 (1939)
Nr. 324. Lorentz und Lorenz I
Nr. 325. Lorenz II u. Lammophon
Nr. 326. Mende I
Nr. 327. Mende II
Heft 7 (1939)

Funktechnische Kartei Beilage zum „FUNK“

Mende II

Empfänger 1938/39

Ty	Strom- art	Lei- stungs- auf- nahme bei 220 V Watt	ZF in kHz	Röhren- bestückung	Vor- wider- stand bei All- strom	Sicherungen			Skalen- und Bereichsanzeigelampen					
						Amp. bei 110/150 Volt	155/240 Volt	Größe mm	Stück	Volt	Amp.	Größe mm	Form	Farbe
185 GW	GW	60	—	CF 3, CF 7, CL 4, CY 1	110V/ KS 125V/ 1020 125V/ KS 150V/ 707 200-) KS 250V/ 606	0,350		20 x 5	1	10	0,2	15 ø	K	sm
205 GW	GW	60	468 ¹⁾	CK 1, CF 3, CBC 1, CL 4, CY 1	110 V KS 92056 125 V KS 202056 150 V KS 2051 220-240 V KS 606	0,350		20 x 5	1	10	0,2	15 ø	K	sm
225 GW	GW	60	468 ¹⁾	CK 1, CF 3, CBC 1, CL 4, CY 1	110 V KS 92056 125 V KS 202056 150 V KS 2051 220-240 V KS 606	0,350		20 x 5	1	10	0,2	15 ø	K	sm

¹⁾ Westdeutschland = 473, Schlesien = 482 kHz

In den letzten Spalten bedeuten: K = Kugel, sm = seidenmatt

Karte Nr. 327. 15. IV. 1939

Funktechnische Kartei Beilage zum „FUNK“

Mende III und Minerva I

Empfänger 1938/39

Typ	Strom- art	Lei- stungs- auf- nahme bei 220 V Watt	ZF in kHz	Röhren- bestückung	Vor- wider- stand bei All- strom	Sicherungen			Skalen- und Bereichsanzeigelampen					
						Amp. bei 110/150 Volt	155/240 Volt	Größe mm	Stück	Volt	Amp.	Größe mm	Form	Farbe
242 GW	GW	60	468 ¹⁾	CK 1, CF 3, CB 2, EFM 11, CL 4, CY 1	110 V KS 92056 125 V KS 202056 150 V KS 2051 220-240 V KS 606	0,350		20 x 5	2	5	0,2	15 ø	K	sm
147 B	B	Anod. mA Heiz. A 9-10 0,4	—	KF 4, KC 1, KL 2	—	—	—	—	2	2	0,2	15 ø	K	k
225 B	B	13 0,7	468 ¹⁾	KK 2, KF 3, KBC 1, KC 3, KDD 1	—	0,05		20 x 5	1	2,5	0,3	15 ø	K	k
Minerva														
394 W	W	40 60	128,5	EK 3, EF 9, EBL 1, AZ 1	—	0,8		20 x 5	2	6,5	0,5	15 ø	K	k
395 W	W	42 62	128,5	EK 3, EF 9, EBL 1, AZ 1, EM 1	—	0,8		20 x 5	2	6,5	0,5	15 ø	K	k

¹⁾ Westdeutschland = 473, Schlesien = 482 kHz

In den letzten Spalten bedeuten: K = Kugel, sm = seidenmatt, k = klar

Karte Nr. 328. 15. IV. 1939

Funktechnische Kartei Beilage zum „FUNK“

Minerva II

Empfänger 1938/39

Typ	Strom- art	Lei- stungs- auf- nahme bei 220 V Watt	ZF in kHz	Röhren- bestückung	Vor- wider- stand bei All- strom	Sicherungen			Skalen- und Bereichsanzeigelampen					
						Amp. bei 110/150 Volt	155/240 Volt	Größe mm	Stück	Volt	Amp.	Größe mm	Form	Farbe
396 W	W	55	128,5	ECH 11, EBF 11, EFM 11, EL 11, AZ 11, EM 1	—	0,8		20 x 5	2	6,5	0,5	15 ø	K	k
397 W	W	85	128,5	ECH 11, EBF 11, EFM 11, EL 11, EL 11, AZ 11, EM 1	—	1		20 x 5	2	6,5	0,5	15 ø	K	k
394 U	GW	63	128,5	EK 2, EF 9, CBL 1, CY 1	C 12	0,6		20 x 5	2	6	0,2	15 ø	K	k
395 U	GW	63	128,5	EK 2, EF 9, CBL 1, CY 1, EM 1	C 12	0,6		20 x 5	2	6	0,2	15 ø	K	k
396 U	GW	63	128,5	ECH 11, EBF 11, EFM 11, CL 4, CY 1, EM 1	C 12	0,6		20 x 5	2	6	0,2	15 ø	K	k
395 B	B	Anoden- strom: 130 V, 14 mA Heizstr. 460 mA	128,5	KK 2, KF 3, KBC 1, KL 4	—	0,12		Zwerg- lampe	2	1,8	0,25	15 ø	K	k

In den letzten Spalten bedeuten: K = Kugel, k = klar

Karte Nr. 329. 15. IV. 1939



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