

5. APRIL 1929

FUNK BASTLER

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E.V.

Reise-Empfänger

Gesichtspunkte zur Wahl und zum Bau geeigneter Geräte.

Endlich neigt sich auch der dauerhafteste aller Winter seinem Ende zu. Überall regt sich Frühlingsahnen. Auf dem Schreibtisch häufen sich Prospekte und lockende Reklamen der Sommerfrischen; beim Durchblättern des Kursbuches genießt man die Vorfreude kommender Sommerreisen; Rad und Ruderboot, Segeljacht, Auto und Motorboot machen Frühjahrstoilette und warten auf die erste Frühlingsausfahrt. Auch das Herz des unentwegten Funkbastlers durchzieht Frühlingsahnen, das bei ihm in dem Gedanken „Reise-Empfänger“ seinen vollendetsten Ausdruck findet. An den „Funk“ tritt damit die zeitgemäße Aufgabe heran, seine Leser auf der Suche nach den besten aller Reise-Empfänger zu beraten.

Allerdings gehen die Ansichten über das „ideale Reise-gerät“ sehr weit auseinander. Die einen verlangen, daß Gerät solle möglichst nichts wiegen, bequem in der Westentasche unterzubringen sein und zum Betriebe nur einiger weniger Trockenelemente bedürfen. Ist der Bastler, der diese Wünsche hegt, einsichtig, so wird er sich sagen, daß er von einem solchen Gerät weder große Fernempfangsleistungen noch Lautsprecherempfang erwarten kann.

Andere sind genau entgegengesetzter Ansicht und meinen, daß große Leistungen eines der wichtigsten Erfordernisse sind, die man an einen Reise-Empfänger zu stellen hat, und daß ein Funkkoffer ruhig ein Gewicht haben kann, wie z.B. ein Koffergrammophon mit seinem Plattenvorrat.

Jede der beiden Parteien wird ihre Ansicht mit Nachdruck vertreten, und bei den vielen Beschreibungen von Reise-Empfängern in Funkzeitschriften, mag es sich nun um das eine oder das andere Extrem oder um einen Mittelweg handeln, fehlt selten der Hinweis darauf, daß gerade das beschriebene Gerät das Ideal eines Reise-Empfängers darstelle.

Wie meistens in solchen Fällen ist weder die Ansicht der einen noch der anderen Partei die einzige richtige. Beide haben recht und dazu auch noch jene, die zwischen Taschen-Empfänger und großem Funkkoffer die verschiedensten Mittelwege wählen. Ebensowenig wie es einen allgemeingültigen Standardtyp für den Heimempfänger gibt, lassen sich allgemeingültige Regeln für den Bau von Reise-Empfängern aufstellen. Will man den Empfänger im Rucksack mitnehmen, ist natürlich in allererster Linie Rücksicht auf geringes Gewicht, minimalen Raumbedarf und auf die Betriebsmöglichkeit mit kleinen Batterien zu legen. An einen solchen Empfänger ist ferner die Forderung größtmöglicher mechanischer Stabilität zu stellen. Man wird sich dann im allgemeinen auf den Empfang der stärkeren oder näher gelegenen Sender beschränken müssen und kann sich nur unter Umständen eines behelfsmäßigen Lautsprecherempfanges bedienen. Dagegen wird derjenige, der seinen Empfänger im Auto, Motor- oder Segelboot bei sich führt oder ihn als Reisegepäck auf der Bahn mitnehmen will, keine besondere Rücksicht auf geringes Gewicht und kleines Vo-

lumen zu nehmen brauchen, und kann dementsprechend seine Anforderungen an die Leistungen des Empfängers wesentlich höher stellen. Für den Paddler dagegen, für den Rad- und Motorradfahrer kommen wieder die verschiedenen Zwischentypen hinsichtlich Volumen und Leistung in Frage.

Sollen nicht sämtliche kommenden Hefte des „Funk-Bastler“ mit Baubeschreibungen von Reise-Empfängern ausfüllt werden, dann wird es kaum möglich sein, Bauanleitungen für so viel Geräte zu veröffentlichen, die all den verschiedenen Ansprüchen genügen. Es sind aber während der letzten beiden Jahre im „Funk-Bastler“ eine Reihe zweckmäßiger Geräte beschrieben worden, die noch heute allen berechtigten Ansprüchen genügen.

Da war als eine Art Mitteltyp zwischen großen und kleinen Empfängern in Heft 3, Jahrgang 1928, S. 41 ff. der Reise-Fernempfänger „Liliput I“ beschrieben, ein Gerät mit einem Audion und zweifacher Niederfrequenzverstärkung mit Widerstandskopplung, das sich durch besonders einfachen und billigen Aufbau auszeichnet. Dem gleichen Schaltungstyp gehört der in den Heften 22 und 23, Jahrgang 1928, S. 341, 357 u. 523 beschriebene Reise-Empfänger „Kobold“ an. Hier ist durch außerordentlich gedrängten Aufbau, der allerdings dem Ungeübten einige Schwierigkeiten bereiten dürfte, unter Verwendung einer Doppelröhre ein Dreistufengerät geschaffen, wie es kleiner mit den zur Zeit erhältlichen Hilfsmitteln wohl kaum herzustellen ist. Auch mit den Betriebsbatterien, mit Antenne, Lautsprecher-system und Reservematerial nimmt es nur ein kleines Kofferchen ein.

Wesentlich umfangreicher ist der im „Funk-Bastler“ 1928, Heft 20, S. 309 ff. beschriebene „Super-Koffer III“. Er arbeitet in Superheterodynenschaltung mit einer Doppelgitterröhre als Mischröhre, getrenntem Oszillator, zwei Zwischenfrequenz- und zwei Niederfrequenzstufen. Ein Empfänger nach dem Neutrodyneprinzip, der ebenso wie der vorgenannte in einem normalen Kupeekoffer Platz findet, ist der Reise-Empfänger „Sommerfrische 24—28“, der im „Funk-Bastler“ 1928, Hefte 26—28, S. 389, S. 407 und S. 427 sehr ausführlich unter Anleitung zum Selbstbau fast sämtlicher Einzelteile beschrieben worden. Auch dieses Gerät arbeitet mit fünf Röhren. Ein flacher Konuslautsprecher findet innerhalb des Koffers Platz. Diese drei Geräte wurden bei der vorjährigen Berliner Bastelschau mit Preisen ausgezeichnet. Im Gegensatz zu den zuletzt genannten Großgeräten sei noch auf die Beschreibung eines Einröhren-Negadyne-Empfängers im „Funk-Bastler“ 1928, Heft 25, Seite 376 ff., hingewiesen.

Aus dem Jahrgang 1927 muß in erster Linie der bei der Funk-Ausstellung preisgekrönte Doppelröhren-Fernempfänger „Wochenend 1927“ erwähnt werden, der allerdings etwas schwierig im Aufbau, aber für seine geringen räumlichen Ausmaße außerordentlich leistungsfähig ist. Er be-

sitzt zwei Doppelröhren, die als Hochfrequenz-, Audion- und zweifache Niederfrequenzstufe geschaltet werden. Um auch für diejenigen, die in der Verwendung von Doppelgitterröhren ihr Heil erblicken, einen Empfänger anzugeben, sei die im „Funk-Bastler“ 1927, Heft 22, S. 323, gegebene Beschreibung eines Reise-Empfängers mit einem Doppelgitter-Audion und einer Doppelgitter-Niederfrequenzröhre genannt.

Als erster Reise-Empfänger soll in diesem Jahr ein den großen Koffertypen angehörendes Gerät beschrieben werden, da die Nachfrage nach solchen Typen größer zu sein scheint als nach den kleinen, und weil mit dem Bau frühzeitig begonnen werden muß, wenn das Gerät zur Wander- und Reisezeit betriebsfertig sein soll. Die Schaltung und allgemeine Anordnung dieses Empfängers entspricht dem vorhin erwähnten Reisegerät „Sommerfrische 24—28“. Im Gegensatz dazu sind nur im Handel käufliche Teile verwendet, so daß der Aufbau wesentlich einfacher ist und nicht die mühsame Selbstherstellung der vielen Einzelteile verlangt. Als weitere Bauanleitung wird dann voraussichtlich ein kleines Dreiröhrengerät folgen, bei dem durch Verwendung zur Zeit noch nicht im Handel erhältlicher Spezialröhren die Volumenverkleinerung noch weiter getrieben ist als bei dem obenerwähnten „Kobold“-Empfänger, so daß dies Gerät tatsächlich einen Taschenapparat darstellen dürfte. Ferner soll noch ein ganz einfacher und wenn möglich noch kleinerer Empfänger mit nur einer Röhre in Negativedeschaltung beschrieben werden.

Wie schon mehrfach erwähnt, bietet die Stromversorgung der Reise-Empfänger eine gewisse Schwierigkeit. Handelt es sich um wenige Röhren, so kommen zur Heizung Trockenbatterien oder kleine Taschenakkumulatoren in Frage. Kleine Anodenbatterien sind bei der Beschreibung des Reise-

Empfängers „Kobold“ erwähnt. Empfänger mit mehr als vier Röhren haben aber einen Heizstromverbrauch von etwa $\frac{1}{2}$ Amp. Hier ist die Heizung rationell nur mit Akkumulatoren möglich. Es sind nun für diesen Zweck auslaufsichere Akkumulatoren mit gelatinierter Säure zu haben, die jedoch dem Laien bei der Ladung Schwierigkeiten machen. Man wird daher nicht immer Lademöglichkeiten haben und gut tun, zur Heizung außer dem Akkumulator noch Trockenelemente vorrätig zu halten.

Das noch ungelöste Problem der Stromversorgung größerer Reise-Empfänger läßt den zunächst ein wenig merkwürdig anmutenden Gedanken auftauchen, den Netzan schlüß-Reise-Empfänger als eine neue Art des Reise-Empfängers aufzustellen. Natürlich wird seine Verwendung beschränkt sein, doch wird er bei der weiten Verbreitung elektrischer Stromversorgung in den meisten Fällen im Standquartier des Abends oder bei schlechtem Wetter seine Dienste tun. Auch kann natürlich das Netzan schlüßgerät für sich allein als reisemäßiges Zusatzgerät zum Empfänger ausgebildet sein. Bei seinem Aufbau wäre vor allen Dingen auf die verschiedenen, jeweils vorhandenen Spannungen Rücksicht zu nehmen. Es müßte also ähnlich wie ein Reisebügeleisen zum mindesten auf zwei Spannungen, 110 und 220 Volt, umstöpselbar sein, was durch Unterteilung der Primärwicklung des Transformators leicht zu bewerkstelligen ist. Zwischenspannungen könnte man, falls nötig, mit Widerständen ausgleichen. Auch der Übergang von Wechsel- auf Gleichstrom wäre durch Abschalten des Gleichrichterteils und entsprechende Vorschaltwiderstände zu lösen; allerdings dürfte die Heizfrage, falls man auch hier die Wahl zwischen Gleich- und Wechselstrom haben will, weniger einfach zu lösen sein.

Dr. Gehne.

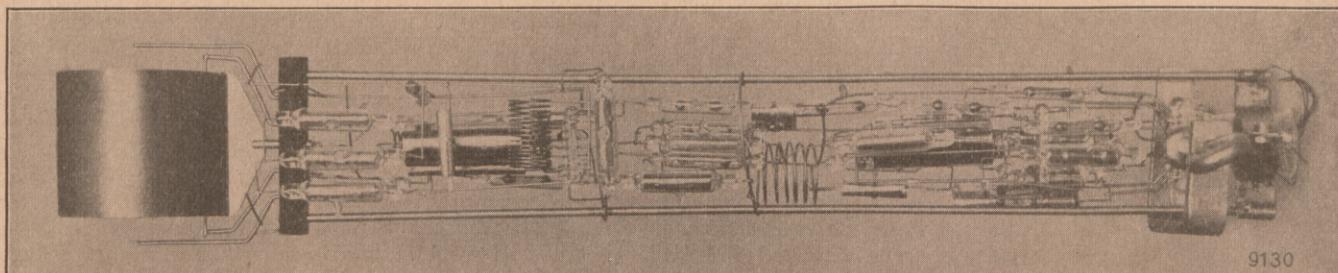
Die Siebgitterröhren

Uns erreicht folgende Zuschrift:

„Soeben lesen wir in dem Reisebericht Ihres Mitarbeiters Eduard Rhein, daß man es in Amerika bereits zu sieben Gittern gebracht und damit phänomenale Erfolge erzielt hat. Gegen den letzten Teil dieser Behauptung müssen wir ganz entschiedenen Einspruch erheben.“

lich. Wenn man nun aber glaubt, uns durch sieben Gitter quälen zu müssen, so erklären wir, daß wir lieber auf dem Faden sitzen bleiben und schwitzen.“

Bekanntlich verwendet man in USA noch Thoriumfäden. Bei derart geheizten Kathoden ist es verständlich, daß unsere amerikanischen Kollegen sich ins Labyrinth der



Sie alle wissen, daß wir Elektronen auf der Kathode sitzen, von der wir uns nur höchst ungern entfernen. Wir würden uns dazu überhaupt schwerlich verstehen, wenn man nicht . . . Also stellen Sie sich bitte vor, der Sitz Ihres Stuhls würde plötzlich rotglühend!

Wir flüchten vor dieser Hitze zur kühleren Anode. Daran haben wir uns nun seit Jahren gewöhnt. Auch daran, daß auf diesem Wege die Gitter einer Gefängniszelle zu passieren sind. Zur Not läßt man sich sogar ein zweites Gitter gefallen — aber sieben? Diese Unglückszahl wird unser Ende sein. Oder auch: das Ende der ganzen Funktechnik.

Sie wissen, daß man von den sehr stark erhitzten Thoriumfäden abgeht und nur noch Dunkelstrahler verwendet. Auf Grund „wissenschaftlicher Untersuchungen“ — Es ist ein Fehlschluß: weil wir williger sind, wenn man uns anständig behandelt, arbeiten die Röhren mit diesen Fäden besser. Schon ist die Fadentemperatur beinahe erträg-

sieben Gitter flüchten. Ob sie dabei aber alles das verrichten, was von der Röhre mit dem schönen amerikanischen Namen behauptet wird, bezweifeln wir ganz entschieden! Verband der deutschen Elektronen E.V.“

Zu diesem Notschrei geängstigter Elektronen bemerkt die Schriftleitung, daß zu den Befürchtungen ein Grund nicht vorliegt. Die „Siebgitterröhre“ existiert nur in der Einbildung unseres phantasiebegabten Berichterstatters. Es handelt sich in der Veröffentlichung um einen Aprilscherz.

Dankenswerterweise hatte die Firma Loewe-Radio uns bei der Ausführung des Scherzes ihre Hilfe geliehen, indem sie in komplizierter Arbeit das Röhrenmodell herstellte, dessen Einzelheiten aus der obenstehenden Abbildung deutlich erkennbar sind. Aufmerksamen Lesern wird es nicht entgangen sein, daß sich aus dem Namen der amerikanischen Firma „Eweol“ Radio-Corporation bei Rückwärtslesung des ersten Wortes der Name „Loewe“ ergibt.

Vom Audion zum Dreiröhren-Widerstandsempfänger

Der Ausbau des Audions für jedermann aus dem „Funk-Bastler“, Heft 10.

(Nach Anordnung und unter Prüfung des „Funk“-Bastler-Laboratoriums.)

In der Bauanleitung zum Audion für jedermann wurde bereits darauf hingewiesen, daß bei der Bauanleitung für diesen Empfänger von vornherein auf die geplante Erweiterung zum Dreiröhrenempfänger Rücksicht genommen wurde. Die nachstehende Anleitung wird sich nunmehr mit dieser Erweiterung beschäftigen. Nach Ausführung der Erweite-

der zur Ankopplung der zweiten Röhre dient. Der an diesem Widerstand auftretende Spannungsabfall wird durch den Kopplungskondensator C_4 an das Gitter der zweiten Röhre, einer solchen kleinen Durchgriffs, übertragen. R_4 ist der Gitterableitungswiderstand dieser Röhre. In den Anodenkreis der zweiten Röhre ist der Anodenkopplungswiderstand

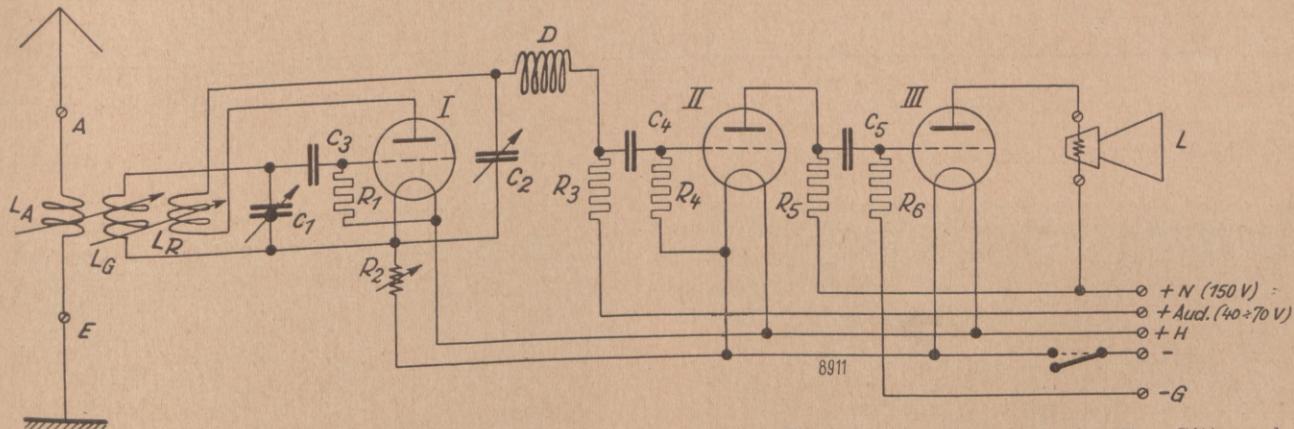


Abb. 1. Die Prinzipschaltung des Dreiröhrenempfängers. A: Antenne; E: Erde; LA: Antennenspule; LG: Gitterspule; LR: Rückkopplungsspule; C_1 : 500 cm; C_2 : 500 cm; C_3 : 250 cm; C_4 und C_5 je 10 000 cm; R_1 , R_4 und R_6 je 3 Megohm; R_2 : 20 Ohm; R_3 : 0,2 Megohm; R_5 : 2 Megohm; D: Drossel; L: Lautsprecher.

nung stellt das Gerät einen Dreiröhren-Widerstandsempfänger mit Rückkopplung von einer Leistung dar, wie sie nicht mit anderen Empfängern dieser Art aufzuweisen vermögen. Durch die weitgehende Feinregulierung der Rückkopplung wie durch die Feineinstellung der Wellenlänge läßt sich die maximale Empfindlichkeit der Schaltung voll ausnutzen. Sie arbeitet sowohl in der Empfindlichkeit und damit Lautstärke, als auch in der Güte der Wiedergabe an der Grenze dessen, was sich mit drei Röhren erzielen läßt. Die Güte der Wiedergabe ist darauf zurückzuführen, daß die Kopplung der Spulen um feinste Beträge wie auch in weiten Grenzen verändert und dadurch die wirklich günstigste Kopplung eingestellt werden kann, wie auch darauf, daß durchweg hochwertige Teile zur Verwendung kamen.

Die Schaltung.

An das Rückkopplungsaudion wurden zwei widerstandsgekoppelte Niederfrequenzstufen angeschaltet. Die Schaltung ist die eines ganz normalen Widerstandsverstärkers, ohne alle Kunstgriffe und ohne alle außergewöhnlichen Maß-

R_5 eingeschaltet, dann folgt der Kopplungskondensator C_5 und schließlich die Endröhre, die mit dem Ableitungswiderstand R_6 versehen ist. Da eine Heizungsregulierung des Niederfrequenzverstärkers bei Benutzung moderner Röhren unterbleiben kann, wurden die Heizfäden direkt an die beiden Heizleitungen gelegt. L ist der Lautsprecher.

Die Dimensionen der Schaltelemente sind in der Unterschrift zu Abb. 1 angegeben. Die Gitter-Kopplungskondensatoren von 10 000 cm sind größer als üblich, da bei Verwendung von Kopplungskondensatoren von 10 000 cm statt von 5000 cm die Wiedergabe der tiefen Töne etwas besser sein soll. Die Größe der Widerstände wurde durch Versuche ermittelt. Bei Benutzung anderer Röhren ist es möglich, daß vor allem der Widerstand R_3 einen anderen Wert haben muß. Benutzt man hier den angegebenen Wert, so wird man auf jeden Fall Empfang erzielen; ob ein anderer Wert günstiger ist, das muß man durch praktische Versuche feststellen. Die Widerstände wurden deshalb leicht austauschbar montiert.

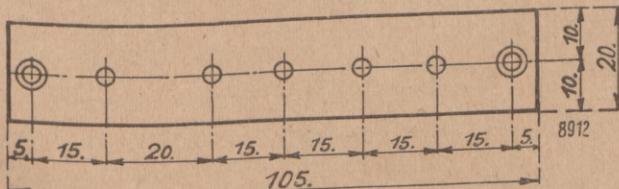


Abb. 2. Bohrzeichnung für die Fünffach-Steckerleiste¹⁾. Stärke der Leiste: 4 mm. Bohrungen: 3,5 mm Ø.

nahmen. Abb. 1 zeigt die Prinzipschaltung. Die Audioröhre ist schon aus Heft 9 bekannt. Sie wird auch in keiner Hinsicht geändert. Lediglich die Telefonklemmen werden aus der Anodenleitung der Audioröhre herausgezogen, und an deren Stelle tritt der Anodenwiderstand R_3 ,

¹⁾ Bei den neuen Fünffach-Kontakteisten wurden die Abstände der Buchsen voneinander geändert. Sie betragen nicht mehr 20 + 15 + 15 + 15 mm, sondern 20 + 20 + 20 + 15 mm, was bei der Anfertigung der Steckerleiste zu beachten ist. Man beschaffe sich zweckmäßig erst die Kontakteiste, messe an dieser die Abstände aus und bohre hiernach die Steckerleiste.

Liste der Einzelteile:		M.
1	Pertinaxplatte, 80 × 160 × 4 mm	0,65
1	Hartgummistreifen, 20 × 105 × 4 mm	0,20
8	Röhrenbuchsen, Innendurchmesser 3 mm	je 0,10
8	Federn für Widerstandshalter (NSF)	je 0,05
2	Bananenstecker ohne Isolierteil, mit Gewindezapfen und Mutter	je 0,15
1	Hochohmwiderstand R_3 , 0,2 Megohm (Dralowid)	1,40
1	Hochohmwiderstand R_5 , 2 Megohm (Dralowid)	1,40
2	Hochohmwiderstände R_4 und R_6 , 3 Megohm (Dralowid)	1,40
2	Blockkondensatoren, 10 000 cm, C_1 u. C_5 (Saba)	je 1,60
14	Zylinderkopfschrauben, 3 mm-Gewinde, mit Muttern	je 0,06
3	Rohrabschnitte, 5 × 10 mm, 25 mm lang (Hartgummi)	je 0,10
1	Rohrabschnitt, 5 × 10 mm, 23 mm lang (Hartgummi)	0,10
4	Halbrundkopf-Holzschräuben, 36 × 3 mm	je 0,03
Etwas Vierkant-Kupferdraht, 1,5 × 1,5 mm, Isolierschlauch		0,30
1	Fünffach-Kontakteiste (Grünstein)	1,25

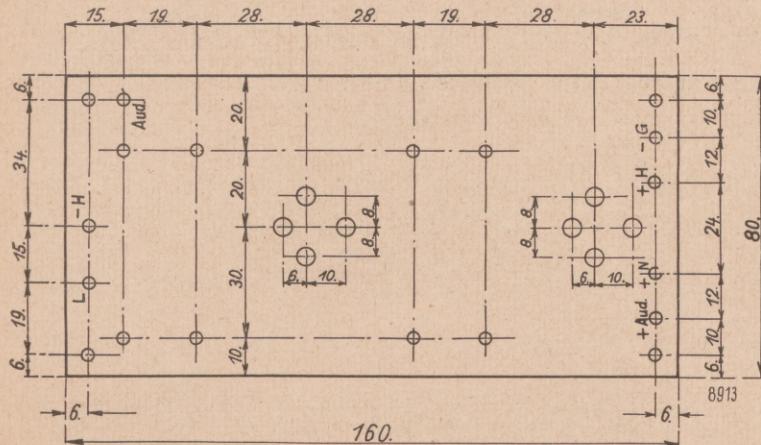


Abb. 3. Bohrplan für die Verstärkerplatte.

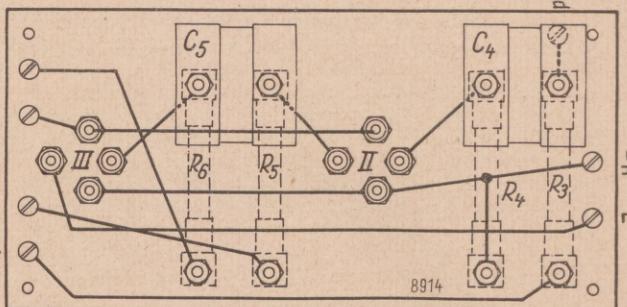


Abb. 4. Die Verstärkerplatte, verdrahtet, von unten gesehen.

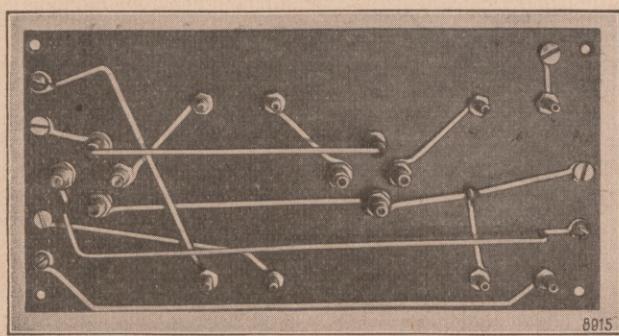


Abb. 5. Photo der verdrahteten Verstärkerplatte,
Ansicht von unten.

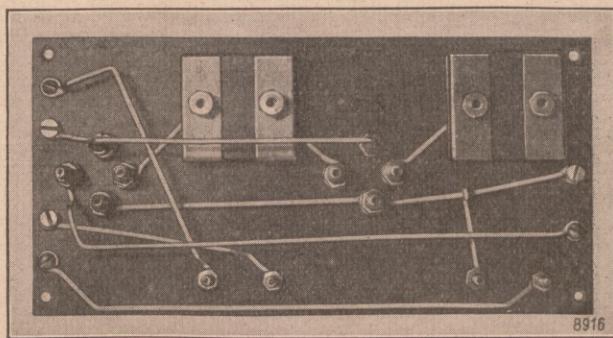


Abb. 6. Die Verstärkerplatte mit den Blockkondensatoren.

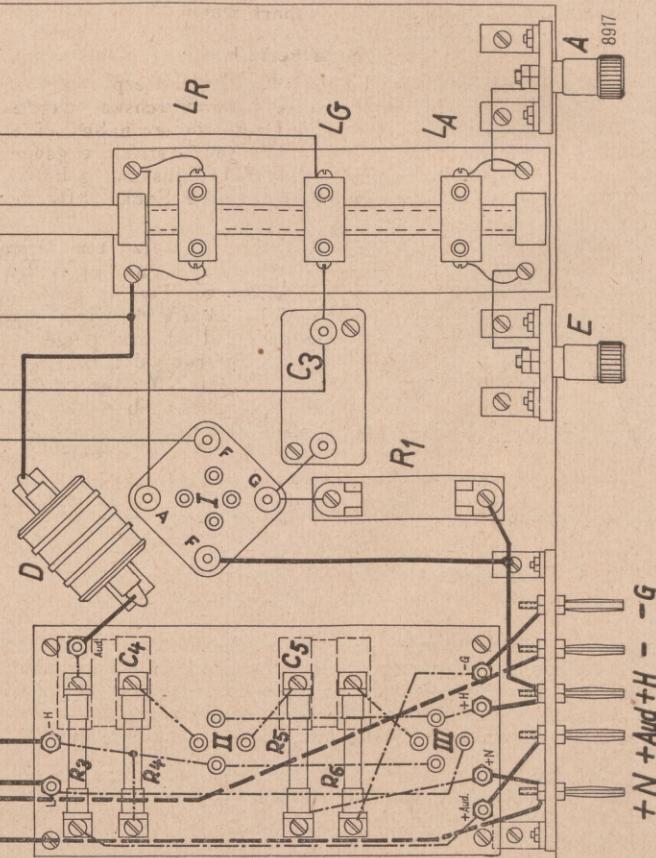
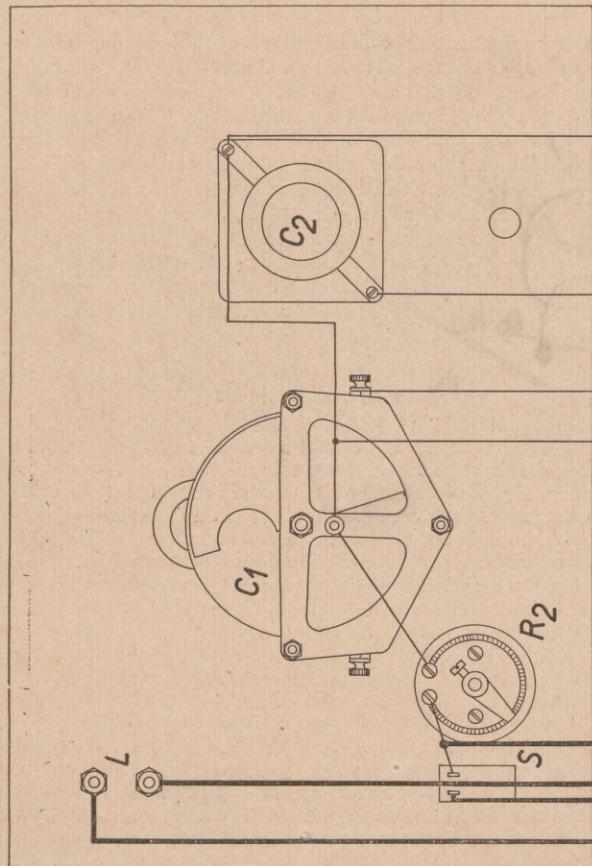


Abb. 7. Leitungsplan des Dreiröhrenempfängers.

Die Einzelteile.

Der Bedarf an neuen Einzelteilen zur Ergänzung des Gerätes ist ziemlich unerheblich. Die vorstehende Tabelle führt die Teile auf, die für die Erweiterung notwendig sind.

Die Pertinaxplatte dient als Grundplatte für den Verstärker teil, während wir uns mit Hilfe des Hartgummistreifens, der beiden Bananenstecker und der alten dreistreifens,

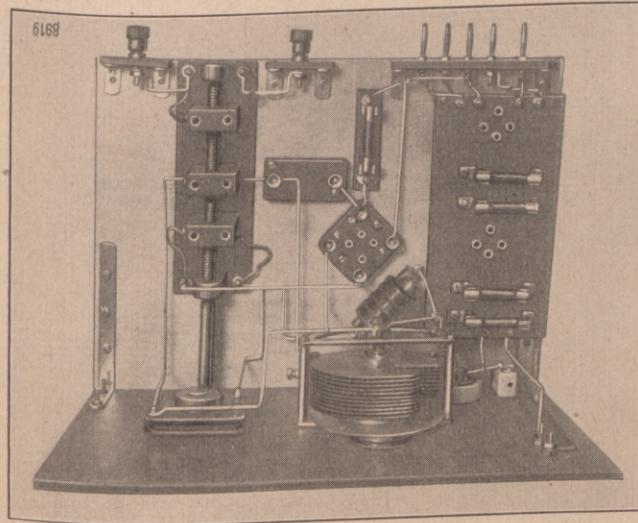


Abb. 9. Ansicht des fertigen Gerätes ohne Röhren und ohne Spulen von oben.

teiligen Steckerleiste, die sich bereits im Audion befindet, eine neue fünfteilige Steckerleiste herstellen. Abb. 2 gibt die Bohrzeichnung für den Hartgummistreifen. Auch die Winkel der alten dreiteiligen Steckerleiste werden an die neue fünfteilige angeschraubt. Da eine Pertinax-Grundplatte für den Verstärker teil verwendet werden soll, können besondere Röhrenfassungen und auch die kompletten Halter für die Hochohm widerstände erspart werden.

Der Verstärker teil.

Abb. 3 zeigt den Bohrplan für die Verstärkerplatte von oben. Die acht Löcher für die Röhrenbuchsen werden 5 mm groß gebohrt, sämtliche anderen Löcher haben einen Durchmesser von 3,5 mm. Besonders genau sind die gegenseitigen Entfernungen der zu einer Röhrenfassung gehörigen vier Bohrungen einzuhalten, damit die Sockelstifte der Röhre später gut passen.

Zuerst werden die Röhrenbuchsen eingesetzt und dann die Haltefedern für die Hochohm widerstände montiert. Die Lötosen-Verlängerungen werden zu diesem Zweck von den Federn abgeschnitten. Durch ihre Bohrung wird eine Zylinderkopfschraube 3 mm-Gewinde und 20 mm Länge gesteckt, von oben in die betreffende Bohrung der Pertinaxplatte eingeführt und von unten eine Mutter gegen geschraubt, vordem aber wird der zu einer Öse gebogene Draht unten um die Schraube gelegt. Die Platte mit den gezogenen Leitungen, von unten gesehen, gibt Abb. 4 wieder, während Abb. 5 zur besseren Verdeutlichung ein Photo der so weit fertiggestellten Verstärkerplatte bringt. Auf die Befestigungsschrauben von je zwei Federn, und zwar denen, die mit Gitter und Anode in Verbindung stehen, wird je ein Saba-Blockkondensator, 10 000 cm, dessen Befestigungslöcher 19 mm voneinander entfernt sind, gesteckt und durch zwei Schrauben befestigt. Die hervorstehenden Lötosen der Kondensatoren müssen vorher mit einer Blechscheren abgeschnitten werden, da sie nur stören würden. Die Verstärkerplatte mit den Kondensatoren ist aus Abb. 6 ersichtlich. Die zur Montage der Platte notwendigen Rohrabschnitte, die in der Stückliste aufgeführt sind, schneidet man sich am besten selbst aus Hartgummiring 5 × 10 mm.

Der Einbau der Verstärkerplatte.

Ist die Verstärkerplatte soweit fertiggestellt, bringt man auf der Oberseite noch die aus Abb. 3 und 4 ersichtlichen Bezeichnungen an, damit später die Leitungen auch an die richtigen Klemmen gelegt werden. Nun kann an den Ein-

bau in den Empfänger gegangen werden. Vorher müssen einige Leitungen des Audionempfängers entfernt bzw. umgelegt werden, auch die Drossel muß einen anderen Platz erhalten. Das geschieht am besten an Hand von Abb. 7, die einen genauen Schaltungsplan des erweiterten Gerätes bringt. Zunächst wird die Leitung, die von der Klemme links unten des Rückkopplungskondensators kommt, von der zwischen Drossel und Spulenkoppler liegenden Leitung entfernt. Die Drossel wird dann losgeschraubt und in der aus den Abbildungen ersichtlichen neuen schrägen Lage befestigt, worauf die eben entfernte Leitung neu eingebaut und die vom Kondensator kommende Leitung wieder angelötet werden kann. Sämtliche Leitungen, die nicht verändert werden müssen, sind in Abb. 7 dünn gezogen, sämtliche umzulegenden bzw. neu zu legenden Leitungen wurden dagegen stark gezeichnet. Die Leitungen, die sich fest an der Verstärkerplatte befinden, die also aus Abb. 4 bis 6 ersichtlich sind, wurden in Abb. 7 strichpunktiert eingetragen. Soweit die neu zu ziehenden Leitungen unter der Verstärkerplatte hindurchgeführt werden müssen, wurden sie stark gestrichelt gezeichnet. Das zur Erklärung der verschiedenenartigen Leitungsbezeichnungen in Abb. 7.

Jetzt wird die dreiteilige Steckerleiste, nachdem die Leitungen abgeklemmt wurden, aus dem Empfänger herausgenommen und die fünfteilige Leiste eingebaut. Dann entfernt man die Leitung, die von der Steckerleiste — H zum Schalter S verlief, neu in Isolierschlauch und verlegt sie, und zwar so, daß sie unmittelbar auf der Grundplatte des Empfängers liegt. Auch die Leitung von + A nach der oberen Telephonklemme muß entfernt werden; sie wird ebenfalls durch eine in Isolierschlauch verlegte Leitung ersetzt, die so verlegt werden muß, daß sie in ihrem wagerechten Teil unbedingt dicht über der Holzplatte liegt, um den Platz für den Verstärker teil freizumachen. Die Leitung von der unteren Telephonklemme zur Drossel muß ganz entfernt werden. Dagegen wird die Leitung, die zwischen der linken Fadenklemme der Fassung I (Audioröhre), dem Stecker + H und dem einen Kontakt des Widerstandshalters für R_1 verläuft, so umgelegt, wie es Abb. 7

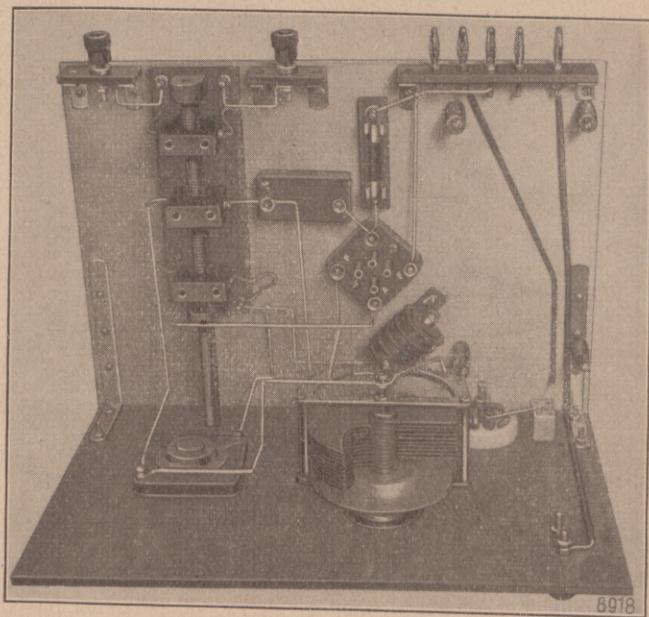


Abb. 8. Der zum Einbau der Verstärkerplatte vorbereitete Empfänger.

zeigt. Der so vorbereitete Apparat ist aus Abb. 8 ersichtlich.

Es muß noch erwähnt werden, daß der linke Befestigungswinkel der fünfteiligen Steckerleiste um 5 mm gekürzt und durch den linken Messingwinkel der Frontplatte, von hinten gesehen, ein Loch von 4 mm Durchmesser gebohrt werden muß, um Platz für die links vorn befindliche Befestigungsschraube der Verstärkerplatte zu schaffen. Dann kann diese auf die Grundplatte aufgeschraubt werden, unter Zwischen-

lage der 25 mm langen Distanzbuchsen aus Hartgummi. Vorn links, dort, wo sich das Loch im Winkel befindet, wird die 23 mm lange Buchse gebraucht, die hier auf dem 2 mm starken Winkel steht. Die vier Schrauben sind gut anzuziehen; falls die Spitzen durch die Holzplatte nach unten durchkommen, müssen sie abgekniffen und die Reste abgefeilt werden.

Nun können die letzten — sieben — Leitungen gelegt werden. Zunächst die Leitung von der Audionklemme der Verstärkerplatte nach der Drossel. Dann die von der — H-Klemme zu der Verbindungsleitung Schalter—Heizwiderstand an der Frontplatte. Als dritte die Leitung von der Klemme L der Verstärkerplatte nach der unteren Lautsprecherklemme auf der Frontplatte. Dann die vier Leitungen von der Verstärkerplatte zu der Steckbuchsenleiste für den Batterieanschluß. Damit ist das Gerät fertiggestellt.

Die Inbetriebnahme.

Vor der Inbetriebnahme sind die Hochohmwiderstände in die Federn der Verstärkerplatte einzusetzen. Man benutze hier unbedingt ein bewährtes Fabrikat, da die guten Leistungen des Gerätes sehr von der erstklassigen Güte der Widerstände abhängen. R_s wurde 0,2 Megohm gebraucht, R_3 3 Megohm groß, während R_5 2 Megohm und R_6 wieder 3 Megohm betrugen. Wer über mehrere Stäbe verschiedener Größe verfügt, kann später Austauschversuche durchführen. Sonst halte man sich an diese Werte, die ausprobiert sind. In die Röhrenfassung I kommt eine gute Audioröhre, RE 084, A 408 oder Tekadon, in Fassung II eine Widerstandsverstärkerröhre, so RE 054 oder W 406, in die Fassung III schließlich eine gute Lautsprecherröhre, beispielsweise RE 134, L 413 oder 4L 15. Die Widerstandswerte hängen in gewissem Maße von den zu Verwendung kommenden Röhren ab; die obigen Werte gelten für I = RE 084, II = RE 054 und III = RE 134.

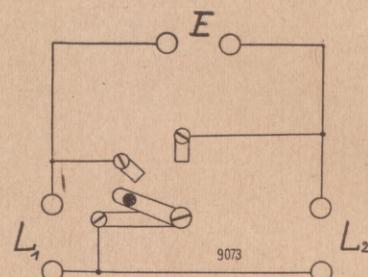
Für den Betrieb des Empfängers ist ein Heizakkumulator von 4 Volt Spannung notwendig, außerdem eine Anoden-

Kopfhörer hatte, nun durch den Lautsprecher wiedergegeben werden können, und zwar in so großer Lautstärke, daß sich jegliche weitere Niederfrequenzverstärkung erübrigten würde. Die Lautstärke, in der man den Ortssender wiedergeben kann, ist sogar so groß, daß man in der Regel die Antennenspule loser koppeln wird, um den Lautsprecher nicht zu überschreien bzw. um nicht eine zu große Lautstärke zu erhalten. Man sorge in solchen Fällen aber unbedingt durch Benutzung genügend großer Endröhren dafür, daß die Wiedergabe auch einwandfrei ist und die Endröhre nicht übersteuert wird. Eine kleinere Röhre als die RE 134 sollte man nicht gebrauchen.

Der Stromverbrauch des Empfängers mit folgenden Röhren: I = RE 084, II = RE 054, III = RE 134, wurde zu nachstehenden Werten gemessen: Heizstromverbrauch 0,3 Amp bei einer Heizspannung von 4 Volt. Gesamt-Anodenstromverbrauch = 7,5 mA; die Audionspannung betrug 80 Volt, die Verstärkerspannung 150 Volt und die Gitterspannung — 9 Volt.

Der Lautsprecherschalter.

Die Schalter zur wahlweisen Einschaltung bzw. Zusammenschaltung zweier Lautsprecher sind oft reichlich



kompliziert. Die Anordnungen gehen alle von dem Prinzip aus, die Leitung zu dem abzustellenden Lautsprecher zu unterbrechen. Man kann den Lautsprecher aber auch zum Schweigen bringen, indem man ihn kurzschließt. Daraus ergibt sich eine meines Erachtens an Einfachheit nicht mehr zu überbietende Schaltung. Parallelschaltung zweier ungleicher Lautsprecher kommt aus elektroakustischen Gründen praktisch nicht in Frage. Der Schalter muß es also ermöglichen, entweder den einen oder den anderen Lautsprecher oder beide gleichzeitig in Hintereinanderschaltung zu betreiben. Als Schalter dient ein einfacher Hebeschalter mit einem Ruhekontakt und zwei Arbeitskontakten, wie er in der Schwachstromtechnik verwandt wird. Die Schaltung ist aus der Abbildung zu ersehen. Den Schalter montiert man am besten am Standort des Empfängers. Von da führen die Leitungen, z. B. an der Scheuerleiste, zu den Lautsprechern, die man nach meinen Erfahrungen etwa in 2 m Höhe an einer Schmalseite des Zimmers nicht zu nahe beieinander aufstellen sollte. Für die Anschaltung eines Lautsprechers an den Verstärker ist die gute Widerstandsanpassung von Endröhre und Lautsprecher von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Die Qualität der Wiedergabe ist bei guter Übereinstimmung der Widerstände wesentlich besser als bei mangelhafter Anpassung. Der innere Widerstand der üblichen Lautsprecherröhren beträgt ungefähr 2000 Ohm. Es wird also ein Lautsprecher von 2000 Ohm im Anodenkreis die besten Resultate ergeben. Wird ein Ausgangstransformator verwendet, so gelten für ihn die gleichen Verhältnisse.

Wolfgang Egerland.

*

Bildfunk auf zwei Wellen. Nach Mitteilung der British Broadcasting Corporation sind die Zeiten für Bildfunksendungen jetzt wie folgt festgesetzt: Daventry (5 XX) 14.00—14.25 Uhr Dienstags und Donnerstags; London und Daventry (5 XX) 24.00—0.15 Uhr Montags und Freitags; Daventry Experimental (5 GB) 23.15—23.45 Uhr Mittwochs und Sonnabends.

Lettland schützt die Rundfunksendung. Nach dem Beispiel anderer Länder hat jetzt auch Lettland zur Vermeidung von Störungen des Rundfunkempfangs den Gebrauch der Wellen 300 und 450 m für alle Bordfunkstellen im Bereich von 250 Seemeilen an der Küste verboten.

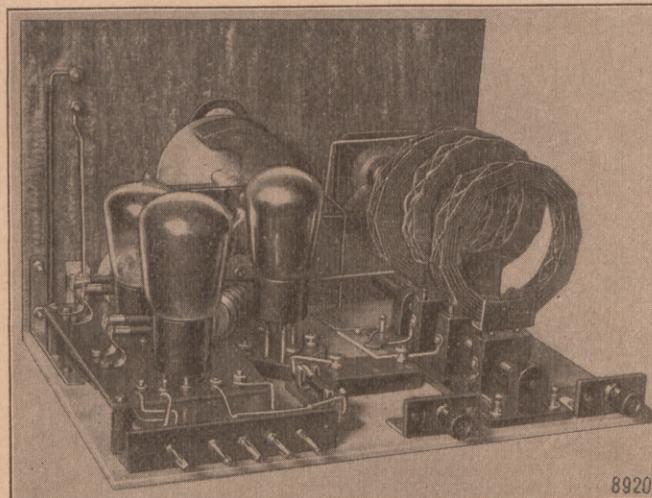


Abb. 10. Rückansicht des betriebsfertigen Empfängers.

batterie oder ein Netzanschußgerät, das eine Audionspannung von etwa 70 Volt und eine Verstärkerspannung von etwa 150 Volt liefert. Für die Verbindungen zu den Batterien wird eine Fünffach-Steckbuchsenleiste gebraucht, die für den Fünffachstecker passend ist. Der Pluspol der Heizbatterie wird an +H, der Minuspol an Minus geklemmt. Der Minuspol der Anodenspannungsquelle kommt ebenfalls an Minus, desgleichen der Pluspol der Gitterbatterie. Der Minuspol der letzteren — sie soll 7,5 oder 9 Volt betragen — wird an —G gelegt, während die 70 Volt-Buchse der Anodenbatterie mit +Audion und die 150 Volt-Buchse mit +N verbunden wird. An L wird der Lautsprecher angeschaltet.

Die Bedienung des Gerätes ist übrigens genau die gleiche wie die des Audionempfängers ohne Verstärker. Alles, was in Heft 9 hierüber gesagt wurde, trifft auch auf den erweiterten Empfänger zu. Die Leistungen des Gerätes sind so, daß alle Sender, die man mit dem Audion allein im

Die Lebensdauer der Röhren bei Gleichstrom-Netzheizung

Von
Dipl.-Ing. W. Patzschke.

Im Heft 46, Seite 709 des „Funk-Bastler“, Jahr 1928, wies Dr. E. Krueger auf die Gefährdung der Röhren bei Verwendung von Halbwatt-Vorschalt-Röhren hin. Im folgenden will Dipl.-Ing. W. Patzschke den Beweis erbringen, daß die in dieser Arbeit gezogenen Schlußfolgerungen nicht ganz den in der Praxis eintretenden Erscheinungen entsprechen, d. h., daß eine Gefährdung der Röhren in Wirklichkeit nicht zu befürchten ist.

Um beim Betrieb von Röhrengäten aus dem Gleichstromnetz die zur Heizung der Röhren erforderliche Stromstärke zu erlangen, sind Vorwiderstände erforderlich. In diesen Widerständen muß eine Leistung vernichtet werden, die der von den gebräuchlichsten Glühlampen aufgenommenen entspricht. Es liegt daher nahe, Glühlampen als Vorwiderstände zu benutzen, zumal sie verhältnismäßig billig und sehr handlich sind. In der Tat sieht man an einigen der im Handel erhältlichen sowie im „Funk-Bast-

Gebiet der Einschaltvorgänge fallen, genügt jedoch nicht die oben angedeutete Betrachtungsweise, da sie leicht zu Trugschlüssen führen kann. Wenn es sich um Vorgänge handelt, die nur Bruchteile von Sekunden zum vollständigen Ablauf benötigen, so muß man, um Genaueres aussagen zu können, jede Phase des Vorganges kennen. Liegen, wie in unserem Falle, mehrere Elemente im selben Stromkreis, so genügt auch dies noch nicht. Einen Überblick über das Zu-

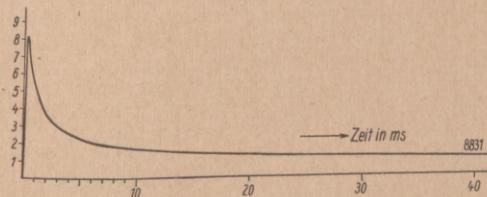


Abb. 1.

ler“ (vgl. z. B. Heft 37, Jahr 1928, S. 568) beschriebenen Netzempfängern diese Erkenntnis verwertet.

Von den drei der heute handelsüblichen Lampentypen erweist sich die Halbwatt-Lampe als die günstigste auf Grund ihrer Charakteristik, deren Neigung kleiner ist als die eines rein Ohmschen Widerstandes. Das bedeutet, daß die Schwankungen der an einer Halbwatt-Lampe liegenden Spannung nicht auch gleich große, sondern immer etwas kleinere Stromänderungen hervorrufen¹⁾. Neben dieser für

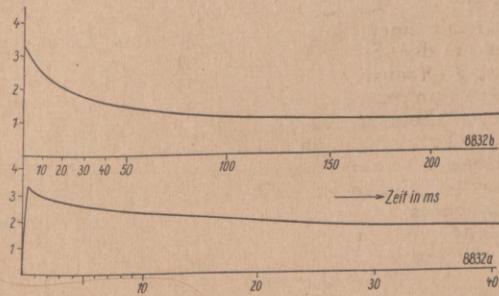


Abb. 2 a und b.

Netzempfänger sehr wertvollen Eigenschaft haben diese Lampen aber, worauf insbesondere in dem zitierten Aufsatz von Dr. Krueger hingewiesen wurde, auch eine andere, die ihre Verwendung oft bedenklich erscheinen läßt. Das ist ihr verhältnismäßig sehr kleiner Widerstand im kalten Zustand. Halbwatt-Lampen nehmen daher kurz nach dem Einschalten einen um vieles größeren Strom auf, als sie bei ihrer normalen Temperatur benötigen. Die Schaltelemente, besonders die Röhren, die mit solchen Lampen in einem Stromkreis liegen, durchfließt natürlich auch der hohe Stromstoß. Da die Röhren nun solche Belastungen nicht ohne Beeinträchtigung vertragen, erscheint die Verwendung von Halbwatt-Lampen ohne besondere Schutzeinrichtungen als unvorteilhaft.

Zur genaueren Untersuchung solcher Fragen, die in das

¹⁾ Eine ausführliche Abhandlung hierüber ist im „Funk-Bastler“ Jahr 1928, Heft 46, S. 709, erschienen.

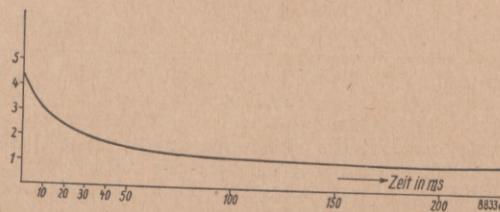


Abb. 3 a.

sammenwirken aller Schaltelemente erhält man erst mit Kenntnis aller Einschaltcharakteristiken.

Die im folgenden beschriebenen Messungen wurden an einem vom Verfasser entwickelten Gerät vorgenommen. Da aber in bezug auf den Heizstromkreis bei allen Gleichstromnetzempfängern durchaus ähnliche Verhältnisse vorliegen, lassen sich die Ergebnisse ohne weiteres auch auf andere Empfänger übertragen.

Zur Untersuchung der Einschaltvorgänge wurde ein Oszilloskop benutzt, dessen nähere Beschreibung hier nicht gegeben werden kann, da sie aus dem Rahmen des Aufsatzes fallen würde. Nur so viel sei gesagt, daß er auch Vorgänge aufzuzeichnen gestattet, deren zeitlicher Verlauf mit den üblichen Hilfsmitteln nicht mehr feststellbar ist.

In Abb. 1 ist die auf die angedeutete Weise erhältene Kurve des Stromverlaufes beim Einschalten zweier parallelgeschalteter 15 Watt-Lampen (Kerzenform) gegeben. Die senkrechte Achse ist in ganze Vielfache des Lampenstromes im Normalzustand (140 mA) geteilt, während auf der wagerechten Achse die Zeit in tausendstel Sekunden (Millisekunden) aufgetragen ist. Diese Anordnung ist allen Abbildungen gemeinsam. Man erkennt, daß der Einschaltstrom den 8,2fachen Wert des Normalstromes erreicht. Nach 1,4 Millisek. (ms) = 0,0014 sec jedoch ist der Strom schon bis auf den 4,1fachen, nach 6,3 ms auf den 2fachen Wert gesunken und erreicht den Ruhezustand nach etwa 20 ms. Da der Stromstoß nur diese kurze Zeit anhält, ist er längst nicht so gefährlich, wie es nach den eingangs angestellten Überlegungen den Anschein hatte.

Nun haben aber unsere Röhren auch negative Temperaturkoefizienten, d. h. ihr Heizfadenwiderstand wächst mit der Temperatur. Sie nehmen also kurz nach dem Einschalten auch einen größeren Strom als normal auf. Die

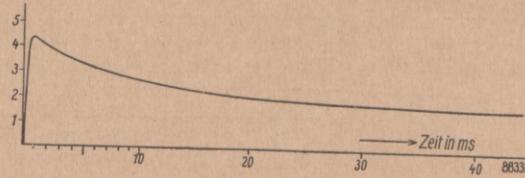


Abb. 3 b.

Abb. 2, 2a, 2b und 3a, 3b zeigen den Stromverlauf beim Anschalten der Röhren RE 134 und RE 154 an einen 4 Volt-Akkumulator. Dabei unterscheiden sich die beiden a- und b-Kurven für jede Röhre lediglich durch die Teilung der Zeitachse, die zum besseren Vergleich der verschiedenen Charakteristiken vorgenommen wurde. Die Stromspitzen betragen in dem gegebenen Fall das 3,3fache bzw. 4,3fache des Endwertes. Diese im Verhältnis zur Halbwatt-Lampe kleineren Werte bei weniger steilem Anstieg erklären sich

aus der niedrigeren Fadentemperatur, während das langsame Abklingen auf die größeren Wärmestrahlungsverluste durch den straff ausgespannten Faden (RE 154) bzw. durch die durch Unterteilung vergrößerte Oberfläche des Heizfadens und die notwendige Erwärmung der Oxydschicht (RE 134) zurückzuführen ist. Die Kurvenform ist die Ursache dafür, daß das Hintereinanderschalten von Halbwatt-Lampen und Verstärkerröhren fast gänzlich gefahrlos ist; denn die Halb-

fachen Wert des Endstromes hat. Daß im ersten Moment der Strom lediglich von der Drossel bestimmt wird, zeigt sich an der Krümmung im ersten Teil der Kurve, die dieselbe Form wie in Abb. 4 hat. Wie die Abb. 6 zeigt, verursacht der Kondensator eine Phasenverschiebung in dem Sinne, daß das Strommaximum hinter der Drossel etwas später als vor ihr eintritt. Gleichzeitig ist damit eine Verflachung verbunden, so daß der Einschaltstrom nur noch das 3,75fache seines Endwertes erreicht. Damit ist dem

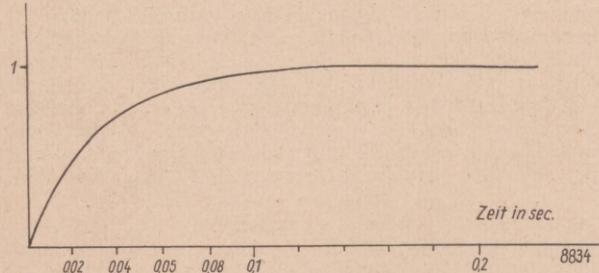


Abb. 4.

watt-Lampe erreicht ihr Strommaximum nach 0,27 ms, während die entsprechenden Werte für die RE 134 0,43 ms und für die RE 154 0,77 ms betragen. Letztere gelten natürlich nur für eine Spannung von 4 Volt. Wenn beim Hintereinanderschalten die Röhren ein größerer Einschaltstrom durchfließt, so tritt auch eine höhere Fadenspannung auf, doch nur so lange, wie die Fäden ihre Arbeitstemperatur noch nicht erreicht haben. Da dies nun bei den Röhren so viel später eintritt als bei der Halbwatt-Lampe, kann die Überlastung, wenn sie überhaupt noch vorhanden ist, nur sehr geringfügig sein.

Bisher ist nur von zwei Schaltelementen, Halbwatt-Lampen und Röhren, die Rede gewesen. Tatsächlich kommen bei Netzempfängern immer noch zwei weitere hinzu, das sind Kondensator und Drossel, die Bestandteile der in den meisten Fällen notwendigen Drosselkette. Die Kondensatoren allein haben so gut wie keinen Einfluß auf die Form der Einschaltkurve, da sie nur während eines Bruchteiles einer Millisekunde Strom aufnehmen, bis sie aufgeladen sind. In Verbindung mit Drosseln rufen sie aber eine Phasenverschiebung hervor, die, wie weiter unten gezeigt werden wird, eine Verminderung des Einschaltstromstoßes zur Folge hat. Von ganz einschneidender Wirkung aber ist die Drosselpule. Ihre Einschaltcharakteristik ist in Abb. 4 gegeben. Da sie der entsprechenden Kurve der Halbwatt-Lampe genau entgegengesetzt verläuft, muß sie die Stromspitze bei Hintereinanderschaltung beider Elemente unbedingt herunterdrücken. Diese beruhigende Wirkung wird um so größer, je höher die Selbstinduktion und je kleiner der Widerstand der verwendeten Drossel ist. Die Drossel, deren Stromanstiegskurve, erhalten durch Anschalten an einen 4 Volt-Akkumulator, in Abb. 4 wieder-gegeben ist, ist noch als verhältnismäßig ungünstig anzusehen, da sie bei 30 Ohm Widerstand nur eine Selbst-induktion von etwa 0,8 Hy hat. Im allgemeinen dürften

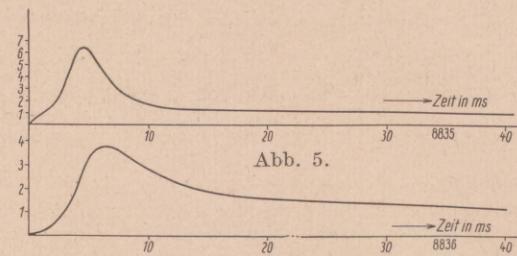


Abb. 5.

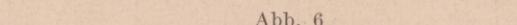


Abb. 6.

Stromstoß beim Anlegen der Netzspannung seine scheinbare Gefährlichkeit genommen.

Nun könnte man einwenden, daß der langsamere Stromanstieg sich wieder ungünstiger auswirkt, da die Heizfäden nun mehr Zeit zur Erwärmung haben und dann einen höheren Strom aufzunehmen gezwungen sind. Um diese Frage zu klären, wurden die Fadenspannungen an zwei in einem Netzempfänger eingebauten Röhren gemessen. In Abb. 7 gibt die obere Kurve den Stromverlauf nach der Drosselkette wieder, der derselbe ist wie in Abb. 6. Die etwas gedrängtere Form ergibt sich durch eine andere Teilung der Zeitachse. Die untere Kurve zeigt die Fadenspannung einer im selben Stromkreise liegenden RE 134. Infolge des ersten Stromstoßes steigt die Spannung des Heizfadens schnell auf das 1,35fache ihres Normalwertes. Dies hat auf die Röhre aber durchaus keinen schädigenden Einfluß, denn die Spannung sinkt gleich danach unter den Normalwert, um ihn erst nach ganz langsamem Anstieg in etwa 0,58 sec zu erreichen. Das verhältnismäßig sehr langsame Anwachsen der Spannung erklärt sich daraus, daß der den Heizfaden durchfließende Strom jetzt durch die Lampe begrenzt ist, während er beim direkten Anschluß an einen 4 Volt-Akkumulator lediglich durch den Fadenwiderstand bestimmt wird. Da nun die Halbwatt-Lampe trotz der Drosselkette ihre Normaltemperatur schneller als die Röhre erreicht, wie ein Vergleich der Abb. 6 und 2 bzw. 3 zeigt, kann die Fadenspannung nach dem ersten plötzlichen Anstieg durch den nun begrenzten Strom nur noch langsam weiter anwachsen.

Die Abb. 8 zeigt die gleiche Aufnahme mit der RE 054. Hier geht die Fadenspannung gleich auf das 1,5fache des Endwertes und sinkt dann nur noch unwesentlich unter diesen. Doch genügt auch dies geringe Nachlassen der Spannung zu der Feststellung, daß selbst die RE 054 beim Einschalten keineswegs überlastet wird. Die Normalspan-

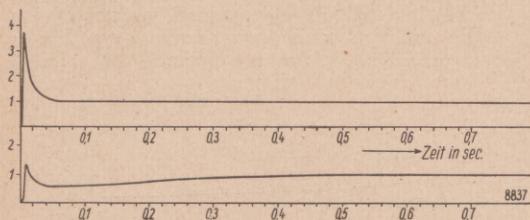


Abb. 7.

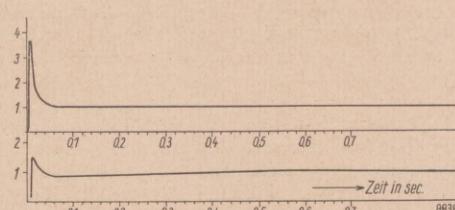


Abb. 8.

weit bessere Drosseln Verwendung finden. In der dem untersuchten Netzempfänger vorgeschalteten Drosselkette, deren Schaltung Abb. 9 wiedergibt, waren zwei solcher Drosseln enthalten. Der Kondensator hatte eine Kapazität von $10\mu F$.

Die Wirkung der Drosselkette auf den Einschaltstrom veranschaulichen die Abb. 5 und 6, die den Verlauf des Stromes vor (Abb. 5) bzw. hinter (Abb. 6) der Drosselkette zeigen. Man erkennt, daß die Kurvenform bedeutend flacher geworden ist und das Maximum nur noch den 6,4-

nung erreicht die RE 054 nach etwa 0,56 sec. Bei dieser Röhre erklärt sich die der RE 134 gegenüber etwas höhere Spannung kurz nach dem ersten Stromstoß aus ihrer geringeren Wärmeträgheit, die sich auch aus der Abb. 3 erkennen läßt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß bei richtiger Dimensionierung die Röhren in Gleichstromnetzempfängern durchaus nicht gefährdet sind. Man kann sogar sagen, daß die Röhren auch bei Benutzung von Halbwatt-Lampen viel schonender eingeschaltet werden als bei der

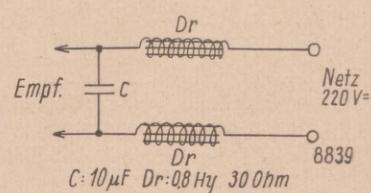


Abb. 9.

Anschaltung an einen 4 Volt-Akkumulator ohne Vorwiderstand. Von den heute gebräuchlichen Röhren sind die mit Thoriumfäden, besonders solche mit kleiner Heizleistung (RE 054), relativ am ungünstigsten. Besser sind die modernen Röhren mit Bariumfäden (RE 134, Valvo L 415 u. ä.) geeignet, während die Röhren mit Hydrid- oder Oxydfäden selbst bei oberflächlicher Betrachtung nicht gefährdet erscheinen. Unter richtiger Dimensionierung des Heizkreises ist eine solche Wahl der (Halbwatt-) Lampen zu verstehen,

dass dem Netz gerade der für die Endröhre nötige Heizstrom entnommen wird. Benutzt man größere Lampen und legt auch parallel zur Endröhre einen passenden Widerstand, so werden die Verhältnisse etwas ungünstiger, da der Einschaltstromstoß bei größeren Lampen länger anhält. Da aber jeder Funkliebhaber bestrebt sein wird, den Stromverbrauch seines Gerätes so niedrig wie möglich zu halten, dürften auch dann noch in den meisten Fällen die Röhren vor Überlastung sicher sein.

Die Berechnung von Drosseln für Netzanschlußgeräte

Von
W. Riegel.

Unter einer Drossel versteht man eine Spule, die infolge einer physikalischen Eigenschaft, der Selbstinduktion, dem Durchgang eines Wechselstromes einen vielmals größeren Widerstand entgegensezert als dem eines Gleichstromes. Von dieser Eigenschaft macht man Gebrauch beim Bau von Netzanschlußgeräten, die dazu dienen, aus einem vorhand-

Die Größe des Blindwiderstandes bzw. der Selbstinduktion wächst verhältnisgleich mit dem Quadrat der Windungszahl; ferner verhältnisgleich mit dem Eisenquerschnitt und der Permeabilität (magnetische Leitfähigkeit des Eisens) und umgekehrt verhältnisgleich mit der Länge des Kraftlinienweges. Die Größe des Ohmschen Widerstandes wächst ver-

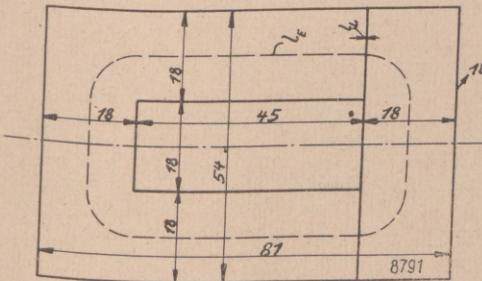


Abb. 1.

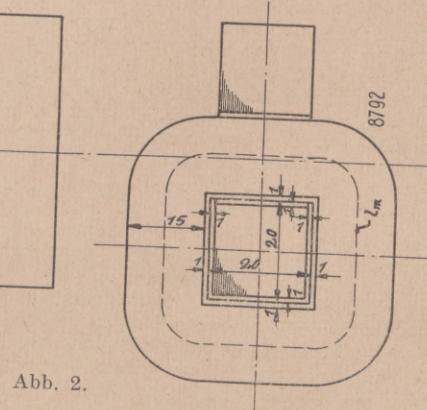
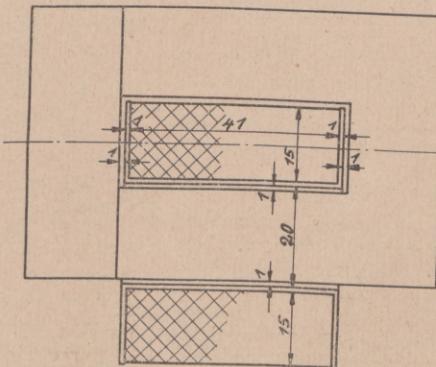


Abb. 2.

denen Wechselstrom einen Gleichstrom zu erzeugen. Dies geschieht dadurch, daß durch eine Vorrichtung mit Ventilwirkung (Gleichrichterröhre, elektrolytischer Gleichrichter) der Wechselstrom immer nur in einer Richtung durchgelassen, in der anderen aber unterdrückt wird. Es entstehen dadurch Reihen von Stromstößen, die immer gleiche Richtung haben, also Gleichstromstöße. Einen solchen Strom nennt man Wellenstrom oder pulsierenden Gleichstrom. Um daraus den benötigten reinen Gleichstrom zu erhalten, ist noch eine weitere Vorrichtung nötig, der sogenannte Siebkreis. Dieser besteht aus Drosseln, die von dem Strom durchflossen werden müssen, und aus Kondensatoren.

Der Selbstbau von Kondensatoren durch den Bastler kommt nicht in Frage, da hierzu besondere Spezialeinrichtungen nötig sind. Der Selbstbau von Drosseln aber ist einfach und leicht ausführbar. Im folgenden soll daher eine Anleitung zur Berechnung von Drosseln zum Zwecke des Selbstbaues gegeben werden.

Maßgebend für die Dimensionierung einer Drossel ist die Selbstinduktion, die sie besitzen soll, und die Größe des Stromes, der sie durchfließen soll. Des weiteren ist auch noch Rücksicht zu nehmen auf die Größe des Ohmschen Widerstandes, den die Drossel mit Rücksicht auf die Größe des Gleichstromspannungsabfalles erhalten darf. Wird die in Henry (abgekürzt Hy) angegebene Selbstinduktion mit der Kreisfrequenz, d. i. Periodenzahl $\times 2 \times \pi$ ($\pi = 3,14$) multipliziert, so erhält man den Blind- oder induktiven Widerstand der Drossel, d. i. der Widerstand, den die Drossel dem Durchgang eines Wechselstromes noch außer dem Ohmschen oder Wirk-Widerstand entgegensezert. Dieser Blindwiderstand muß möglichst groß sein, um den Wechselstrom möglichst stark "abzudrosseln". Dem Durchgang eines Gleichstromes widersetzt sich nur der Ohmsche Widerstand. Letzterer muß möglichst klein sein, damit der auftretende Gleichstromspannungsabfall nicht zu groß wird.

verhältnisgleich mit der Windungszahl, der mittleren Windungslänge und umgekehrt verhältnisgleich mit dem Drahtquerschnitt. Es ist also ersichtlich, daß bei einer Drossel immer ein Kompromiß geschlossen werden muß, da sich die Bedingungen für großen Blindwiderstand bei kleinem Ohmschen Widerstand widersprechen. Aus diesem Grunde muß man, wie man sagt, das Kupfer überdimensionieren, d. h. die Strombelastung muß klein gehalten werden.

Es soll nun wieder ähnlich wie bei der Transformatorenberechnung (vgl. „Funk-Bastler“ Jahr 1928, Heft 30 und 33) an Hand eines praktischen Beispieles der Gang der Berechnungen durchgeführt werden. Vorausgeschickt sei, daß man bei einer Drossel nicht den Blindwiderstand in Ohm angibt, sondern die Selbstinduktion in Henry. Dies hat seinen Grund darin, daß die Selbstinduktion eine eindeutig festliegende Größe ist, die unabhängig von der Periodenzahl ist. Würde man den Blindwiderstand angeben, so müßte man dazu immer auch die entsprechende Periodenzahl angeben, auf die er bezogen ist, und man müßte für andere Periodenzahlen immer von Fall zu Fall erst umrechnen. Wir wollen daher auch unseren Berechnungen die Selbstinduktion zugrunde legen.

Nehmen wir an, es soll eine Drossel gebaut werden, die bei einer Stromentnahme von 60 mA eine Selbstinduktion von etwa 20 Hy besitzt, und deren Ohmscher Widerstand nicht größer als 160 Ohm ist, damit der Gleichstromspannungsabfall nicht höher als 10 Volt wird. Für diese Verhältnisse wählt man ein Eisen nach Abb. 1 u. 2. Der Kernquerschnitt ist $1,8 \cdot 1,8 = 3,24 \text{ cm}^2$; die Fenstergröße ist $1,8 \cdot 4,5 \text{ cm} = 8,10 \text{ cm}^2$, also gleich 2,5 mal dem Kernquerschnitt. Für die Berechnung braucht man wie bei der Transformatorenberechnung den effektiven Eisenquerschnitt. Bei Verwendung von 0,5 mm Transformatorenblech mit einseitiger Papierbeklebung, wie es sich am besten für Drosseln eignet, beträgt der Füllfaktor 0,87; man erhält damit den effektiven Eisenquerschnitt zu $QE = 0,87 \cdot 3,24 = 2,82 \text{ cm}^2$.

Des weiteren benötigt man noch die mittlere magnetische Weglänge l_E des Eisenweges und l_L , die des Luftweges. Die mittlere magnetische Eisenweglänge bestimmt man derart, daß man die Eisenbreite rings um das Fenster halbiert; die Ecken sind dabei etwas abzurunden (s. Abb. 1). Nun mißt man mit einem Stechzirkel die Länge dieser Linie aus. Sie beträgt in unserem Falle $l_E = 18,0$ cm. Auf einige Zehntel kommt es dabei nicht an; wir werden im Verlaufe der weiteren Berechnung sehen, daß dies gar nicht viel ausmacht, weil die ganze Berechnung einer Drossel nicht sehr exakt sein kann. Nun ist noch die magnetische Luftweglänge zu bestimmen. Da das Eisen, um die Wicklungen einbringen zu können, immer geteilt sein muß, bildet sich an jeder Stoßstelle der Bleche eine kleine Luftfuge. Die Länge dieser Luftfuge können wir nicht ausmessen; wir müssen sie daher annehmen. Erfahrungsgemäß beträgt sie bei Blechpaketen und der Schachtelart, wie man sie hier verwendet, 0,01 bis 0,02 cm je Stoßfuge, also insgesamt, da zwei solcher Stoßfugen vorhanden sind, 0,02 bis 0,04 cm. Wir legen unserer Berechnung den Mittelwert von 0,03 cm zugrunde, was bei einigermaßen sorgfältigem Zusammenbau des Blechpaketes gut zutrifft.

Was für Draht und wieviel Windungen müssen in dem vorhandenen Fenster untergebracht werden? Mit Rücksicht darauf, daß sich die Spule gut aufbringen läßt, müssen wir ringsherum einen Spielraum von etwa 1 mm geben. Die Wandstärke der Spule nimmt man zweckmäßig ebenfalls zu 1 mm an. Der dann verbleibende Wickelraum wird nach Abb. 2: $41 \cdot 15 \text{ mm} = 615 \text{ mm}^2$. Die Strombelastung des Drahtes sei zu 1 Amp/mm² angenommen; es ist dies ein günstiger Erfahrungswert, bei dem die Dimensionen der Drossel nicht zu groß werden und doch der Ohmsche Widerstand noch genügend klein bleibt. Der Drahtquerschnitt wird

$$q = \frac{i}{\text{Amp/mm}^2} = \frac{0,06}{1} = 0,06 \text{ mm}^2; \text{ das ergäbe einen Drahtdurchmesser von } 0,276 \text{ mm.}$$

Der leichteren Beschaffung wegen sei 0,30 mm mit dem Querschnitt 0,0707 mm² gewählt. Der Außendurchmesser des isolierten Drahtes ist dann 0,33 mm, wenn Emaille-Isolation verwendet wird, wie es bei Drosseln zweckmäßig ist (siehe auch „Funk-Bastler“ Jahr 1928, Heft 30, S. 455). Um die in dem vorhandenen Wickelraum unterzubringende Windungszahl zu erhalten, muß man diesen durch das Quadrat des Drahtdurchmessers des isolierten Drahtes und das Quadrat des Wickelfaktors dividieren, also Windungszahl

$$s = \frac{\text{Wickelraum}}{\text{Drahtdurchmesser}^2 \cdot \text{Wickelfaktor}^2} = \frac{615}{0,33^2 \cdot 1,2^2} = 3920.$$

Bezüglich Wahl des Wickelfaktors siehe „Funk-Bastler“, Jahr 1928, Heft 30, Seite 455. Man kann auch so vorgehen, daß man ausrechnet, wieviel Drähte in einer Lage unterzubringen sind und wieviel Lagen in der Wickelhöhe. Die Drahtzahl je Lage erhält man dadurch, daß man die Wickelbreite durch den Durchmesser des isolierten Drahtes und den Wickelfaktor dividiert; die Lagenzahl dadurch, daß man die Wickelhöhe durch diese beiden Werte dividiert.

Man hat nunmehr die folgenden Daten für die Berechnung gefunden:

Effektiver Eisenquerschnitt	$Q_E = 2,82 \text{ cm}^2$
Magnetische Eisenweglänge	$l_E = 18,0 \text{ cm}$
Magnetische Luftweglänge	$l_L = 0,03 \text{ cm}$
Drahtdurchmesser, blank	$d = 0,30 \text{ mm}$
Drahtdurchmesser, isoliert	$d_i = 0,33 \text{ mm}$
Drahtquerschnitt	$q = 0,0707 \text{ mm}^2$
Windungszahl	$s = 3920$

Vermittels dieser Daten kann man nun die magnetischen Verhältnisse der Drossel berechnen. Die insgesamt zur Verfügung stehende Amperewindungszahl beträgt nun $AW = s \cdot i$ (i in Amp) $= 3920 \cdot 0,060 = 235$. Damit ist aber vorläufig nichts anzufangen, da man keinen Anhaltspunkt dafür hat, welche Induktion (Kraftliniendichte je cm²) man im Eisen erhält; denn die vorhandene AW-Zahl verteilt sich auf den Eisen- und Luftweg. Man geht daher so vor, daß man sich die Magnetisierungskurve für das Eisenpaket berechnet, und zwar in Abhängigkeit von verschiedenen Induktionen. Dazu benötigt man die in Abb. 3 wiedergegebene Magnetisierungskurve für das verwendete Transformatorenblech, in dem vorliegenden Falle also 0,5 mm. Diese Kurve gibt an, wieviel Amperewindungen je 1 cm Eisenweglänge

für die verschiedenen Induktionen BE gebraucht werden, und zwar bei Gleichstrommagnetisierung, wie es für Drosseln für unsere Zwecke in Betracht kommt. Zum Zwecke einer eventuellen genaueren Aufzeichnung diene die folgende Tabelle:

BE	aw/cm	μ	BE	aw/cm	μ
1 000	0,464	1720	11 000	2,37	3710
2 000	0,574	2790	12 000	3,20	3000
3 000	0,650	3700	13 000	4,48	2320
4 000	0,735	4360	14 000	6,60	1700
5 000	0,850	4700	15 000	10,60	1130
6 000	0,990	4850	16 000	20,00	640
7 000	1,160	4830	16 500	30,00	440
8 000	1,360	4710	17 000	42,00	324
9 000	1,580	4560	17 500	61,50	228
10 000	1,920	4170	18 000	93,00	155

Die für unseren Eisenweg, für die verschiedenen Induktionen im Eisen benötigte AW-Zahl ergibt sich jeweils durch Multiplikation der Eisenweglänge mit der der Induktion entsprechenden, aus der Kurve Abb. 3 entnommenen aw/cm-Zahl, also $AWE = l_E \cdot aw/cm$. Die für die Luftfuge benötigte AW-Zahl erhält man aus der Formel: $AWL = 0,8 \cdot BL \cdot l_L$, worin 0,8 ein konstanter Faktor, l_L die Luftweglänge, BL die Kraftliniendichte je cm² in der Luftfuge. Letztere ist nämlich nicht gleich der im Eisen, sondern kleiner, und zwar beträgt sie in den für uns in Betracht kommenden Fällen etwa 80 v. H. der Eiseninduktion, also $BL = 0,80 \cdot BE$. Dies röhrt daher, daß für die Luftfuge der Füllfaktor gleich 1 ist und außerdem noch durch sogenannte Streulinien eine weitere Vergrößerung des Luftquerschnitts stattfindet. Da wir die Länge des Luftweges zu 0,03 cm angenommen haben, ergeben sich die Amperewindungen für die Luftfuge zu $AWL = 0,8 \cdot 0,03 \cdot 0,8 \cdot BE = 0,0192 \cdot BE$. Das heißt also, man braucht im vorliegenden Fall nur die Induktion BE im Eisen mit 0,0192 zu multiplizieren, um die AWL zu erhalten.

Man berechnet nun die Magnetisierungskurve in der Weise, daß man sich eine Reihe für BE aufstellt und zu jedem BE aus Kurve Abb. 3 die dafür nötige AW/cm-Zahl entnimmt; diese mit l_E multipliziert ergibt die AWE; das mit 0,0192 multiplizierte BE ergibt die AWL; die Summe der jeweiligen AWE und AWL ergibt die für die betreffende Induktion im Eisen für den ganzen Kreis benötigte AW-Zahl AWG. Folgende Tabelle stellt diese Durchrechnung für unser Eisen dar.

BE	aw/cm	AWE	AWL	AWG
2 000	0,57	10,3	38,4	48,7
4 000	0,75	13,5	76,8	90,3
6 000	1,00	18,0	115,0	133,0
8 000	1,35	24,3	153,5	177,8
10 000	1,80	33,0	192,0	225,0
12 000	2,30	57,6	230,0	287,6
13 000	2,80	81,0	250,0	331,0
14 000	3,50	117,0	269,0	386,0
15 000	4,50	195,0	288,0	484,0
16 000	5,50	332,0	307,0	639,0

Diese Werte zeichnet man in Kurvenform auf. Abb. 4 zeigt die Kurve. Man kann nunmehr aus der AWG-Kurve für die vorhandene AW-Zahl von 235 das in diesem Falle im Eisen vorhandene BE zu 10 300 entnehmen. Dafür erhält man die nötige Eisen-AW-Zahl zu 37 und die Luft-AW-Zahl zu 198. Es ist also zur Magnetisierung der Luftfuge ein Vielfaches der für den Eisenweg nötigen AW-Zahl nötig.

Nun kann man den magnetischen Widerstand für den Eisenweg und die Luftfuge ausrechnen. Für den Eisenweg ist dieser: $RE = \frac{0,8 \cdot l_E}{QE \cdot \mu_E}$; μ_E ist hierin die magnetische Leitfähigkeit des Eisens. Diese Leitfähigkeit ist aus Abb. 3 zu entnehmen, und zwar erhält man daraus für $BE = 10 300 \mu_E = 4000$. Es wird nun $RE = \frac{0,8 \cdot 18}{2,82 \cdot 4000} = 0,00128$. Ähnlich erhält man den magnetischen Widerstand der Luftfuge zu $RL = \frac{0,8 \cdot l_L}{QL \cdot \mu_L}$; μ_L die magnetische Leitfähigkeit der Luft,

ist gleich 1. Damit wird $R_L = \frac{0.8 \cdot 0.03}{3,53 \cdot 1} = 0,0068$. Demnach wird der magnetische Widerstand für den ganzen Kraftlinienweg $= R_E + R_L = 0,00128 + 0,0068 = 0,00808$.

Mit diesem Werte ist es nun möglich, die Selbstinduktion der Drossel zu berechnen, und zwar aus der Formel:

$$L = \frac{s^2 \cdot 10^{-8}}{R} \text{ Hy},$$

worin s = Windungszahl, R = Summe der magnetischen Widerstände, 10^{-8} = ein konstanter Faktor, der bedeutet,

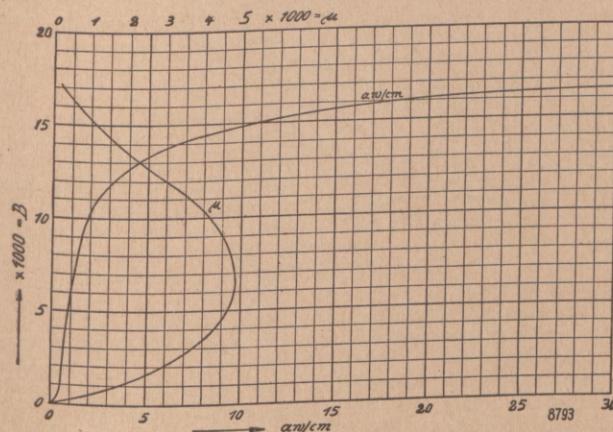


Abb. 3.

dass das Resultat durch 100 000 000 zu dividieren ist. Es wird also

$$L = \frac{3920^2 \cdot 10^{-8}}{0,00808} = 19,0 \text{ Hy.}$$

Man sieht, daß die Selbstinduktion nicht ganz, wie es wünschenswert war, 20 Hy beträgt, sondern um 5 v. H. kleiner wird. Das hat seinen Grund darin, daß wir mit Rücksicht auf leichtere Beschaffung den Drahtdurchmesser etwas zu groß gewählt haben. Es hat dies aber auf die Brauchbarkeit der Drossel keinen weiteren Einfluß, denn

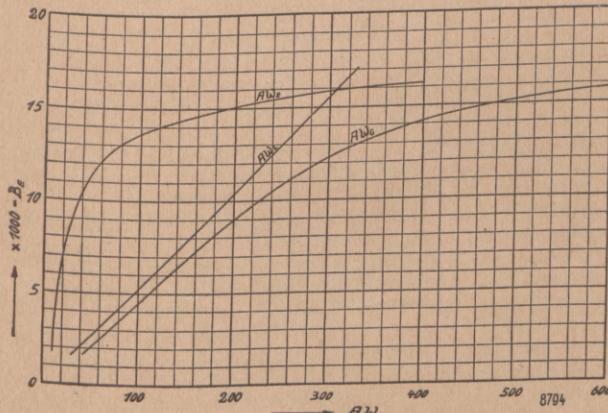


Abb. 4.

es ist schließlich gleichgültig, ob man eine Drossel mit 18, 20 oder 22 Hy verwendet, wenn beispielsweise eine solche von 20 Hy vorgeschrieben ist.

Ferner sei nun noch der Ohmsche Widerstand der Drossel bestimmt. Dies geschieht nach der Formel:

$$r = \frac{s \cdot l_m}{q \cdot 56}.$$

Hierin ist s = Windungszahl, q = Drahtquerschnitt, 56 = konstanter Faktor = Kupferleitwert, l_m = mittlere Windungslänge.

Die mittlere Windungslänge bestimmt man dadurch, daß man sich, wie in Abb. 2 geschehen, die Wicklung in natürlicher Größe im Querschnitt aufzeichnet, die Wickelhöhe

ringsherum halbiert und die Länge dieser Linie mit dem Stechzirkel ausmisst. Man erhält in dem gegebenen Fall 13,6 cm = 0,136 m, da man sie in der Formel in Meter einsetzen muß. Der Drahtquerschnitt ist in mm^2 einzusetzen. Es wird dann $r = \frac{3920 \cdot 0,136}{0,0707 \cdot 56} = 135 \text{ Ohm}$. Der Gleichstromspannungsabfall wird dann für 60 mA = 0,060 Amp = 135 · 0,060 = 8,1 Volt. Wir wollen nun des Interesses halber sehen, welche Selbstinduktion die Drossel besitzt, wenn man ihr beispielsweise nur 30 mA = 0,030 Amp Strom entnimmt. Für diesen Fall wird die AW-Zahl = $0,030 \cdot 3920 = 118$. Man erhält dafür aus der für das Eisen berechneten Magnetisierungskurve Abb. 4 ein BE von 5300 und dafür aus der Kurve Abb. 3 ein μ von 4750. Damit wird $R_E = \frac{3920 \cdot 0,136}{0,030 \cdot 4750} = 2,82 \cdot 4750 = 0,00108$. Der Widerstand der Luftfuge bleibt wieder der gleiche wie oben, da er von der Induktion unabhängig ist und die magnetische Leitfähigkeit der Luft immer gleich 1 ist; er ist also wieder = 0,0068. Der gesamte magnetische Widerstand wird dann $R = 0,00108 + 0,0068 = 0,00788$. Da-

für wird die Selbstinduktion

$$L = \frac{3920^2 \cdot 10^{-8}}{0,00788} = 19,5 \text{ Hy.}$$

Führt man diese Berechnungen für noch weitere Ströme nach folgendem Schema aus, so kann man sich für die vor-

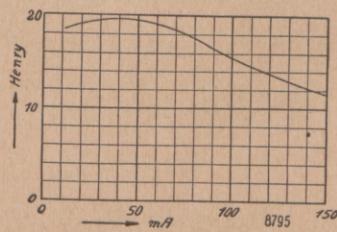


Abb. 5.

liegende Drossel die Kurve Abb. 5 aufzeichnen. Sie zeigt die Abhängigkeit der Selbstinduktion vom Stromdurchgang. Aus

i	AW	BE	μE	R_E	R_L	R	L
20	78,4	3400	4000	0,00128	0,0068	0,00808	19,0
30	117,5	5300	4750	0,00108	0,0068	0,00788	19,5
50	196	8800	4550	0,00112	0,0068	0,00792	19,4
60	235	10300	4000	0,00128	0,0068	0,00808	19,0
70	274	11500	3350	0,00153	0,0068	0,00833	18,5
100	392	14100	1650	0,00310	0,0068	0,00990	15,5
120	470	14900	1200	0,00426	0,0068	0,01106	13,9
150	588	15700	800	0,00640	0,0068	0,01320	11,6

Abb. 5 ist ersichtlich, daß die Drossel ihre maximale Selbstinduktion bei etwa 40 mA besitzt; bei größeren und bei kleineren Stromdurchgängen nimmt sie ab. Es kommt dies, wie leicht einzusehen, daher, daß sich der magnetische Widerstand des Eisenweges bei verschiedenen Stromstärken, durch die verschiedenen Induktionen, wesentlich ändert, da sich die magnetische Leitfähigkeit beträchtlich ändert. Man kann aus der Kurve aber auch noch ersehen, daß die Drossel für einen ziemlich großen Strombereich verwendbar ist; sie wird daher für sehr viele Fälle verwendbar sein, um so mehr als der Ohmsche Widerstand sehr klein ist.

(Fortsetzung folgt.)

Holländischer Weltrundfunksender Huizen. Der am 16. Januar eröffnete holländische 130 kW-Kurzwellen-Großsender Huizen, Welle 16,88 m, wird nicht, wie zuerst mitgeteilt, dem Funktelegrammverkehr mit Niederländisch-Indien, sondern dem holländischen Weltrundfunk dienen. Der am 16. Januar aufgenommene Probefebetrieb des Senders ist noch unregelmäßig.

Huizen ändert die Welle. — Der holländische Großsender Huizen sendet neuerdings bis 18.40 Uhr auf Welle 336,6 m und nach dieser Zeit auf Welle 1852 m.

Auswechselbare Kurzwellenspulen

Eine neue Spulenform zur Selbstherstellung.

Die bisher im Handel befindlichen Kurzwellenspulen mit mehr als drei Windungen sind meist langachsige Zylinderspulen mit dickem Draht, bei denen die Länge mit der Windungszahl zunimmt. Das Auswechseln solcher Spulen ist unbequem, weil die damit gekoppelten anderen Spulen erst verschoben werden müssen, damit für die Spule der richtige Platz entsteht. Weiter haben viele Kurzwellenspulen den

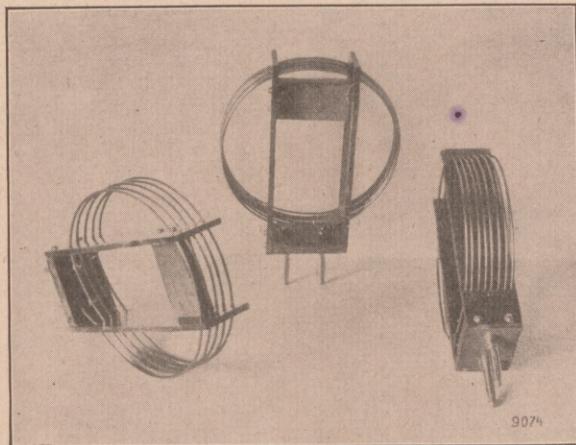


Abb. 1.

Nachteil, daß sie keinen geeigneten Angriffspunkt haben, an denen man sie anfassen und einstecken oder herausziehen kann. Um diesem Mangel abzuheben, habe ich eine neue Spulenform erdacht, die sich besonders gut zur Selbstanfertigung eignet.

Die Abb. 1 zeigt drei Spulen der neuen Konstruktion mit den Windungszahlen 5, 6 und 8. Die Drahtwindungen sind so untergebracht, daß die Spulen bei verschiedenen Windungszahlen gleiche äußere Abmessungen behalten; die einzelnen Windungen liegen um so dichter nebeneinander, je mehr Windungen die Spule hat. Beim Auswechseln können

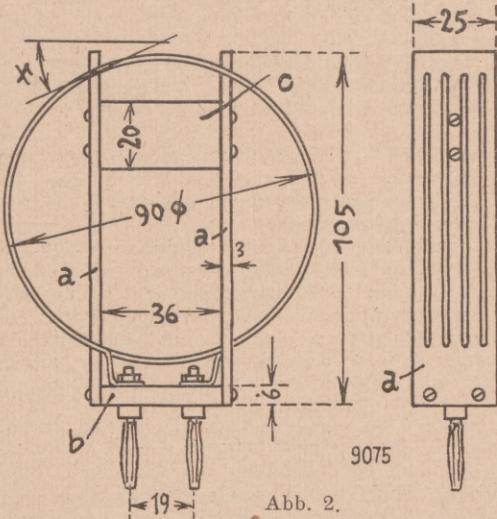


Abb. 2.

die Spulen an einem oben angebrachten Steg fest angefaßt werden, ohne daß sie sich verbiegen.

Die Herstellung der Spulen geschieht folgendermaßen: Zunächst fertigt man sich eine Skizze der Spule für den gewünschten Spulendurchmesser an, um nachher die Bohrungen richtig vornehmen zu können. Abb. 2 ist der Entwurf für eine Spule von 90 mm Durchmesser. Die Isolierstücke a, b und c werden zurechtgeschnitten, die beiden Seiten-

teile a aus Pertinax (2 bis 3 mm stark), die Teile b und c aus Vulkanfiber (6 mm stark). Dann werden die Löcher für die 8 Holzscreuben gebohrt, die die Isolierstücke zusammenhalten sollen, desgleichen in Teil b die Löcher für die beiden Steckerstifte. Nun folgen die Bohrungen für die Drahtwindungen in den Pertinaxstreifen, diese müssen, um den Draht bequem hindurchzulassen, schräg ausgeführt werden und einige zehntel Millimeter größer sein als der Drahtdurchmesser. Beim Bohren legt man einfach unter das zu bohrende Stück einen Holzkeil, der in denselben Winkel ausläuft, der sich aus der Skizze (Abb. 2, x) ergibt hat. Abb. 3 verdeutlicht diese Arbeit.

Da die Spulenhöhe von 25 mm für alle Windungszahlen dieselbe bleiben soll, kann für wenige Windungen stärkerer Draht verwendet werden als für mehr Windungen. Die abgebildeten Spulen haben 1,4 mm starken blanken Hartkupferdraht. Mehr als zehn Windungen wird man nicht unterbringen können; Spulen für höhere Windungszahlenwickelt man auf andere Weise, wobei man ohne Schaden isolierten Draht nehmen kann.

Wenn sämtliche Bohrungen ausgeführt sind, werden die Isolierstücke zusammengeschraubt, und der Draht kann eingezogen werden. Ein Stück Draht von der Länge, wie für die gewünschte Spule nötig ist, wird zurechtgeschnitten und auf einen Zylinder mit kleinerem Durchmesser als der Spulendurchmesser aufgewickelt, wonach es beim Abnehmen vom Zylinder die richtige Krümmung hat. Darauf wird es durch die schrägbrochenen Löcher der Pertinaxstreifen in spiralförmigen Windungen eingezogen. Das Einziehen

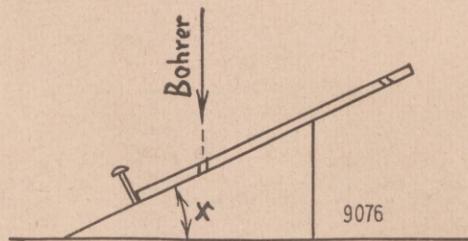


Abb. 3.

des Drahtes dauert länger, als man zunächst annimmt, besonders wenn die Löcher den Draht mit wenig Spielraum hindurchlassen. Schließlich klemmt man die Drahtenden an den Steckerstiften fest, und die Spule ist fertig. Um die Drahtoberfläche vor Oxydation zu schützen, überzieht man den Draht vorteilhaft mit dünnem Lack.

Mit Hilfe solcher leicht austauschbaren Spulen kann die Spulenanordnung eines Kurzwellen-Audions wesentlich vereinfacht werden. Für die drei notwendigen Spulen (Antennen-, Gitter- und Anodenpule) werden drei Paar feststehende Steckbuchsen im Abstand von etwa 30 mm angebracht. Es bleiben also die Abstände der Spulen unveränderlich und damit ihre gegenseitige Kopplung. Die Kopplung kann nur durch Verändern der Windungszahl stufenweise geändert werden, was aber praktisch genügt. Dafür erhält der Kurzwellenempfänger den Vorzug, daß er geeicht werden kann.

Ing. Robert Kratzenstein.

Kurzwellensender und Esperanto. Die amerikanischen Kurzwellensender Schenectady W 2 XAF 31,54 m und W 2 XAD 19,05 m sollen jeden Montag und Donnerstag 1.15 Uhr (M. E. Z.) Esperanto-Darbietungen verbreiten. Mitteilungen über Empfangsergebnisse erbeten an: Internacia Radio-Asocio, Germana Sekretario, J. Jungfer, Lübben (Spreewald), Lindenstraße 10.

Vorübergehende Stilllegung des Senders Radio Catalana. Seit Anfang März hat der spanische Sender Radio Catalana vorübergehend seine Übertragungen eingestellt, um auf die neue ihm zugewiesene Welle abgestimmt zu werden. Außerdem sollen einige technische Neuerungen eingeführt werden, die seine Leistungsfähigkeit bedeutend erhöhen.

Ist der aperiodische Hochfrequenzverstärker notwendig?

Eine Erwiderung zu den Ausführungen von Manfred v. Ardenne.

Von

Dipl.-Ing. R. Rechnitzer.

Die nachstehenden Ausführungen sind ausgelöst durch die Aufsätze „Neue aperiodische Verstärker“ im „Funk-Bastler“ Jahr 1928, Heft 38 und 39, Seite 581 und 609, und befassen sich mit der Frage: Aperiodische Hochfrequenzverstärkung mit Mehrfachröhre oder Hochfrequenzverstärkung mit Schirmgitterröhre? Dabei geht der Verfasser von der Annahme aus, daß die Verwendung einer Rahmenantenne den Rundfunkempfang unzweckmäßig, zum mindesten unwirtschaftlich sei, da sie eine unnötig hohe Verstärkung verlange, ohne dabei eine nennenswert größere Störbefreiung zu gewährleisten als die Hoch- bzw. Zimmerantenne. Bei Benutzung einer Zimmerantenne würden zwei, bei Hochantenne eine Schirmgitterröhre genügen, um die höchste mit Rücksicht auf das Störungsniveau überhaupt anwendbare Hochfrequenzverstärkung zu erzielen. Ein solcher Verstärker ergäbe aber nicht nur die notwendige Verstärkung, sondern auch die notwendige Bandbreite der Abstimmung. Er sei mit Rücksicht auf die an sich notwendige Selektivität und die erwünschte Wechselstromheizung wirtschaftlicher und einfacher als der Verstärker mit aperiodischer Hochfrequenzverstärkung, der eine größere Röhrenzahl verlange. Wir stellen die hier vertretene Ansicht der im obenerwähnten Aufsatz vertretenen gegenüber, ohne vorerst dazu Stellung zu nehmen. Am besten wäre es wohl, auf Grund praktischer Vergleichsversuche zwischen zwei nach den beiden Grundsätzen gebauten Empfängern eine Entscheidung über Leistung und Wirtschaftlichkeit herbeizuführen.

Schriftleitung des „Funk“.

In Heft 38 des „Funk-Bastler“, Jahr 1928, hatte Manfred v. Ardenne über einen beachtenswerten Erfolg der Entwicklung von Röhren zur aperiodischen Hochfrequenzverstärkung berichtet. Als technischer Fortschritt ist die aperiodische Verstärkung von Frequenzen in der Größenordnung von 1 000 000 Hertz mit einer Verstärkungsziffer von rund 4 pro System (aus den Angaben des Verfassers über die Gesamtverstärkung gerechnet) durchaus zu begrüßen. Über die Notwendigkeit und Wirtschaftlichkeit eines solchen Verstärkers dürften aber die Meinungen geteilt sein.

Zweck der folgenden Ausführungen ist: die Feststellung der größten brauchbaren Hochfrequenzverstärkung bei Empfang mit Rahmen-, Zimmer- und Hochantenne; die Begründung der Ansicht, daß der Rahmen für Rundfunkzwecke wenig geeignet ist; ferner soll der Beweis angetreten werden, daß die Ausführung eines abgestimmten Hochfrequenzverstärkers bei Verwendung der Schirmgitterröhren die erwünschte Bandbreite gewährleistet. Dann aber soll die für eine bestimmte Verstärkung notwendige Stufenzahl ermittelt und schließlich die Nachteile des aperiodischen Hochfrequenzverstärkers betrachtet werden.

Die im allgemeinen maximal brauchbare Hochfrequenzverstärkung wird durch das Störungsniveau begrenzt. Demzufolge müssen die vom Sender ausgestrahlten elektromagnetischen Wellen eine bestimmte minimale Feldstärke an einer in bezug auf Störungen günstig gelegenen Empfangsstelle aufweisen, um überhaupt empfangen werden zu können. Die Bestimmung dieser Größe ist für die Sender- wie auch Empfängertechnik von großer Bedeutung. Theoretisch kann sie nicht ermittelt werden, da die Störungen durch Vorgänge in der Atmosphäre nicht genügend geklärt sind. Die Literatur ist jedoch reich an Veröffentlichungen über die systematischen Beobachtungen von Störungen in Abhängigkeit von Wellenlänge und Entfernung. Vor allem verdienen die gegenseitigen Beobachtungen der Störungen im transozeanischen Verkehr zwischen Nauen und Rocky Points besondere Beachtung. Leider fehlen diesen Angaben exakte meßtechnische Unterlagen. Die absoluten Feldstärken wurden nicht gemessen.

Die Ergebnisse der Messungen der Deutschen Reichspost mit dem Feldstärkenmeßgerät nach Dr. Anders¹⁾ in Strelitz zeigen, daß eine Feldstärke von etwa 5 Mikrovolt pro Meter die Voraussetzung eines noch brauchbaren Rundfunk-

empfangs für Hochleistungsgeräte bildet. Mit Hilfe dieser grundlegenden Größe lassen sich folgende interessante Zahlen errechnen:

1. Die notwendige Hochfrequenzverstärkung bei Hochantenne und Verwendung eines linearen Gleichrichters sowie einer rund 100fachen Niederfrequenzverstärkung, um auf eine niederfrequente Ausgangsleistung von 0,4 Watt zu kommen. Die Annahme des linearen Gleichrichters ist bei großen Amplituden berechtigt.

Die geforderte Ausgangsleistung entspricht einer guten Zimmerlautstärke und erfordert nach der Gleichung:

$$N_{\text{Watt}} \approx \frac{S \cdot E_g^2}{D \cdot 8}$$

bei Verwendung einer normalen Endröhre (RE 134) und Annahme von $R_i = R_a$ (ohmisch) eine effektive Gitterwechselspannung an der Endröhre von rund 9 Volt. Die niederfrequente Spannungsverstärkung wird mit 100 angenommen. Dies ergibt 90 mV Niederfrequenz am Gitter des Gleichrichters. Nimmt man eine dreißigprozentige Aussteuerung des Senders an, so ist hierzu eine hochfrequente Amplitude von etwa 1 Volt erforderlich. Bei einer tausendfachen Hochfrequenzverstärkung müßten also am Gitter der ersten Röhre $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ V} = 1 \text{ Millivolt}$ liegen, d. h. bei Verwendung eines Abstimmkreises nach Abb. 1 eine Antennen-E. M. K. von etwa $5 \cdot 10^{-5} \text{ Volt}$. Der Eingangswert von 20 ist üblich. Bei einer Antenne von der effektiven Höhe von 5 m entspricht dieselbe einer Feldstärke von 10 Mikrovolt pro

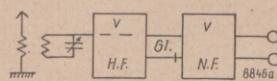


Abb. 1.

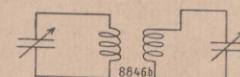


Abb. 2.

Meter, d. h. die Verstärkung ist bereits an der Grenze der erwünschten. Dieses Ergebnis ist in der Praxis genügend bekannt, da ein Markengerät bei Verwendung einer Hochantenne mit zwei Hochfrequenzstufen, rückgekoppeltem Audion, zweimal Niederfrequenzverstärkung meistens das Störungsniveau erreicht.

2. Nimmt man den Fall eines Rahmens für eine Wellenlänge von 500 m mit einer Fläche von 1 m² und 20 Windungen, so ergibt sich die äquivalente effektive Dipolhöhe zu 0,125 m. Der Schwächungsfaktor beträgt also gegenüber einer Hochantenne rund 40, man braucht daher eine maximal 40 000fache Hochfrequenzverstärkung, um auf die genannte Ausgangsleistung von 0,4 Watt zu kommen.

Eine Hochfrequenzverstärkung in dieser Größenordnung ist an sich möglich. Versuche von Hull²⁾ und Geräte mit Schirmgitterröhren haben aber gezeigt, daß durch den Shoeffekt der ersten Röhre die Trägerwelle moduliert wird. Bei Verstärkungen in der Größenordnung von über 10 000 stören diese Geräusche bereits erheblich. Da bei solchen großen Verstärkungen der Verstärker selbst Störgeräusche erzeugt, ist die für einen Rahmenempfänger erforderliche maximale Hochfrequenzverstärkung nicht ratsam.

Die theoretisch mögliche Störbefreiung durch Richtwirkung wird auch dadurch beeinträchtigt, daß ein großer Teil der örtlichen Störungen mit Hilfe von den in Häusern verlegten Leitungen den Rahmen induktiv beeinflussen. Die Richtwirkung des Rahmens ist in vielen Gebäuden stark geschwächt. Der Hauptvorteil des Rahmens ist die Möglichkeit der Trennung zweier sich überlagernder Sender, wenn ihre Richtungen günstig liegen.

Man kann also mit einiger Berechtigung sagen, daß der Rahmen für den Rundfunk nur in Spezialfällen geeignet ist. Häufig bringt eine kurze hingeworfene Strippe mehr als ein guter Rahmen. Bei Rahmen kleiner Dimensionen, z. B.

¹⁾ Dissert. Dresden, E. N. T., Bd. 2, S. 401.

²⁾ W. Hull: „Physical Review“. Vol. 27.

Ledionspulen, wie sie bei einem Mehrfachröhrenempfänger anlässlich der Funkausstellung gezeigt wurden, überwiegt die Antennenwirkung der Zuführung so stark, daß von einer Rahmenwirkung keine Rede sein kann.

Als Ergebnis dieser Betrachtung ergibt sich, daß bei Verwendung

einer Hochantenne eine maximale Hochfrequenzverstärkung von rund 1000fach,

einer Zimmerantenne eine solche von 5000 bis 10 000fach,

eines Rahmens eine solche von rund 50 000fach erwünscht ist, um mit einem Hochleistungsgerät die Grenze der — durch das Störungsniveau begrenzten — Empfangsmöglichkeit zu erreichen.

Die notwendige Selektivität.

Die großen Unterschiede der verschiedenen Senderfeldstärken an den meisten Empfangsstellen und die Dichte der Sendestationen im Rundfunkwellenbereich fordern von einem Hochleistungsgerät eine Selektivität, die nur durch mehrere abgestimmte Kreise erreichbar ist. Aus Gründen der Bandbreitenforderung sei zunächst von der Rückkopplung abgesehen und unter Selektivität das Verhältnis der Resonanzverstärkung V_{max} zu der Verstärkung bei Verstimmungen um $\geq \pm 5$ v. H. gleich $V_x > \pm 5\%$ verstanden. Diesen Wert pflegt man auch als Durchschlagsfestigkeit des Empfängers zu bezeichnen. Maßgebend in diesem Gebiete der Resonanzkurve ist in erster Linie die Anzahl der verwendeten Schwingungskreise, wie auch aus der Gleichung

$$\frac{V_{max}}{V_x > 5\%} = S = k y^n \text{ hervorgeht, wobei } y = \frac{1}{x} - x, \text{ und } x$$

die Verstimmung $\frac{\omega_0}{\omega}$ bezogen auf die Resonanzfrequenz bedeutet und mit n die Anzahl der Abstimmkreise bezeichnet wird. Die Ableitung dieser Beziehung bereitet keine Schwierigkeiten³⁾. Die Konstante k ist von den Dämpfungen der verwendeten Abstimmkreise sowie von der Kopplung derselben abhängig. Da nun die Kreisdämpfungen und Kopplungen mit Rücksicht auf die Bandbreite festgelegt werden, also einen bestimmten Wert besitzen müssen, so bleibt die einzige Möglichkeit zur Steigerung der Selektivität die Erhöhung der Kreiszahl.

Praktisch hat sich gezeigt, daß besonders in Senderstädten zwei Empfangskreise ungefähr das erforderliche Minimum an Selektivität bei günstiger Lage des Empfangsortes gewährleisten, wenn eine weitgehende Trennschärfe des Empfängers verlangt wird. Für ein Hochleistungsgerät, in erster Linie dann, wenn ein Großsender in der nächsten Umgebung arbeitet, sind drei Empfangskreise notwendig. Die Industrie hat dieser Notwendigkeit Rechnung getragen, indem die Hochleistungsgeräte fast ausnahmslos drei Kreise aufweisen.

Noch weiter geht die amerikanische Funkindustrie, die vier bis fünf ziemlich gedämpfte Kreise mit einem Griff bedienbar macht und so Selektivität, Bandbreite und Bedienungseinfachheit in hohem Maße vereinigt.

Die deutsche Funkindustrie mußte infolge der wirtschaftlichen Verhältnisse einen anderen Weg einschlagen, da Kreiszahl, Dämpfung, absolute Eingriffigkeit den Empfänger erheblich verteuern. Selbstverständlich gibt es auch Fünfkreisgeräte, besonders Zwischenfrequenzverstärker, die die Selektivität auf Kosten der Bandbreite steigern.

*

Es fragt sich nun, ob „bei der hohen Stufenzahl Verzerrungen durch Benachteiligung der höheren Frequenzen unvermeidlich“ sind. Diese Frage ist entschieden zu verneinen. Die gegenteilige Ansicht von Manfred v. Ardenne ist nur bei Stufenzahlen über zwei unter Umständen zutreffend. Der hohe innere Widerstand der Schirmgitterröhre ist im Rundfunkwellenbereich durchaus als Vorteil zu werten.

Die Empfängertechnik der Gegenwart fordert mit Rücksicht auf die Verzerrungsfreiheit eine gleichmäßige Verstärkung der Frequenzen $v \pm 30 \div 10000$ v bedeutet die hochfrequente Empfangsfrequenz, und die obige Summe bzw. Differenz stellt die Frequenz der Seitenbänder dar. Infolge

³⁾ W. Runge: „Der abgestimmte Hochfrequenzverstärker“, Telefunken-Zeitung Nr. 47, 1927.

der dichten Besetzung des Rundfunkwellenbereiches kann diese Forderung einstweilen nicht streng gefaßt werden, da die Verteilung und Inkonsistenz der benachbarten Senderfrequenzen häufig die dem Rundfunkhörer wohlbekannten Überlagerungsscheinungen hervorruft, so daß das Abschneiden dieser Frequenzen sogar notwendig sein kann. Bei den heutigen Anforderungen kann von einer guten Wiedergabe noch gesprochen werden, wenn der Empfänger die Frequenzen $v \pm 5000$ mit wenigstens der $\frac{1}{\sqrt{2}}$ -fachen Resonanzamplitude verstärkt. Mathematisch ausgedrückt: bei einem bestimmten $(\frac{1}{x} - x) = a$ soll die Verstärkung V mindestens $\frac{1}{\sqrt{2}}$ mal der Maximalverstärkung V_{max} betragen.

Dieses a wird „Bandbreite des Empfängers“ genannt.

Bei einem Empfangskreise ist die Bandbreite mit der Kreisdämpfung identisch. Bei n über Röhren gekoppelten Kreisen ist die Bandbreite durch die Gleichung

$$\alpha_n = d \sqrt{\frac{n}{2}} - 1, \quad d = \frac{R}{\omega L} = \text{Dämpfung}$$

gegeben. Daraus erhält man für

$$\begin{aligned} 2 \text{ Kreise } \alpha_2 &= 0,645 d \\ 3 \text{ Kreise } \alpha_3 &= 0,51 d \\ 5 \text{ Kreise } \alpha_5 &= 0,39 d. \end{aligned}$$

Bei den bisher zur Hochfrequenzverstärkung verwendeten Röhren muß man die Kreisdämpfung bei dieser Betrachtung mit 1,5 multiplizieren, um der durch die Ankopplung transformierten Röhrendämpfung Rechnung zu tragen. Nimmt man eine Kreisdämpfung von 1,3 v. H. an, so erhalten wir die Bandbreiten

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= 1,3 \text{ v. H.} \\ \alpha_3 &= 1,02 \text{ v. H.} \\ \alpha_5 &= 0,8 \text{ v. H.} \end{aligned}$$

Daraus ist ersichtlich, daß in diesem Falle bei $\lambda = 300$ m selbst fünf Kreise ohne besondere Maßnahmen eine Bandbreite von ± 8000 Perioden ergeben.

Bei längeren Wellen und bei Verwendung von mehreren Schirmgitterröhren, die außer dem hohen Verstärkungsgrad und minimaler Gitter-Anoden-Kapazität den Vorzug eines hohen Innenwiderstandes aufweisen, ist die Erreichung der Bandbreite ebenfalls mit schwach gedämpften Kreisen möglich. Es ist bekannt, daß durch Überkopplung zweier induktiv gekoppelter Kreise deren Resonanzkurve die charakteristische Erscheinung der Doppelwelligkeit zeigt. Man kann durch Überkopplung die maximale Bandbreite

$\alpha_{2i} = 3,6 d$ bei $K_{max} = 2,4 d$ (K = Kopplungsfaktor), gegenüber $\alpha_2 = 0,645 d$ bei über Röhren mit hohem R_i gekoppelten Kreise erreichen.

Es ist klar, daß durch Kombination solcher Doppelkreise mit anderen Kreisen oder Doppelkreisen die geforderten Bandbreiten auch bei mehreren Stufen von Schirmgitterröhren erreichbar sind, ohne gedämpfte Kreise verwenden zu müssen.

Die Verwendung von solchen Siebkettendenähnlichen Gebilden ist naheliegend, da durch die große Verstärkung der Schirmgitterstufe die gewünschte Gesamtverstärkung mit weniger Röhren erreichbar ist. Die Kreiszahl liegt ja, wie oben erwähnt, fest.

Die Verstärkung der Schirmgitterstufe.

Es ist nun von Interesse, festzustellen, mit welchen Mitteln die oben geforderten Verstärkungen bei Verwendung der Schirmgitterröhre verwirklicht werden können. Die Spannungsverstärkung einer Stufe errechnet sich aus der bekannten Formel

$$V = \frac{1}{D R_i + R_A} R_A.$$

Diese Formel vereinfacht sich, sobald $R_i \gg R_A$ zu

$$V \approx S \cdot R_A \approx S \frac{\omega L}{d},$$

wobei S die Röhrensteilheit, R_A den Außenwiderstand, d die Dämpfung des Resonanzkreises und ωL den induktiven Widerstand desselben bezeichnet. Nimmt man normale Kreise mit einer Dämpfung von 1 v. H. bei $\lambda = 300$ m an, so erhält man Schwungswiderstände von rund 10^5 Ohm.

Legen wir unseren Betrachtungen die Telefunken-Röhre RENS 1204 mit den Daten $S = 1 \text{ mA/V}$, $D = 0,4 \text{ v. H.}$, $R_i = 4 \cdot 10^5 \text{ Ohm}$ und indirekter Wechselstromheizung zugrunde, so erhalten wir, wie auch Messungen zeigen, 40–80fache Verstärkung pro Röhre und mehr (Zwischenfrequenz!).

Bei einer Stufe Hochfrequenzverstärkung mit Schirmgitterröhre kann durch Verwendung einer guten Hochantenne das Störungsniveau mit Hilfe der Rückkopplung meistens erreicht werden. Es sei bemerkt, daß in der Praxis bisher die rückgekoppelten Empfänger die Hörer trotz der verhältnismäßig kleinen Bandbreite zufriedenstellen konnten. Ferner sei auf den originellen Vorschlag von A. Forstmann im „Funk-Bastler“, Jahr 1928, Heft 22 — die hohen Frequenzen niederfrequent zu bevorzugen und so eventuell Verzerrungen im Hochfrequenzteil zu beseitigen —, hingewiesen.

Bei zwei Stufen kann die Schaltung in Verbindung mit einer Behelfsantenne oder Zimmerantenne benutzt werden. Wir erhalten eine etwa 3000fache Hochfrequenzverstärkung bei einer Bandbreite von etwa $v \pm 5000$ Perioden, ohne bei einer Bandbreite von etwa $v \pm 5000$ Perioden, ohne besondere Maßnahmen (vgl. oben) treffen zu müssen. Der lästige Rahmen fällt weg, die Selektivität ist ausreichend, die Wechselstromheizung ist ohne weiteres möglich, Kopplungsbedienung ist nicht notwendig, die Eingriffigkeit ist ohne Schwierigkeiten durchführbar, kurz, das Gerät entspricht den Forderungen, die man an ein modernes Hochleistungsgerät stellen muß.

Nachteile der aperiodischen Hochfrequenzverstärkung.

Die Hauptschwierigkeit der aperiodischen Hochfrequenzverstärkung ist die Herstellung eines genügend hohen Anodenwiderstandes R_A . Die unvermeidlichen Parallelkapazitäten setzen eine bestimmte Grenze. Da z. B. der Wechselstromwiderstand einer Kapazität von 30 cm bei 1000 kHz rund 5000 Ohm beträgt, ist die Anodenbelastung infolge der statischen und dynamischen Parallelkapazitäten selbst bei kleinem R_A in der Regel kapazitiv, wenn keine Kunstschaltungen verwendet werden.

Die Anodenrückwirkung kann in diesem Falle durch einen im wesentlichen Ohmschen Gitterscheinwiderstand ersetzt werden. Dieser Scheinwiderstand hat eine zusätzliche Paralleldämpfung eines am Gitter liegenden Schwingungskreises zur Folge. Die absolute Größe dieser Dämpfung $\frac{\omega_L}{R_s}$ nimmt mit wachsender Verstärkung, Gitteranoden-Kapazität, Belastungskapazität und Frequenz zu. Eine kleine Gitter-Anoden-Kapazität ist also auch bei aperiodischer Hochfrequenzverstärkung von entscheidender Bedeutung.

Wie groß die Dämpfung infolge Anodenrückwirkung selbst bei den neuen Zweifachröhren ist, geht aus den sorgfältigen Messungen von M. v. Ardenne hervor. Die Dämpfungszunahme eines Abstimmkreises infolge der neuen Zweifachröhre beträgt nach Abb. 10 in Heft 39 des „Funk-Bastler“, Jahr 1928, rund 350 v. H. Es ist zu bedauern, daß die Messungen bei $R_A = 0$ ausgeführt werden. Die Vermutung, daß bei betriebsmäßigem R_A die zusätzliche Dämpfung noch größer wird, ist nicht von der Hand zu weisen. Auf jeden Fall sind Schwingungskreise mit 7 v. H. Dämpfung im Rundfunkwellenbereich als schlecht zu bezeichnen.

Durch die beträchtliche Dämpfungszunahme wird tatsächlich zum ersten Male in der Empfängertechnik die lose Kopplung der Eingangsseite des Verstärkers zur zwingenden Notwendigkeit.

Die Ausführung dieser Schaltung bei Verwendung eines Rahmens bietet keine größeren Schwierigkeiten. Bei Verwendung einer Antenne dürfte sie dagegen infolge der von Fall zu Fall sich ändernden konstanten ($L-C$) der Antenne Schwierigkeiten machen.

Ein weiterer Nachteil der aperiodischen Hochfrequenzverstärkung ist die große Zahl der Röhrensysteme. Die Verwendung von sechs Systemen anstatt zwei (Schirmgitterröhre) wird wirtschaftlich bedenklich, sobald die Wechselstromheizung gefordert wird.

Das Ergebnis meiner Betrachtungen wäre also:

- Der Rahmenempfang ist für Rundfunkzwecke unwirtschaftlich. Eine 5000fache Hochfrequenzverstärkung ist also nicht notwendig.

- Die für Zimmerantenne erwünschte rund 5000fache Hochfrequenzverstärkung kann mit praktisch mehr als ausreichender Bandbreite im Wellenbereich um 300 m mit drei abgestimmten Kreisen in zwei Stufen Hochfrequenzverstärkung mit Schirmgitterröhren erreicht werden. Die Kreiszahl ist wegen der Selektivitätsforderung an sich notwendig.
- Für die Hochantenne ist eine Schirmgitterstufe mit zwei bis drei Kreisen und Rückkopplung ausreichend.
- Die aperiodische Hochfrequenzverstärkung ist nur in dem Falle der Forderung einer Hochfrequenzverstärkung von 5000 bis 10 000fach bei Verwendung von nur zwei Kreisen erwünscht. Die Notwendigkeit eines solchen Verstärkers für Rundfunkzwecke wird bezieht.
- Der Nachteil des aperiodischen Hochfrequenzverstärkers ist die Dämpfungszunahme der verwendeten Abstimmkreise und die hohe Systemzahl, die eine wirtschaftliche Wechselstromheizung in Frage stellt.

Die vorstehenden Ausführungen tragen hoffentlich dazu bei, die Gesichtspunkte beim Bau moderner Empfänger zu klären.

Frühjahrstagung der Interessengemeinschaft Westdeutscher Funkvereine.

Am Sonntag, dem 10. März, fand in Düsseldorf die Tagung der Interessengemeinschaft Westdeutscher Funkvereine statt. Die außerordentlich stark besuchte Tagung stand in diesem Jahr im Zeichen des Kampfes gegen die Rundfunktörungen.

Für den Nachmittag hatten die Veranstalter zu einer großen öffentlichen Versammlung eingeladen, an der außer den Delegierten von 150 Vereinen, Vertretern der Behörden und interessierten Organisationen, zahlreiche Rundfunkhörer teilnahmen. Nach der Begrüßungsansprache des Vorsitzenden, Studienrat Brüls, Köln, sprach Postrat Dipl.-Ing. Eppen über: „Rundfunktörungen und die technischen Mittel zu ihrer Beseitigung.“ Der Vortragende unterschied vier Gruppen von Störungen: 1. durch Vorgänge in der Atmosphäre; 2. durch fremde Sender; 3. durch benachbarte Empfänger; 4. durch elektrische Maschinen und Anlagen; gab einen Überblick über die Ursachen und über die Möglichkeiten zur Störbefreiung. Durch verschiedene wohlgeförderte Experimente konnte er der Versammlung den Nachweis erbringen, daß es mit an und für sich einfachen und nicht zu kostspieligen Vorrichtungen möglich ist, eine ganz erhebliche Verringerung aller durch elektrische Apparate hervorgerufenen Störungen herbeizuführen.

Anschließend an diesen Experimentalvortrag hielt der Generalsekretär des D.F.T.V., W. Zerlett, ein ausführliches Referat über die juristischen und organisatorischen Mittel im Kampf gegen die Rundfunktörungen. Der Redner schilderte an Hand von verschiedenen Beispielen die katastrophale Lage der Hörer, die sich vor den durch elektrische Apparate hervorgerufenen Rundfunktörungen nicht mehr retten können. Er entwickelte ein Bild von der energischen Tätigkeit des D.F.T.V. und führte den Nachweis, daß den Hörern auf Grund der Bestimmungen des BGB. die Möglichkeit offen steht, erfolgreich gegen die Störer auf zivilrechtlichem Wege vorzugehen. Der Vortragende erläuterte das verschiedenartige Vorgehen der Polizeiverwaltungen und Elektrizitätswerke, das sich gegen die Rundfunktörer wendet, aber nur als Teillösung zu betrachten ist. Für den augenblicklichen Zustand schlug der Referent die Gründung von Funkhilfen vor, empfahl die weitere Durchführung derartiger „Störprozesse“ und richtete einen Appell an die Presse, in aufklärendem und erzieherischem Sinne tätig zu sein. Seine Ausführungen gipfelten dann in der Forderung nach einer einheitlichen, also reichsgesetzlichen Regelung.

Die Veranstaltung fand ihren Abschluß durch die einstimmige Annahme einer Resolution, in der für das deutsche Rundfunkwesen eine sinn gemäß gesetzliche Sicherheit, wie sie der Fernsprechteilnehmer durch das Fernmeldegesetz besitzt, verlangt wird.

BRIEKFÄSTEN DES „FUNK-BASTLER“

Der Sinn des Sperrkreises. Es macht Schwierigkeiten, die Sender von Moskau, Warschau und Motala voneinander zu trennen, sowie auch Königswusterhausen von Charkow. Kann ein Sperrkreis diesem Übel abhelfen? Welchen Zweck hat überhaupt ein Sperrkreis?

H. v. T., Helsingfors.

Antwort: Ein in die Antenne geschalteter Sperrkreis hat vornehmlich den Zweck, den Ortssender als Störer auszuschalten. Es ist mit solchem Sperrkreis immer nur möglich, einen bestimmten störenden Sender wegzubringen. Die allgemeine Selektivität eines Gerätes, wie sie notwendig ist, um ferne Sender zu trennen, wird damit aber nicht erhöht.

Ratschläge für Schirmgitterschaltungen. In Heft 41 des „Funk-Bastler“ Jahr 1928, S. 631, ist in Abb. 5 eine Schirmgitterröhrenschaltung veröffentlicht. a) Von welcher Dimension und Konstruktion wählt man zweckmäßig die Hochfrequenzdrossel zwischen Anodenklemme der Hochfrequenzröhre und der Anodenbatterie? — b) Wie ist bei der Schirmgitterröhre der Anodenanschluß und die Belegung mit Stanniol praktisch am besten durchzuführen? — c) Läßt sich die Anodenstromspeisung aus dem Gleichstromlichtnetz unbedenklich durchführen oder sind die Spannungen der Schirmgitterröhre kritisch?

K. H., Bln.-Wilmersdorf.

Antwort: a) Als Hochfrequenzdrossel eignet sich für die in Abb. 5 dargestellte Schaltung jede kapazitätsarme Drossel oder auch die zu Abb. 6 auf S. 631 angegebene Drossel Nr. 8. — b) Die Anodenklemme liegt oben am Glaskolben. Die Belegung mit Stanniol geschieht in der Weise, daß das Stanniol mit Schellacklösung angeklebt wird. Natürlich darf das Stanniol die obere Klemme nicht berühren, sondern soll etwa 0,5 bis 1 cm Abstand davon haben. An der Stelle, an der Glaskolben und Sockel zusammenkommen,wickelt man dünnen blanken Kupferdraht zwei- oder dreimal fest herum und führt ihn zum Röhrenstecker, der mit — H verbunden wird. — c) Wir haben verschiedentlich die Anodenspannung und Schirmgitterspannung für Schirmgitterröhren aus dem Gleichstromnetz entnommen, ohne auf irgendwelche Schwierigkeiten zu stoßen.

Ein Knacken im Gerät und schwankende Lautstärke. Wenn mein selbstgebauter Panzerapparat, Hochfrequenz, Audion, Niederfrequenz in Reflex (Hochfrequenz neutralisiert), eingestellt ist, kann ich einige Zeit die Darbietung tadellos abhören, plötzlich wird der Empfang leiser und verschwindet dann ganz (auch bei Empfang des 30 km entfernten Ortssenders). Drehe ich dann am Hauptschalter den Heizstrom der beiden Röhren aus und schalte dann wieder ein, ist der Empfang tadellos. Das geht wieder eine Weile, bis alles von vorn beginnt. Außerdem tritt noch ein Knacken auf. K. F., Herbrück.

Antwort: Die beschriebenen Störungen sind die typischen Erscheinungen, die auftreten, wenn sich das Gitter einer Röhre aufladet. Die Aufladung kann verursacht sein durch eine Unterbrechung einer Gitterableitung oder aber durch einen fehlerhaften Widerstand, der eine solche Ableitung bewirken soll. Wir empfehlen Ihnen also, die Leitungen von den beiden Gittern zu verfolgen und auf Fehlermöglichkeiten genau zu untersuchen. Für den Gitterkreis der ersten Röhre könnte beispielsweise ein Fehler in der Sekundärwicklung des Niederfrequenztransformators, eine Unterbrechung der Leitung von hieraus zu minus G oder das Fehlen des Anschlusses von plus G an den Heizkreis als Fehlerquelle in Frage kommen. Bei der zweiten Röhre könnte der Widerstand von 2 Megohm fehlerhaft sein.

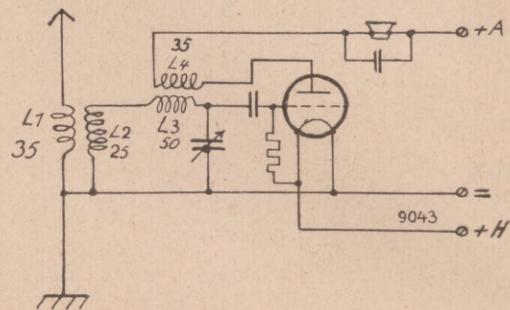
Die Abhängigkeit der Stromstärke im Klingelumformer. Wie ist es zu erklären, daß z. B. beim Klingelumformer die Stromstärke in der primären Wicklung abhängig ist vom Widerstand in der sekundären? Ich nehme an, daß die primäre Spule als Drosselspule wirkt bei Leerlauf. Wieso wird nun bei Schließungen des Sekundärkreises diese Wirkung aufgehoben?

Antwort: Die Erscheinung ist durchaus erklärlich; denn wenn man dem Transformator Energie entnimmt, muß er entsprechend mehr Energie aus dem Netz herausnehmen, also mehr Strom durch die Primärwicklung hindurchgehen lassen. Man kann sich die Sache folgendermaßen verständlich machen. Bei nicht geschlossenem Sekundärkreis hat die Primärwicklung eine bestimmte, ziemlich hohe Selbstinduktion, läßt also nur wenig Strom hindurch; schließt man die Sekundärwicklung, so wird in dieser ein Strom induziert.

Dieser Strom wirkt nun seinerseits auf die Primärwicklung, und zwar in entgegengesetztem Sinne, wie die an der Primärspule auftretenden Selbstinduktionsspannungen. Die wirksame Selbstinduktion der Primärspule wird dadurch herabgesetzt, ihr Wechselstrom kleiner, die Stromstärke größer.

Ein Rückkopplungsaudion mit erhöhter Selektivität.

„Popular Wireless“ bringt die Schaltung eines Rückkopplungsaudions, das in bezug auf Selektivität der üblichen Dreispuleanordnung überlegen sein soll. Bekanntlich wird die Selektivität mit loserer Antennenkopplung erhöht. Je weniger Windungen aber die Antennenspule erhält, um so geringer wird gleichzeitig die auf den Gitterkreis übertragene Hochfrequenzenergie und damit die Lautstärke im Empfänger. Diese zwangsläufige Verminderung der Lautstärke durch lose Antennenkopplung soll nun dadurch beseitigt werden, daß die Gitterkreisspule geteilt wird. Die Antennen-



spule, die nun mehrere Windungen erhalten kann, wirkt auf eine Sekundärspule von verhältnismäßig wenig Windungen. Der andere Teil der Gitterkreisspule L_s (vgl. Abb.) wird in möglichst großem Abstand von L_2 und in rechtem Winkel dazu montiert und mit der Rückkopplungsspule gekoppelt. Es wären somit vier Ledionspulen zu verwenden. Die angegebenen Windungszahlen sollen nur einen ungefähren Anhalt für den Versuch geben.

*

Die Grenzbedingungen der Klangwiedergabe.

Die Deutsche Funkgesellschaft veranstaltete am 26. März im Großen Sitzungssaale des ehemaligen Herrenhauses in Berlin einen Vortragsabend, auf dem Ing. Otto Kappelmayer über „Die musikalischen Grenzbedingungen bei elektrischer Klangwiedergabe“ sprach. Das interessante Thema hatte eine so große Zahl von Besuchern herbeigefügt, daß der Saal wegen Überfüllung geschlossen werden mußte.

Die veranstaltende Vereinigung hatte mit vielem Eifer den Vortragsabend vorbereitet und eine wertvolle Schar von Künstlern zur Mitwirkung herangezogen. Trotz aller interessanten Experimente, die berufen waren, das Ohr der Rundfunkhörer zu schulen und ihnen an Hand der Demonstrationen zu zeigen, welche Anforderungen sie an einen guten Lautsprecher stellen müssen, erschöpfte der Vortragende keineswegs das zur Diskussion stehende Thema. Trotzdem war gewiß für viele Zuhörer der Gewinn in dem oben umrisstenen Sinne sehr groß, und es wäre zu begrüßen, wenn eine derartige Veranstaltung, die das schöne Ziel hat, nicht nur die Funkfreunde technisch zu bilden, sondern sie auch zum genüßlichen Anhören von Rundfunkdarbietungen zu erziehen, einmal auf eine Basis gestellt wird, die als Maßstab der Grenzbedingungen nicht nur ein Lautsprecherfabrikat wählt.