

# FUNK BASTLER

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E.V.

## Ein Fünfröhren-Koffer-Neutrodyne

Von  
Erich Schwandt.

Wie beim Heimempfänger, so entspricht beim Reise-Empfänger der Aufwand den gestellten Anforderungen. Verlangt man große Leistungen, so füllt die Apparatur schließlich Stromquellen einen ansehnlichen Koffer; begnügt man sich mit dem Kopfhörerempfang des nächsten oder nur einzelner Sender, so kann man den Empfänger in der Tasche unterbringen und ihn aus zwei Taschenlampenbatterien speisen. Der Fünfröhren-Koffer-Neutrodyne will

durch die Verwendung marktüblicher Teile ausgeschaltet. Wenn keine Schaltfehler gemacht werden, so arbeitet der Apparat auf Anhieb, und vor allem bringt er die gleichen Leistungen wie der stationäre Neutrodyne derselben Schaltung, da tatsächlich weder in den Teilen noch im System irgendwelche Unterschiede bestehen. Er kann sich in der Leistungsfähigkeit deshalb auch mit den verschiedenen Super-Koffern messen.

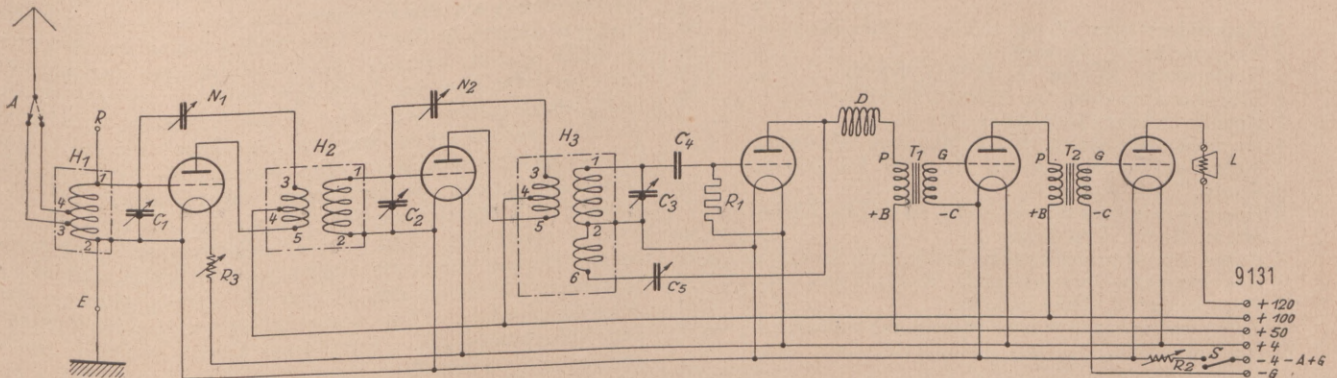


Abb. 1. Die Prinzipschaltung des Fünfröhren-Koffer-Neutrodynes.  $H_1$ ,  $H_2$  und  $H_3$  Bechertransformatoren,  $C_1$ ,  $C_2$  und  $C_3$  je 500 cm,  $C_4$  250 cm,  $C_5$  125 cm,  $N_1$  und  $N_2$  Neutrodome,  $D$  Drossel,  $T_1$  und  $T_2$  Niederfrequenztransformatoren,  $R_1$  2 Megohm,  $R_2$  und  $R_3$  je 10 Ohm.

ein komfortables Reisegerät mit großer Leistung sein. Die Anregung gab das im vergangenen Jahr preisgekrönte Reisegerät „Sommerfrische 24 bis 28“ („Funk-Bastler“ Jahr 1928, Seite 389, 407 und 427). Dieses Gerät kommt insofern nur für eine beschränkte Anzahl von Bastlern in Frage, als die meisten Teile selbst angefertigt werden müssen, wozu nicht nur eine große Handfertigkeit, sondern auch sehr viel Zeit nötig ist. Für den Empfang müßte es vorteilhafter sein, wenn man an Stelle der Hartpapier-Drehkondensatoren solche mit Luft-Dielektrikum verwendet, und wenn man zur Bedienvereinfachung zwei Drehkondensatoren zusammensetzt, so daß nur zwei Abstimmköpfe zu bedienen sind. Bei dem Empfänger kamen durchweg normale, im Handel erhältliche Teile zur Verwendung, wobei gar nicht einmal darauf gesehen wurde, überall die kleinsten Teile zu erhalten, sondern mehr Wert auf Qualität und Stabilität gelegt wurde. Der Selbstbau des Koffer-Neutrodynes stellt an den Bastler keine größeren Ansprüche als der eines Apparates gleicher Schaltung in Kabinettform. Die Montage der Teile und auch die Leitungsverlegung sind infolge des gedrängten Aufbaus etwas schwieriger; dagegen sind alle Fehlermöglichkeiten, die sonst im Selbstwickeln von Spulen und in der Herstellung bestimmter Einzelteile liegen,

### Die Schaltung.

Die Prinzipschaltung (Abb. 1) des Fünfröhren-Koffer-Neutrodynes entspricht einem normalen Neutrodyne mit einer Neutralisierung nach Roberts, für die fertige Spulensätze erhältlich sind. Als Hochfrequenztransformatoren wurden Bechertransformatoren verwendet; sie sind in Abb. 1 mit  $H_1$  bis  $H_3$  bezeichnet. Von den Abstim-Drehkondensatoren ist  $C_1$  ein Einzel-Drehkondensator, während  $C_2$  und  $C_3$  einen Zweifachkondensator bilden, so daß die drei Kondensatoren nur zwei Bedienungsköpfe besitzen. Die Neutralisierung der beiden Hochfrequenzröhren geschieht durch die Neutrodome  $N_1$  und  $N_2$ . Das Audion (die dritte Röhre) ist mit einer durch den Drehkondensator  $C_5$  regulierbaren Rückkopplung ausgestattet. Der Niederfrequenzteil ist von ganz normaler Schaltung; er ist transformatorisch gekoppelt.  $D$  ist eine Hochfrequenzdrossel, die das Abfließen der Hochfrequenz zum Niederfrequenzteil verhindert. Die Rotoren der drei Drehkondensatoren, die entsprechenden Enden der Gitterspulen (mit 2 bezeichnet) und die Abschirmbecher sind untereinander und mit Erde sowie mit der negativen Heizleitung verbunden. Beim praktischen Aufbau werden die genannten Metallteile als Teile der negativen Heizleitung benützt. Der



Empfänger ist für den Empfang mit offener Antenne und Erde (oft genügt ein isoliert aufgehängter Draht von 5 m Länge) und für Rahmenempfang eingerichtet. Bei Rahmenempfang wird der erste Hochfrequenztransformator (H<sub>1</sub>) aus der Fassung herausgenommen und der Rahmen bei R und E angeschaltet. Der Koffer-Neutrodyne ist in erster Linie zum Empfang des Rundfunkwellenbereiches 200 bis 600 m bestimmt, doch ist auch der Empfang der langen Wellen möglich, wenn man die Hochfrequenztransformatoren gegen solche für lange Wellen austauscht.

### Die Einzelteile.

Sämtliche zum Empfänger benötigten Teile bis auf die Batterie-Klemmenleiste, die selbst hergestellt werden muß, sind käuflich zu erhalten. Die in dem abgebildeten Gerät verwendeten Teile werden in der nachstehenden Aufstellung genannt.

1 Aluminiumplatte, 260 × 400 × 2,5 mm (Hartaluminium, blank) . . . . .	M.	3,10
1 Pertinaxplatte, braun, 130 × 400 × 5 mm . . . . .		2,60
2 Aluminiumwinkel, gegossen, zur Verbindung von Front- und Zwischenplatte (Mozart) . . . je		—,60
1 Zweifach-Drehkondensator mit Trommelantrieb, C <sub>2</sub> und C <sub>3</sub> , 2 × 500 cm, N. S. F. Nr. 300/2 . . . . .		38,—
1 Drehkondensator, C <sub>1</sub> , 500 cm, N. S. F. Nr. 330 . . . . .		13,—
1 Drehknopf für C <sub>1</sub> , 50 mm Durchmesser, mit hundertteiliger Skala . . . . .		—,75
1 Rückkopplungs-Drehkondensator, C <sub>5</sub> , 125 cm, Atom . . . . .		3,10
5 Einbaufassungen für die Röhren, N. S. F. Nr. 890, je		—,85
2 Heizwiderstände, R <sub>2</sub> und R <sub>3</sub> , je 10 Ohm, Kabi, je		—,90
3 Knöpfe für C <sub>5</sub> , R <sub>2</sub> und R <sub>3</sub> . . . . . je		—,50
2 Neutrodone, N <sub>1</sub> und N <sub>2</sub> , N. S. F. Nr. 343 . . . . . je		1,25
1 Blockkondensator, C <sub>4</sub> , 250 cm, Dubilier . . . . .		—,70
1 Hochohmwiderstandshalter für R <sub>1</sub> . . . . .		—,30
1 Hochohmwiderstand, R <sub>1</sub> , 2 Megohm, Dralowid . . . . .		1,25
1 Antennen-Transformator, H <sub>1</sub> , 200 bis 600 m, Radix, Typ Antoa . . . . .		6,75
2 Hochfrequenztransformatoren, H <sub>2</sub> und H <sub>3</sub> , 200 bis 600 m, Radix, Typ Prima . . . . . je		10,50
3 Basen mit Abschirmhaube, Radix, Typ Kicks, je		8,25
1 Hochfrequenz-Drosselspule D, Radix, Typ Choke . . . . .		7,50
1 Ausschalter S, Hebelschalter . . . . .		1,20
6 Telephonbuchsen, 4 mm Innendurchmesser, je		—,10
10 Isolierbuchsen, zu den Telephonbuchsen passend . . . . . je		—,05
2 Niederfrequenztransformatoren, T <sub>1</sub> und T <sub>2</sub> , 1 : 3, Philips . . . . . je		18,—
1 Pertinaxleiste, 18 × 125 × 4 mm . . . . .		—,20
1 Pertinaxstreifen, 18 × 125 × 1 mm . . . . .		—,10
6 Senkkopfschrauben, 3 mm metr. Gewinde, mit Muttern und Kordelmuttern, für die Batterie-klemmenleiste . . . . . je		—,10
Etwa 30 Senkkopfschrauben, 3 mm metr. Gewinde, mit Muttern zur Montage der Einzelteile . . . . . je		—,10
1 Batterieschnur, sechsfach auf siebenfach . . . . .		1,65
5 Anodenstecker für die Batterieschnur . . . . . je		—,15
2 Kabelschuhe für die Batterieschnur . . . . . je		—,05
Kupferdraht, 1 mm Durchmesser, verzinkt, und Isolierschlauch		

Wenn es darauf ankommt, den Empfänger so billig als möglich zu bauen, kann man dadurch etwa 20 M. sparen, daß man billigere Niederfrequenztransformatoren verwendet.

In dieser Stückliste sind nur die Teile erwähnt, die im Empfangsteil des Empfängers enthalten sind, während die Batterien, der Koffer usw. noch nicht aufgeführt wurden. Die Hauptarbeit liegt in der Herstellung des Empfangsteiles; erst wenn dieser einwandfrei arbeitet, kann man an den Einbau in den Koffer gehen. Ich habe die Abmessungen des Koffers erst dann festgelegt, nachdem der Empfangsteil fertiggestellt war und seine Leistungen mich befriedigten.

### Der Aufbau des Empfangsteiles.

Als Träger der gesamten Einzelteile dienen eine aus Aluminium bestehende Frontplatte und eine senkrecht dazu stehende schmalere Zwischenplatte, die aus Pertinax besteht. Von der Verwendung von Trolit oder Hartgummi sei abgeraten, da diese Materialien nicht die für Kofferempfänger notwendige mechanische Festigkeit aufweisen, während Pertinax, auch bei den heftigsten Stößen, nicht brechen kann. Es hat sich vorteilhaft erwiesen, vor der Montage der Einzelteile die Bohrungen für die beiden Aluminiumwinkel anzuzeichnen, die Löcher in Frontplatte und Zwischenplatte zu bohren und die beiden Platten durch die Winkel miteinander zu verbinden (Abb. 2). Aluminium bohrt sich sehr leicht, wenn man den Spiralbohrer mit Terpentinöl benetzt; es gibt dann lange, geschmeidige Späne, und man braucht nur sehr wenig Zeit, um die Löcher durchzubohren.

Passen die beiden Platten gut zusammen, so kann man sie nun wieder auseinandernehmen, um die Befestigungslöcher für die Einzelteile zu bohren und die Teile zu montieren. Man beginnt zweckmäßig mit der Pertinaxplatte, und als erstes bohrt man die Löcher für die Fassungen der Hochfrequenztransformatoren. Die Basen der Becherttransformatoren verwenden wir nämlich nicht in der gleichen Form, in der sie uns geliefert werden, sondern wir nehmen die flachen runden Aluminiumböden von den Hartgummiplatten ab, desgleichen die Steckbuchsen; die Hartgummiplatten selbst können wir beiseite legen, da wir nur Aluminiumböden und Steckbuchsen gebrauchen. Die Böden werden direkt auf die Pertinaxplatte aufgeschraubt, und die Buchsen werden in diese Platte eingesetzt, so daß wir sehr an Platz sparen können. Abb. 3 zeigt eine Ansicht der Pertinaxplatte von der Seite her, auf der sich die Böden und Steckbuchsen befinden. Diese Abbildung gibt auch die Hauptentfernungen zwischen den Einzelteilen an; unter Einhaltung dieser Entfernungen werden die Teile auf die Platte gelegt und die Bohrungen angezeichnet. Der Abstand der Steckbuchsen der Transformerfassungen ist aus Abb. 4 ersichtlich. Um eine Transformerfassung zu montieren, müssen wir sechs Bohrungen für die Steckbuchsen herstellen, außerdem drei Bohrungen für die Montage des Aluminiumbodens. Etwas mehr Arbeit bereitet die Montage der Röhrenfassungen. Zu diesem Zweck werden runde Löcher von 33 mm Durchmesser in die Pertinaxplatte geschnitten. Am besten läßt sich die Arbeit mit der Laubsäge vornehmen. Zwischen dem Aluminiumboden des Transformators H<sub>3</sub> und der Fassung für die dritte Röhre ist schließlich noch der Halter für den Hochohmwiderstand zu montieren; aus seiner Isolier-Grundleiste mußte ein Stück herausgeschnitten werden, damit der Platz für den Aluminiumboden erhalten blieb. Abb. 3 läßt das gut erkennen.

Sind die Bohrungen für die Transformatorbasen, für die Röhrenfassungen und schließlich für den Widerstandshalter hergestellt, so wenden wir uns erst der anderen Seite der Pertinaxplatte zu. Hier sind nicht nur die drei Drehkondensatoren, die Drossel und der Gitterblockkondensator unterzubringen, sondern auch die beiden Neutrodone. Die Befestigungslöcher für die letzteren sind als nächste zu bohren. Die Lage der Neutrodone zwischen den Röhrenfassungen und den Buchsen der Transformerfassungen ist aus Abb. 5 zu ersehen. Bei dem Apparat kamen übrigens zwei verschiedene Arten von Röhrenfassungen zur Verwendung, wie aus den Abb. 5 bis 7 zu ersehen; ich möchte aber empfehlen, durchweg die in der Stückliste angegebenen Fassungen zu verwenden, da deren Montage bedeutend weniger Arbeit macht und im übrigen nur einen Teil der von mir verwendeten Fassungen kosten, trotzdem aber den gleichen Zweck erfüllen. Auch sie sind federnd, so daß die Röhren keine zu harten Stöße zu erleiden haben.

Ist die Pertinaxplatte soweit gebohrt, so können die Teile gemäß Abb. 3, 5 und 6 montiert werden. Darauf folgt







doch auch keine zu großen Schwierigkeiten. Sind die Löcher für den Kondensator angebohrt, und haben wir uns durch seine Montage davon überzeugt, daß er paßt, so nehmen wir ihn wieder ab, um jetzt die Leitungsverlegung auszuführen. Es werden sämtliche Leitungen verlegt, bis auf die, die zu den drei Abstimm-Drehkondensatoren

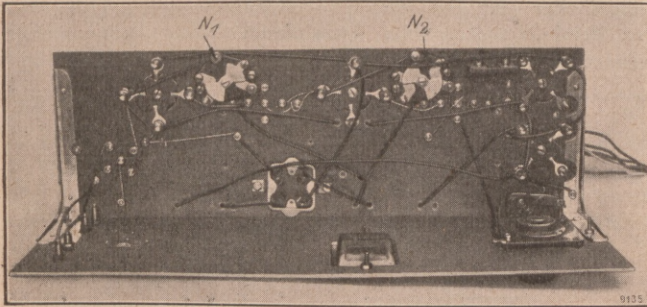


Abb. 5. Ansicht des montierten Empfängerteiles von oben. Die beiden Drehkondensatoren und die Drossel sind noch nicht montiert.

führen. Auf die Beigabe eines Leitungsplanes wurde verzichtet, da die Bastler, die diesen Empfänger überhaupt bauen wollen, gewiß so erfahren sind, daß sie ohne weiteres nach dem Prinzipschema Abb. 1 zu arbeiten vermögen. Die Mehrzahl der Leitungen liegt auf der Oberseite der Pertinaxplatte. Alle Leitungen bestehen aus verzinnem Kupferdraht von 1 mm Durchmesser, der überall mit

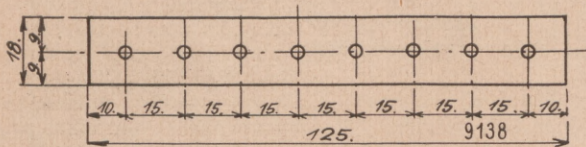


Abb. 8. Bohrzeichnung der Batterie-Klemmenleiste.

Isolierschlauch überzogen wurde. Die Leitungen müssen überall auf kürzestem Wege verlegt werden; das gilt besonders von den Gitter-, Neutrodon- und Anodenleitungen. Die Lage der Leitungen ergibt sich ganz zwangsläufig aus der Anordnung der Einzelteile; bis auf die Niederfrequenztransformatoren ließen sich alle Teile so anordnen, daß die Leitungen so kurz als möglich werden können. Der Gitterblockkondensator hängt nur an seinen Drähten; er ist ein leichter Dubilier-Kondensator, den die Leitungen sehr wohl

und letzte Mutter hält die Drossel fest. Die Art dieser Montage, die erforderlich ist, damit die Röhrenfassungen, über denen die Drossel ihren Platz hat, nicht behindert werden, ist aus Abb. 9 zu ersehen.

Sind die Verbindungen auch zur Drossel hergestellt, so werden die drei Drehkondensatoren montiert und die letzten

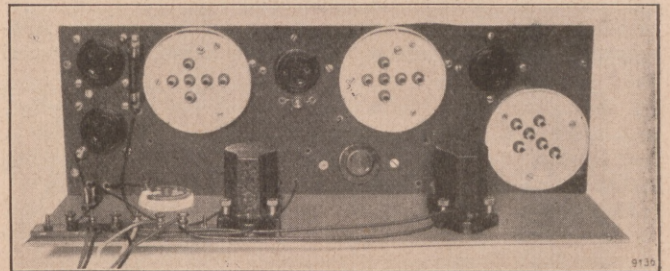


Abb. 6. Ansicht des montierten Empfängerteiles von unten. Die Basen für die Bechertransformer, die Röhrenfassungen, die beiden Niederfrequenztransformatoren und die Batterie-Klemmenleiste sind deutlich zu erkennen.

fünf Verbindungen zu diesen hergestellt. Der Empfänger ist nach Anbringung des Batteriekabels an der Batterie-klemmenleiste fertig und kann in Betrieb genommen werden.

In dem Gerät kamen die folgenden Röhren zur Verwendung: 1. Hochfrequenzstufe: RE 074; 2. Hochfrequenzstufe: RE 064 (oder RE 074; letztere neigt hier aber zu leichtem Schwingen infolge größerer Kapazität); Audion: RE 084 oder RE 074 (erstere gibt bessere Resultate); 1. Niederfrequenzstufe: RE 074; Endröhre: RE 114. Man kann natürlich auch Röhren anderen Fabrikates verwenden, wenn ihre Daten etwa die der genannten Röhren sind. So eignen sich beispielsweise für die Hochfrequenzstufen die Typen W 406 recht gut. Der Empfänger erfordert eine Heizspannung von 4 Volt, eine Audionspannung von 50 bis 80 Volt, eine Spannung für die Hochfrequenzröhren von 80 bis 100 Volt, eine gleich hohe Spannung für die erste Niederfrequenzröhre und eine solche von 100 bis 120 Volt für die Endröhre. Kommt in der Endstufe eine Röhre anderen Typs zur Verwendung, so muß in der Regel auch eine höhere Anodenspannung verwendet werden. Die Endröhre RE 114 erfordert eine negative Gitterspannung von 7,5 Volt.

Das Gerät, vorausgesetzt daß es richtig geschaltet ist, wird auch nichtneutralisiert unbedingt Empfang des Ortssenders geben, wenn man die Drehkondensatoren in

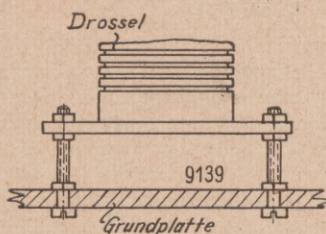


Abb. 9.  
Die Montage der Hochfrequenzdrossel.

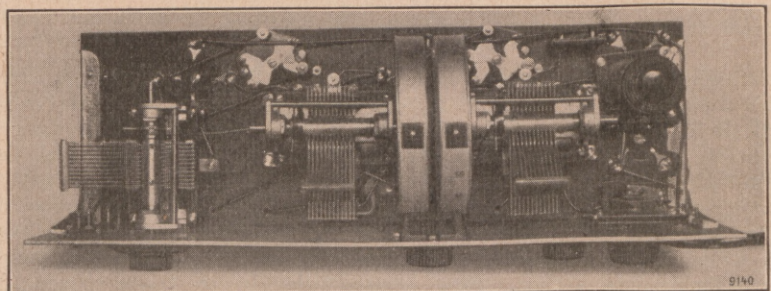


Abb. 10. Die Drehkondensatoren sind montiert.

zu tragen vermögen. Die HF-Drossel wird ebenfalls erst nach der vollendeten Leitungsverlegung montiert, und zwar wird sie mit Hilfe langer Schrauben befestigt, die von unten durch Bohrungen der Pertinaxplatte gesteckt werden. Die Schrauben werden durch Muttern, die von oben aufgeschraubt werden, in ihrer Lage gehalten. Eine weitere Mutter, die etwa 15 mm über der Pertinaxplatte zu liegen kommt, bildet die Auflagefläche für die Drossel; eine weitere

eine entsprechende Stellung bringt. Die Stellung der Kondensatoren muß hierbei etwa übereinstimmen; der Rückkopplungskondensator kann kurz vor dem Anschwingen stehen. Auf bekannte Weise wird dann, wenn man erst einmal Empfang hat, fein nachgestimmt, die Madenschraube, die die Achse des linken Kondensators des Zweifach-Drehkondensators hält, wird gelöst, so daß man alle drei Kondensatoren einzeln verstellen kann, und sie werden nun



in die Stellung gebracht, in der der Empfang am lautesten ist. Die Madenschraube kann man darauf wieder fest anziehen. Nach dieser ersten Grobeinstellung wird die Neutralisierung vorgenommen. Man stimmt den Empfänger scharf auf den Ortssender ab, so daß dieser in großer Lautstärke zu hören ist, und löscht die Heizung der ersten Röhre, indem man deren Heizwiderstand (der übrigens zur Lautstärke-regulierung dient) auf Null dreht. Nun wird man den Sender ganz leise durchhören. Man stimmt jetzt nach, um den Ortssender mit nicht geheizter erster Röhre so laut als möglich zu erhalten. Ist das gelungen, so verändert man das Neutrodon, indem man den mittleren Flügel dreht (Vorsicht, keinen Kurzschluß zwischen diesem und einer der festen Platten machen!). An einer Stelle wird man

ein ausgeprägtes Minimum hören. Auf dieses Minimum stellt man das Neutrodon ein; die Röhre ist dann neutralisiert. Man heize sie jetzt wieder, bringe den Ortssender durch neuerliches Nachstimmen zu größter Lautstärke und lösche die Heizung der zweiten Röhre, indem man die eine Heizleitung von der Fassung abnimmt. Auch hier wird zunächst nachgestimmt, damit der Ortssender möglichst laut erscheint, und nun das Neutrodon verändert, bis der Ortssender ganz verschwindet bzw. ein ausgeprägtes Minimum vorhanden ist. In dieser Stellung ist auch die zweite Röhre neutralisiert; man kann sie wieder anschließen und kann

Gerät einwandfrei neutralisiert ist. Der Empfänger ist jetzt empfangsfertig und kann in den Probetrieb genommen werden. Gleichzeitig lassen wir uns bei einem Tischler einen passenden Holzkoffer anfertigen, in den der Apparat dann zusammen mit den Batterien eingebaut wird.

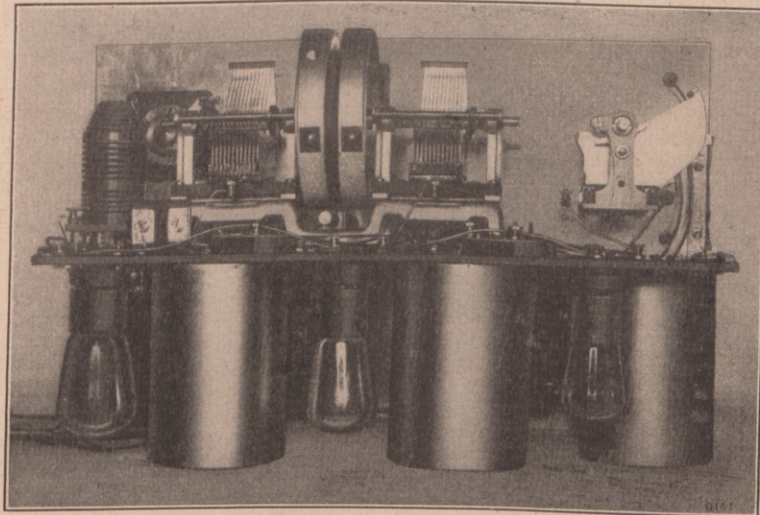


Abb. 11. Der Empfängerteil ist empfangsfertig.

**Der Koffer.**

Die zu geringe Tiefe der käuflichen Koffer ließ davon Abstand nehmen, einen solchen zum Einbau zu verwenden. Aus diesem Grunde habe ich bei einem Tischler den in der Abb. 13 wiedergegebenen Holzkoffer herstellen lassen. Die Batterien sind so angeordnet, daß sie sich, wenn man den Koffer trägt, unten befinden. Neben dem Gerät wiederum ist ein freier Raum zur Unterbringung des zweiten Spulensatzes, um sowohl die Transformatoren für den Rundfunk- als auch für den Langwellenbereich zur Hand zu haben. Auf dem Boden ist ein Holzklötz angebracht, der Bohrungen trägt, in die die Stifte der Transformer hineinpassen. Neben den Batterien können ein Omniphon und Erdleitungs- und Antennendraht untergebracht werden; das Omniphon wird als Lautsprecher gebraucht. Man kann es an jeder Resonanzfläche arbeiten lassen. In der Regel wird jedoch ein anderer gedrängt gebauter Großflächenlautsprecher benutzt, der ein Ankersystem in Verbindung mit dem Blaupunkt-Metall-Kegel-Chassis enthält. Das Batteriefach enthält eine Anoden-Trockenbatterie von

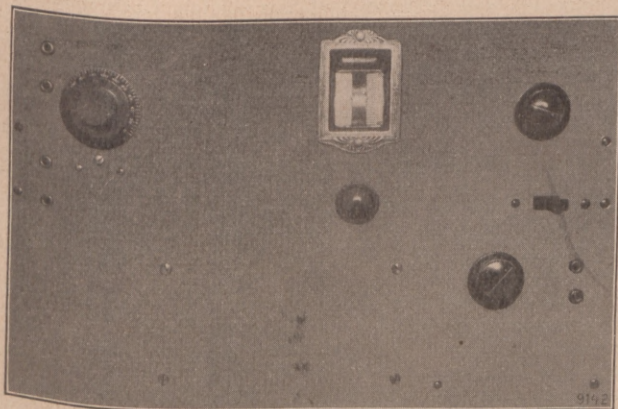


Abb. 12. Vorderansicht der Frontplatte.

auch für den Langwellenbereich zur Hand zu haben. Auf dem Boden ist ein Holzklötz angebracht, der Bohrungen trägt, in die die Stifte der Transformer hineinpassen. Neben den Batterien können ein Omniphon und Erdleitungs- und Antennendraht untergebracht werden; das Omniphon wird als Lautsprecher gebraucht. Man kann es an jeder Resonanzfläche arbeiten lassen. In der Regel wird jedoch ein anderer gedrängt gebauter Großflächenlautsprecher benutzt, der ein Ankersystem in Verbindung mit dem Blaupunkt-Metall-Kegel-Chassis enthält. Das Batteriefach enthält eine Anoden-Trockenbatterie von

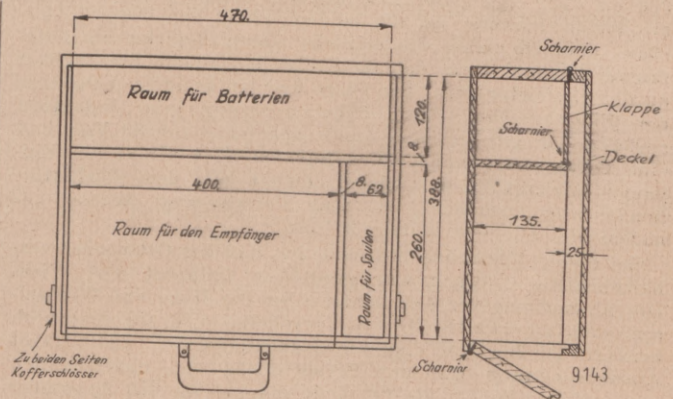


Abb. 13. Zeichnung für den Koffer.

normal empfangen. Nun gehe man zum Fernempfang über und stelle das Gerät auf eine mittlere Welle, beispielsweise auf Leipzig, ein. Nach einem nochmaligen Lösen der einen Madenschraube des Zweifach-Drehkondensators werden alle drei Kondensatoren noch einmal einzeln auf größte Lautstärke nachreguliert, die Madenschraube wieder angezogen und der Empfänger dann nacheinander auf mehrere andere Sender abgestimmt, um zu kontrollieren, ob die gefundene Stellung der beiden letzten Kondensatoren zueinander wirklich die günstigste ist. Diese Justierung wie auch das Neutralisieren kann man noch ein zweites und ein drittes Mal vornehmen, um ganz sicher zu sein, daß das

100 Volt Spannung und einen 4 Volt-Akkumulator mit gelatinierter Säure oder an dessen Stelle eine 4,5 Volt-Trockenbatterie.

**Luxemburg auf Welle 1200.** Seit etwa drei Wochen hat der Rundfunksender Luxemburg (Rufzeichen LOAA) einen regelmäßigen Betrieb aufgenommen. Er arbeitet auf der Welle 1200 m, und zwar Sonntags von 13.00—17.00 Uhr, Dienstags und Donnerstags von 22.00—24.00 Uhr. Die Sendebetriebsleitung erbittet Beobachtungsmeldungen nach 28 Rue Beaumont, Luxemburg.



## Lautsprecherempfang mit dem Superhet

Anmerkungen zu den Aufsätzen von Dr. Lentze.

Wenn ich auch den Ausführungen von Dr. Lentze über „Lautsprecherempfang ohne Niederfrequenzverstärkung“ in Heft 5 des „Funk-Bastler“, Jahr 1929, Seite 69, beipflichte, da ich seine Beobachtungen fast alle bei mir bestätigt gefunden habe, so scheint mir doch die dritte Zwischenfrequenzstufe nicht gerade nötig zu sein, um Lautsprecherempfang am zweiten Audion zu erzielen. Für sehr ferne Sender mag es zutreffen. Aber diese kommen für mich nicht in Frage wegen der vielen Störungen, unter denen ich zu leiden habe. Ich sehe nicht den Beweis als erbracht an, daß die Dämpfung nicht infolge der Abschirmungen den Wert der dritten Stufe illusorisch macht, da man bei zwei Zwischenfrequenzen ohne diese Abschirmungen auskommt.

Ich arbeitete seit drei Jahren mit einem Sechsröhren-Super und zwei Niederfrequenzstufen am Rahmen mit 70 cm Kantenlänge. Im Januar 1928 mußte ich die alten Zwischenfrequenzröhren RE 79 austauschen und ersetzte sie durch RE 074. Von diesem Augenblick an versagte der Empfänger. Die Arbeiten von Dr. Lentze veranlaßten mich damals, die Neutralisation zu versuchen. Sie glückte für die zweite und dritte Stufe, während die erste Stufe hinter dem Filter nur schwache Heizung vertrug, um Schwingungseinsatz zu verhindern. Ein Weglassen der Stufe gab einen besseren und stärkeren Empfang als vorher. Weitere Änderungen in Kleinigkeiten führten dazu, daß ich heute mit diesem Fünfröhren-Super am zweiten Audion einen guten Zimmerlautsprecherempfang der großen europäischen Sender habe, von Laibach angefangen bis Nürnberg herunter. Für größere Räume und ferne Sender kommt eine Niederfrequenzstufe hinzu.

Die Beobachtungen von Dr. Lentze sind für meine Arbeiten oft wegweisend gewesen. In meinem Empfänger arbeite ich seit Jahren mit der bekannten Lardelli-Doppelgitterröhreneingangsschaltung mit der Röhre RE 212, jetzt 73 d bzw. 74 d. Eine Verbesserung erzielte ich zunächst dadurch, daß ich, entgegen den Angaben von Dr. Lentze im „Funk-Bastler“, Jahr 1928, Heft 1, Seite 5, die beiden Oszillatorspulen, Ledion 50 und 35, die ich seit 1925 im Gerät habe, vertauschte und die 50 in den Gitter-, die 35 in den Anodenkreis des Oszillators legte. Das zu empfangende Wellenband wurde dadurch nur wenig nach oben verschoben. Der Oszillator reicht für Empfangsfrequenzen von 300 bis 1360 kHz. Der Empfangston wurde gebessert. Als zweites vertauschte ich die beiden Gitter der Doppelgitterröhre, d. h. ich nahm das seitliche Raumladegitter als Empfangsgitter und legte das im Sockel befindliche Steuergitter an den Oszillatorkreis. Die Folge war ein besseres Ausnutzen der Eingangsröhre. Ihre Schwingneigung ging bedeutend zurück. Ich gab ihr eine Anodenspannung von 80 Volt und eine Gittervorspannung. Der Rahmen liegt direkt am Eingangskondensator, der wieder direkt mit dem Oszillatorkondensator verbunden ist. Die Vorspannung betrug zunächst für alle drei Gitter 3 Volt.

Bei diesen Versuchen bemerkte ich, daß der Ortssender verhältnismäßig schwach war gegenüber Budapest und Wien. Die Abhandlung von Dr. Lentze über die Höhe der Wechselspannung am zweiten Audion veranlaßte mich, die dort noch benutzte RE 79 gegen eine RE 89 umzutauschen. Bei 60 Volt Anodenspannung war der Erfolg nicht viel unterschieden von vorher. Bei 70 bis 140 Volt brachte sie die Apparatur zum Schwingen. Erst von 150 Volt an zeigte sie sich den Wechselspannungen in reiner Audionschaltung voll gewachsen und gab einen guten Lautsprecherempfang. Ihr Emissionsstrom beträgt dabei 10 mA. Die Röhre kommt erst hier voll zur Geltung, und gibt an dieser Stelle nicht viel der jetzigen RE 134 nach, die ein wenig lauter ist. Die von Dr. Lentze im „Funk-Bastler“, Jahr 1929, Heft 7, Seite 98, beschriebene und erklärte Übersteuerung bei starken Sendern, die sich durch zwei dicht benachbarte Einstellungen bemerkbar macht, bleibt auch noch bei dieser Röhre bestehen und beweist die große Lautstärke der Sender hier.

Bemerkenswert sei nur noch, daß der Empfänger nicht nach irgendeinem bekannten Bauplan aufgebaut ist, sondern im Laufe von 4 bis 5 Jahren die jetzige Form angenommen hat, die an sich nichts Besonderes aufweist. Ich hatte aber angenommen, daß der Apparat von Dr. Lentze schon am einfachen Audion wesentlich höhere Lautstärken hätte und

somit zum Lautsprecherempfang dort ausreichte. Daß der Lautsprecherempfang am Audion ein viel schönerer ist, kann ich nur bestätigen.

*Studienrat Hans Thomas.*

## Die Kapselung von Niederfrequenztransformatoren.

Von seiten sehr vieler Bastler wird der metallischen Kapselung von Niederfrequenztransformatoren nicht der Wert beigemessen, der ihr eigentlich vom Konstrukteur zugedacht ist. So findet man die Ansicht, daß sie eine gegen jede Art von Störungen wirksame Abschirmung bedeutet. Eine solche Wirkung könnte jedoch nur mit sehr dicken Kapseln, die einen Transformator sehr verteuern würden, erreicht werden. Bevor es noch Verstärkertransformatoren mit Kapselung für Bastlerzwecke gab, wurden bereits schon längere Zeit geschirmte Verstärkerübertrager in der Fernmeldetechnik verwendet; bei diesen bestand die Kapsel aus zwei Metallen, nämlich Kupfer und Eisen, und war wesentlich wandstärker als die Kapseln der meisten heute im Handel befindlichen Verstärkertransformatoren für Bastlerzwecke. Diese Maßnahme war aus verschiedenen, für den jetzigen Bastlertransformator nicht mehr zutreffenden Gründen nötig; ferner kamen und kommen noch heute bei den Verstärkern für die Fernsprechtechnik noch einige wesentliche Bedingungen in Frage, die ein Verstärker in einem Rundfunkempfänger auch nicht zu erfüllen hat.

Die früheren Drahtkerntransformatoren besaßen nämlich eine ziemlich große magnetische Streuung, die von der Stoßfuge herrührte; gegenüber dieser ist die bei den Blechkerntransformatoren verhältnismäßig sehr klein. Den Streukraftlinien einen möglichst kurzen Weg in der Umgebung des Eisenkernes zu bieten, bezweckte der dicht am Kern liegende Eisenmantel. Im Rundfunkgerät haben wir nun einen Niederfrequenzverstärker, der sozusagen nur in einer Richtung verstärkt; in der Fernsprechtechnik jedoch liegen viele Verstärker sehr nahe beisammen, weshalb die Gefahr des Übersprechens unbedingt beseitigt werden muß. Für diese Fälle hat also eine kräftige Kapselung einen ganz bestimmten Zweck.

Beim Bastlertransformator bezweckt die Kapselung vor allem einen guten mechanischen Schutz für die meistens aus sehr dünnen und nur mittels Lack isolierten Drahtwicklungen. Durch Druck oder Stoß auf die Wicklungen kann Drahtbruch, Blankscheuern oder Windungskurzschluß auftreten; durch Feuchtigkeit kann eine Isolationsverminderung und chemische Zersetzung erfolgen, wodurch der Transformator unbrauchbar wird.

Der Schutz gegen störende magnetische Beeinflussungen ist bei den meisten Metallkapseln gering, da sie aus ziemlich dünnem Blech bestehen. Weit wirksamer sind diese Kapseln gegen statische Einwirkungen (Aufladungen und dergleichen), wenn Kern und Panzerung verbunden und geerdet sind; dies ist bekanntlich wegen der Selbsterregung (Pfeifen) des Verstärkers sehr wichtig.

Man kann also sagen, daß die heute existierenden Niederfrequenztransformatoren für Bastlerzwecke den ihnen zugedachten Zweck in elektrischer und mechanischer Hinsicht gut erfüllen. Ein ganz wesentlicher Vorteil für den Bastler wurde durch die Kapselung in einem weiteren Punkte erreicht, nämlich dadurch, daß offene Drahtzuführungen am Transformator gänzlich verschwunden sind. Die Enden der Wicklungen waren bei vielen handelsüblichen Typen mittels dünner Drahtspiralen zu den Klemmen geführt; diese Drahtspiralen bildeten einen tödlich verwundbaren Punkt des Transformators. Brach gerade dasjenige Ende einmal ab, das nach dem Wicklungsinnen führte, dann war der Transformator meist unbrauchbar.

Die Beseitigung dieses Mangels bedeutet ein großes Plus der vollständigen Kapselung des Transformators. Auch schaltungstechnisch bieten verschiedene Typen wesentliche Vorteile; eine kurze Leitungsführung ist durch die unten angebrachten Klemmen möglich.

Die Form des Aufbaues der verschiedenen Typen zeigt eine gewisse Einheitlichkeit und, wenn man es so nennen mag, ergibt sich dadurch eine Art Normung. Erfreulich ist, daß mehr und mehr zu der günstigeren Mantelkernform des Eisenkerns übergegangen wird.

*Reppisch.*



# Die Berechnung von Drosseln für Netzanschlußgeräte

Von  
**W. Riegel.**

Für besondere Anforderungen<sup>1)</sup>, modernste Vielröhren-  
geräte mit besonderen Kraftverstärkern oder besonders  
für sehr empfindliche Geräte, ferner für Netzheizgeräte  
braucht man jedoch noch größere Drosseln. Einen Anhalts-

auf Beschaffung des Drahtes, ferner kleine Unterschiede in  
den Spulenabmessungen, die unterzubringende Windungs-  
zahl beeinflussen, was, da die Windungszahl quadratisch  
eingeht, natürlich einen größeren Einfluß hat, wie in dem  
obigen Berechnungsbeispiele gezeigt. Die Unterschiede  
können aber meist durch kleine Änderungen in der Draht-  
stärke oder den Spulenabmessungen leicht ausgeglichen  
werden. Die Nachmessung der Selbstinduktion einer fertigen  
Drossel für die richtigen Betriebsverhältnisse ist mit  
einfachen Mitteln gar nicht und mit sehr umständlichen  
Meßmethoden auch nicht einwandfrei möglich. Die mit  
reinem Wechselstrom ohne weiteres mögliche Messung  
derselben ist auch nicht brauchbar, da sie nicht den wirklichen  
Betriebsbedingungen entspricht. Man muß sich also ledig-  
lich auf den in oben geschilderter Weise errechneten Wert  
verlassen, der bei einigermaßen sorgfältiger Ausführung des  
Luftspaltes, der den größten Einfluß hat, auch sehr gut mit  
der Wirklichkeit übereinstimmt. Das Drosseleisen wird im  
Gegensatz zu dem Transformatoreisen so zusammengefügt,  
daß alle Luftspalte übereinander auf eine Seite zu liegen  
kommen. Das ist deshalb nötig, damit ein gewisser Luft-  
spalt erreicht wird, da sonst die Induktion im Eisen unzu-  
lässig groß wird, was zu Unzuträglichkeiten führt. Es ist  
daher auch bei vom Text abweichenden Berechnungen  
darauf zu achten, daß keine höhere Induktion als etwa  
16 000 bis 17 000 erreicht wird. Bei höheren Induktionen im  
Eisen wird übrigens auch die Selbstinduktion rasch kleiner,  
wie aus unserem Rechenbeispiel und der Kurve Abb. 5 er-  
sichtlich, und zwar infolge der Verkleinerung der magneti-  
schen Leitfähigkeit des Eisens, wodurch der magnetische  
Widerstand des Eisenweges immer größer wird. Hiermit  
im Zusammenhange steht auch die Tatsache, daß die Selbst-  
induktion in Abhängigkeit von der Gleichstromentnahme  
um so weniger sich ändert, je größer der Luftspalt gemacht  
wird. Dabei ist zu beachten, daß die Selbstinduktion bei  
den gleichen Eisenabmessungen überhaupt kleiner wird,  
wenn der Luftspalt größer gemacht wird, da sie, wie aus  
der Formel für die Selbstinduktion hervorgeht, umgekehrt  
verhältnismäßig mit dem Widerstand R sich ändert und  
dieser mit zunehmendem Luftspalt erheblich wächst. Durch  
Wahl eines größeren Schnittes läßt sich dann wieder eine

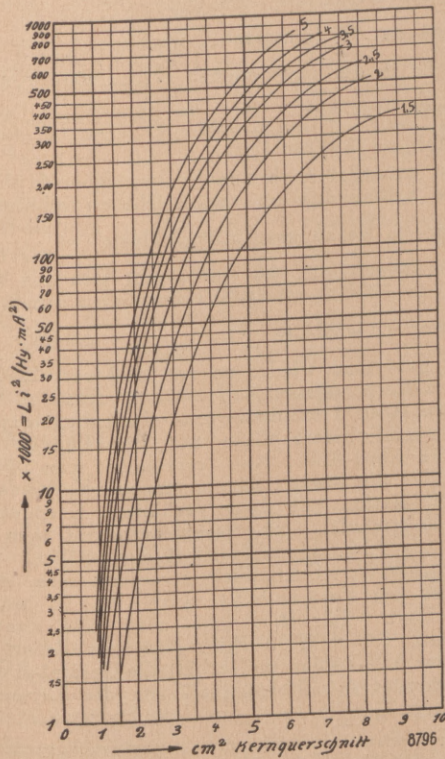


Abb. 6.

punkt für die Wahl der Größenabmessungen für andere  
Drosseln geben die Kurven der Abb. 6. Diese stellen die  
Abhängigkeit des Kernquerschnittes von dem Produkt  $i^2L$   
dar. Da für ein gegebenes Drosseleisen bei Änderung der  
Verhältnisse von  $i$  und  $L$  sich  $L$  mit dem Quadrat der Win-  
dungszahl verhältnismäßig ändert,  $i$  umgekehrt verhältnis-  
gleich mit der Windungszahl, besitzt also ein bestimmtes  
Eisen ein bestimmtes  $i^2L$  und kann für alle Fälle, für die  
das Produkt  $i^2L$  gleich ist, verwendet werden. Es läßt sich  
also für jeden beliebigen Wert von  $i$  und  $L$  aus den Kurven  
bei der Transformatorberechnung, verschiedene Kurven  
für verschiedene Verhältnisse  $\frac{\text{Fensterquerschnitt}}{\text{Kernquerschnitt}}$  aufge-

zeichnet, so daß sich, wie dort erläutert, wohl immer ein  
passender Schnitt finden wird. Die an die Kurven ange-  
schriebenen Zahlen sind wieder die „Fenster- zu Kernquer-  
schnitt-Verhältniszahlen“. Bezüglich des Seitenverhältnisses  
des Fensters ist zu sagen, daß dieses bei Drosseln keine be-  
sondere Rolle spielt. Die dadurch bedingten Änderungen  
in der Größe der Selbstinduktion sind unwesentlich; ebenso  
die Aufstellung der Kurven bzw. das Wachstumsgesetz für  
die Eisenabmessungen nicht so einfach durch Überlegungen  
gefunden werden kann wie bei Transformatoren; die Kurven  
müssen vielmehr in punktwieser Berechnung ermittelt wer-  
den. Erwähnt soll ferner noch werden, daß bei Durchrech-  
nung einer Drossel, für die die Eisenabmessungen aus den  
Kurven entnommen sind, wohl meist nicht genau die an-  
genommene Selbstinduktion erhalten wird, da z. B. kleine  
Unterschiede in der Wahl der Drahtstärke mit Rücksicht

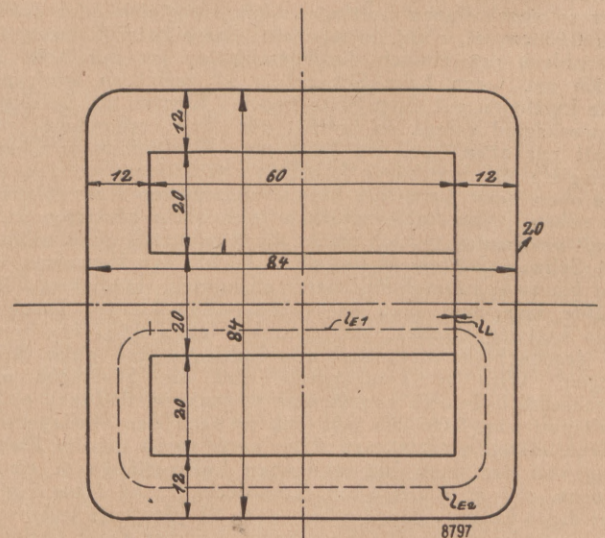


Abb. 7.

genügend große Selbstinduktion erreichen. Eine solche Er-  
höhung des Luftspaltes wird durch Zwischenlegen von  
Preßspan oder Pappe entsprechender Stärke erreicht. Zu  
beachten ist aber, daß bei der Bestimmung der Luftweg-

<sup>1)</sup> Vgl. den ersten Teil des Aufsatzes im „Funk-Bastler“,  
Heft 14, Seite 217.



länge zu der Stärke der Zwischenlage noch je 0,01 cm je Luftfuge zuzuschlagen sind, da nämlich soviel Luftspalt selbst bei aufeinandergeschliffenen Eisenpaketen noch vorhanden ist. Es ist also z. B. bei 0,02 cm Zwischenlage je Fuge 0,03 cm Luftweglänge einzusetzen. Bei der Zusammenfügung des Eisenpaketes für Drosseln verfährt man am besten so, daß man alle Bleche jedes Schnittteiles aufeinanderlegt, die Befestigungsschrauben etwas anzieht und dann die Pakete mit den Stoßfugenflächen auf eine glatte Unterlage stellt und die einzelnen Bleche durch leichte Schläge mit einem Holzhammer so zusammentreibt, daß die Stoßfugen möglichst eben werden. Dann wird die fertig gewickelte Spule aufgeschoben und schließlich die beiden Pakete zusammengesetzt und durch einen Verbindungsstreifen aus Eisen- oder Messingblech zusammengehalten und fest verschraubt. Bezüglich der Wicklung der Spulen sei auf den Aufsatz „Die Berechnung von Transformatoren für Netzanschlußgeräte“ verwiesen. Als Drahtisolation wird zweckmäßig bis etwa 1 mm Durchmesser Emaille verwendet, darüber zweimal Baumwolle.

Da vielfach für Drosselspulen auch die sogenannten Manteleisen verwendet werden, soll kurz noch gesagt werden, welche Unterschiede sich bei Verwendung eines solchen ergeben, gegenüber einem Kerneisen, wie es nach Abb. 1 den bisherigen Betrachtungen zugrunde gelegt war. Nehmen wir an, wir hätten einen Schnitt vorliegen, wie ihn Abb. 7 zeigt. Bei den Manteleisen sind meist die Querschnitte im Kern (mittlerer Schenkel) und Joch (Außen-schenkel) verschieden, und zwar ist der Jochquerschnitt etwas größer als der Kernquerschnitt. Der Grund dafür ist einmal der, daß beim Manteleisen die Jochbreite nur gleich der halben Kernbreite sein braucht, da für den Fluß die beiden Joche parallel geschaltet sind. Infolgedessen würden die Jochbreiten sehr gering werden und das Unterbringen der Befestigungslöcher würde Schwierigkeiten verursachen. Ein weiterer Grund ist der, daß durch die durch Querschnittserhöhung bedingte Verkleinerung der Induktion die Eisenverluste bei Transformatoren kleiner werden.

Die Abmessungen des vorliegenden Manteleisens sind:

- Kernquerschnitt:  $2,0 \cdot 2,0 = 4,0 \text{ cm}^2 = Q_K$ ,
- effektiver Querschnitt im Kern:  $4,0 \cdot 0,87 = 3,48 \text{ cm}^2 = Q_{EK}$ ,
- magnetische Weglänge des Kernes:  $6,0 \text{ cm} = l_{EK}$ ,
- Jochquerschnitt:  $2 \cdot 1,2 \cdot 2,0 = 4,8 \text{ cm}^2 = Q_J$ ,
- effektiver Querschnitt im Joch:  $4,8 \cdot 0,87 = 4,17 \text{ cm}^2 = Q_{EJ}$ ,
- magnetische Weglänge im Joch:  $13,1 \text{ cm} = l_{EJ}$ .

Die Länge des Luftweges wählt man  $l_L = 0,05 \text{ cm}$ , was dadurch erreicht wird, daß man die Kernbleche um  $0,05 \text{ cm}$  kürzt. Einen Zuschlag braucht man bei Manteleisen zu der so geschaffenen Luftfuge, wenn sie gleich oder größer als  $0,05 \text{ cm}$  ist, nicht zu machen. Diese beträgt, wenn das Kernblech nur einfach durchgeschnitten ist, nur  $0,004$  bis  $0,006 \text{ cm}$ , wenn beim Schachteln so verfahren wird, daß alle Luftfugen auf einer Seite liegen. Werden die Luftfugen abwechselnd gelegt, so beträgt der dann vorhandene Luftspalt nur etwa  $0,002$  bis  $0,004 \text{ cm}$ . Wir wollen in diesem Beispiele mit dem hohen Luftspalt von  $0,05 \text{ cm}$  rechnen, um die oben beim Kerneisen bereits angeführten Auswirkungen zu sehen. Man kann natürlich auch einen kleineren Luftspalt verwenden, jedoch macht die Ausführung eines solchen oft Schwierigkeiten; es ist nicht leicht, das Kerneisen um ein bis zwei zehntel Millimeter zu kürzen. In diesem Falle müßte man, wie oben angegeben, einen kleinen Zuschlag zum Luftweg machen, und zwar von etwa  $0,005 \text{ cm}$ , wenn so geschachtelt wird, daß alle Luftfugen auf einer Seite liegen. Wird so geschachtelt, daß die Stoßfugen abwechselnd liegen, so könnte man so rechnen, daß man einen Luftspalt von  $0,003$  bis  $0,01 \text{ cm}$ , je nach den vorliegenden Verhältnissen einsetzt und dazu noch einen dritten Eisenweg von der drei- bis fünffachen Luftweglänge in einem Bleche, also z. B. bei  $1 \text{ mm}$  Kernblechkürzung  $3$  bis  $5 \text{ mm}$ . Für diese Eisenweglänge müßte dann die doppelte Induktion eingesetzt werden. Die Berechnung ist aber recht unsicher und wir wollen daher in unserem Beispiele die Stoßfugen alle auf eine Seite legen.

Den Luftquerschnitt erhält man dadurch, daß man den Eisenquerschnitt im Kern durch  $0,8$  dividiert, also zu  $3,48 : 0,8 = 4,35 \text{ cm}^2$ . Der verfügbare Wickelraum wird etwa  $55 \cdot 16 = 880 \text{ mm}^2$ . Nehmen wir an, es soll diesmal aus dem Eisen eine Drossel für ein Netzheizgerät geschaffen werden, und es soll errechnet werden, welche Selbst-

induktion vorliegt, wenn ein Gleichstrom von  $0,3 \text{ Amp}$  ( $5$  Röhren zu je  $0,06 \text{ Amp}$ ) entnommen wird. Man braucht dann bei  $1,0 \text{ Amp}$  je  $\text{mm}^2$  Querschnittsbelastung des Kupfers  $0,3$   
 $\frac{0,3}{1,0} = 0,3 \text{ mm}^2$  Drahtquerschnitt, was einen Durchmesser von  $0,618 \text{ mm}$  ergäbe. Wählt man den Durchmesser zu  $0,60 \text{ mm}$ , so wird der Querschnitt  $0,283 \text{ mm}^2$  und damit die Querschnittsbelastung  $\frac{0,3}{0,283} = 1,06 \text{ Amp/mm}^2$ , was noch gut zulässig ist. Der Außendurchmesser des isolierten Drahtes ist dann bei Emaille-Isolation  $0,64 \text{ mm}$ . Die in einer Lage unterzubringende Windungszahl wird  $\frac{55}{1,1 \cdot 0,64} = 78$ ; die Lagenzahl, die in der vorhandenen Wickelhöhe von  $16 \text{ mm}$  unterzubringen ist, wird  $\frac{16}{1,1 \cdot 0,64} = 22$ . Damit wird die Windungszahl  $= 78 \cdot 22 \approx 1700$ .

Man kann zunächst nach den Kurven Abb. 6 überschlagen, welche Selbstinduktion voraussichtlich erhalten wird. Das „Fenster- zu Kernquerschnittverhältnis“ ist  $\frac{6,0 \cdot 2,0}{2,0 \cdot 2,0} = 3$ .

Für den Kernquerschnitt  $4,0 \text{ cm}^2$  ergibt sich aus Kurve 3 Abb. 6  $i^2 L$  zu  $200\,000$ .  $i$  ist  $0,3 \text{ Amp} = 300 \text{ mA}$ , also  $i^2 = 90\,000$ ; demnach wird  $L = \frac{i^2 L}{i^2} = \frac{200\,000}{90\,000} = 2,2 \text{ Hy}$ . Bei der

Berechnung geht man wieder so vor, daß verschiedene Induktionen im Kern angenommen werden. Aus der Magnetisierungskurve Abb. 3 entnimmt man dazu die entsprechenden  $aw/cm$ , multipliziert diese mit der Länge  $l_{EK}$  und erhält so die Kern-AW. Nun errechnet man die Jochinduktionen für die jeweils angenommenen Kerninduktionen durch Multiplikation mit dem Verhältnis Kernquerschnitt durch Jochquerschnitt. Zu diesen entnimmt man wieder die  $aw/cm$  aus Abb. 3, multipliziert sie mit  $l_{EJ}$  und erhält die Joch-AW. Schließlich errechnet man noch die Luft-AW aus der Formel  $AW_L = 0,8 \cdot BL \cdot l_L$ , wo wieder  $BL = 0,8 \cdot BE_K$ . Für  $l_L = 0,05$  wird also dann  $AW_L = 0,8 \cdot 0,8 \cdot BE_K \cdot 0,05 = 0,032 \cdot BE_K$ . Nunmehr addiert man die jeweiligen drei AW-Zahlen und erhält die Gesamt-AW. Diese trägt man wieder in Abhängigkeit von der Kerninduktion auf. Folgende Tabelle zeigt die Berechnungswerte.

BEK	aw/cm	AW <sub>Kern</sub>	BEJ	aw/cm	AW <sub>Joch</sub>	AW <sub>L</sub>	AW <sub>G</sub>
4 000	0,75	4,5	3 330	0,68	9,0	128	141,5
6 000	1,00	6,0	5 000	0,86	11,3	192	209,3
8 000	1,35	8,1	6 660	1,10	14,4	256	278,5
10 000	1,80	10,8	8 330	1,40	18,4	320	349,2
12 000	3,20	19,2	10 000	1,80	23,6	384	437,0
13 000	4,50	27,0	10 800	2,20	28,9	416	472,0
14 000	6,50	39,0	11 700	2,90	38,0	448	525,0
15 000	10,90	65,0	12 500	3,70	48,5	480	594,0
16 000	18,40	110,0	13 300	5,00	66,0	512	688,0

Von einer Wiedergabe der Kurven sei aus Platzrücksichten diesmal abgesehen. Aus den aufgezeichneten Kurven ist ohne weiteres der größere Einfluß der Luftfuge ersichtlich. Nun soll wieder die Selbstinduktion in Abhängigkeit von der Gleichstromentnahme berechnet werden. Wir nehmen verschiedene Stromstärken an, multiplizieren sie mit der Windungszahl und erhalten so die jeweiligen AW<sub>G</sub>. Dafür kann man aus der aufgezeichneten Kurve die Kerninduktionen entnehmen und aus der  $\mu$ -Kurve Abb. 3 die zugehörigen  $\mu$ . Damit kann dann der magnetische Widerstand des Kerneisens nach der oben angewendeten Formel

$$R_{EK} = \frac{0,8 \cdot l_{EK}}{Q_{EK} \cdot \mu_{EK}}$$

errechnet werden. Durch Multiplikation der entnommenen Kerninduktionen mit dem Verhältnis Kernquerschnitt durch Jochquerschnitt erhält man die Jochinduktionen, zu denen man wieder aus Abb. 3 die  $\mu_{EJ}$  entnimmt und damit die magnetischen Widerstände für das Joch errechnet. Endlich kann noch der Widerstand für die

$$R_L = \frac{0,8 \cdot l_L}{Q_L \cdot \mu_L}$$

Luftfuge aus der Formel berechnet werden. Die Summe dieser drei Widerstände ergibt den jeweiligen Gesamt-widerstand des magnetischen Kreises. Mit Hilfe dessen läßt sich nun die Selbstinduktion wieder berechnen



zu  $L = \frac{s^2 \cdot 10^{-8}}{R}$ . Folgende Tabelle zeigt die Rechnungswerte.

i	AWG	BEK	μEK	BEJ	μEJ	REK	REJ	RL	RG	L
0,1	140	4 000	4300	3 330	3900	0,00032	0,00065	0,0092	0,01017	2,84
0,2	280	7 900	4750	6 600	4850	0,00029	0,00052	0,0092	0,01001	2,89
0,3	420	11 800	3100	9 800	4250	0,00045	0,00060	0,0092	0,01025	2,80
0,4	560	14 600	1300	12 200	2850	0,00106	0,00090	0,0092	0,01116	2,59
0,5	700	16 100	600	13 400	2000	0,00230	0,00127	0,0092	0,01277	2,28

Von der Aufzeichnung der Kurve sei auch hier Abstand genommen. Das Resultat bestätigt das bereits Gesagte; durch den größeren Luftspalt ist die Änderung der Selbstinduktion in Abhängigkeit vom entnommenen Gleichstrom nicht mehr so groß. Bemerkenswert ist noch, daß die erhaltene Selbstinduktion in diesem Falle etwas größer wird, als man sie aus den Kurven Abb. 6 bestimmt. Dies rührt daher, daß wir den Drahtdurchmesser etwas zu klein gewählt haben, und außerdem der Wickelfaktor bei dem verhältnismäßig starken Draht günstiger ist. Aus beiden Gründen wird die unterzubringende Windungszahl größer.

Nun sei noch kurz der Ohmsche Widerstand errechnet. Die mittlere Windungslänge ist etwa 14,0 cm, womit  $r = \frac{1700 \cdot 0,14}{56 \cdot 0,283} = 15$  Ohm. Es wird also der Ohmsche Spannungsabfall  $15 \cdot 0,30 = 4,5$  Volt. Natürlich ist aber eine Selbstinduktion von 2,8 Hy, wie wir sie hier für 0,3 Amp erhalten, für ein Netzheizgerät noch recht gering. Es wären daher

mindestens zwei solcher Drosseln zu verwenden, und zwar im Verein mit genügend großen Kondensatoren. Zweck eines weiteren Aufsatzes unter dem Titel: „Zweckmäßige Dimensionierung bei Netzanschlußgeräten“ wird es sein, unter anderem auch über die Wahl der Größe von Selbstinduktionen Anhaltspunkte zu geben. Erwähnt soll noch werden, daß es natürlich auch angängig ist, durch Spulenteilung sogenannte Doppeldrosseln zu schaffen. Die Selbstinduktion der ganzen Drossel wird dadurch nicht geändert.

Nun sei noch das eingangs erwähnte Verhältnis von Blind- zu Wirkwiderstand bzw. von Wechselstrom- zu Gleichstrom-Widerstand für unsere beiden Drosseln bestimmt. Für die Kerndrossel war der Ohmsche Widerstand  $r = 135$  Ohm. Die Selbstinduktion betrug 19 Hy; für einen Wechselstrom wird der Blindwiderstand  $x = 2\pi fL$ . Wir müssen hier aber die Periodenzahl  $f$ , z. B. 50, doppelt einsetzen, da durch die Gleichrichtung eine Frequenzverdoppelung stattfindet. Es wird also  $x$  für einen 50periodigen gleichgerichteten Wechselstrom  $= 2 \cdot 3,14 \cdot 100 \cdot 19 = 12\ 000$  Ohm. Unsere Drossel setzt also dem Durchgange des Wechselstromes von 100 Perioden etwa den 100fachen Widerstand (es kommt ja auch noch der Ohmsche Widerstand hinzu) entgegen als dem eines Gleichstromes, oder aber, bei gleich großen Wechsel- und Gleichstromspannungen ist der durchgelassene Wechselstrom nur ein Hundertstel des durchgelassenen Gleichstromes. Für die Manteldrossel war  $r = 15$  Ohm und  $L = 2,8$  Henry. Der Blindwiderstand wird für 100 Perioden (wieder des Gleichrichterstromes)  $= x = 2 \cdot 3,14 \cdot 100 \cdot 2,8 = 1760$  Ohm. Der Verhältniswert Wechselstrom- zu Gleichstromwiderstand wird demnach etwa 120 für diese Drossel.

## Pendelrückkopplung bei Kurzwellenempfang

Von Dr. Ernst Busse, Jena.

### Vorbemerkung der Schriftleitung.

Die Pendelrückkopplungsschaltungen fanden bereits in der ersten Zeit des Rundfunks vielfach Beachtung. Es bot sich hier eine Möglichkeit, mit nur einer Röhre Empfangsschaltungen herzustellen, die bisweilen hochwertige Mehrrohrenschaftungen an Empfindlichkeit erreichten. Trotz diesen verlockenden Eigenschaften wurde in der eigentlichen Empfangspraxis nicht allzuviel Gebrauch von ihnen gemacht. Denn die Behandlung der Empfangsschaltung ist nicht einfach. Die Ergebnisse waren nicht immer zuverlässig. Das Erreichen des erstrebten überempfindlichen Zustandes gelang bisweilen ohne weiteres, in anderen Fällen hing es scheinbar vom Zufall ab oder gelang gar nicht. Es erwies sich auch nicht alle an sich guten Empfangsröhren als geeignet. Besonders machte sich bei Telefonempfang meistens eine unangenehme Färbung der Klangwiedergabe bemerkbar. Man wandte daher der zunächst mit großen Erwartungen begrüßten Schaltung bald wieder den Rücken und benutzte sie gelegentlich nur noch der Röhrenersparnis wegen bei Reise-Empfängern. Neuerdings ist die Pendelrückkopplungsschaltung, von der man bereits wußte, daß sie um so bessere Resultate ergab, je kürzer die Empfangswelle war, erneut zu einer großen Bedeutung gekommen und wird sich vielleicht für die ultrakurzen Wellen zu einer unübertrefflichen Standardschaltung entwickeln. Es scheint so, als ob auf diesem Gebiete alle ihre Untugenden verschwinden. Da es durchaus nicht ausgeschlossen erscheint, daß infolge des Wellenmangels auch die ultrakurzen Wellen Bedeutung für den Rundfunk erhalten werden, glauben wir die Aufmerksamkeit unserer Leser erneut auf die Pendelrückkopplungsschaltung hinweisen zu sollen.

Die bisher erzielten großen Erfolge mit ultrakurzen Wellen sind lediglich der Verwendung einer Pendelrückkopplungsschaltung am Empfänger zu verdanken. Jede Art von Pendelrückkopplungsschaltung bewährt sich um so besser, je kürzer die verwendete Welle wird. Umgekehrt werden „normale“ Rückkopplungsschaltungen sowie solche, die auf dem Zwischenfrequenzprinzip beruhen, mit kürzer werdender Wellenlänge, teils aus praktischen, teils aus theoretischen Gründen, unempfindlich.

Die Schaltung hat ihren Namen von dem englischen Erfinder Armstrong, der das Prinzip „Superregeneration“ nannte. Im Französischen ist der Ausdruck „superréaction“ gebräuchlich. Im Deutschen ist sie unter dem Namen „Pendelrückkopplung“, „Überrückkopplung“ und „Armstrongschaltung“ bekannt. Eine Abart der Schaltung wird mit „Flewellingschaltung“ bezeichnet. Man kann einen Empfänger, der eine Einrichtung zur Veränderung der Rückkopplung besitzt, normalerweise auf zwei grundverschiedene Arten einstellen. Einmal kann man ihn zum Empfang von Telephonie (oder gedämpfter Telegraphie) so einstellen, daß die Rückkopplung unterhalb eines bestimmten kritischen Wertes bleibt. Der Empfänger schwingt dann nicht. Die andere Art der Einstellung liegt vor, wenn der auf die Empfangswelle abgestimmte Kreis selbst schwingt, wenn also die Rückkopplung über den vorher angedeuteten kritischen Wert hinaus geregelt wurde. Die letztere Empfangsart benutzt man hauptsächlich zum Empfang ungedämpfter Telegraphie (Eigenüberlagerung) und bei einem Zwischenfrequenzempfänger. Beiden Empfangsarten ist gemeinsam, daß die Rückkopplung, nachdem sie einmal auf einen geeignet erscheinenden Wert einreguliert wurde, während der Dauer des Empfanges nicht mehr nachreguliert wird, also fest stehenbleibt. Im Unterschied dazu bezeichnet man mit „Pendelrückkopplungsschaltung“ eine Schaltung, die eine selbsttätig sich ändernde Rückkopplung besitzt. Mit anderen Worten: Bei der Pendelrückkopplung führt der Empfangskreis in einem Moment keine anderen Schwingungen als die, die durch die ankommenden Zeichen verursacht werden, um im nächsten Moment selbsttätig zum Schwingen zu kommen. Dann sind in dem Empfangskreis außer den Schwingungen des empfangenen Zeichens auch noch die im Empfänger selbst entstehenden Schwingungen vorhanden. In einem weiteren Moment regelt sich nun die Rückkopplung wieder auf den Wert zurück, der im ersten Moment vorhanden war, und das Spiel beginnt von neuem. Die Frequenz, mit der sich die Rückkopplung dauernd ändert, sei im folgenden



als Pendelfrequenz bezeichnet. Wir haben also in einem Pendelrückkopplungsempfänger drei verschiedene Frequenzen. Erstens die Frequenz des ankommenden Zeichens (entsprechend der Wellenlänge), zweitens die Frequenz der Eigenschwingungen, die auftreten, wenn der Empfänger selbst schwingt, und drittens die Pendelfrequenz. Praktisch wird man die erste und die zweite Frequenz etwa gleichmachen, die dritte Frequenz ist bedeutend kleiner. Oder der Empfänger wird auf die ankommende Welle abgestimmt (Frequenz 1 und 2 stimmen überein). Die Änderung der Rückkopplung erfolgt verhältnismäßig langsam (der Pendelfrequenz entspricht eine sehr lange Welle).

Zunächst seien nun die Vorgänge in dem eigentlichen Empfangskreis eines Pendelrückkopplungsempfängers betrachtet. Dabei soll ganz davon abgesehen werden, ob an diesem Empfangskreis eine Röhre, Rückkopplungs- oder Antennenspulen angekoppelt sind. Wir betrachten nur den Kreis. Der Kreis besteht aus einer Selbstinduktion  $L$  und einer Kapazität  $C$ . Außerdem besitze er einen Ohmschen Widerstand  $R$ . Wenn ein Zeichen bzw. eine Schwingung von bestimmter Stärke auf diesen Kreis wirkt, so werden in ihm ebenfalls Schwingungen entstehen, d. h. es entstehen an den Belegungen des Kondensators bzw. an den Enden der Selbstinduktion Wechselfspannungen. In der Selbstinduktion fließt ein entsprechender Wechselstrom  $J$ . Die Größe dieses Stromes ist von den verschiedensten Faktoren abhängig. In erster Linie richtet sie sich nach der Stärke der ankommenden Zeichen. Wir wollen die Stärke der ankommenden Zeichen der Einfachheit halber zunächst als gleichbleibend, also konstant annehmen. Zweitens ändert sich die Stromstärke mit der Größe von Selbstinduktion und Kapazität, und zwar in zweifach verschiedener Weise. Einmal kann man durch passende Wahl von Kapazität und Selbstinduktion erreichen, daß der Schwingungskreis eine Eigenfrequenz besitzt, die gleich der von außen einfallenden Zeichenfrequenz ist. Wir sagen in diesem Falle, der Schwingungskreis befindet sich in Resonanz mit der von außen einfallenden Schwingung. Wenn das so ist, so fließt in dem Schwingungskreis ein viel kräftigerer Hochfrequenzstrom als in jedem anderen Falle, in dem nicht auf Resonanz abgestimmt ist. Die Größe des Stromes wird dann nur noch durch die Größe des Ohmschen Widerstandes bestimmt. Ein elektrischer Strom erzeugt nun beim Durchfließen eines Widerstandes Wärme, und zwar um so mehr, je größer der Strom ist. Die hierzu verbrauchte Energie geht natürlich dem Schwingungskreis verloren. Wenn auf den Schwingungskreis von außen her Schwingungen treffen, so bringen sie den Strom im Schwingungskreis so lange zum Anwachsen, bis die im Widerstand erzeugte Wärme gerade so groß ist, daß sie der von außen her in Form der Schwingungen zugeführten Energie die Wage hält. Weiter kann der Strom nicht ansteigen. Andererseits richtet sich bei gegebenem Widerstand des Kreises die Größe des Stromes nach dem Verhältnis von Kapazität und Selbstinduktion. Je größer die Kapazität ist, desto größer wird die Stromstärke, und umgekehrt, je kleiner die Selbstinduktion ist, desto größer wird die Stromstärke. Genau entgegengesetzt verhalten sich die Spannungen an den Belegungen des Kondensators. Für die folgenden Betrachtungen sei angenommen, daß der Schwingungskreis genau auf die von außen her wirkende Schwingung abgestimmt und das Verhältnis von Kapazität und Selbstinduktion fest gegeben ist.

Es soll nun der Einfluß des Widerstandes im Schwingungskreis betrachtet werden. Wie schon gesagt, bestimmt die Größe des Widerstandes die Höhe, bis zu der sich der Strom in der Selbstinduktion aufschauelt, wenn ein Zeichen bzw. eine Schwingung von gleichbleibender Stärke auf den Kreis wirkt. Je größer der Widerstand ist, desto kleiner wird der Strom sein, der sich einstellt. Durch den Widerstand werden die Schwingungen des Kreises gedämpft. Diesen Einfluß des Widerstandes nennt man dementsprechend „Dämpfung“. Die Zeit, die vergeht, bis sich

der Strom in dem Schwingungskreis auf seinen endgültigen Wert eingestellt hat, ist je nach der Größe des Widerstandes verschieden. Es müssen erst eine ganze Reihe von einzelnen Schwingungen auf den Kreis wirken, bis die endgültige Höhe der Stromstärke erreicht wird. Man kann sich diesen Vorgang etwa so vorstellen, daß man den Schwingungskreis mit einer Schaukel vergleicht. Bei einer bestimmten gleichbleibenden Kraft, mit der die Schaukel von außen her angestoßen wird, stellt sich eine bestimmte Schwingungshöhe der Schaukel erst nach einer ganzen Reihe von Schwingungen ein. Die Zeit, die vergeht, bis der zunächst in Ruhe befindliche Schwingungskreis auf seine volle Schwingstromstärke sich aufschauelt, nennt man die Zeitkonstante des Kreises. Die Zeitkonstante wird um so größer, je kleiner der Widerstand des Kreises ist. Sie ist außerdem noch von der Wellenlänge und der Selbstinduktion abhängig. Je kleiner sowohl die Selbstinduktion als auch die Wellenlänge wird, desto kleiner wird die Zeitkonstante. Für die Wellenlänge ist das sehr leicht einzusehen, denn wenn beispielsweise der endgültige Schwingungszustand sich nach 50 Schwingungen eingestellt hat, so ist das bei einer Wellenlänge von 300 m, also 1000 Kilo-Hertz, eine Zeit von  $50 \cdot \frac{1}{1000000}$  Sekunde. Für eine Wellenlänge von 30 m, entsprechend einer Frequenz von 10 000 Kilo-Hertz, ist die gleiche Zeit nach  $50 \cdot \frac{1}{10000000}$  Sekunde vergangen, d. h. die Zeitkonstante wäre bei 30 m nur noch ein Zehntel von der bei 300 m. Außerdem wird natürlich ein Kreis für kurze Wellen weniger Selbstinduktion haben, und infolgedessen ist die Zeitkonstante in Wirklichkeit noch kleiner.

Nehmen wir nun an, daß die Schwingungen des Kreises auf irgendeine Art und Weise verstärkt und zurückgekoppelt werden können, so wird die Stromstärke im Kreise anwachsen. Die Schwingungen des Kreises verhalten sich also so, als ob weniger Widerstand in dem Kreise vorhanden wäre. Der Widerstand des Kreises wird durch die Rückkopplung scheinbar verringert. Die Dämpfung wird dementsprechend kleiner. Man hat sich deshalb daran gewöhnt, zu sagen, daß eine Rückkopplung einen Kreis entdämpft, daß sie seinen Widerstand beeinflusst. Wenn wir die Rückkopplung so weit regeln, daß die Verluste, die an dem Widerstand des Kreises durch Wärme entstehen, gerade durch die von der Rückkopplung zugeführte Energie gedeckt werden, so hat der Kreis scheinbar überhaupt keinen Widerstand mehr. Der Widerstand ist Null geworden. In diesem Falle ist die Empfindlichkeit des Kreises unendlich groß. Da keine Verluste entstehen, werden alle ankommenden Schwingungen in dem Kreise aufgespeichert. Die Stromstärke würde immer weiter anwachsen und doch theoretisch keinen gleichbleibenden Endzustand erreichen. Die Zeitkonstante des Kreises ist unendlich groß. Die Schnelligkeit, mit der die Schwingungen anwachsen, richtet sich nur nach der Größe der Selbstinduktion und der Wellenlänge.

Wird die Rückkopplung noch fester gemacht, so wird der Widerstand des Kreises negativ. Wenn nämlich ein positiver Widerstand so wirkt, daß die Schwingungen gedämpft werden, also verkleinert, tritt bei stärkerer Rückkopplung umgekehrt der Fall ein, daß eine Schwingung, die einmal im Kreis vorhanden ist, mit jeder folgenden Schwingung stärker wird. Es ist also so, als ob die ursprüngliche Wirkung des Widerstandes gerade umgekehrt worden wäre. Das Anwachsen der Schwingung geschieht, wenn die Größe des negativen Widerstandes einigermaßen ausreichend ist, außerordentlich rasch. Über eine bestimmte Größe hinaus werden die Schwingungen praktisch nicht anwachsen können, weil die Röhre, die wohl meistens die Verstärkung und Energielieferung übernimmt, nicht mehr als eine begrenzte Energiemenge zu liefern vermag. Wird die Grenze der Röhrenleistung erreicht, so wird die Stromstärke im Schwingungskreis konstant, d. h. daß der Widerstand unseres Kreises weniger negativ wird und sich dem Wert 0 nähert.



Damit ist das Wesentlichste über das Verhalten des Schwingungskreises bei verschiedenen Widerständen gesagt. Nachzutragen sei nur noch, daß auch die Abstimmsschärfe des Kreises um so größer wird, je kleiner sein Widerstand ist.

Es soll nun dazu übergegangen werden, das Verhalten des Kreises zu studieren, wenn die Rückkopplung nicht ihren konstanten Wert beibehält, sondern sich dauernd ändert. Ebenso wie die Rückkopplung ändert sich der scheinbare Widerstand in unserem Kreis. Wir brauchen also nur anzunehmen, daß in unserem Schwingungskreis sich ein Widerstand befindet, der seinen Wert dauernd verändert, und zwar gleichmäßig zwischen positiven und negativen Werten schwankend. Der Verlauf des Widerstandes mit der Zeit sei etwa in Abb. 1 (Kurve a) gegeben. Im Augenblicke 0 hat der Widerstand gerade seinen größten positiven Wert erreicht, vermindert sich von nun an langsam, wird zu Null, wird dann negativ, wird wieder Null und erreicht bei 20 wieder den größten positiven Wert. Von da ab würde sich das gleiche Spiel wiederholen. Die Zeit von 1 bis 20 entspricht der Dauer einer Periode der Pendelfrequenz.

Nehmen wir beispielsweise einmal an, es soll eine Welle von 30 m Länge, also 10 000 000 Schwingungen in der Sekunde, empfangen werden, und nehmen wir weiter an, wir

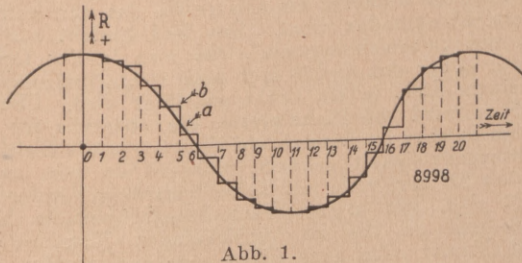


Abb. 1.

hätten eine Pendelfrequenz von 20 000 Schwingungen in der Sekunde, so entspricht die Zeit von 1 bis 20 einer  $\frac{1}{20000}$  Sekunde. In dieser Zeit finden also  $10\,000\,000 / 20\,000 = 500$  Schwingungen der Empfangswelle statt. Jedem Zeitabschnitt entsprechen also 25 Schwingungen. Es macht keinen großen Fehler aus, wenn wir annehmen, daß während jedes der 20 Zeitabschnitte der Widerstand konstant bleibt. Er soll sich nicht gleichmäßig, wie nach Kurve a, sondern sprunghaft, wie nach Kurve b, ändern.

Im Zeitabschnitt 1 ist der Widerstand groß und positiv. Die Zeitkonstante ist klein. Der volle Wert der Stromstärke für den entsprechenden Widerstand stellt sich während der 25 Schwingungen sicher ein. Er beträgt nach einem für einen praktischen Fall durchgerechneten Zahlenbeispiel, auf dessen nähere Durchrechnung hier verzichtet wird, etwa ein zehntel J, wobei J eine bestimmte Stromstärke darstellt, die von der Stärke der ankommenden Zeichen abhängt. In den folgenden vier Zeitabschnitten wird der Widerstand langsam immer kleiner. Prinzipiell ändert sich jedoch wenig. Die Stromstärke wird am Ende des fünften Zeitabschnittes etwa auf ein viertel J angewachsen sein. In dem sechsten und siebenten Zeitabschnitt wird der Widerstand kleiner als ein Ohm. Bei den betrachteten kurzen Zeitabschnitten spielt für kleine Widerstände das Vorzeichen keine Rolle, wie rechnerisch nachgewiesen werden könnte. Man kann ohne große Fehler annehmen, daß der Strom am Ende des siebenten Zeitabschnittes etwa  $1 \cdot J$  groß geworden ist. Bis hierher sind gegenüber einem normalen Rückkopplungsempfänger bei Telegraphieempfang noch keine besonderen Vorteile festzustellen. Im Gegenteil, man wird in einem normalen Rückkopplungsempfänger bei günstigster Einstellung einen Strom von etwa 30 bis 50 · J erreichen können.

Von nun an ändert sich jedoch das Bild vollkommen. Infolge des negativen Widerstandes beginnen sich die

Schwingungen aufzuschaukeln. Im achten Zeitabschnitt erreicht der Strom den Wert von etwa 6 · J. Sinngemäß kann das gleiche von allen folgenden Zeitabschnitten bis zum Ende des sechzehnten gesagt werden. Der Strom steigt in unserem Beispiel bis zum angegebenen Zeitpunkt etwa auf das Siebzigttausendfache, d. h. also bis auf  $70\,000 \cdot J$  an. Man sieht die kolossale Überlegenheit der Pendelrückkopplungsschaltung gegenüber der normalen Rückkopplungsschaltung leicht ein. Die erreichte Stromstärke ist in unserem Beispiel etwa 1500mal so groß wie in einem „normalen“ Rückkopplungsempfänger, trotzdem der Berechnung Werte zugrunde lagen, die durchaus noch nicht das Beste darstellen, was man praktisch an Werten erreichen würde. Dabei ist für den Rückkopplungsempfänger aber schon ein so günstiger Wert eingesetzt worden, wie man ihn auch bei Telegraphieempfang nur selten einstellen kann. Man kann praktisch mit einem Pendelrückkopplungsempfänger tatsächlich Verstärkungen von 1 : 1 000 000 verhältnismäßig leicht erhalten. Wichtig ist, zu beachten, daß der Kreis nicht von selbst in seiner Eigenschwingung zu schwingen beginnt, sondern daß die im Augenblicke sieben vorhandenen Schwingungen, die durch das Ankommen des Zeichens verursacht waren, infolge des negativen Widerstandes ganz ungeheuer verstärkt werden.

Wenn man nun voraussetzt, daß die Änderung des Widerstandes im Empfangskreis immer in gleicher Weise erfolgt, daß also die Kurve a der Abb. 1 in allen Perioden gleich verläuft, was mit genügender Genauigkeit der Fall ist, und wenn die durch die Stärke der Schwingungen gegebenen Spannungen die Röhre nicht übersteuern, bleibt die Zahl, mit der man die Stromstärke J multiplizieren muß, um die größte erreichte Stromstärke zu ermitteln, die gleiche. In unserem Fall ist das also die Zahl 70 000. Da nun die Stromstärke J, wie anfangs gesagt, von der ankommenden Zeichenstärke abhängt (der am Empfangsort herrschenden Feldstärke proportional ist), ändert sich auch immer die erreichte größte Stromstärke, wenn die Stärke des Zeichens sich ändert. Wenn also die ankommenden Wellen moduliert sind, d. h. ihre Stärke ändern, so ändert sich dementsprechend zunächst J und infolgedessen auch das Produkt  $70\,000 \cdot J$ ! Die Modulation bleibt also erhalten.

Da die Eigenschwingungen des Kreises im Vergleich zu den Schwingungen, die durch das ankommende Zeichen verursacht werden, ungeheuer kräftig sind, kann man den Einfluß des ankommenden Zeichens in den Zeitabschnitten 7 bis 16 völlig vernachlässigen. Wir rechnen also so, als ob in der Zeit 7 bis 16 das Zeichen auf den Kreis überhaupt nicht wirkt.

In den Zeitabschnitten 16 bis 20 wird der Widerstand wieder positiv. Die Schwingungen klingen rasch ab. Im Augenblicke 20 können nun entweder die vorher vorhandenen starken Schwingungen vollständig abgeklungen sein. Sie beeinflussen dann den Vorgang, der sich in der nächsten Pendelfrequenzperiode abspielt, nicht. Ein zweiter Fall wäre der, daß die Schwingungen nicht völlig abgeklungen sind. Sie haben dann etwa die Stärke der von außen einfallenden Schwingungen des Zeichens. Mit diesen Schwingungen können sie sich überlagern, wenn nämlich die Frequenz der Eigenschwingungen des Kreises mit der des Zeichens nicht haargenau übereinstimmt. Das gibt dann zu einer Art von Schwebungen Anlaß. Auf das Phänomen will ich hier nicht näher eingehen. Es ergibt sich, sowohl theoretisch wie praktisch, daß infolge der Pendelfrequenz nicht nur eine, sondern eine ganze Reihe von „Pfeifstellen“ auftreten, wenn man auf die Welle eines Zeichens abstimmt. Jede dieser Pfeifstellen kann zum Empfang ungedämpfter Telegraphie benutzt werden. Zum Empfang von Telephonie ist diese Art der Einstellung ungeeignet. Für Telephonieempfang müssen die Schwingungen bis zum Beginn der neuen Periode abgeklungen sein, weil sonst der Empfang genau so verzerrt wird wie bei einem schwingenden Rückkopplungsempfänger. (Fortsetzung folgt.)



## Rahmenantennen aus Schallplatten.

Bei Rahmenempfangversuchen kann man feststellen, daß Selektivität und infolgedessen Störfreiheit um so besser wird, je kleiner der Rahmen ist. Und so ging ich bei Versuchen immer weiter mit der Rahmengröße herunter, bis ich zu kleinen und kleinsten Spulen kam. Die Selektivität stieg mit zunehmender Verkleinerung des Rahmens, jedoch nahm auch die Richtwirkung ab, da ich zunächst nur Waben- und Korbbodenspulen verwendete. Besser, sogar

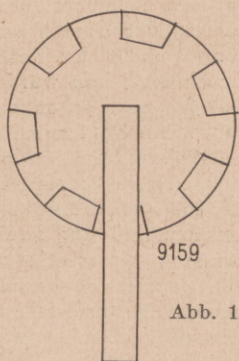


Abb. 1.

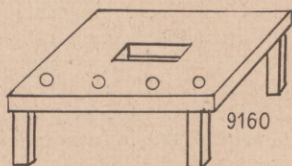


Abb. 2.

sehr gut wurde die Richtwirkung erst, als ich Spinnwebwicklung benutzte. Nun schloß ich einen Kompromiß zwischen Lautstärke, Richtwirkung und Selektivität, und benutze einen großen Rahmen nur noch zu Versuchszwecken. Als Wickelkörper benutzte ich eine alte Schallplatte. Die Selbstherstellung ist so einfach und verursacht so geringe Kosten, daß sicher mancher Bastler von der Anregung Gebrauch machen und sich einen solchen Rahmen bauen wird, zumal es sicher angenehmer ist, 20 bis 30 Stationen gut und einwandfrei, als 60 Sender verzerrt und gestört zu hören.

Zum Bau werden eine abgespielte Schallplatte, 25 oder 30 cm Durchmesser, eine Trolitplatte von etwa  $10 \times 15$  cm und zwei Hartholzbrettchen, schwarz gebeizt, 1,5 cm breit, 0,5 cm stark, 15 cm lang (für 25 cm-Platte) oder 18 cm lang (für 30 cm-Platte), gebraucht. Ferner benötigt man vier Buchsen, vier Füßchen für die Trolitplatte, etwa 4 bis 5 cm lang. Für die Rahmenwicklung werden 16 m baumwollumspinnener Kupferdraht, 0,5 mm, für den Wellenbereich 580 bis 250 m, und als Zusatzwicklung 20 m ebensolchen Drahtes mit etwa 0,3 mm Durchmesser benötigt. Für die Zusatzwicklung kann natürlich jeder vorhandene andere Spulendraht oder dünne Hochfrequenzlitze verwendet werden.

In die Schallplatte werden mit der Laubsäge 11, 13 oder 15 etwa 2 mm breite und 35 mm tiefe Einschnitte gesägt. Mit einem Metallsägeblatt läßt sich diese Arbeit leicht bewältigen, ohne daß man Gefahr läuft, die Platte zu zerbrechen. In die Mitte der Trolitplatte schneidet man ein rechteckiges Loch von der Größe  $10 \times 15$  mm. Davor werden auf der Breitseite vier Löcher für die Buchsen gebohrt in Abständen von 20 mm, so daß die beiden mittleren durch einen Kurzschlußstecker verbunden werden können. Auf der entgegengesetzten Seite bohrt man vier kleine Löcher zum Durchführen der Drähte, sowie in die vier Ecken vier Löcher für die Befestigungsschrauben der Füßchen. In die Hartholzbrettchen wird, von einem Ende 1,5 cm entfernt, je ein 3 mm-Loch gebohrt. Durch diese Löcher werden später die Befestigungsschrauben gezogen.

Nun beginnt man mit der Wicklung. Es wird an irgendeinem Einschnitt der Schallplatte begonnen und von dem stärkeren Draht 22 Windungen aufgebracht (bei 30 cm Schallplatte nur 20 Windungen). Anschließend wird der dünnere Draht in demselben Wicklungsinne aufgewickelt.

Jetzt werden die beiden Hartholzeistchen auf der Platte befestigt und mit einer Schraube festgezogen. Unter Umständen muß die innere Seite der Leistchen etwas ausgespart werden, damit die Wicklung nicht beschädigt wird. Nun werden die überstehenden Enden in den rechteckigen Ausschnitt der Trolitleiste gesteckt und mit Trolitkitt befestigt (Trolitabfälle in Azeton gelöst). Nach dem Trocknen werden die Enden der Wicklung durch die kleinen Löcher in der Platte gezogen und an den Buchsen befestigt, und zwar Anfang des ersten Drahtes an Buchse 1, Ende an

Buchse 2; Anfang des zweiten Drahtes an Buchse 3, Ende an 4. Die Füßchen werden angeschraubt und die Antenne ist fertig. Statt der Trolitplatte allein kann natürlich auch ein Kästchen mit Trolitdeckel benutzt werden, oder der Isolierstoff kann ganz wegfallen, doch müssen dann unbedingt Buchsen mit Isolierringen benutzt werden.

Zum Empfang der Rundfunkwellen wird der Rahmen in den Buchsen 1 und 2 abgegriffen, 3 und 4 bleiben offen. Für Langwellen wird 2 und 3 kurzgeschlossen und 1 und 4 mit dem Empfänger verbunden.

Anfangs muß der Antennenkondensator sehr langsam durchgedreht werden, da bei der großen Selektivität leicht auch stärkere Stationen überdreht werden. Ist die Antenne aber erst einmal geeicht, so ist man überrascht von ihrer Wirkung, zumal die Richtwirkung wesentlich besser ist als bei den allgemein üblichen großen Rahmenantennen.

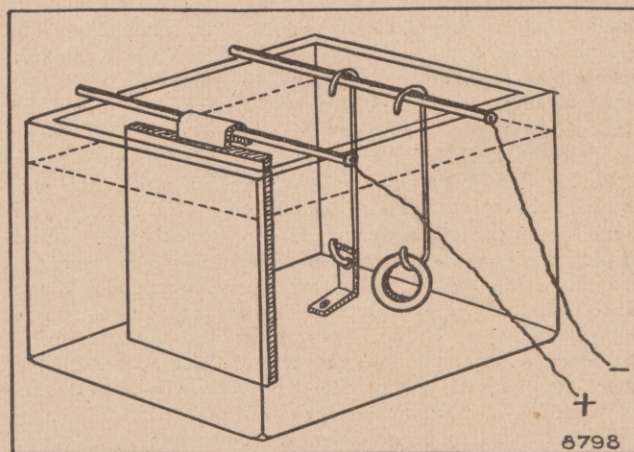
Hans Schmidt.

## Elektrolytisches Vernickeln.

Immer häufiger wird der Amateur auf das Selbstvernickeln aller für den Bau von Apparaten und Teilen nötigen Messing- oder Kupfergegenstände hingewiesen. Der Bastler wird hiervon in weitest gehendem Maße Gebrauch machen, denn das Verfahren ist wirklich außerordentlich einfach, nicht teuer, und bietet große Vorteile. In der beistehenden Abbildung ist die Wirkungsweise der elektrolytischen Vernicklung veranschaulicht.

Man benötigt zunächst ein Glasgefäß, das zur Aufnahme des Vernickelbades dient. Das Bad besteht aus einer Lösung von „Vernicklungssalz“, das man in der Drogerie bekommt. Über das Gefäß legt man zwei Metallstäbe, an deren einem Ende je ein Draht angelötet wird. Über den einen Stab wird die Nickelplatte, die ebenfalls für diese speziellen Zwecke im Handel erhältlich ist, in die Elektrolyt-Vernicklungsflüssigkeit gehängt, während an dem anderen Metallstab beliebig viele mit Haken versehene Kupferdrähte befestigt sind, die in die Vernicklungsflüssigkeit hineintauchen, und an die zu vernickelnden Metallteile aus Messing, Kupfer oder auch Eisen angehängt werden.

Man benötigt für den Betrieb elektrischen Strom, den der Amateur mit Leichtigkeit seinem Akkumulator entnimmt. Praktisch sind 4 Volt Spannung ausreichend. Die Vorschaltung eines Heizwiderstandes von etwa 10 Ohm ist jedoch unbedingt erforderlich. Besonders achte man auf



richtigen Anschluß. Die Nickelplatte bildet die Anode und wird an den positiven Pol des Akkumulators gelegt, während an die Kathode, den zu vernickelnden Teil, der negative Pol geschaltet wird. Infolge des Stromdurchganges löst sich die Nickelplatte ganz allmählich auf und liefert so ständig den Metallgehalt des Bades. Bei genügender Stromstärke ist der Metallteil in etwa fünf Minuten fertig vernickelt und kann gegebenenfalls noch poliert werden. Das Gefäß muß immer zugedeckt werden, damit sich das Bad nicht verunreinigt<sup>1)</sup>.

St.—

<sup>1)</sup> Vgl. auch den Aufsatz „Vernickeln und Versilbern“ im „Funk-Bastler“ Jahr 1928, Heft 37, Seite 577.



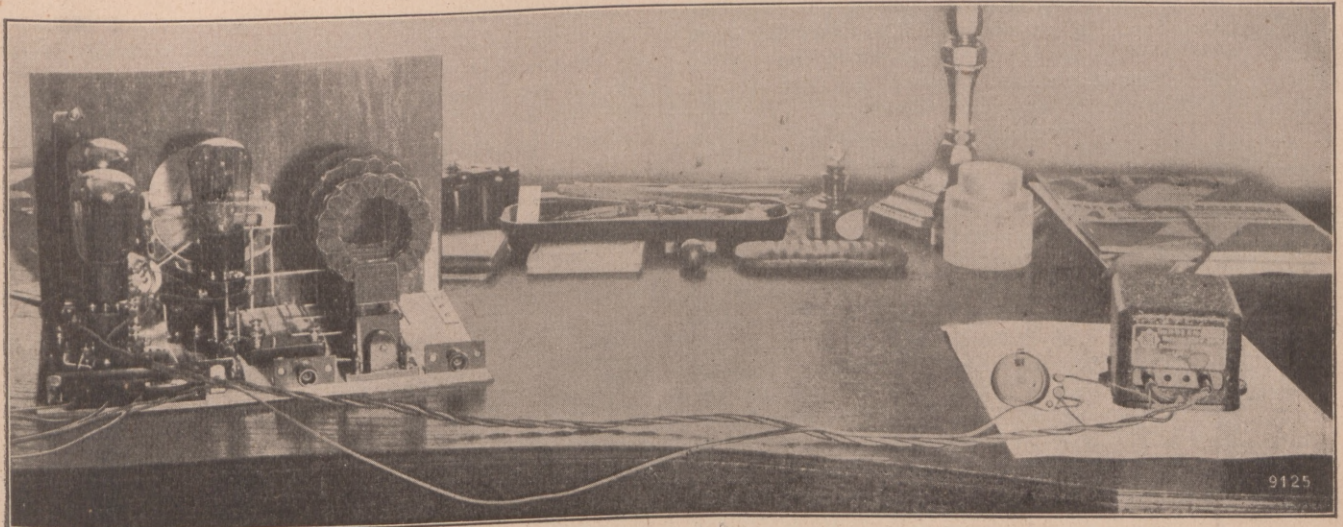


Abb. 6. Die Zusammenschaltung des Dreiröhrenempfängers mit dem Heiztransformator und die Anordnung des Potentiometers.

## Die Heizung des Widerstandsempfängers aus dem Wechselstromnetz

**Kein Umbau: Nur das Einsetzen von Zwischensteckern und Wechselstromröhren ist notwendig.**

In Heft 10 des „Funk-Bastler“ erschien die Bauanleitung eines Rückkopplungs-Audionempfängers, der später, in Heft 14, zum Dreiröhren-Widerstandsempfänger vervollständigt wurde. Dieser Empfänger war für den Batteriebetrieb bestimmt; in der nachfolgenden Abhandlung wird nunmehr gezeigt, wie man dieses Gerät — und übrigens auch jeden anderen Rundfunkempfänger — ohne Umbau, nur durch das Einsetzen von Zwischensteckern und Wechselstromröhren, zum Betrieb aus dem Wechselstromnetz geeignet machen kann.

Der Wunsch, nicht nur den Anodenstrom, sondern auch den Heizstrom dem Lichtnetz zu entnehmen, ist verständlich. Führt das Netz Wechselstrom, so ist es unter Benutzung der indirekt beheizten Wechselstromröhren besonders einfach, das Lichtnetz zur Lieferung des Heizstromes heranzuziehen. Denn es ist nicht einmal der geringste Umbau des Empfängers, sondern lediglich seine Ausrüstung mit Wechselstromröhren, allerdings unter Benutzung eines besonderen Zwischensteckers, notwendig. Man braucht die in dem Empfänger vorhandenen Vierstecker-Fassungen also nicht gegen die genormten Fünf-

stecker-Fassungen einer normalen Röhre, rechts das einer indirekt beheizten Wechselstromröhre wiedergegeben; die Elektrodenanschlüsse sind mit den Zahlen 1 bis 4 bzw. 1 bis 5 versehen. Ein Zwischenstecker, der es ermöglichen soll, in einer Fassung für die links gezeichnete batteriegeheizte Röhre eine indirekt beheizte Wechselstromröhre gemäß der Darstellung in Abb. 1, rechts, zu verwenden, muß unten vier Stecker und oben fünf Buchsen besitzen. Er muß außer den vier Steckern aber eine weitere Anschlußmöglichkeit besitzen, um auch den fünften Anschluß mit der Schaltung des Gerätes verbinden zu können. Bei dem BW-Zwischenstecker, der von Telefunken hergestellt wird, ist diese Aufgabe auf sehr praktische Weise gelöst worden. Abb. 2 zeigt die Schaltung des Zwischensteckers. Der mittlere große Kreis umschließt die fünf Buchsen, der untere die vier Stecker des Zwischensockels. In die fünf Buchsen werden sinngemäß die Stecker der Wechselstromröhre eingestöpselt; ihr Schema ist dünn eingezeichnet. Die vier Stecker werden in die im Empfänger befindliche Fassung für batteriegeheizte Röhren

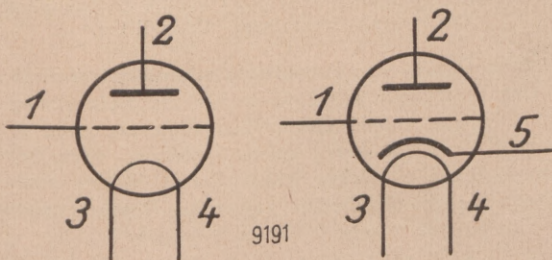


Abb. 1. Schema einer batteriegeheizten (links) und einer wechselstromgeheizten (rechts) Röhre.

steckerfassungen für Wechselstromröhren auszutauschen, braucht keine Heiz- und keine Kathodenleitungen umzulegen, und erhält doch einen einwandfreien, keineswegs durch Netzgeräusche gestörten Betrieb. Um zu zeigen, wie einfach der Anschluß eines normalen batteriegeheizten Empfängers an das Wechselstromnetz ist, soll der Umbau an Hand des hier beschriebenen Dreiröhrenwiderstandsempfängers gezeigt werden.

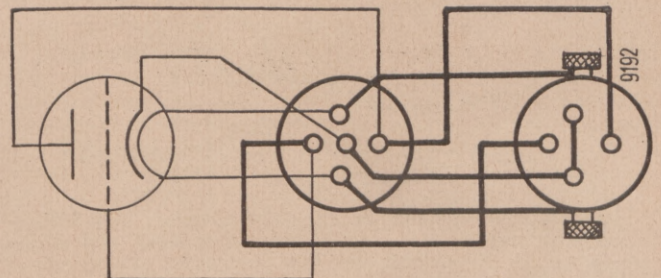


Abb. 2. Die Prinzipschaltung des BW-Zwischensteckers.

eingesetzt. Außer den vier Steckern besitzt der BW-Zwischensockel zwei Seitenkordelklemmen.

Die Gitter- und Anodenbuchsen des Fassungsteiles des Zwischensteckers sind mit den Gitter- und Anodensteckern des Sockelteiles verbunden. Die beiden Heizfadenstecker aber sind kurzgeschlossen und mit der Kathodenbuchse des Fassungsteiles verbunden, sie stehen also, wenn die Wechselstromröhre eingestöpselt ist, mit deren Äqui-



potentialkathode in Verbindung. Die Heizfadenbuchsen des Fassungssteiles sind an die seitlichen Kordelklemmen gelegt. Abb. 3 zeigt den Zwischenstecker in der Außenansicht; wir erkennen die fünf Buchsen, die vier Stecker und die beiden seitlichen Kordelklemmen. Die BW-Zwischenstecker ermöglichen es nun, in jedem beliebigen für Batteriebetrieb eingerichteten Empfänger Wechselstromröhren zu gebrauchen und diese aus einem Heiztransformator mit Wechselstrom zu heizen. Aber auch batteriegeheizte Röhren können in den Zwischenstecker eingesetzt und mit Wechselstrom geheizt werden; so kann man beispielsweise als Endröhre eine normale Lautsprecheröhre verwenden. Es ist kein Umbau des Empfängers notwendig, sondern es brauchen lediglich neue Heizleitungen gezogen und mit dem Heiztransformator verbunden zu werden. Außerdem ist es, benutzt man als Endröhre keine Wechselstromröhre, sondern einen batteriegeheizten Typ, notwendig, ein Potentiometer an den Heiztransformator anzuschalten.

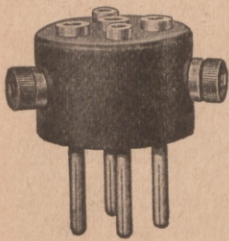


Abb. 3.  
Der BW-Zwischenstecker.

Die Umänderung des Dreiröhren-Widerstandsempfängers für Wechselstromheizung erfordert nur wenige Handgriffe:

1. Der Heizakkumulator ist abzuschalten und die Batterieröhren sind herauszunehmen.
2. In jede Fassung des Gerätes wird der BW-Zwischenstecker eingesetzt.
3. Die Seitenklemmen der BW-Zwischenstecker sind durch starke Leitungen (die neuen Heizleitungen) miteinander zu verbinden. Abb. 4 zeigt die Zwischenstecker des Empfängers von oben gesehen, und ferner, wie die Klemmen durch die Heizleitungen miteinander verbunden werden. Die Leitungen bestehen zweckmäßig aus verzinnem Kupferdraht von 1,5 mm Durchmesser, über den man Rüschschauch zieht.
4. Ein Heiztransformator ist in der Nähe des Empfängers aufzustellen. Der Abstand soll nicht zu gering sein, um

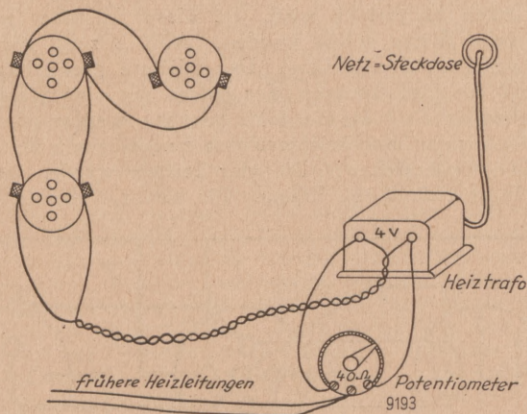


Abb. 4. Die Verbindung der Seitenklemmen der BW-Zwischenstecker mit dem Heiztransformator und die Anordnung des Potentiometers.

nicht den Wechselstromton in den Leitungen des Empfängers zu induzieren, aber er soll auch nicht zu groß sein, damit die Heizleitungen nicht zu lang werden und der Spannungsabfall in ihnen nicht zu große Werte annimmt. Ein Abstand von etwa 1 m hat sich als zweckmäßig erwiesen.

5. Der Zwischenstecker der Endröhre ist durch eine Doppellitze von  $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$  Querschnitt, gummiisoliert, mit den Klemmen bzw. Steckbuchsen des Heiztransformators zu verbinden.

6. Der Heizwiderstand im Empfänger ist auf kleinsten Wert zu stellen oder durch ein Drahtstück kurzzuschließen; die beiden früheren Heizleitungen sind zusammenzunehmen und mit der Mittelklemme eines Potentiometers von 40 bis 100 Ohm zu verbinden. Die beiden Endklemmen werden mit den Klemmen des Heiztransformators verbunden.

Der Aufbau ist deutlich aus den Abb. 4 bis 6 zu ersehen. Führt man den Netzstecker des Heiztransformators in die Netzsteckdose ein, so werden die Kathoden der eingesetzten Röhren mit einem Wechselstrom von 4 Volt Spannung gespeist. Ein eventuell auftretendes geringes Störgeräusch

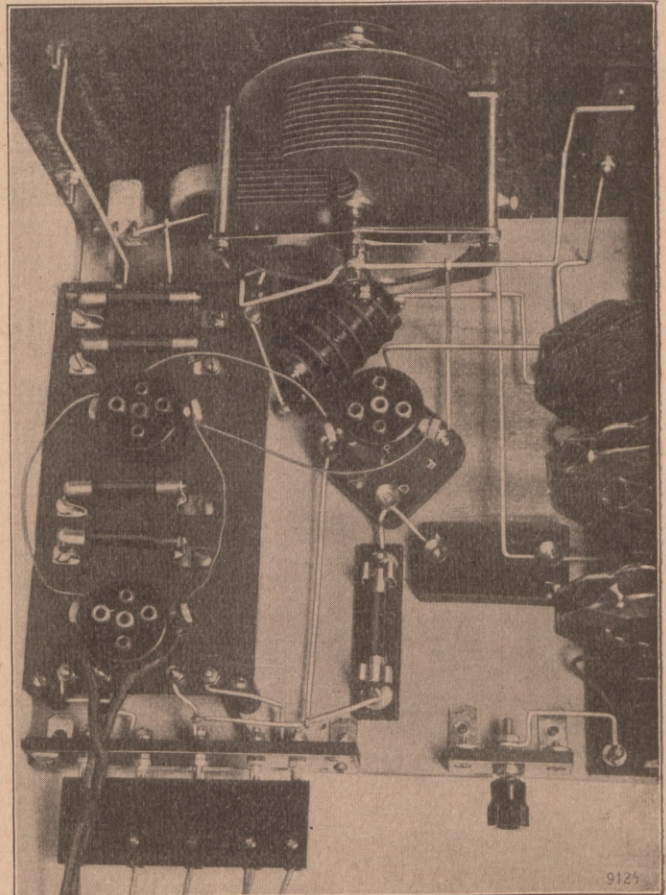


Abb. 5. Teilansicht des Dreiröhren-Widerstandsempfängers, mit BW-Zwischensteckern ausgerüstet. Man erkennt deutlich die neuen Heizleitungen, die die Seitenklemmen der Zwischenstecker verbinden, und sieht die am letzten Zwischenstecker angeschlossene Doppellitze.

kann durch Drehen des Potentiometerknopfes beseitigt werden. Der Empfänger arbeitet, so für die Netzheizung eingerichtet, genau so gut und störungsfrei, als wäre er von vornherein für Netzheizung gebaut worden. Man beachte, daß die indirekt beheizten Röhren etwa 30 Sekunden Zeit brauchen, bis die Kathoden auf volle Rotglut gekommen sind. Die Kosten dieses Umbaus betragen:

3 Netzstecker, je 1,60 M. . . . .	4,80 M.
1 Heiztransformator (für den Dreiröhrenempfänger ist der Telefunkttransformator Typ H Tr 3 geeignet, der bis 2,5 Amp. liefert) . . . . .	17,50 „
Mehrpriß der Wechselstromröhren für die erste und zweite Stufe (in der letzten kommt eine normale Lautsprecherröhre, beispielsweise RE 134, zur Anwendung) . . . . .	15,50 „

**37,80 M.**

P. Graf.



# Röhrenheizung mit Hochfrequenz

Von

stud. phil. Reinhold Mücke, Breslau.

Im Heft 31 des „Funk-Bastler“ vom Jahre 1928 berichtete Alfred Eckel über „Röhrenheizung mit Hochfrequenz“. Die mitgeteilte Anordnung sollte die Verwendung der 220 Volt-Netzspannung zur Heizung der Empfänger-röhren ermöglichen, ohne daß die sonst erforderlichen Drosseln und Kondensatoren zur Beseitigung der Maschinen-geräusche notwendig werden. Auf einen Uebelstand wurde allerdings aufmerksam gemacht: die sonst üblichen Drehspulinstrumente zur Einstellung der vorgeschriebenen Heizung sind hier nicht verwendbar, da sie infolge der hochfrequent wechselnden Polarität des Stromes keinen Ausschlag geben. Man muß sich infolgedessen damit begnügen, diesen nach der Helligkeit des Glühfadens einzustellen. Das ist jedoch nur ein schwacher Notbehelf. Was geschieht z. B. dann, wenn die Röhre völlig verspiegelt ist, oder wenn man nicht weiß, wie stark der Heizfaden glühen darf? Um hier Hilfe zu schaffen, soll im folgenden ein einfaches Verfahren angegeben werden, wie man mit Hilfe eines Drehspulmilliamperemeters und einer Kombination von Widerständen die vorgeschriebene Heizung einregulieren kann.

Im allgemeinen wächst der Widerstand eines Drahtes bei Erwärmung. Diese Abhängigkeit von der Temperatur zeigt auch der Heizfaden einer Röhre. Wenn man verschieden starke Ströme durch ihn hindurchschickt, wird er auf verschiedene Temperaturen kommen und damit auch verschiedene Widerstandswerte annehmen. Zu jeder Größe des Heizstromes gehört nun ein ganz bestimmter Wert des Widerstandes. Für viele Röhren wird der Widerstand des Fadens angegeben, wenn nicht, so kann man ihn leicht bei Gleichstromheizung aus der Heizspannung  $V$  und dem

Heizstrom  $J$  berechnen. Es ist einfach  $W = \frac{V}{J}$ . Hierbei

handelt es sich natürlich um den Widerstand des Fadens während des Betriebes, wenn die vorgeschriebene Spannung am Faden liegt. Bei jeder anderen Spannung hätte der Faden einen anderen Wert. Wenn man also weiß, im Augenblick der richtigen Heizung hat der Faden den angegebenen oder errechneten Widerstand  $W$ , so weiß man damit auch, daß umgekehrt die Röhre vorschriftsmäßig gedampt ist, wenn der Faden diesen Widerstand hat. Ob man dabei Gleichstrom, Wechselstrom von 50 Perioden oder in unserem Falle Hochfrequenz verwendet, ist hierfür absolut gleichgültig.

Es kommt also jetzt nur darauf an, ein Mittel zu finden, mit dem festgestellt werden kann, wann der Heizfaden gerade den Widerstand  $W$  hat.

Wir benutzen dazu am besten das Prinzip der Wheatstoneschen Brücke (Abb. 1).  $x$  sei irgendein zu messender,  $c$  ein bekannter Widerstand,  $AB$  ein ausgespannter Widerstandsbezug, der durch den Reiter  $D$  in die Strecken  $a$  und  $b$  geteilt wird. Denken wir uns zunächst den Reiter abgehoben, so fällt die Spannung des Elementes  $E$  längs der beiden

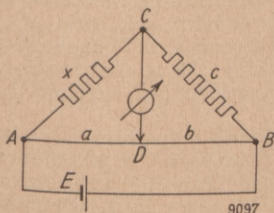


Abb. 1.

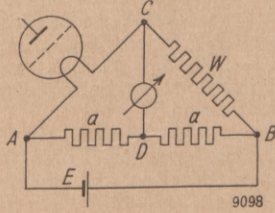


Abb. 2.

Brückenarme von A nach B ab. Sind C und D zwei Punkte, die gleiches Potential haben, so wird, wenn man den Reiter in D aufsetzt, das Instrument keinen Ausschlag zeigen. Stellt man aber den Reiter in die Mitte von AB, so daß  $a = b$  ist, so wird das Instrument im allgemeinen einen Ausschlag geben, da zwischen C und dem Reiter eine Potentialdifferenz besteht, die einen Strom durch das Instrument schickt. Nur in einem einzigen Falle erhält man Stromlosigkeit, wenn nämlich  $x = c$  ist, also auch C (hin-

sichtlich der Widerstandswerte) in der Mitte zwischen A und B liegt. Macht man nun  $c = W$  und zeichnet als  $x$  den zu untersuchenden Heizfaden der Röhre ein, so ergibt sich Abb. 2, wobei der Meßdraht durch die gleichen Widerstände  $a$  ersetzt werden konnte. Legt man nun die von Ing. Eckel beschriebene Anordnung über einen Regulierwiderstand an die Röhre, so muß man noch durch zwei

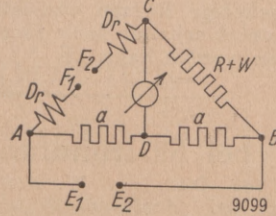


Abb. 3.

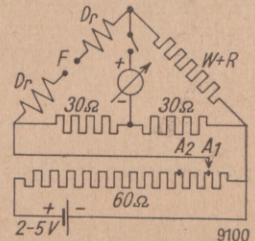


Abb. 4.

Hochfrequenzdrosseln dafür sorgen, daß keine hochfrequenten Schwingungen in die Gleichstromanordnung kommen. Haben die Drosseln beispielsweise zusammen den Ohmschen Widerstand  $R$ , so muß man zu  $W$  noch  $R$  hinzufügen, damit das Gleichgewicht der Brücke erhalten bleibt. Wir erhalten deshalb die Anordnung der Abb. 3, wo  $F_1$  und  $F_2$  die Klemmen sind, die an den Heizfaden der Röhre führen, und  $E_1$  und  $E_2$  die Klemmen, an denen die Stromquelle angeschlossen wird.

Nun wäre man schon fertig und brauchte nur die Röhre so weit zu heizen, bis das Milliamperemeter auf Null steht, wenn nicht auch die Stromquelle  $E$  einen Gleichstrom durch die Röhre schicken würde. Da die Meßanordnung jedoch nicht dauernd am Faden liegt, sondern nur zur Regulierung der Heizung benutzt und dann wieder abgeschaltet werden soll, so würde die vorher richtig eingestellte Heizung wieder zurückgehen, und man wäre so klug wie vorher. Aus diesem Grunde wählt man den Gleichstrom so klein (etwa 2 mA), daß es nichts ausmacht, ob er der Hochfrequenz zugesetzt wird oder nicht. Es ist selbstverständlich völlig gleichgültig, ob die Röhre mit 100 oder 98 mA betrieben wird. Daher schließt man die Stromquelle über einen Widerstand  $W_1$  kurz. Auf  $W_1$  kann man dann mittels eines Abgriffs eine so kleine Spannung abnehmen, wie sie zum Betriebe der Anordnung nötig ist. Diese Spannung legt man an die Klemmen  $E_1$  und  $E_2$ , dadurch erhält das Schaltbild die endgültige Gestalt der Abb. 4.

Nimmt man einmal an, die Röhre soll mit 2 Volt geheizt werden, bei einem Stromverbrauch von 0,1 mA, dann ist

$$W = \frac{2}{0,1} = 20 \Omega.$$

Als Hochfrequenzdrossel kann man Waben-spulen von 200 oder 300 Windungen benutzen. Man stellt ihren Ohmschen Widerstand  $R$  z. B. mit einer Meßbrücke oder dadurch fest, daß man sie zusammen mit einem Meßinstrument an eine Stromquelle bekannter Spannung, etwa einen Akkumulator anlegt; dann ergibt sich  $R$ , wenn man Spannung durch den Strom dividiert.

Man kann sich auch die Drosseln selbst herstellen, indem man auf zwei runde Pappkörper von je etwa 7 cm Durchmesser je 37 m baumwollumspinnenen Kupferdraht von der Stärke 0,4 einlagig aufwickelt. Der Ohmsche Widerstand beider Spulen zusammen ist dann  $R = 10 \Omega$ . Mithin ergibt sich für den Widerstand  $W + R$   $30 \Omega$ . Der die Stromquelle überbrückende Widerstand soll, wie aus der Abbildung her-

vorgeht, am besten vielleicht gegen  $60 \Omega$  haben. Bei  $\frac{3}{100}$

seiner Drahtlänge macht man einen Abgriff  $A_1$ , bei  $\frac{6}{100}$

einen Abgriff  $A_2$ . Bei Verwendung einer Stromquelle von 4 Volt wird man an  $A_1$  anschließen, bei 2 Volt an  $A_2$ . Das Meßinstrument muß ein empfindliches Drehspulmilliamperemeter sein, das noch Ströme von 0,05 mA anzeigt und einen möglichst geringen inneren Widerstand hat. Es soll, wenn



die Pole der Stromquelle so gewählt werden wie in der Abbildung, derart angeschlossen werden, daß der Pluspol an den oberen Brückenast zu liegen kommt, da es sonst beim Einschalten der Meßanordnung nach der falschen Seite ausschlagen würde. Davor ist noch ein Schlüssel eingeschaltet (Klingelknopf, Morsetaste), der den Zweck hat, durch rhythmisches Schließen und Öffnen des Stromkreises den Zeiger des Instrumentes zum Schwingen zu bringen, wodurch selbst dann noch Ströme im Instrument nachgewiesen werden können, wenn sonst kein Ausschlag erkennbar ist. Den Widerstand  $W + R$  teilt man vorteilhaft in einen festen Teil von der Größe  $R$  und in einen solchen mit Abgriffen. Will man das Instrument nur für die Röhren eines bestimmten Gerätes benutzen, so genügt es, wenn man für jede Röhre den zugehörigen Widerstand  $W$  abgreift. Will man das Instrument für beliebige Röhren einrichten, so wird man am besten durch Kontaktschalter dafür sorgen, daß von Ohm zu Ohm abgegriffen werden kann.

Nehmen wir einmal den extremen Fall an, es soll eine Röhre eingestellt werden, die bei 4 Volt 0,05 mA verbraucht, dann wäre  $W = 80$ ; also müßte dieser Wert noch abgreifbar sein. Für Röhren mit größerem Heizstrom sind die Widerstandswerte geringer. Alle Widerstände müssen selbstverständlich aus einem von der Temperatur unabhängigen Material (z. B. Nickelin, Konstantan, Manganin) sein.

Die Röhren des Empfangsgerätes werden im allgemeinen parallel geschaltet sein. Wenn man nun die Meßanordnung an den Faden einer Röhre legt, so würde der Hilfsstrom nicht nur über den zu messenden Röhrenfaden, sondern auch über die anderen parallel liegenden Fäden und Heizregler fließen, was natürlich eine Fehlmessung ergeben würde. Man muß daher durch Einschalten von Kondensatoren etwa der Größe  $1 \mu F$ , die für Hochfrequenz durchlässig sind, zwischen Röhre und Heizwiderstand dafür sorgen, daß nur der Heizfaden der zu messenden Röhre vom Hilfsstrom durchflossen wird.

## Lautsprecherverteilung bei Saalrundfunk.

Auf dem Aufsatz von Dipl.-Ing. W. Nestel: „Lautsprecherverteilung bei Saalrundfunk“ im „Funk-Bastler“ Jahr 1929, Heft 12, ist uns eine Reihe von Zuschriften zugegangen, welche mit gewissem Recht auf einige Nachteile des vorgeschlagenen Verfahrens hinweisen.

Berlin, Ende März.

Die von Dipl.-Ing. Nestel vorgeschlagene Verteilung von mehreren Lautsprechern in großen Räumen scheint mir in der dort gegebenen Verallgemeinerung gewisse Gefahren in sich zu bergen, die es notwendig erscheinen lassen, die Anwendung dieses Verfahrens doch auf bestimmte eng begrenzte Gebiete zu beschränken.

Wenn es sich darum handelt, einen großen Tanzsaal mit Musik zu füllen und dabei an jeder Stelle des Raumes den vorhandenen Störspiegel zu übertönen, ohne daß die Qualität der Wiedergabe eine ausschlaggebende Rolle spielt, mag das Verfahren benutzbar sein und seine vom Autor geschilderten Vorteile haben. Ebenso kommt es eventuell in Frage, wenn die Stimme eines Redners überall im Raum gut verständlich sein soll. Hierbei muß aber schon sehr darauf geachtet werden, daß die Wiedergabe des einzelnen Lautsprechers nicht zu laut ist. Denn wenn der einzelne Hörer nicht nur die nächsten, sondern auch gleichzeitig noch weiter entfernte Lautsprecher hört, so treten infolge der verschiedenen Entfernung von beiden Lautsprechern bei der relativ geringen Schallgeschwindigkeit bereits scheinbar Echowirkungen auf, die die Sprache unter Umständen vollkommen unverständlich machen müssen.

Gänzlich zu verwerfen erscheint mir die Methode dagegen bei rein künstlerischer Musikwiedergabe. Abgesehen von den hier ebenfalls störenden Verwaschungen durch Echowirkung ist das Ohr gewohnt, den Klang aus einer bestimmten Richtung zu lokalisieren, und wird irritiert, wenn die Klänge von oben und von allen Seiten kommen. Außerdem stört es in diesem Falle keineswegs, wenn die Energie in der Nähe der Tonquelle außerordentlich groß ist, um in größerer Entfernung abzunehmen, da der Hörer ja diese Tatsache aus jedem Konzertsaal von der Originaldarbietung her ebenfalls gewohnt ist, so daß ihm dies nur natürlich erscheint. Man bleibe also für künstlerische Darbietungen ruhig bei den bewährten Großlautsprechern.

Dr. Curt Borchardt.

\*

Magdeburg, Ende März.

Praktische Versuche bringen uns im Rundfunk viel weiter als die graue Theorie. Der Verfasser des Aufsatzes: „Zur Lautsprecherverteilung bei Saalrundfunk“ wird wohl bisher nicht die Gelegenheit gehabt haben, seine ausgezeichneten theoretischen Ausführungen in der Praxis zu bestätigen. In solchem Falle würde er sicherlich bemerkt haben, daß er einen wichtigen Faktor vergaß — die Größe der Schallgeschwindigkeit. In diesem Punkte hinkt nämlich sein Vergleich mit einem Scheinwerfer und der bei Saalbeleuchtung vorteilhaften Aufteilung der Lichtquelle. Betrachtet man

irgendeinen beliebigen Punkt in einem Saal mit mehreren verteilten Lautsprechern, so ist es einleuchtend, daß die Produkte der einzelnen Lautsprecher infolge der verhältnismäßig geringen Schallgeschwindigkeit diesen Punkt zu verschiedenen Zeiten erreichen und dort insgesamt erhebliche Verzerrungen verursachen. Oft wird diese Unsauberkeit der Töne bei musikalischen Darbietungen nicht so stark in Erscheinung treten, bei Sprachwiedergabe wird es jedoch recht unangenehm sein. Als praktisches Beispiel dienen uns in Magdeburg unter anderen die Pressefest in der Stadthalle. Auf der Veranstaltung im Winter 1927/28 versuchte man erstmalig in derart großzügiger Weise die akustischen Darbietungen in der großen Halle durch eine große Zahl gleichmäßig verteilter Lautsprecher überall hörbar zu machen. Der Erfolg war negativ, denn es konnte zumeist überhaupt nichts verstanden werden. Auf dem Pressefest im letzten Winter sorgte ein Großlautsprecher, der vorteilhaft im Mittelpunkt der Halle aufgehängt war, für sehr gute Verständigung. Die Aufhängung in entsprechender Höhe vermied, daß an irgendwelchen Stellen im Saal die Darbietungen als übermäßig laut empfunden wurden. Selbstverständlich konnten in den nebenliegenden Räumen weitere einzelne Lautsprecher verwendet werden.

Ing. K. H. Böhlert.

\*

Der Resonanzwiderstand eines Sperrkreises. Dem Verfasser des Aufsatzes in Heft 13 des „Funk-Bastler“: „Anodenkopplung mit Sperrkreis oder Transformator?“, Dr. Walther Burstyn, ist ein Schreibfehler unterlaufen, der hier berichtigt werden soll. Die Formel für den Resonanzwiderstand eines Sperrkreises lautet nicht wie angegeben, sondern:

$$r = \frac{L}{CR} = \frac{\pi \sqrt{L}}{C}$$

\*

## Die Rundfunksender in Portugal.

In Lissabon bestehen zwei Rundfunksendestellen. Die Station C Ti A A-Radio-Lissabon sendet seit dem 15. Februar 1929 regelmäßig jeden Mittwoch und Sonnabend von 23.00—1.00 Uhr M. E. Z. auf Welle 314 m Konzerte. Die Antennenleistung beträgt 0,5 kW, soll jedoch auf 1,5 kW erhöht werden.

Die zweite Station, ein Amateur-Kurzwellensender, wird von dem dortigen Radio-Club betrieben. Auch hier sind die Sendezeiten auf zwei Tage, Dienstag und Donnerstag, von 22.30—2.00 Uhr M. E. Z., beschränkt. Rufzeichen des Senders ist C Ti B O-Lissabon Experimental. Wellenlänge 28 m, Energie 100 Watt.

Die Sendeleitungen erbitten Empfangsberichte für Radio-Lissabon, 314 m, an Posto Amador C Ti A A Seccao de T. S. F. dos Grandes Armazens do Chiado, Rua Nova do Almado, Lissabon (Portugal); für Lissabon-Experimental, 28 m, an Estacao Experimental C Ti B O, Rua Bernardo-Lima n° 3, Lissabon (Portugal). R.

Verantwortl. Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lankwitz. — Druck: Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68. — Sendungen an die Schriftleitung nur nach Berlin SW 68, Zimmerstraße 94, Fernruf: A 4 Zentrum 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstraße 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78. Sonderkonto „Funk“.