

# FUNK BASTLER

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E.V.

## Die Auswirkung des neuen europäischen Wellenplanes

Empfangsbeobachtungen im Rundfunkbereich. — Kleine Schattenseiten, aber große Vorteile.

Von

Prof. Dr. Gustav Leithäuser.

In der Absicht, den immer zahlreicher gewordenen europäischen Rundfunksendern ungestörte Wellen zuzuweisen, sind in den letzten Jahren mehrfach Wellenverteilungen durchgeführt worden. Jedesmal aber war eine solche Wellenumstellung für alle die Hörer, die Fernempfang treiben, mit erheblichen Unannehmlichkeiten verbunden. Besonders in den Zeiten der Einführung eines neuen Planes stellte sich die unliebsame Erscheinung ein, daß bei Fernempfang an vielen Stellen der Wellenskala Pfeiftöne verschiedener Höhe und verschieden großer Intensität auftraten. Allerdings wurden diese Erscheinungen im Laufe der Zeit allmählich besser, weil die einzelnen Stationen in zwischen ihre Welle genau abgestimmt, den richtigen Abstand gegenüber ihren Nachbarsendern der Wellenskala gewonnen hatten und somit eine gewisse Ruhe in dem Wellenchaos entstanden war; auf Grund dieser älteren Erfahrungen konnte man mit großer Spannung die Neueinstellung der Wellen am 30. Juni erwarten. Im Gegensatz zu früheren Zeiten war diesmal der Zeitpunkt für die Wellenumstellung günstig gewählt. Da wir augenblicklich in der Zeit der längsten Tage des Jahres stehen, ist die Reichweite der Rundfunksender mit kleinerer Energie gegenüber der Winterreichweite wesentlich beschränkt; und wenn überhaupt, so konnten die Störungen erst zu sehr später Tageszeit in Erscheinung treten. Da aber ganz allgemein infolge größerer Luftstörungen und größerer Dichteunterschiede im Luftmeer die Sommerreichweite an und für sich begrenzt ist, so war auch aus diesem Grunde eine geringere Störmöglichkeit zu erwarten.

Im übrigen aber hatte der Europäische Rundfunkverein von sich aus Maßnahmen getroffen, um die einzelnen Sender in ihrer Frequenz auf den richtigen Platz zu weisen. Für die im Westen liegenden Rundfunksender hatte Brüssel mit einem Präzisionswellenmesser die Kontrolle der Wellen übernommen und teilt seine Messungsergebnisse in den Abendstunden über den englischen Sender Daventry mit. Für die im Osten liegenden Stationen übernahm Prag die genaue Messung der neuinstallierten Wellenlängen. Diese Meßwerte wurden mit den in Berlin vom Reichspost-Zentralamt festgestellten Resultaten verglichen und die Messungsergebnisse der Prager Normalwerte über den Sender Königswusterhausen verbreitet. Diese Kontrolle wurde an drei Tagen zu Anfang Juli durchgeführt. Die Messungen, die keineswegs einfach zu nennen sind, erforderten erhebliche Zeit zur Fertigstellung, so daß die Bekanntgabe der Ergebnisse sich bisweilen bis nachts 3 Uhr ausdehnte. Aber gerade diese Zeiten sind ja für Fernwellenmessungen insofern günstig, als durch völlige Dunkelheit die Empfangstärke auch für Sender kleiner Energie aus-

reichend ist und zur Messung dienen kann. Wie notwendig diese Wellenkontrolle gewesen ist, geht daraus hervor, daß zu Beginn der Neueinstellung mehrfach Falschwerte von 40 000 Hertz vorkamen. Durch solche Falschwellen kann ohne weiteres der gesamte Wellenplan für die Hörschaft unbrauchbar gemacht werden. Durch die Genaumessung wurden aber diese groben Fehler in kürzester Zeit beseitigt, so daß bereits nach drei Tagen die Änderung als vollzogen angesprochen werden konnte.

Für die Hörschaft wirkt sich die Wellenänderung bisweilen auch in anderer Hinsicht unangenehm aus. Wenn beispielsweise in einer größeren Stadt, von deren Bewohnern noch zahlreiche Detektorapparate benutzt werden, der Sender an der Peripherie liegt, und bisher mit einer Welle des oberen Bereichs der normalen Rundfunkwellen, also beispielsweise zwischen 350 bis 600 m, gearbeitet hat, so war für die Detektorempfänger eine erhebliche Zubringerwirkung für die Welle des Senders durch die vorhandenen Wasserleitungen und Gasleitungen gegeben. Wird jetzt plötzlich die Welle wesentlich erniedrigt, rückt sie also beispielsweise in den Bereich zwischen 200 bis 250 m, so ist die Zubringerwirkung durch Gas- und Wasserleitung viel geringer, da die wesentlich höheren Frequenzen an diesen Leitungen schlechter entlanggleiten und mehr Ableitung erfahren. Weiter lassen sich viele der älteren Detektorapparate für die kürzeren Rundfunkwellen nur sehr schlecht abstimmen, und auch aus diesem Grunde kann ein ganz erheblicher Lautstärkeverlust eintreten. Auch eine zu große Antenne kann in solchen Fällen von Nachteil sein. Derartige Störungen mögen bei der Neuverteilung der Wellen einzeln aufgetreten sein. Als Beispiel kann hier die Stadt Breslau dienen, die ihre Welle von 321 m auf 253 m verkürzt hat.

Für die Besitzer von Röhrenapparaten werden solche Wellenverkürzungen dagegen keine weiteren Nachteile mit sich bringen, weil die neuzeitlichen Röhrengeräte den unteren Wellenbereich mit sehr sauberer Abstimmung wiedergeben und außerdem meistens mit aperiodischer Antenne arbeiten, also keine besondere Abstimmung der Antenne benötigen.

Beim Durchgehen des gesamten Frequenzbereiches mit einem Neutrodyne-Empfänger (drei Hochfrequenzstufen, Audion und zwei Niederfrequenzstufen) zur Ermittlung der Interferenzstörungen, die sich durch einen mehr oder minder lauten, höheren oder tieferen Ton bemerkbar machen, wurde zunächst festgestellt, an welchen Stellen der Kondensatorskalen solche Töne auftraten. Darauf wurde durch Einstellen der größeren deutschen Sender, deren Wellenlängen als sicher und gut bekannt anzunehmen sind, eine

Eichung der Kondensatorskala durchgeführt. Auf diesem Wege konnten die Wellenlängen genau ermittelt werden, an denen noch Störungen auftraten.

In dem Bereich der Wellen zwischen 200 bis 250 m, also zwischen 1500 bis 1200 Kilohertz, lassen sich mehr Störungen vermuten als bei den höheren Wellen, da die Einstellung der kürzeren Rundfunkwellen schon wegen geringer Veränderung der Antenne und größerer Beeinflussbarkeit der Schwingungskreise durch Kapazität schwieriger sein muß. Auch werden in der Nähe stärkerer Sender störende Töne leichter auftreten als in anderen Gebieten. Da für die Tonstärke der Störungen das Produkt der Antennenamplitude der einfallenden Wellen maßgebend ist, so ist es erklärlich, daß bei der Einstellung starker Sender sehr leicht ein in der Welle benachbarter, falsch eingestellter schwacher sich noch bemerkbar machen wird, selbst wenn er viele hundert Kilometer entfernt ist.

Die Beobachtungen wurden am 8. und 9. Juli angestellt; sie hatten folgendes Ergebnis:

kHz	Konden- satorein- stellung	Tonhöhe	kHz	Konden- satorein- stellung
<b>8. Juli.</b>				
a) starke Töne			b) schwache Töne	
1220	16,2	mittelhoch	1090	25,5
1060	28,3	hoch	1027	31,6
850	49,9	mittelhoch, Heulton	900	43,9
662	75,3	mittelhoch	640	78,2
545	93,5	sehr hoch		
<b>9. Juli.</b>				
a) starke Töne			b) schwache Töne	
1305	10,8	hoch, schwankend	1103	24,6
1222	16,1	hoch	1030	31,3
1177	18,6	sehr hoch u. mittelhoch	927	41,0
1085	26,0	tief gurgelnd	887	45,3
1065	27,8	hoch	770	60,0
850	49,9	mittelhoch	639	78,3
662	75,2	mittelhoch		
617	81,9	hoch		
547	93,2	hoch		
528	95,9	mittelhoch		

Die hier angegebenen Schwingungszahlen lassen nun an Hand des neuen europäischen Wellenplanes eine kritische Würdigung zu. Die Mehrzahl der hier angeführten Schwingungszahlen sind Gemeinschaftswellen, die also von mehreren Stationen gleichzeitig benutzt werden. Selbstverständlich werden diese ihre Welle niemals so genau einstellen, daß der Interferenztönen aller beteiligten Partner wirklich Null wird.

In der Tabelle des 8. Juli sind sowohl die Schwingungszahlen 1220 wie auch 1060, 662 und 527 für Gemeinschaftswellen festgelegt. Von den starken Störtönen bleiben also an diesem Tage nur die Schwingungszahlen 850 und 545 aus anderen Ursachen entstanden übrig. Die Schwingungszahl 851 gehört dem Sender Graz, der meistens das Wiener Programm verbreitet und mit großer Energie hier in Berlin empfangen wird. In seiner unmittelbaren Nachbarschaft liegt eine zu Rußland gehörige Welle, die wahrscheinlich nicht mit der notwendigen Genauigkeit eingestellt ist. Die Schwingungszahl 545 gehört dem starken Sender Budapest; in seiner Nachbarschaft liegt die Gemeinschaftswelle von Augsburg und Hannover; es ist also sehr leicht möglich, daß hier durch kleine Abweichungen in deren Einstellung der Pfeifton verursacht wird.

Bei den Beobachtungen des 9. Juli liegen die Verhältnisse ähnlich. Hier sind die Schwingungszahlen 1305, 1222, 1065, 662, 528 Gemeinschaftswellen, die übrigbleibenden Schwingungszahlen werden wieder von starken Sendern innegehalten, in deren Nachbarschaft ein unsicher eingestellter kleinerer Sender sich befinden mag.

Ähnlich liegen die Verhältnisse in dem Rundfunkbereich der langen Wellen. Hier hört man in der Nähe der Welle

des Deutschlandsenders zwei gleich hohe Töne, die möglicherweise schon die normalen Töne sind, welche durch den Wellenabstand von 9000 Hertz bedingt werden können. Außerdem ist in der Gegend der Warschauer Welle eine solche Tonstörung bemerkbar. Im großen und ganzen aber sind hier die Störungen durch Interferenzen recht klein, so daß sie nur bei empfindlichen Apparaten mit genügender Vorverstärkung überhaupt wahrgenommen werden können.

Trotz dieser Beobachtungen bedeutet die neue Wellenverteilung für den europäischen Rundfunk diesmal einen merklichen Fortschritt für die Hörschaft Europas. Störende Interferenztöne werden in der Folgezeit voraussichtlich nur noch bei den Gemeinschaftswellen auftreten, und auch hier durch eingehendere Kontrolle der einzelnen Sender merklich abgeschwächt werden können. Die übrigen größeren Sender Europas wird man vermutlich in der nächsten Zeit einwandfrei empfangen können, wobei auch die Besserung der Empfangsverhältnisse kaum einen entscheidenden Einfluß haben wird. Allerdings ist es notwendig, daß weiter entfernte Sender, wie beispielsweise die russischen, während des Winters mit ihrer Wellenlänge keine Wanderungen oder willkürliche Änderungen vornehmen. In solchem Falle würde auch die jetzige als durchaus brauchbar anzusehende Verteilung keinen Nutzen mehr haben und wiederum nur ein für den Fernempfang lästiges Chaos wilder Töne entstehen.

## Vom Rundfunk im Ausland.

Der seit langer Zeit vorbereitete Plan für eine Reorganisation des schweizerischen Rundfunks hat jetzt greifbare Gestalt gewonnen. Seitens der General-Postdirektion ist bei der Kammer ein Kredit von 1,7 Millionen Franken angefordert worden, der zum Ausbau des Rundfunknetzes verwendet werden soll. Die beantragte Summe sieht für den Landessender in der deutschen Schweiz 760 000 Franken, für den Landessender in der Westschweiz 580 000 Franken und für mehrere Ortssender 360 000 Franken vor.

Wenn diese Forderungen bewilligt werden, so hofft man, die Reorganisation in zwei Jahren durchführen zu können, so daß also mit dem Jahre 1932 — der Etat ist für 1930 beantragt — der Schweizer Organisationsplan durchgeführt sein dürfte.

Der technische Betrieb der gesamten schweizerischen Sendergruppe soll, wie verlautet, dem Ingenieur Ernst Metzler aus Wohlen (Aargau) übertragen werden. Große praktische Erfahrungen, die sich Ernst Metzler im Dienste der Industrie des In- und Auslandes erworben hat, charakterisieren ihn als einen allgemein anerkannten Fachmann auf dem Gebiete des Funkwesens.

Die in Belgien von der Deputiertenkammer bereits angenommenen Gesetzentwürfe der Regierung zur Schaffung eines staatlichen Regales für den Rundfunk hat der Senat in seiner Schlußsitzung trotz der von der Regierung betonten Eilbedürftigkeit nicht zur Abstimmung gebracht.

\*

## Hörerschutz in Holland.

Der Gemeinderat des holländischen Ortes Terneuzen hatte ein an ihn gerichtetes Gesuch zur Genehmigung einer Eis- und einer Fleischbearbeitungsmaschine mit dem ausdrücklichen Vorbehalt erteilt, daß die Maschinen mit Schutzvorrichtungen versehen werden, die Rundfunkstörungen unmöglich machen. Gegen diesen Vorbehalt wurde Klage erhoben, um eine grundsätzliche Klärung darüber herbeizuführen, ob solche Verpflichtungen auferlegt werden dürfen.

Auf Beschluß des holländischen Staatsrates erschien nun Ende März 1929 eine Königliche Verordnung, in der die erwähnte Gemeinderatsverfügung als zu Recht bestehend anerkannt wurde. Da die Klärung der Rechtsfrage in diesem Falle durch ein königliches Dekret erfolgt ist, gewinnt sie die Bedeutung einer gesetzlichen Bestimmung und hat Geltung für das ganze Land. Es wird sich also in Holland künftighin jeder Rechtsstreit mit der Interpretierung dieser Verfügung zugunsten der Hörschaft erledigen lassen.

# Beseitigung von Luftstörungen beim Funkempfang

Von  
**Dr. Walter Blume.**

Das Problem der Beseitigung der Empfangsstörungen ist so alt wie die drahtlose Telegraphie überhaupt. Diese Störungen entstehen bekanntlich entweder als Folge elektrischer Vorgänge in der Atmosphäre oder durch Funkenbildung in elektrotechnischen Anlagen. Jedoch werden solche Störungen nicht nur durch das Vorhandensein von Gewittern

möglich, auf Einzelheiten näher einzugehen. Es kann daher nur eine allgemeine Übersicht über diese Methoden gegeben werden.

Grundsätzlich bestehen folgende drei Möglichkeiten:

1. Beseitigung der Störungen im Antennenkreis;
2. Beseitigung der Störungen im Hochfrequenzkreis;
3. Beseitigung der Störungen im Niederfrequenzkreis.

Die wichtigste von diesen Gruppen ist die erste. Deshalb soll es auch die Aufgabe der folgenden Ausführungen sein, sich mit diesem Problem näher zu beschäftigen.

Durch Entladungen in der Atmosphäre werden Wellen der verschiedensten Längen erzeugt. Die Einschaltung eines oder mehrerer Siebkreise in den Antennenkreis, eine wohl allgemein bekannte Methode zur Beseitigung von Störungen durch benachbarte Sender, würde hier nicht zum Ziele führen, da zum mindesten der Anteil der Störschwingungen, die der Eigenwelle des Empfangskreises entsprechen, nicht beseitigt werden kann, ohne daß auch der Empfang völlig unterbunden würde. Die bekannten Methoden zur Störfreieung bezwecken deshalb auch lediglich eine Kompensation der in den Antennenkreis gelangten Störströme. Um eine solche Kompensation der Störströme durchführen zu können, benutzen wir die aus Abb. 1 ersichtliche Anordnung. Im Antennenkreis liegen zwei Resonanzkreise

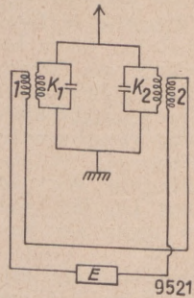


Abb. 1.

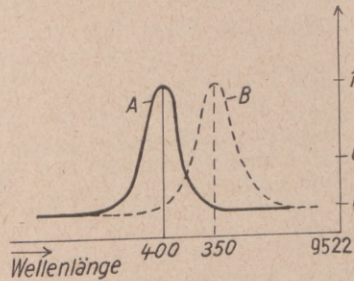


Abb. 2.

hervorgerufen, auch zu anderen Zeiten ist im Empfänger keineswegs Ruhe.

Die Energie der künstlichen Störquellen ist meistens geringer als die der ersteren, beeinflusst aber unter Umständen den Empfang stärker als die natürlichen Entladungen. Besonders unangenehm empfindet man die Funkenentladungen in elektrischen Anlagen. Über die Beseitigungsmöglichkeiten dieser Störungen ist im „Funk-Bastler“ wiederholt berichtet worden. Sie sind am wirksamsten durch Maßnahmen an der Störquelle zu bekämpfen.

Diese Methode ist bei den eigentlichen atmosphärischen Störungen nicht anwendbar. Sie haben mit den auf künstlicher Weise entstehenden die Eigenschaft gemeinsam, keine definierte Frequenz zu haben, sondern stoßartig oder als ein Gemisch aus den verschiedensten Frequenzen zu wirken. Hierin liegt vor allem ihr Unterschied zu den scharf abgestimmten Schwingungen der Sendestellen. In der Akustik haben wir einen ähnlichen Fall in den Geräuschen. Unter einem Geräusch versteht man in der Akustik ein Gemisch der verschiedensten Töne. Erzeugt man in der Nähe einiger Helmholtzcher Resonatoren ein solches Geräusch, so werden alle aus dem Tongemisch die ihnen eigene Frequenz auswählen, und die in ihnen eingeschlossene Luftmasse wird in dieser Frequenz schwingen. Erzeugt man aber in der Nähe der Resonatoren einen klaren Ton, so spricht nur der auf diesen Ton abgestimmte Resonator an. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den durch die Entladung erzeugten

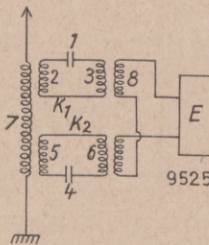


Abb. 5.

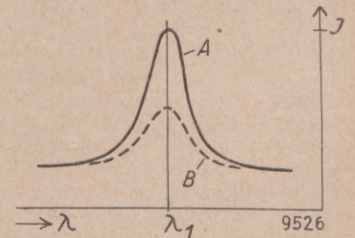


Abb. 6.

$K_1$  und  $K_2$  parallel. Der eine von beiden Kreisen ( $K_1$ ) ist auf die Empfangswelle (z. B. 400 m) abgestimmt, während der andere Kreis ( $K_2$ ) um einige Prozent gegen diesen verstimmt ist. Nehmen wir die Verstimmung einmal übertrieben zu 350 m an. Der Kreis  $K_2$  wird entsprechend seiner Abstimmung Energie gemäß der Kurve B der Abb. 2 empfangen. Der Kreis  $K_1$  dagegen wird die Sendewelle mit maximaler Energie aufnehmen, während er die benachbarten Wellenlängen nur zu einem gewissen Teil aufnimmt (Abb. 2 Kurve A). Beide Kurven sind gegeneinander verschoben und überdecken sich zum Teil. Würde man die beiden Kreise  $K_1$  und  $K_2$  mit dem eigentlichen Empfangsapparat so koppeln, daß die zwei Spulen 1 und 2 im gleichen Sinne hintereinander geschaltet werden, so würden sich die Energien der beiden Kreise addieren, und wir würden gerade das Gegenteil von dem erreichen, was wir bezwecken wollen. Schalten wir dagegen die Spulen 1 und 2 gegeneinander, so wird z. B. die im Kreise  $K_2$  aufgenommene Energie (Kurve B) um  $180^\circ$  in der Phase verschoben. Es entsteht daher im Empfänger eine resultierende Energie, die der Differenz der beiden Kurven A und B entspricht. Allerdings wird auch die Sendewelle (400 m) um etwa 20 v. H. geschwächt. Dagegen wird die Störenergie, da sie ja auf allen Wellen etwa gleich stark vorhanden ist und daher auch in beiden Kreisen mit etwa gleicher Stärke auftritt, zu einem wesentlich höheren Prozentsatz vernichtet.

Die Schwächung der Empfangswelle, die durch die Überlagerung vom Kreise  $K_2$  hervorgerufen wird, läßt sich durch eine zusätzliche Verstärkungsstufe im Empfänger wieder ausgleichen. Die Störwellen werden in dem Bereich, wo sich die beiden Kreise gänzlich oder fast decken, völlig aufgehoben, während sie in dem Bereich, der nahe der Sendewelle liegt, zwar nicht vollkommen unterdrückt, wohl aber sehr wesentlich geschwächt werden.

Daneben hat man eine Anordnung vorgeschlagen, die gegenüber der eben beschriebenen im reziproken Verhältnis

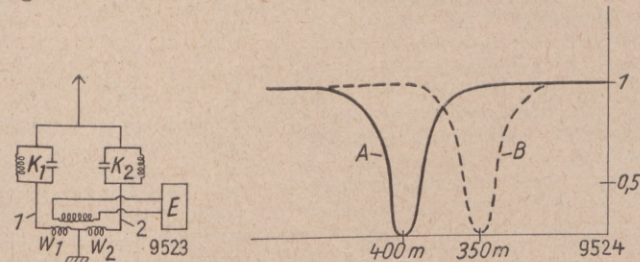


Abb. 3.

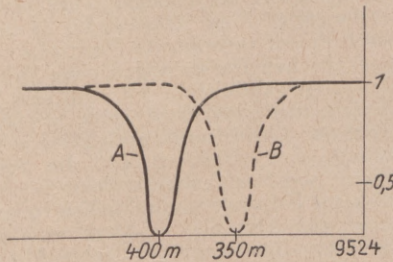


Abb. 4.

Geräuschen und den von einer Sendestelle ausgesandten Wellen. Während die Sendestation in einem guten Empfänger schon bei geringer Verstimmung des Empfängers gegen die Sendewelle kaum noch zu hören ist, sind die atmosphärischen Störungen bei fast jeder Abstimmung zu hören. Die Aperiodizität dieser Störschwingungen bedingt, daß zu ihrer Fernhaltung vom Empfänger andere Mittel angewendet werden müssen, als sie zur Ausschaltung von Störsendern angewendet werden. Im Laufe der Zeit ist eine große Anzahl von Schaltungen entworfen worden, die eine Reinigung des Empfanges von diesen Störschwingungen bezwecken. Bei der außerordentlichen Fülle des Materials ist es nicht

steht<sup>1)</sup>. In der Antenne sind ebenfalls zwei parallele Zweige vorgesehen, die aber in zwei einander entgegengesetzt gewickelten Spulen  $W_1$  und  $W_2$  enden. Diese Spulen sind mit einer einzigen zum Empfänger führenden Spule  $S$  gemeinsam gekoppelt (Abb. 3). Die beiden Spulen  $W_1$  und  $W_2$  liegen in den beiden parallelen Verzweigungen 1 und 2 der Antenne. Von diesen beiden Zweigen enthält der Zweig 1 einen Schwingungskreis  $K_1$ , der auf die Empfangswelle abgestimmt ist. Er wirkt dieser gegenüber als Sperrkreis, so daß im Zweig 1 die Sendewelle überhaupt nicht vorhanden ist, sondern nur entsprechend der Kurve A in Abb. 4 ein gewisser Prozentsatz der der Sendewelle benachbarten Störwellen. Der Kreis  $K_2$  ist gegenüber der Sendewelle um einige Prozent verstimmt (350 m) und wird daher dem Zweig 2 eine Energie gemäß der Kurve B der Abb. 4 zuführen. Da aber in den beiden Zweigen die Spulen  $W_1$  und  $W_2$  eingeschaltet sind, werden sie ebenfalls die Energien entsprechend den Kurven A und B aufnehmen. Die Wirkung dieser Schaltung besteht also darin, daß die Empfangswelle über den Zweig der Parallelschaltung verläuft, der den um einige Prozent verstimmt Schwingungskreis ( $K_2$ ) enthält, während die Störungen über beide Zweige gehen. Ein gleichzeitiger Stromstoß soll nun an den Enden der Wicklungen der beiden Spulen  $W_1$  und  $W_2$  einen Stromstoß mit entgegengesetztem Vorzeichen hervorrufen. Dies kann leicht dadurch geschehen, daß der Wicklungs- und Anschlußsinn beider Spulen verschieden gewählt ist, so daß in beiden Zweigen übertragene Ströme, die die gleiche Intensität und Aufeinanderfolge haben,  $180^\circ$  Phasendifferenz gegeneinander aufweisen. Durch diese Art der Schaltung heben sich in den

durch tritt der Fall ein, daß die Resonanzkurve des Kreises  $K_2$  stark verbreitert wird und nicht mehr so hohe Stromamplituden im Resonanzpunkt aufweist, wie die Resonanzkurven von  $K_1$ . Wir erhalten dadurch eine Resonanzkurve, die der Kurve B der Abb. 6 entspricht. Je weiter indessen die Schwingungszahl sich von der Abstimmungsfrequenz entfernt, um so geringer ist der Einfluß der Dämpfung, um so mehr nähern sich die beiden Kurven A und B. Da wir die beiden Spulen 8 und 9 in entgegengesetztem Sinne mit dem Empfangsapparat verbinden, kommt nur die Differenz der durch die Spulen 3 und 6 übertragenen Ströme zur Wirkung. Die Resultierende dieser Amplituden ist in Abb. 7 als Ordinate aufgetragen. Die entstehende Kurve C ist als Resonanzkurve des gesamten Systems anzusehen. Des besseren Vergleichs wegen ist für die Ordinate der doppelte Maßstab verwendet. Die Kurve läßt erkennen, daß bei einer bestimmten, von  $\lambda_1$  verschiedenen Wellenlänge die Stromamplituden erheblich geringer sind als bei einer der Kurven A und B, und daß sie an den Grenzen des dargestellten Schwingungsbereiches sogar fast vollständig verschwinden. Die Unterdrückung unerwünschter Schwingungen ist also wesentlich vervollkommen. Die Verringerung der Wirkung, die eine Folge der Gegeneinanderschaltung ist, läßt sich durch Einschalten einer Verstärkerröhre mehr als ausgleichen.

Aus Abb. 7 können wir auch entnehmen, daß die entstehende Resonanzkurve eine sehr spitze Form hat und nach beiden Seiten sehr steil abfällt. Das kann so weit gehen, daß bei Musikübertragung die Gefahr besteht, daß die Seitenbänder des übertragenen Frequenzbandes abge-

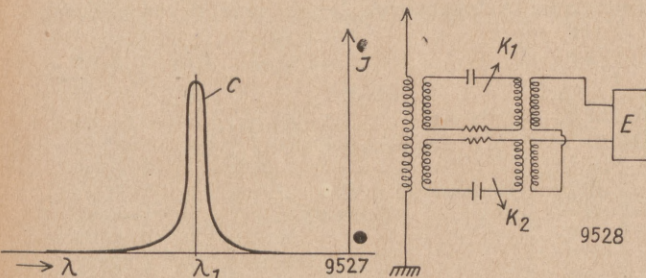


Abb. 7.

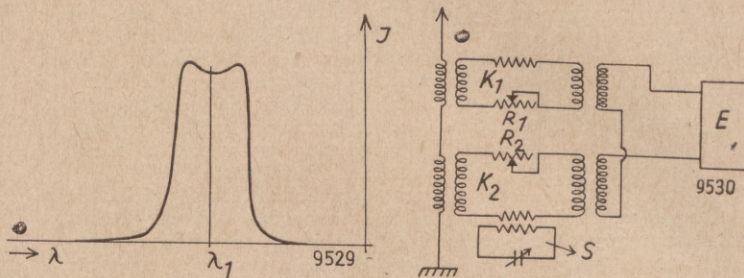


Abb. 9.

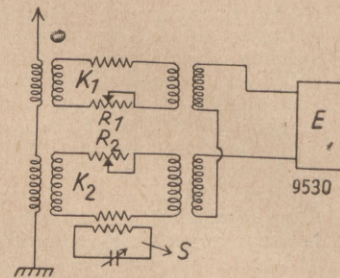


Abb. 10.

Spulen  $W_1$  und  $W_2$  (verschiedener Wicklungssinn und in Reihe) diejenigen Schwingungen auf, in deren Bereich sich die Kurven A und B decken. Dagegen treffen die Schwingungen der Sendestation auf keinen Gegenstrom gleicher Intensität und umgekehrten Vorzeichens, sie werden also ungeschwächt übertragen; nur die Störschwingungen, die in der nächsten Umgebung der Sendewelle liegen, werden noch einen gewissen Einfluß auf den Empfang ausüben. Sie sind aber doch bereits beträchtlich eingeengt. Der Nachteil dieser Anordnung besteht aber noch darin, daß diese Resonanzkreise  $K_1$  und  $K_2$ , die man mit „Wellenfallen“ bezeichnen kann, außer gegen die Eigenfrequenz auch gegen Nachbarfrequenzen sperren, so daß dadurch ein gedämpfter Empfang entsteht.

Um diesen Nachteil zu beseitigen, hat man Anordnungen gemäß Abb. 5 gewählt<sup>2)</sup>. Diese bestehen in der Verwendung zweier elektrischer Schwingungskreise  $K_1$  und  $K_2$  mit der gleichen Eigenschwingungszahl. Der Schwingungskreis  $K_1$  besteht aus dem Kondensator 1 und den Spulen 2 und 3, der Schwingungskreis  $K_2$  aus dem Kondensator 4 und den Spulen 5 und 6. Die Spulen 2 und 5 sind mit der Antennenspule 7 gekoppelt, durch die die ankommenden elektrischen Wellen geleitet werden. Die Spulen 3 und 6 sind mit den Spulen 8 und 9 gekoppelt, die ihrerseits mit dem Empfangsapparat E verbunden sind. Beide Schwingungskreise sind auf die Empfangswelle (400 m) abgestimmt. Der Resonanzkreis  $K_1$  muß möglichst wenig gedämpft sein, das heißt: der Ohmsche Widerstand dieses Kreises muß sehr klein sein. Er wird somit eine Resonanzkurve A ergeben (Abb. 6), die im Kreise auftretenden Stromamplituden  $J$  in Abhängigkeit von der Wellenlänge ergeben. Der Schwingungskreis  $K_2$  dagegen enthält im Verhältnis zum Kreise  $K_1$  eine sehr hohe Dämpfung, z. B. einen hohen Ohmschen Widerstand. Da-

schnitten werden. Man kann sich aber in folgender Weise helfen. Man benutzt die sich aus der engen Kopplung zweier Schwingungskreise ergebende Zweiwelligkeit. Man koppelt gemäß Abb. 8 die beiden Schwingungskreise  $K_1$  und  $K_2$  miteinander, beispielsweise durch die Spulen 11 und 12. Durch richtige Wahl des Kopplungsgrades läßt sich eine gemeinsame Resonanzkurve erzielen, bei der zwei Maxima auftreten. Je nach dem Grad der Kopplung sind diese mehr oder weniger voneinander entfernt. Man kann sie einander so nahe bringen, daß sie ineinander übergehen. Praktisch tritt dann nur ein einziges, aber verbreitertes Maximum in Erscheinung. Eine Resonanzkurve dieser Art zeigt Abb. 9. Durch dieses verbreiterte Maximum ist die Übertragung von musikalischen Darbietungen ohne Unterdrückung der Seitenbänder gewährleistet. Es soll eine Resonanzkurve erzielt werden, die oben nicht spitz, sondern rechteckig verläuft, damit der Einwirkungsbereich der ankommenden Welle vergrößert wird. Dadurch, daß die Seitengrenzen steiler abfallen, werden auch außerhalb des Rechteckbereiches stärkere Störungen unschädlich oder wenigstens unschädlicher gemacht, als es durch eine gewöhnliche Resonanzkurve im allgemeinen geschieht. Allerdings muß man hierbei in Kauf nehmen, daß die Störwellen, die direkt auf der Sendewelle auftreten, mitempfangen werden.

Um auch diese Störwelle noch auf ein Minimum herabzudrücken, wird eine Schaltung nach Abb. 10 verwendet<sup>3)</sup>. Bei dieser Anordnung sind die beiden Schwingungskreise  $K_1$  und  $K_2$  aperiodisch, d. h. sie können alle auftretenden Schwingungen empfangen. Koppelt man diese beiden Kreise in entgegengesetztem Sinne mit einem Empfangsapparat E, so würden sich alle Schwingungen kompensieren. Um dies zu vermeiden, koppeln wir mit dem Kreis  $K_2$  einen Schwingungskreis S (Abb. 10), der auf die Empfangswelle (400 m) abgestimmt ist. Dieser Schwingungskreis dient dadurch als

1) DRP. 423 124.

2) DRP. 384 124.

3) DRP. 466 030.

Sperre für die Empfangswelle und verringert die auf diesem Wege übertragene Energie der ankommenden Schwingungen. Somit werden atmosphärische Störungen, die aperiodisch oder von einer Frequenz sind, die von der zu empfangenden Energie verschieden ist, auf beiden Wegen annähernd gleich stark übertragen, da die Dämpfung in beiden Kreisen  $K_1$  und  $K_2$  gleich groß und sehr gering ist. Nur die Störschwingungen, die gleich oder angenähert gleich der Sendewelle sind, werden in ihrer Amplitude im Kreise  $K_1$  größer sein als im Kreise  $K_2$ . Jedoch kann man diese dadurch weitgehend ausgleichen, daß man die Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  entsprechend einstellt und dadurch die zusätzliche Dämpfung in den beiden Kreisen reguliert. Auf diese Weise läßt es sich erreichen, daß die Störungen auch in der Nähe der Sende-

welle auf ein Minimum im Empfangsapparat herabgedrückt werden.

Aus den Ausführungen geht hervor, daß eine große Anzahl von Schaltungen bekannt ist, um den Empfang von störenden Einflüssen freizuhalten. Doch haben alle diese Anordnungen den Nachteil, daß sie in ihrer Schaltungsweise sehr kompliziert sind und wegen der Schwächung des Empfanges die Einschaltung einer Anzahl Verstärkerstufen verlangen.

Bei der drahtlosen Telegraphie sind diese Schaltungen mit gutem Erfolg verwandt worden, da es dabei bekanntlich nicht so auf die Breite des Frequenzbandes ankommt. Bei der drahtlosen Telephonie (Rundfunkübertragung), wo die Breite des Frequenzbandes eine große Rolle spielt, haben diese Schaltungen bisher wenig Erfolg gezeitigt.

## Ein Rahmenempfänger mit aperiodischer Hochfrequenzverstärkung

Die Verdrahtung. — Herstellung der Hochfrequenztransformatoren.

Von

**Eduard Rhein.**

### Die Verdrahtung.

Es wäre zwecklos<sup>1)</sup>, mit der Verdrahtung zu beginnen, bevor nicht die Trennfugen der Abschirmplatten sorgfältig auf

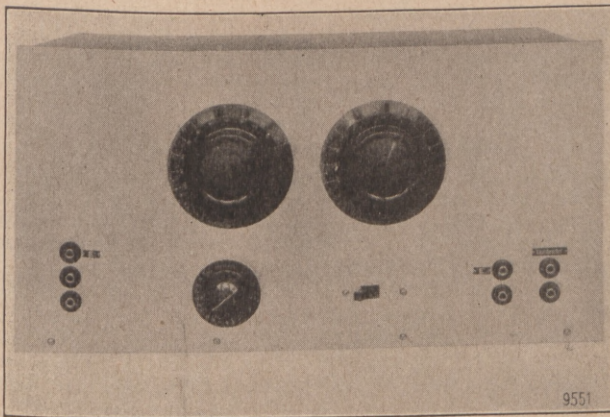


Abb. 14.

Vorderansicht des fertigen Rahmenempfängers.

Dichtigkeit untersucht sind. Die Trennfuge der beiden Messingplatten zu verlöten ist nicht notwendig, aber sicherer. Wo es nötig scheint, suche man die Verhältnisse durch Einsetzen eines weiteren Winkels zu verbessern. Für die Leitungsverlegung ist an Stelle der üblichen Verdrahtungspläne eine größere Zahl von Lichtbildern gemacht worden, weil sich aus ihnen die Verhältnisse besonders für den jüngeren Bastler leichter übersehen lassen.

Sämtliche Bohrungen in der Grundplatte, durch die Verbindungsleitungen geführt werden, sollten so weit sein, daß die Isolierhülle des Drahtes bequem hindurchgeführt werden kann. Es empfiehlt sich, die Kanten dieser Löcher vor dem Einziehen des Drahtes etwas zu verrunden. Bei einem solchen Verstärker ist es natürlich Voraussetzung, daß sämtliche Leitungen gelötet werden, weil sonst durch die notwendigen Verbindungsklemmen störende Kapazitäten verursacht würden.

Wie aus den Abb. 14 und 15 ersichtlich ist, erfolgt die Regelung der Lautstärke durch Verändern des Heizstromes der Hochfrequenzröhren. Obschon diese Methode bei Batteriebetrieb gegenüber der Regelung

der Anodenspannung einige Nachteile hat, wurde von dieser letzten Art der Regelung doch Abstand genommen, weil die Beschaffung der benötigten Widerstände schwierig ist und sich selbst bei Widerständen von 50 000 Ohm noch nicht eine genügende Verminderung der Lautstärke größerer Sender durchführen läßt. Ein praktisch brauchbarer Widerstand dieser Art läßt sich wohl nur durch Einbau eines fein unterteilten Stufenschalters herstellen, der es ermöglicht, an einem Drahtwiderstand von mehr als 100 000 Ohm die gewünschten Abgriffe vorzunehmen.

Trotzdem der Anodenstromverbrauch des ganzen Empfängers außerordentlich niedrig ist — er beträgt bei 200 V effektiver Anodenspannung maximal etwa 30 mA — kann man im Zeitalter des Netzanschlusses wohl voraussetzen, daß der Bastler bestrebt sein wird, wenigstens die Anodenspannung einem Netzanschlußgerät zu entnehmen. Dann aber spielt der geringe Mehrverbrauch an Anodenstrom keine Rolle. In diesem Falle bietet sogar die Lautstärkeregelung durch Veränderung der Heizspannung den Vorteil, daß die Belastung des Netzanschlußgerätes ziemlich konstant bleibt.

Das ist deshalb von Bedeutung, weil viele Netzanschlußgeräte Drosseln mit sehr hohem Ohmschen Widerstand besitzen. Bei Verminderung des Anodenstromverbrauchs steigt also die Anodenspannung an der Dreifachröhre — die ja von der Lautstärkeregelung nicht betroffen wird — um ein recht beträchtliches Stück. Und zwar steigt sie bei Verringerung des Anodenstromes der Hochfrequenzröhren. Damit verschiebt sich auch vor allem die Kennlinie der Endröhre, so daß Verzerrungen und evtl. Überbeanspruchungen die Folge sind.

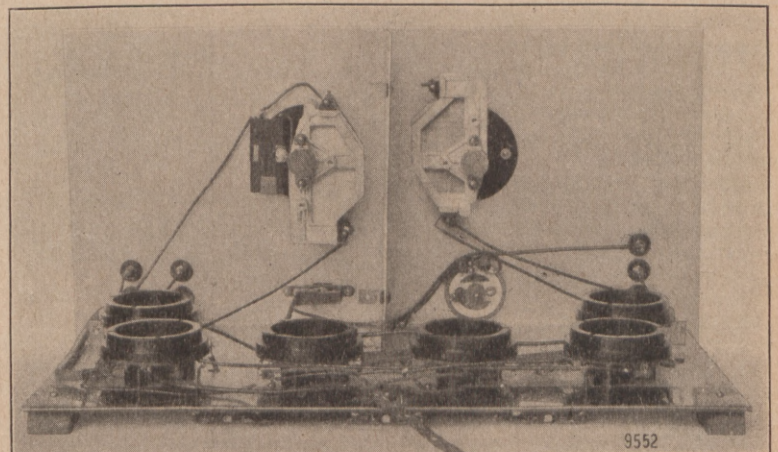


Abb. 15. Die Leitungsführung an der Frontplatte. Neben dem linken Drehkondensator ist der Becherkondensator von 0,1  $\mu$ F befestigt.

<sup>1)</sup> Vgl. die ersten Aufsätze im „Funk-Bastler“, Heft 27, Seite 417, und Heft 28, Seite 433.

Bei zwei handelsüblichen Netzanschlußgeräten betragen die Spannungsschwankungen bis zu 20 bzw. 36 Volt. Bereits in einem früheren Aufsatz<sup>2)</sup> wurde ausgeführt, daß auch bei Netzanschlußgeräten nicht, wie man gern annimmt und vielfach behauptet, mit der steigenden Belastung und dem dadurch bei bestimmten Schaltungen bedingten

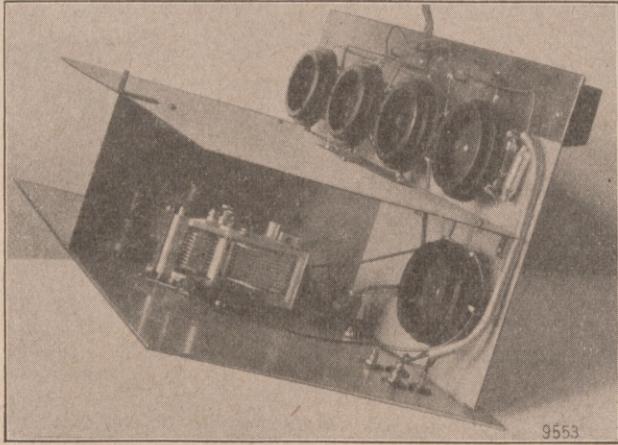


Abb. 16. Blick in den rechten Abschirmkasten.

größeren Spannungsabfall an dem für die Gittervorspannung vorgesehenen Widerstand eine entsprechend größere Vorspannung aufträte. Diese Symmetrie — so angenehm sie wäre — ist leider bis heute Utopie.

Wird die Gittervorspannung einer Gitterbatterie entnommen, so liegen die Verhältnisse nicht günstiger. Über die Anpassung vorhandener Netzanschlußgeräte an den Empfänger soll später gesprochen werden.

Die Regelung der Lautstärke durch einen Heizwiderstand der angegebenen Größe ist geräuschlos, zuverlässig und billiger in der Anschaffung.

Der Heizdrehwiderstand soll etwa 6 Ohm haben. Es empfiehlt sich nicht, einen Widerstand höherer Ohmzahl einzubauen, weil sich sonst die Lautstärke nicht genügend fein regeln läßt.

Es ist zweckmäßig, zuerst die aus den Abbildungen 15, 16 und 17 ersichtlichen Verbindungen an der Frontplatte zu legen. Wo die Leitungsführung aus den Bildern allein nicht genügend klar zu ersehen ist, verfolge man entweder den Gesamtschaltplan oder die Zeichnung Abb. 11.

Dann lege man zunächst den kompletten Heizkreis und prüfe ihn durch. Bei eingeschaltetem Kipphebelschalter und aufgedrehtem Heizregler müssen sämtliche Röhren aufleuchten. Die Dreifach-Niederfrequenzröhre brennt hell, während die Fäden der drei Hochfrequenz-Zweifachröhren nur rot glühen. Beim Drehen des Heizreglers muß sich bei den Hochfrequenzröhren ein deutliches Dunklerwerden der Heizfäden beobachten lassen. Die Dreifachröhre darf von der Heizstromregelung nicht mit beeinflußt werden, sie brennt auch bei ausgeschalteten Hochfrequenzröhren (Ortsempfang). Es ist zweckmäßig, die zum Akku führenden Schnüre dick zu machen (etwa 1,5 qmm), da sonst beim Einschalten der drei Hochfrequenzröhren ein Spannungsabfall entsteht, der sich deutlich durch ein Dunklerwerden der Dreifachröhre markiert. Überhaupt nehme man für den ganzen Heizkreis nicht zu dünne Leitungen. Am besten Kupferdraht von 1,5 qmm.

Streckenweise wird die Abschirmung zur Leitung des Heizstromes für die Hochfrequenzröhren benutzt. Und zwar — vgl. die Zeichnung Abb. 11 — das Stück zwischen dem Heizdrehwiderstand und dem Anschluß der Heizleitungen an dem zur Frontplatte parallel laufenden Abschirmblech.

<sup>2)</sup> Vgl. Eduard Rhein: „Dinge, die zu denken geben“, „Funk-Bastler“ 1929, Heft 23.

Nachdem der Heizkreis durchgeprüft worden ist, lege man die übrigen Leitungen in beliebiger Reihenfolge.

Der Anschluß der zwei Kopplungselemente zwischen den Fassungen der ersten drei Mehrfachröhren bereitet keine Schwierigkeiten. Man vermeide jedoch, an den aus den Glasröhren herausgeführten dünnen Kupferdrähten mehr als unbedingt nötig herumzubiegen. Vor allem verdrehe man sie nicht, weil sich sonst u. U. die im Glas eingeschmolzene Verbindungsstelle löst. Gerade dieser Fehler ist beim fertig geschalteten Empfänger nur sehr schwer herauszufinden.

Die drei unterhalb der Grundplatte sitzenden Blockkondensatoren von je 1  $\mu$ F sollten erst dann endgültig befestigt werden, wenn die Röhrenfassungen montiert sind, weil es von großer Bedeutung ist, daß die Zuleitungen zu diesen Kondensatoren so kurz wie möglich gehalten werden. Es empfiehlt sich außerdem, diese Leitungen ganz besonders dick zu machen, damit die Kondensatoren in ihrer beruhigenden Wirkung nicht durch Spannungsabfälle in den Zuleitungsdrähten ungünstig beeinflußt werden. Wenn möglich, beschaffe man sich Kupferrohr von etwa 6 bis 8 mm Durchmesser. Wo es angelötet werden soll, quetscht man es mit der Zange flach.

Der in Abb. 18 zwischen dem ersten und zweiten Kondensator sichtbare schräg befestigte Hochohmwiderstand liegt in der Anodenstromzuleitung der letzten Hochfrequenzröhre. Er hat einen Widerstand von 30 000 Ohm und soll ein zu starkes Anwachsen des Anodengleichstromes verhindern.

Die beiden Lautsprecherleitungen müssen in Bleikabel verlegt werden. Die in den Abb. 16 und 19 erkennbaren Blockkondensatoren an der Fassung der Dreifachröhre, die beide in erster Linie den Zweck haben, in den Niederfrequenzteil gelangende Hochfrequenz abzuleiten, werden dicht bei den Anschlußfedern der Fassung angelötet (vgl. auch Abb. 8).

#### Die Hochfrequenztransformatoren.

Zunächst über ihren rein mechanischen Aufbau: es hat sich als vorteilhaft erwiesen, Zylinderspulen zu verwenden (Abb. 20). Die Windungen sind auf einen Durchmesser von etwa 50 mm gewickelt. Wie aus Abb. 20 hervorgeht, besitzen die Spulen einen gleichen Sockel wie die Mehrfachröhren. Es wäre zwar möglich, für diese Spulen auch die gewöhnlichen Röhrensockel mit 6 Stützen nach dem Normblatt DIN VDE 1506 zu verwenden. Mit Rücksicht auf die außerordentlich schädlichen kapazitiven Nebenschlüsse sowie mit Rücksicht auf einen einheitlichen

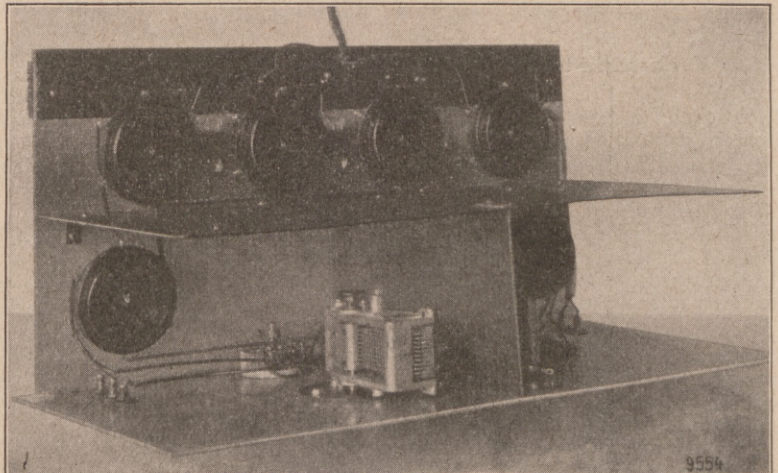


Abb. 17. Blick in den linken Abschirmkasten.

und einfachen Aufbau des Gerätes, bequeme Austauschbarkeit und gute Kontaktgabe ist jedoch zu empfehlen, möglichst nur die vorgeschlagenen Sockel zu verwenden; auch bei der linken Spule, für die in der Fassung — vorläufig! — nur 4 Anschlüsse notwendig sind.

Ein solcher Röhrensockel ist in Abb. 21 wiedergegeben. Man denke sich jedoch die für einen weiter unten bezeichneten Zweck eingesetzten Teile (Widerstand und Blockkon-

densator) fort. Über diesen Sockel wird ein Zylinder aus Isolierpappe oder Pertinax geschoben und dann am Sockel durch 3 Schrauben befestigt. Insgesamt werden für den kompletten Empfänger benötigt:

- 1 Hochfrequenztransformator 200 bis 600 m (links),
- 1 Hochfrequenztransformator 600 bis 2000 m (links),
- 1 Hochfrequenztransformator 200 bis 600 m (rechts),
- 1 Hochfrequenztransformator 600 bis 2000 m (rechts),

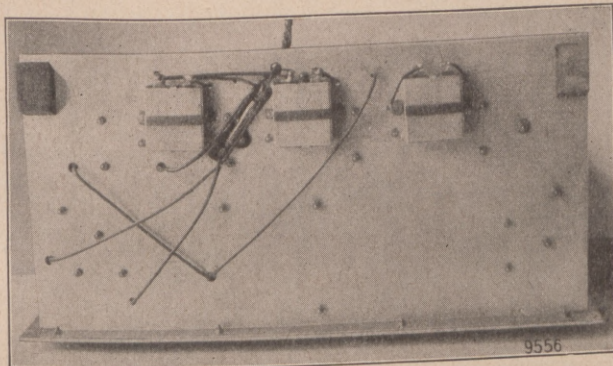


Abb. 18. Die Leitungsführung auf der Unterseite der Grundplatte.

- 1 Hochfrequenztransformator 200 bis 600 m (Ortsempfang),
- 1 Hochfrequenztransformator 600 bis 2000 m (Ortsempfang),
- 1 Kurzschlußstecker (Rahmen-Ortsempfang, Schallplattenwiedergabe).

Die Höhe der obenerwähnten Pappzylinder beträgt 115 mm. Für den Kurzschließer ist eine Papprolle nicht unbedingt notwendig; sie erleichtert aber das Einsetzen. Der auf die Spulen aufzuwickelnde Draht besteht aus umsponnenem oder emailliertem Kupferdraht. Dem weniger geübten Bastler ist bei der Verwendung emaillierten Drahtes ganz besondere Vorsicht anzuraten, da bei unvorsichtigem Wickeln leicht Kurzschlußwindungen entstehen. Hochfrequenzlitze ist nur bei zwei Spulen vorgesehen.

Bei einigen Spulen ist es zu empfehlen, im Innern des Pappzylinders noch einen zweiten Pappzylinder anzubringen,

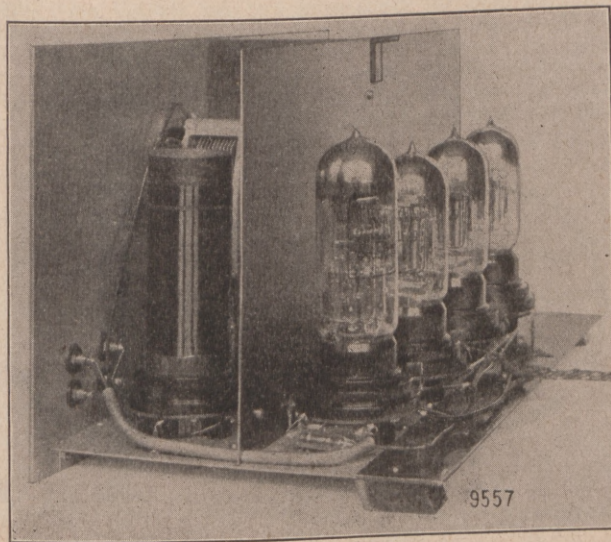


Abb. 19. Die Anschlüsse am Sockel der Dreifachröhre. Die Lautsprecherleitungen sind in Bleikabel verlegt.

der einen Teil der Windungen aufnimmt (vgl. Abb. 22). Es ist natürlich möglich, die einzelnen Wicklungen übereinanderzulegen, diese Anwendung ist aber wesentlich ungünstiger. Zu dem inneren Spulenkörper wählt man entweder passendes Pertinaxrohr von 37 mm Außendurchmesser oder mit Isolierlack bestrichenes Papprohr. Läßt sich dieses Rohr nicht beschaffen, so kann man sich den Spulenkörper leicht aus einer dünnen Zelluloidplatte rollen und die Naht durch Einkleben eines Streifens mit Azeton zusammenkleben. Für

die Befestigung dieser Spule können die gleichen Schrauben benutzt werden, die auch zur Befestigung des äußeren Spulenkörpers dienen.

Die näheren Wickeldaten, also Windungszahlen, Drahtstärken, Isolation, Abstand der Spulen und Anschluß der Drahtenden sind der folgenden Aufstellung bzw. den Zeichnungen Abb. 22 bis 26 zu entnehmen. Die erforderlichen Drahtlängen errechnen sich bei dem äußeren Spulenkörper angenähert zu: Windungszahl  $\times 0,16 \text{ m} = \dots \text{ m}$ . Für die inneren Spulen ist entsprechend dem geringeren Außendurchmesser einzusetzen: Windungszahl  $\times 0,12 \text{ m} = \dots \text{ m}$ . Zu den so errechneten Werten schlägt man noch etwa 10 bis 20 v. H. für Verschnitt und Zuleitungsdrähte. Bei der Befestigung der äußeren Spulenträger achte man auf festen Sitz, weil die Kraft zum Niederdrücken und Eindrehen der Verriegelung beim Auswechseln der Spulen auf die Papprolle wirkt.

**1. Linke Spulen.**

- a) Spule für 200 bis 600 m, Schaltung 1, Aufbau 1. Primärwicklung AB, 160 Windungen, 0,3 mm Durchmesser, emailliert; Sekundärwicklung CD, 27 Windungen, Hochfrequenzlitze,  $30 \times 0,07 \text{ mm}$  Durchmesser;
- b) Spule für 600 bis 2000 m, Schaltung 1, Aufbau 2. Primärwicklung AB, 240 Windungen, 0,15 mm Durchmesser, emailliert; Sekundärwicklung DE, 175 Windungen, FC 125 Windungen E mit F verbinden, also insgesamt 300 Windungen, 0,3 mm Durchmesser, emailliert.

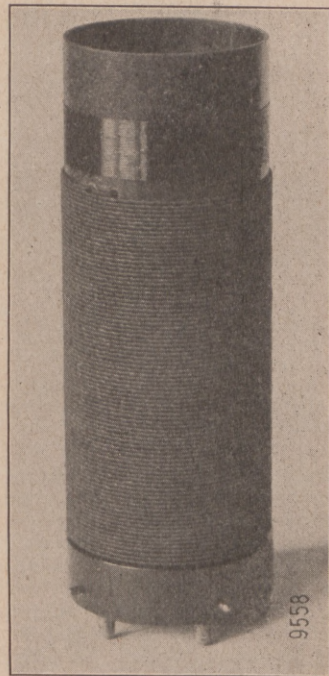


Abb. 20. Hochfrequenztransformator. Am oberen Ende der dicken Wicklung ist die schleifenförmige Befestigung des Drahtes erkennbar.

**2. Rechte Spulen.**

- c) Fernempfangsspule für 200 bis 600 m, Schaltung 2, Aufbau 1. Primärwicklung AB, 58 Windungen, 0,3 mm Durchmesser, emailliert; Sekundärwicklung CD, 90 Windungen, Hochfrequenzlitze,  $30 \times 0,07 \text{ mm}$  Durchmesser;
- d) Fernempfangsspule für 600 bis 2000 m, Schaltung 2, Aufbau 1. Primärwicklung AB, 40 Windungen, 0,25 mm Durchmesser, emailliert; Sekundärwicklung CD, 325 Windungen, 0,25 mm Durchmesser emailliert;
- e) Ortsempfangsspule für 200 bis 600 m, Schaltung 3, Aufbau 3. Primärwicklung AB, 45 Windungen, 0,5 mm Durchmesser, Baumwollumspinnung; Sekundärwicklung CD, 92 Windungen, 0,5 mm Durchmesser, Baumwollumspinnung;
- f) Ortsempfangsspule für 600 bis 2000 m, Schaltung 3, Aufbau 3. Primärwicklung AB, 15 Windungen, 0,2 mm Durchmesser, emailliert; Sekundärwicklung CD, 265 Windungen, 0,2 mm Durchmesser emailliert;
- g) Kurzschließer für Rahmenortsempfang oder Schallplattenwiedergabe, Schaltung 4.

Die Befestigung der Drahtenden erfolgt so, daß in dem Pappzylinder dicht nebeneinanderliegende Löcher gebohrt werden, durch die der Draht schleifenförmig gezogen wird.

Es ist beim Anschluß der Drahtenden streng darauf zu achten, daß diese nicht an verkehrte Kontaktstifte gelötet werden. Deshalb sei noch darauf hingewiesen, daß sich die Zeichnungen sämtlich auf die von oben gesehenen Röhrenfassungen beziehen.

Erfahrungsgemäß macht man beim Anlöten der Drahtenden leicht den Fehler, die Stiftenpaare zu vertauschen, so daß also die Schaltung spiegelbildlich ausgeführt wird.

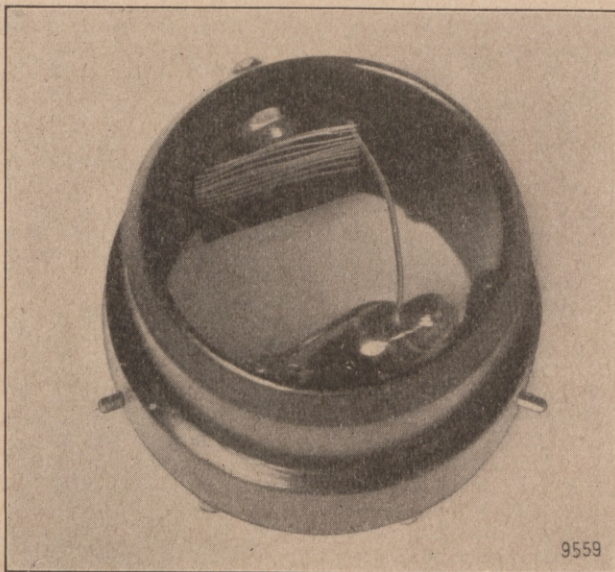


Abb. 21. Ein Röhrensockel. Um Irrtümer zu vermeiden sei betont, daß der Teil, in den dieser Sockel eingesteckt wird, immer als Fassung bezeichnet ist. Übrigens die einzige unzweideutige Bezeichnungsart! Leider wird die Fassung immer wieder als Sockel bezeichnet. Über die in den Sockel eingebauten Teile vgl. den Text.

Ein genauer Überblick über die durch den Spulenwechsel hervorgerufenen Umschaltungen im rechten Abstimmkreis war bereits in Abb. 4 gegeben. Nachdem die Spulen fertig und auch einige Zeit ausprobiert sind, versee man sie zum Schutz gegen mechanische Beeinflussungen mit einem Überzug aus Kaliko, Wachstuch oder ähnlichem Stoff. In Abb. 27 sind fabrikmäßig hergestellte Spulen wiedergegeben, deren Schaltung genau mit den Schaltungen nach Abb. 22 bis 26 übereinstimmt. Da sich der Preis der fertig gekauften

Überbrückungskondensator. In einigen Fällen, die bereits im vorhergehenden erwähnt wurden, mag es wünschenswert sein, die mittlere Hochfrequenz-Zweifachröhre zu überbrücken. Zu diesem Zweck verwendet man den in Abb. 21 photographierten Röhrensockel, in dem zwischen  $G_1$  und  $A_2$  (vgl. Abb. 6) ein Kondensator von etwa 150 cm Kapazität liegt. Die abgebildete Drahtspule ist für einen weiteren Zweck bestimmt, auf den in einem

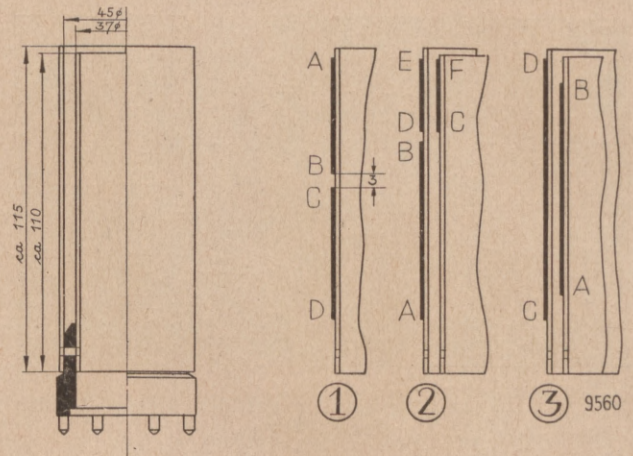


Abb. 22. Der Aufbau der Hochfrequenztransformatoren. Man beachte den verschiedenartigen Aufbau, der durch die eingekreisten Zahlen 1, 2, 3 gekennzeichnet ist.

späteren Aufsatz noch zurückgekommen werden soll. Sie kann also fortbleiben.

Das Gehäuse kann nach zwei verschiedenen Gesichtspunkten durchgebildet werden: entweder es übernimmt die noch fehlende Abschirmung des Empfängers, dann muß es besonders sorgfältig gebaut und mit Blech verkleidet sein, oder man schirmt das eigentliche Chassis bereits so ab, daß es auch ohne Gehäuse benutzt werden kann. Das Gehäuse ist dann nur Schutz- und Verschönerungsmittel. Beide Wege sind gleich gut, — aber nicht gleich billig.

Zunächst über die erste Methode: Da die seitlichen Wände des Empfängers, die Rückwand und der Deckel noch nicht abgeschirmt sind, diese Abschirmung aber unbedingt notwendig ist, wenn nicht die weiter unten beschriebenen Kupferkästen eingebaut werden sollen, wird der benötigte Holzkasten am besten mit dünnem Kupferblech ausgeschlagen (etwa 0,5 mm). Der Deckel des Kastens muß

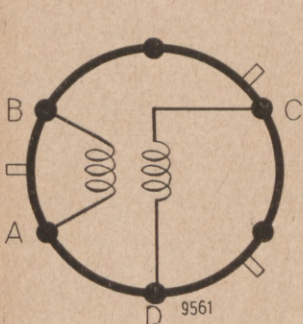


Abb. 23. Schaltung 1.

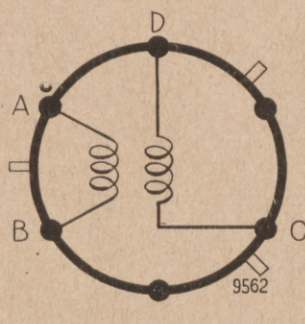


Abb. 24. Schaltung 2.

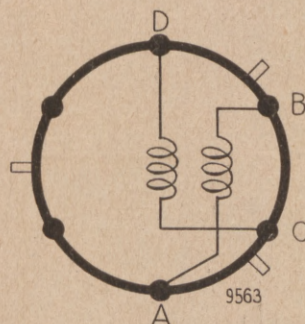


Abb. 25. Schaltung 3.

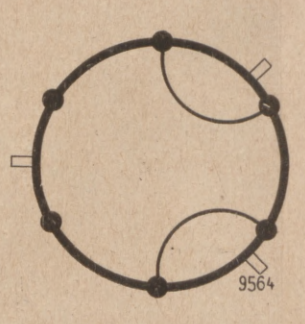


Abb. 26. Schaltung 4.

Die Schaltung der Hochfrequenztransformatoren. Blick von oben auf die Fassung! Achtung! Beim Anlöten der Drahtenden spiegelbildlich anschließen!

Spulen sehr niedrig stellt (vgl. die weiter unten folgende Stückliste), werden einige Bastler vielleicht vorziehen, auf den Selbstbau der Spulen zu verzichten. Die auf den Spulen ersichtlichen Bezeichnungen A und B beziehen sich auf ihre Zugehörigkeit zu den beiden in Frage kommenden Fassungen, und zwar sind die Spulen, die in die linken Fassungen gehören, mit A, und die in die rechten Fassungen gehörenden mit B bezeichnet.

Auf dem gleichen Bild sind auch die Dreifachröhre Typ 3 NF 7 mit herausgeführtem Mittelkontakt und die neue Zweifachröhre Typ HF 29 abgebildet.

aufklappbar sein, damit man jederzeit in das Innere des Empfängers gelangen und die Spulen auswechseln kann.

Wie das Chassis mit dem Gehäuse verschraubt wird, bleibt dem Bastler überlassen. Ebenso die geschmackliche Ausgestaltung des Gehäuses. Hierbei sei nur betont, daß man am besten auf alle Zierleisten verzichtet, dafür aber edleres und versperrtes Holz wählen sollte (Abb. 28).

Die im Gehäuse befestigten Abschirmungen müssen so durchgebildet sein, daß sie bei eingeschobenem Chassis überall dicht anliegen, damit nicht an den entstehenden Schlitten Kopplungen entstehen können. Es ist daher viel-



leicht zu empfehlen, die seitlichen Wände und die Rückwand auch aus Messingblech herzustellen, das fest am eigentlichen Empfänger angeschraubt wird. Die entstehenden Kanten wenn möglich verlöten! Daß Aluminium sich nicht löten läßt, braucht wohl kaum gesagt zu werden. Es bleibt dann nur noch die Deckelplatte, die sich so durchbilden läßt, daß schon durch das Gewicht des Deckels ein genügend dichter Abschluß der drei Boxen erreicht wird.

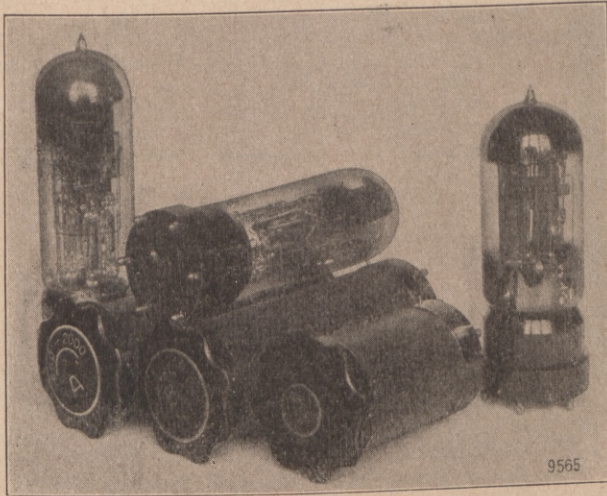


Abb. 27. Die auswechselbaren Spulen und die Röhren. Bei der liegenden Dreifachröhre ist der Mittelkontakt zu sehen.

Im allgemeinen wird es jedoch nicht notwendig sein, den Empfänger überhaupt mit einem Metallgehäuse zu umkleiden, so daß er also in der aus Abb. 19 ersichtlichen Form verwendet werden kann.

Es ist dann allerdings unerlässlich, den rechten Hochfrequenztransformator — und vielleicht auch den linken — mit einem Kupfermantel von  $10 \times 10$  cm Seitenlänge zu umgeben (vgl. Abb. 29). Dazu genügt Kupferblech von 0,6 (bis 1,0) mm Dicke, das an der Trennstelle gut verlötet werden muß. Dieser Zylinder hat zweckmäßig eine solche Höhe, daß er oben mit den Abschirmblechen und der Frontplatte abschneidet. Falls sich dadurch das Auswechseln der Spulen etwas erschweren sollte, kann seine Höhe bis auf 19 cm verringert werden. Bei der Anbringung eines solchen Kastens wird sicher verhindert, daß der Empfänger im Bereich der Rundfunkwellen schwingt.

Sollte sich beim Empfang der langen Wellen eine störende Schwingneigung bemerkbar machen, so versuche man zuerst, diese durch Einfügen eines Schirmbleches nach Abb. 30 zu beheben, das in der Linie der kurzen, senkrecht zur Frontplatte stehenden Abschirmplatte befestigt wird. Für den Versuch genügt bereits ein Stück dickere Kupferfolie, die

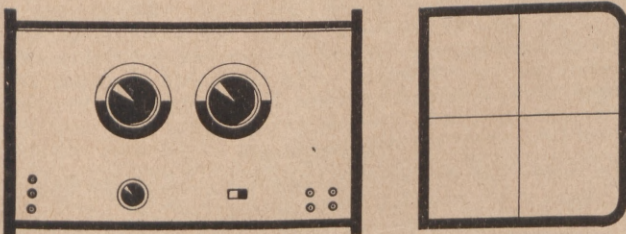


Abb. 28. Das Gehäuse. Schlichte Form, aber edles Holz!

durch Metallklammern, Schrauben oder dergleichen gehalten wird.

Sollte diese Maßnahme nicht die erhoffte Wirkung bringen, so umgebe man auch den linken Hochfrequenztransformator mit einem Kupferkasten. Bei richtigem Aufbau wird der Empfänger dann auch auf langen Wellen stabil arbeiten.

Damit die Auswechselbarkeit der Spulen leichter durchgeführt werden kann, ist es vorteilhaft, in den Abschirmkästen Papptrichter nach Abb. 29 anzubringen, durch die der Spulensockel immer selbsttätig genau über die Fassung gelenkt wird. Diese Trichter befestigt man am besten

durch kurze Kupferniete oder kleine Schrauben an den Blechwänden.

Die zur Durchführung der Leitungen am Fuß der Abschirmkästen notwendigen Schlitzte kann man später leicht mit einer Schere heraus schneiden. Man achte jedoch sorgsam darauf, daß der Abschirmkasten nicht die Lautsprecherbuchsen bzw. die Buchsen für Ortsempfang und Tonabnehmer berührt und sie etwa kurzschließt. Zur Vorsicht kann man an kritischen Stellen Glimmer oder dgl. zwischenlegen.

Es ist unbedingt notwendig, daß der Empfänger beim Einsetzen dieser Kästen vollständig von den Batterien abgeschaltet wird, da sonst die Röhren gefährdet werden.

Da die Abschirmung durch Kupferkästen in den meisten Fällen wirksamer ist, und außerdem den Vorzug billigerer und einfacherer Herstellung hat, sollte man ihr den Vorzug geben. Nur dort, wo das Gehäuse des Empfängers ohnehin ganz aus Metall hergestellt werden soll, wie es bei dem vorliegenden Modell der Fall war, kann man versuchen, ohne die Kupferzylinder auszukommen.

Nach Einsetzen des rechten Kupferkastens arbeitete das Modell ohne irgendwelche sonstigen Abschirmungen vollständig stabil. Bei den Versuchen denke man daran, daß sich die Einstellung des zu dem abgeschirmten Hochfrequenztransformator gehörenden Drehkondensators bei eingesetztem Kasten verschiebt; man muß also nachregulieren.

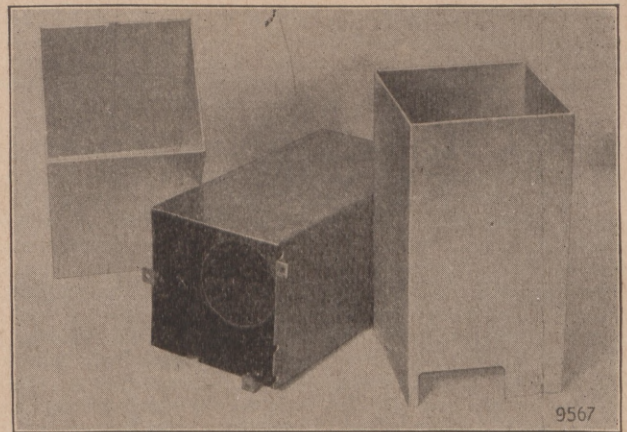


Abb. 29. Abschirmkästen aus Kupfer oder Aluminium. Es werden höchstens zwei Kästen benötigt. In dem liegenden Kasten ist der Papptrichter erkennbar.

Einknopfbedienung. In der Einleitung wurde bereits gesagt, daß keinerlei grundsätzliche Schwierigkeiten bestehen, den Empfänger mit Einknopfbedienung auszurüsten. Wie eine einfache Überlegung zeigt, ist es natürlich möglich, die beiden Kondensatoren auf eine gemeinsame Achse zu setzen, so daß ihre Platten senkrecht zur Frontplatte stehen und die Einstellung durch einen Trommeltrieb betätigt werden kann. Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß zwischen beiden Kondensatoren eine etwa zehn- bis fünfzigtausendfache Verstärkung liegt, daß also die Abschirmungsfrage sorgfältig durchdacht werden muß. Über diesbezügliche Versuche soll in einem späteren Aufsatz berichtet werden. Die Herstellung eines Gerätes mit Einknopfbedienung stellt offensichtlich höhere Anforderungen an den Bastler, weil die Angleichung der Spulenwicklungen an die Kondensatoren ganz besondere Sorgfalt erfordert. Unter gewissen Voraussetzungen ist es sogar möglich, die Einknopfbedienung so durchzubilden, daß auch auf den üblichen Korrektionshebel verzichtet werden kann. Im Hinblick auf den Bastler, der sich mit dem Aufbau dieser vollständig neuartigen Verstärker erst einmal vertraut machen soll, erschien es jedoch zweckmäßiger, zunächst die Einstellung durch zwei Drehknöpfe vorzunehmen, weil dabei die Verhältnisse wesentlich einfacher sind und der Erfolg nicht von einem besonders geschickten Aufbau abhängt.

Das gleiche gilt bezüglich des Spulenwechsels beim Übergang von kurzen Wellen auf lange, auf Ortsempfang usw. Auch hierbei lassen sich noch sehr wichtige Verbesserungen und Vereinfachungen durchführen, so daß sich die Auswechslung der einzelnen Spulen erübrigt. Auch

darauf soll in einem späteren Aufsatz näher eingegangen werden.

Jedenfalls sei betont, daß sich die erwähnten Verbesserungen an dem beschriebenen Gerät auch noch nachträglich vornehmen lassen, da die Abmessungen etwas reichlich gehalten sind.

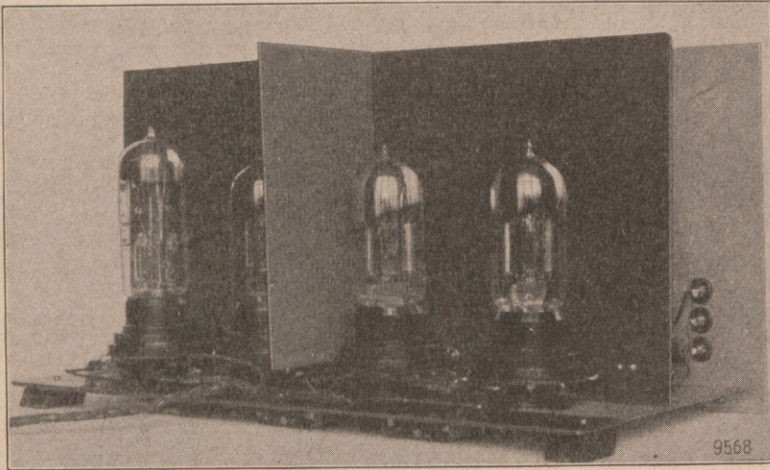


Abb. 30. Falls das Gerät auf langen Wellen bei voller Verstärkung zum Schwingen neigt, versuche man, sich durch Einsetzen des dritten Abschirmbleches zu helfen. Dieses Blech sollte am besten auf die Grundplatte aufstoßen. Achtung, daß an den Schlitzen in der Platte kein wilder Kontakt entsteht!

Eine gewisse Vereinfachung des Gerätes läßt sich in den meisten Fällen schon dadurch erzielen, daß man die rechten, für Fernempfang vorgesehenen Spulen auch zum Ortsempfang verwendbar macht. Es ist dann nicht mehr erforderlich, beim Übergang von Fernempfang auf Ortsempfang irgendwelchen Spulenwechsel vorzunehmen. Zu diesem Zweck wird ein kleiner Kunstgriff angewendet, der an Hand der Abb. 31 erläutert werden soll.

Bei eingesetzten Fernempfangsspulen sind die Punkte 1 und 2, die zu den Buchsen für Antenne und Erde führen, nicht benutzt. (Vgl. auch Abb. 4.) Wenn man nun entweder zwischen 1 und 3 oder zwischen 2 und 4, unter Umständen auch zwischen beide je einen Blockkondensator von etwa 50 bis 500 cm legt, so ergibt sich bei angeschlossener Antenne und Erde an den zu 1 und 2 führenden Buchsen die in Abb. 31 wiedergegebene Schaltung. In den meisten

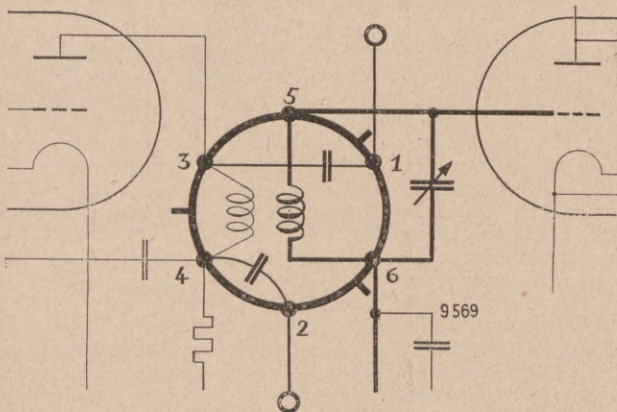


Abb. 31. So kann man in vielen — vielleicht auch in allen — Fällen besondere Ortsempfangsspulen sparen und die Bedienung des Gerätes vereinfachen.

Fällen genügt bereits ein einziger Blockkondensator, der in die zur Antenne führende Leitung gelegt wird. Die Größe dieses Kondensators ist von den elektrischen Eigenschaften der benutzten Hoch- oder Zimmerantenne abhängig. In einem bestimmten Falle ergab sich sein Wert bei Benutzung einer Zimmerantenne zu etwa 80 cm. Beim Übergang auf Ortsempfang ist es dann also nur nötig, die Antennen- und Erdleitung bei den dafür vorgesehenen Buchsen anzuschließen.

Falls auf die Verbindung mit der zur Erde führenden Buchse nicht verzichtet werden kann, lege man auch den zweiten Überbrückungskondensator. Dieser hat etwa 500 bis 1000 cm und ist, da der kleinere Kondensator angepaßt wird, nicht weiter kritisch. Bei den Anpassungsversuchen ist darauf zu achten, daß man auch jedesmal an dem rechten Drehkondensator nachstellen muß.

Bei diesen Versuchen untersuche man jedoch sorgfältig, ob bei eingesetzten Blockkondensatoren nicht eine Verschlechterung des Fernempfangs (geringere Trennschärfe oder Schwingneigung) eintritt. Da die eingesetzten Kondensatoren und die zu den beiden Buchsen führenden Leitungen als kleine Zusatzkapazitäten wirken, wird die rechte Abstimmung bei Fernempfang um einige Grad zurückliegen.

Zur Beurteilung der obenerwähnten Einflüsse ist dringend anzuraten, diese Versuche erst vorzunehmen, wenn der Empfänger einige Zeit mit den ungeänderten Fernempfangsspulen betrieben worden ist.

Da die Angleichung an eine bestimmte Antenne in einigen Fällen nicht erwünscht ist und man lieber den betr. Kondensator veränderlich machen möchte, läßt sich vielleicht der in Abb. 32 skizzierte Einbau eines veränderlichen Hartpapierkondensators ermöglichen. Dieser ist im Durchmesser allerdings auf etwa 35 mm beschränkt. Es gilt also zu untersuchen, ob es solche Drehkondensatoren im Handel gibt, ob und auf welche einfachste Weise sich ihr Einbau durchführen läßt. Es wäre eine dankenswerte Aufgabe für den

Bastler, diese an sich leicht zu übersehenden Versuche vorzunehmen und über die erzielten Erfolge — oder Mißerfolge — im „Funk“ zu berichten. Vielleicht kann der Drehkondensator auch am oberen Ende der Spule angebracht werden, obschon sich dann offenbar eine etwas

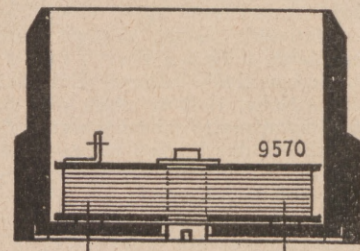


Abb. 32. Läßt sich im Sockel der Spule ein veränderlicher Hartpapierkondensator einbauen? Der Bastler hat das Wort ...

ungünstigere Leitungsführung ergibt. Gegen die Anbringung im Sockel wäre kaum etwas einzuwenden. Die Einstellung, die ja für jede Antenne nur einmal vorzunehmen ist, kann bei herausgenommener Spule durch einen Schraubenzieher geregelt werden. Überdies sollte der Spulenkopf zur Aufnahme des wünschenswerten Kurz-Lang-Schalters freibleiben.

### Die Einzelteile.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß einige Bauteile für den aperiodischen Hochfrequenzverstärker erst entwickelt werden mußten, so beispielsweise die Vakuumblockkondensatoren mit einseitig herausgeführten Anschlüssen. Diese Kondensatoren sowie die neuen Röhrenfassungen mit Dreifuß befinden sich erst seit wenigen Tagen im Handel, sind also nicht schon beim nächstbesten Funkhändler zu kaufen. Man wird beim Kauf der mit \* bezeichneten Teile vielleicht mit kleinen Schwierigkeiten rechnen müssen. Diese werden am einfachsten vermieden, wenn der betreffende Händler bei Aufgabe der Bestellung ausdrücklich auf diese Bauanleitung hinweist.

Beim Bezug fertiger Spulen verringert sich der Gesamtbetrag um den Preis für die 8 Röhrensockel und um den Posten für die sonstigen Teile zum Bau der Spulen, also um insgesamt 12,60 M., auf 152,40 M. Zu diesem Betrag

addiert sich dann der Preis für die kompletten Spulen gemäß folgender Aufstellung.

1 Spule A für 200 bis 600 m	} zusammen . . .	10,50 M.
1 Spule B für 200 bis 600 m		
1 Spule A für 600 bis 2000 m	} zusammen . . .	10,50 "
1 Spule B für 600 bis 2000 m		
1 Spule für Ortsempfang 200 bis 600 m <sup>3</sup>		5,80 "
1 Spule für Ortsempfang 200 bis 2000 m <sup>3</sup>		5,60 "
1 Kurzschlußstecker für Schallplattenwiedergabe, Ortsempfang mit Rahmen usw.		2,50 "
1 Überbrückungsstecker zum Ausschalten einer Zweifachröhre		3,75 "

**Liste der Einzelteile.**

1 Frontplatte, Aluminium, blank	3,50 M.
1 Grundplatte, Eisen	2,20 "
1 Abschirmblech, Messing	2,— "
1 Abschirmblech, Messing	1,— "
1 Abschirmblech, Kupfer	2,— "
2 Drehkondensatoren, 500 cm (mit Drehknopf, 10 cm Durchmesser)	12,— "
1 Heizdrehwiderstand, 6 Ω (mit Drehknopf)	1,— "
1 Kipphebelschalter	1,20 "
7 Buchsen mit Isolierscheiben	—,70 "
*6 Röhrenfassungen mit Dreifuß (je 3,65)	21,90 "
*2 Koppelemente mit Haltevorrichtung (je 4,—)	8,— "
*1 Vakuumblockkondensator mit einseitigem Lötanschluß, 100 cm	—,95 "
<b>Übertrag</b>	<b>56,45 M.</b>

	<b>Übertrag</b>	<b>56,45 M.</b>
*1 Vakuumblockkondensator mit zweiseitigem Lötanschluß, 5000 cm	1,30 "	
1 Widerstand, 30 000 Ω	1,40 "	
1 Becherkondensator, 0,1 μF	—,75 "	
3 Becherkondensatoren, 1 μF (je 1,—)	3,— "	
*8 Röhrensockel (für die H.F.-Transformatoren usw.) (je 1,20)	9,60 "	
3 Hochfrequenz-Zweifachröhren, Typ HF 29 (je 20,—)	60,— "	
1 Niederfrequenz-Dreifachröhre, Typ 3 NF 7	25,25 "	
*1 Vakuumblockkondensator mit einseitigem Lötanschluß 150 cm	1,— "	
1 Batterieschnur, kompl.	2,— "	
Bauteile für Spulen	3,— "	
Kleinzeug: Draht, Rüscheschlauch, Schrauben, Winkel, Lötzeug usw.	1,25 "	
<b>Insgesamt</b>	<b>165,— M.</b>	

\*

Da zur ersten Inbetriebnahme des Empfängers eine Rahmenantenne nötig ist, wird in einem der nächsten Hefte des „Funk-Bastler“ der Selbstbau eines Rahmens ohne Abschirmung, mit Drahtabschirmung und mit Blechabschirmung besprochen. Außerdem soll in diesem Aufsatz angegeben werden, auf welche Weise die verschiedenen käuflichen Rahmenantennen am besten abgeschirmt werden können. Da diese Maßnahme auch für andere Rahmenempfänger (Superhets) von Bedeutung ist, wird der ganze Fragenkomplex in einer besonderen Arbeit behandelt.

# Entnahme der Gitterspannungen aus dem Netzanschlußgerät

Von Dipl.-Ing H. E. Schwarz.

Während die Entnahme der Anodenspannungen aus dem Lichtnetz heute kaum noch irgendwelche Schwierigkeiten bereitet, liegen die Verhältnisse bei Entnahme der negativen Gittervorspannungen wesentlich ungünstiger. Wenn man für ein Empfangsgerät gegebener Bauart ein Netzanschlußgerät zu entwerfen hat, gelangt man mit einigen Kompromissen auch für die Gitterspannungen zu einem annehmbaren Ergebnis; anders liegen die Verhältnisse, wenn es sich darum handelt, ein Netzanschlußgerät zu bauen, das Empfänger verschiedensten Umfanges, etwa vom einfachen Audion bis zum Superhet einschließlich Kraftverstärker, mit Strom versorgen soll.

Das übliche Schaltbild des Gitterteils einer Netzanode ist in Abb. 1 dargestellt. Wie daraus zu ersehen ist, fließt der gesamte Anodenstrom, d. h. sowohl der Blindstrom, den der Spannungsteiler verbraucht, als auch der für den Empfänger benötigte, durch die Windungen der beiden hintereinander geschalteten Potentiometer P<sub>1</sub> und P<sub>2</sub>. Hält sich der Anodenstromverbrauch in mäßigen Grenzen, d. h. beträgt er einige Milliampere — so werden die Windungen der beiden Potentiometer nicht überlastet.

Über die Widerstandswerte der Potentiometer P<sub>1</sub> und P<sub>2</sub> muß man sich jedoch beim Entwurf klar werden. Wenn man die Verhältnisse bei Voraussetzung eines bestimmten Empfängers und Verwendung bestimmter Röhren nicht genügend klarstellt, kann es leicht vorkommen, daß durch Wahl eines zu hohen Widerstandes für P<sub>1</sub> die niedrigste erreichbare Minusspannung bei P<sub>2</sub> für die verwendete Röhre viel zu hoch liegt. Ein Zahlenbeispiel soll das klarstellen:

Der Spannungsteiler (Abb. 1) habe einen Widerstand von 9000 Ohm, das Potentiometer P<sub>1</sub> = 300 Ohm, P<sub>2</sub> = 500 Ohm; E sei mit 250 Volt angenommen. Durch die Kette Spannungsteiler plus zwei Potentiometer vom Gesamtwiderstand 9800 Ohm fließt ein Strom, der sich nach dem Ohmschen Gesetz wie folgt errechnet:  $J = \frac{250}{9800} = 25,5 \text{ mA}$ . Der

Empfänger soll rund 5 mA verbrauchen, so daß mit einer Gesamtbelastung von 30 mA zu rechnen ist. Durch die Potentiometer P<sub>1</sub> und P<sub>2</sub> fließen 30 mA. Die Spannungs-

abfälle an P<sub>1</sub> und P<sub>2</sub> lassen sich nach dem Ohmschen Gesetz leicht berechnen, und man findet, daß sich für G<sub>1</sub> die Spannung zwischen 0 und —9 V, für G<sub>2</sub> zwischen —9 und —24 V verändern läßt.

Durch irgendwelche Maßnahmen soll nun der Verbrauch an Anodenstrom auf 25 mA steigen, der Gesamtverbrauch

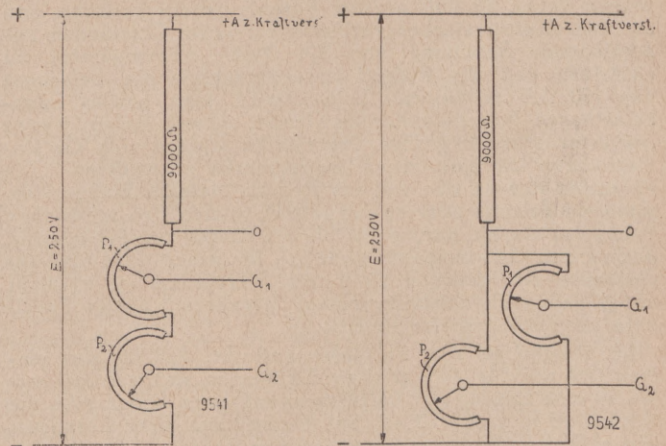


Abb. 1. Abb. 2.

beträgt dann rund 50 mA, und wenn man die Spannungsabfälle an P<sub>1</sub> und P<sub>2</sub> wie oben errechnet, erhält man für G<sub>1</sub> Spannungen von 0 bis 15 Volt, für G<sub>2</sub> solche von —15 bis —40 Volt. Es ist sehr leicht möglich, daß die bei G<sub>2</sub> verfügbare geringste Minusspannung von 15 Volt für die verwendete Endröhre bereits zu hoch liegt.

Dieses Beispiel soll nur zeigen, daß die verfügbaren Gitterspannungsbereiche abhängig sind von der Belastung; diese Abhängigkeit macht die Verwendung der Schaltung nach Abb. 1 für ein Universal-Netzanschlußgerät höchst fragwürdig, abgesehen davon, daß bei höheren Entnahmen eine Überlastung von P<sub>1</sub> und P<sub>2</sub> sehr wahrscheinlich ist.

\*) Diese beiden Spulen können u. U. fortbleiben. (Vgl. Text!)

Die Schaltung nach Abb. 2 ermöglicht eine freie Wahl von  $G_1$  und  $G_2$  von 0 bis zum negativen Maximalwert.

Für geringe Belastung ist die Schaltung nach Abb. 2 recht zweckmäßig. Schwierigkeiten ergeben sich erst, wenn größere Belastungen in Frage kommen. Nimmt man einen Empfänger mit Kraftverstärker an, so kann man leicht zu einer Gesamtbelastung von 150 mA kommen. Wählt man jedes der parallel geschalteten Potentiometer  $P_1$  und  $P_2$  zu 1000 Ohm, so ist ihr Gesamtwiderstand 500 Ohm, und man

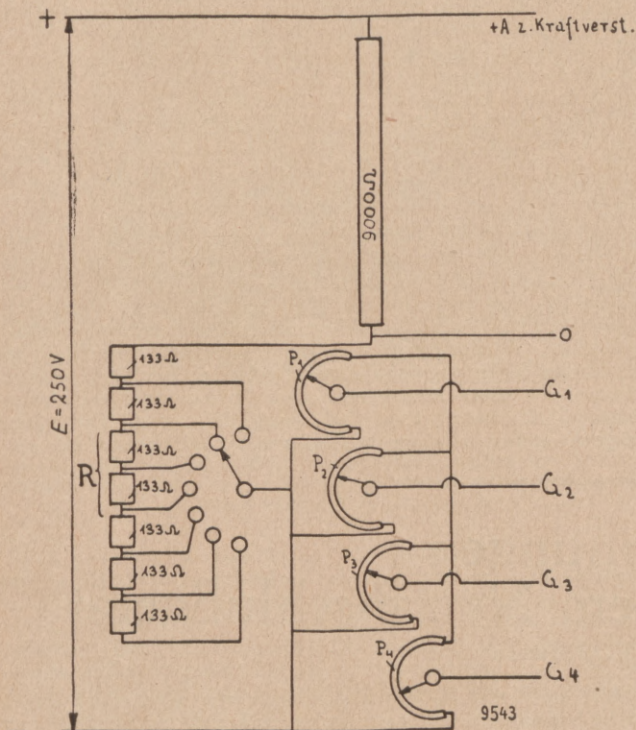


Abb. 3.

erhält einen Spannungsabfall von 75 Volt. Von der verfügbaren Spannung, die vorhin mit 250 Volt angenommen wurde, gehen 75 Volt an den Potentiometern verloren, und für den Kraftverstärker verbleibt die unter Umständen unzureichende Spannung von 175 Volt. Vorausgesetzt ist natürlich, daß die Potentiometerwindungen die Belastung von 150 mA aushalten. Leider wird man solche hochbelastbaren Potentiometer im Handel schwer finden; wegen der erforderlichen großen Drahtstärke würden sich die Potentiometer zu monströsen Instrumenten auswachsen. Die Potentiometer an den weitaus meisten Netzanschlußgeräten, seien sie gekauft oder selbst gebaut, stellen den schwachen Punkt der Geräte dar, wobei ohne weiteres zugegeben wird, daß es eine schwierige Aufgabe ist, für wenig Geld eine zuverlässige Konstruktion zu liefern. Trotzdem ist es nicht nötig, daß auch namhafte Firmen geradezu traurige Fabrikate als Potentiometer liefern.

Im übrigen sei hier nochmals bemerkt, daß für den einfachsten wie für den größten Empfänger sich auf elegante Weise eine Lösung der Gitterspannungsfrage finden läßt, die ähnlich Abb. 1 oder 2 aufgebaut sein kann, oder Lösungen, wie z. B. Forstmann in verschiedenen Aufsätzen beschreibt.

Schwierig werden die Verhältnisse erst dann, wenn der Netzanschluß allen möglichen Anforderungen genügen soll.

Da die erforderlichen negativen Gitterspannungen nicht proportional der Belastung steigen, ist es grundsätzlich notwendig, den Widerstand, längs dem der zur Erzeugung der Gitterspannungen notwendige Spannungsabfall entsteht, variabel zu machen. Da für die negativen Gitterspannungen nur statische Aufladungen in Frage kommen, erscheint es zweckmäßig, den eventuell hochbelasteten Widerstand, an dem der Spannungsabfall erfolgt, von den Potentiometern zu trennen, die, da nur ein minimaler Stromfluß erforderlich ist, als Hochohmpotentiometer auszubilden sind. In Abb. 3 ist das Schaltschema dargestellt. Der Spannungsabfall erfolgt an dem resultierenden Widerstand, der sich durch Parallelschalten eines hochbelastbaren, in Stufen regulierbaren Drahtwiderstandes R zu einem oder mehreren Hochohmpotentiometern ergibt. Aus der Gleichung:

$$\frac{1}{R_{res}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_p} + \frac{1}{R_p} + \frac{1}{R_p}$$

ist ersichtlich, daß  $R_{res}$  nur wenig von R abweicht, wenn  $R_p$  gegen R sehr groß ist. Das Gitter bedarf nur einer negativen statischen Aufladung, und es steht nichts im Wege, für R Werte bis zu 200 000 Ohm und mehr zu wählen. Auf diese Weise kann man den Hochohmwidstand sparen, den man in Verbindung mit einem Kondensator zur Beseitigung der letzten Netzstörungen vor das Gitter schaltet, da das Potentiometer mit einem entsprechenden Kondensator ohne weiteres die gleiche Wirkung hat.

Durch Verändern von R ändert sich  $R_{res}$  fast proportional; man hat es demnach in der Hand, je nach der Belastung den Spannungsabfall an  $R_{res}$  und damit den Gitterspannungsbereich aller Potentiometer in weiten Grenzen zu regeln, ohne befürchten zu müssen, daß die Potentiometer überlastet werden, denn nach dem Kirchhoffschen Gesetz sind die Stromstärken verkehrt proportional den Widerständen.

In Abb. 3 sind die Werte für ein erprobtes Ausführungsbeispiel eingetragen.

Der Gesamtwert des Widerstandes R sollte 1000 Ohm betragen; bei der Ausführung und Nachmessungen ergab sich der eingetragene Wert von 931 Ohm. Wie man sieht, ist der Widerstand R in 7 Teilwiderstände zerlegt; die Zahl 7 ergab sich daraus, daß ein zuverlässiger Rastenschalter mit 7 Kontakten vorhanden war; es spielt keine Rolle, die Stufenzahl in gewissen Grenzen zu vergrößern oder zu verkleinern. Der Widerstand R ist hochbelastbar; bei einem Durchgang von 170 mA im Dauerversuch lag die Temperatur des Widerstandes unter 53° (Schmelzpunkt des Paraffins). Wie man sieht, sind 4 Gittervorspannungen vorgesehen, die von 0 bis zum jeweils erforderlichen Maximalwert veränderlich sind. Ob zwei, drei oder mehr Gitterspannungen vorgesehen werden, richtet sich nach den Bedürfnissen; man sollte bei einem Universalgerät darin nicht zu bescheiden sein, denn ein Zuviel kostet in diesem Fall wenig und schadet nicht; man trägt Zukunftsbedürfnissen Rechnung. Für Versuchszwecke, z. B. am Superhet oder am Neutrodyn, sind Möglichkeiten zur Entnahme und Variierung von Gitterspannungen sicher sehr willkommen, abgesehen von den Gitterspannungen für den Niederfrequenzteil.

Als Potentiometer sind solche von Grätz-Carter mit je 50 000 Ohm vorgesehen. Es können natürlich ebensogut alle anderen bewährten Fabrikate gewählt werden, die entsprechend kleine Belastungen aushalten müssen. In der nachstehenden Tabelle sind in Kolonne 1 die Teilwider-

1	2	3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
		10 mA		20 mA		30 mA		40 mA		50 mA		75 mA		100 mA		125 mA		150 mA		175 mA		200 mA	
		$E_g$	$J_p$	$E_g$	$J_p$	$E_g$	$J_p$	$E_g$	$J_p$	$E_g$	$J_p$	$E_g$	$J_p$	$E_g$	$J_p$	$E_g$	$J_p$	$E_g$	$J_p$	$E_g$	$J_p$	$E_g$	$J_p$
133	131	1,3	0,03	2,6	0,05	3,9	0,08	5,2	0,10	6,5	0,13	9,8	0,19	13,1	0,26	16,3	0,33	19,6	0,39	22,9	0,46	26,2	0,52
266	262	2,6	0,05	5,2	0,10	7,8	0,15	10,4	0,21	13,0	0,26	19,6	0,39	26,2	0,52	32,6	0,65	39,2	0,78	45,8	0,92	52,4	1,05
399	387	3,8	0,07	6,7	0,15	11,4	0,23	15,2	0,30	19,0	0,38	29,0	0,58	38,7	0,77	48,2	0,96	58,0	1,16	67,7	1,35	77,4	1,55
532	510	5,1	0,1	10,2	0,20	15,3	0,30	20,4	0,41	25,5	0,51	38,2	0,76	51,0	1,02	63,7	1,27	76,5	1,53	89,2	1,78	102,0	2,04
665	631	6,3	0,12	12,6	0,25	18,9	0,38	25,2	0,50	31,5	0,63	47,3	0,95	63,1	1,26	78,8	1,57	94,6	1,89	110,4	2,21	126,2	2,52
798	750	7,5	0,15	15,0	0,3	22,5	0,45	30,0	0,60	37,5	0,75	56,2	1,12	75,0	1,50	93,7	1,87	112,5	2,25	131,2	2,62	150,0	3,00
931	866	8,6	0,17	17,3	0,35	25,9	0,52	34,6	0,70	43,3	0,87	65,0	1,3	86,6	1,73	108,0	2,16	130,0	2,60	151,0	3,02	173,2	3,46

stände von R eingetragen, in Kolonne 2 die, die sich durch Parallelschalten der jeweiligen Teilwiderstände zu den vier Potentiometern von je 50 000 Ohm ergeben, in den folgenden Kolonnen 3 bis 13 sind für die Belastungen von 10 bis 200 mA links die Spannungsabfälle, die als Gitterspannung nutzbar gemacht werden können, und rechts die nach dem Kirchhoffschen Gesetz sich ergebenden Stromausgänge durch jedes Potentiometer in Milliampere eingetragen. Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß mit dieser Kombination von hochbelastbaren, stufenweise regulierbaren Widerständen mit Hochohmpotentiometern alle überhaupt in Frage kommenden Gitterspannungen wirtschaftlich erzeugt werden können, ohne Gefahr zu laufen, daß ein Widerstand übermäßig erhitzt wird oder gar durchbrennt. Die Belastung des Hochohmpotentiometers bleibt dabei durchweg unter den zulässigen Werten.

Diese Anordnung ist natürlich nicht nur anwendbar bei Geräten, bei denen die positiven Anodenspannungen nicht an

selben Zweck. Asbestschiefer läßt sich schwer sägen, ein bis zwei Metallsägeblätter müssen wohl daraufgehen. Am besten bearbeitet sich eine Schiefertafel, die sich mit der Laubsäge leicht in Streifen erforderlicher Breite und Länge zerteilen läßt. Die Streifen müssen sauber befeilt, die Längskanten halbkreisförmig abgerundet und die Streifen an den bezeichneten Stellen gebohrt. Bewickelt werden die Streifen, Windung an Windung, mit 0,28 mm emailliertem Konstantandraht, der pro Meter 7,95 Ohm Widerstand hat. Um pro Stab einen Widerstand von 143 Ohm zu erhalten, müssen 18,1 m aufgewickelt werden; der Umfang des Stabes beträgt mit Rücksicht auf die Abrundungen 8,5 cm, so daß 213 Windungen aufgebracht werden müssen. Das Wickeln muß mit einiger Sorgfalt erfolgen; es soll Windung an Windung liegen, damit der vorgesehene Wickelraum ausreicht; der Draht muß straff gespannt aufgebracht werden. Das Wickeln geht rasch vonstatten (pro Stab benötigt man etwa 25 Minuten), so daß es sich erübrigt, eine

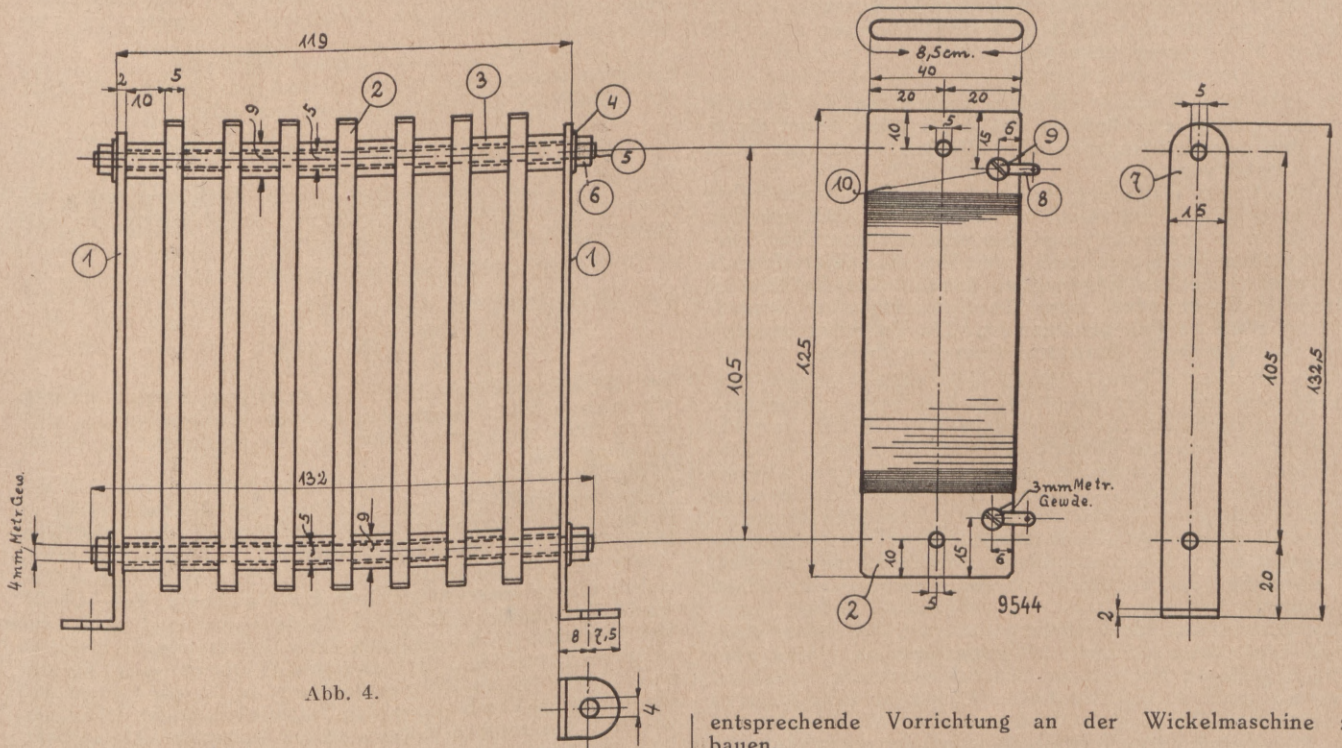


Abb. 4.

einem Spannungsteiler abgegriffen werden, sondern auch bei solchen, bei denen durch Vorschaltung von Widerständen die erforderlichen Spannungen erzeugt werden. Obwohl es eigentlich selbstverständlich ist, sei hier doch darauf hingewiesen, daß bei Entnahme größerer Stromstärken zwar der in Stufen regulierbare Widerstand R, keinesfalls aber der Spannungsteiler belastet werden darf. Der Abgriff für die Entnahme größerer Stromstärken muß deshalb direkt am positiven Pol des Gerätes, also hinter dem letzten Kondensator der Siebkette, erfolgen.

Man sollte ein Universalnetzanschlußgerät schon mit Rücksicht auf zukünftige Entwicklungen mindestens mit einer Gleichrichterröhre R 250 ausrüsten; mit Rücksicht auf das vorhin über den Abgriff für große Stromstärken Gesagte kann es vorkommen, daß die dann zur Verfügung stehende Spannung für den zur Zeit gerade vorhandenen Endverstärker viel zu hoch ist. Die für die Entnahme von Gitterspannungen hier vorgeschlagene Kombination erlaubt eine weitgehende Abdrosselung der Spannung. Wie aus der Tabelle ersichtlich, können bei Entnahme von 200 mA 173 Volt als Spannungsabfall unwirksam gemacht werden.

Die Selbstanfertigung des Stufenwiderstandes bietet keine Schwierigkeiten. Es soll ein Widerstand von 1000 Ohm angestrebt werden. Der Aufbau ist in Abb. 4 dargestellt. Die einzelnen Widerstände werden auf 5 mm starke und 40 mm breite Streifen aus Asbestschiefer gewickelt; wenn dieser nicht zu haben sein sollte, so erfüllt auch das Dachdeckmaterial „Eternit“ oder eine Schiefertafel den-

entsprechende Vorrichtung an der Wickelmaschine zu bauen.

Die sieben Stäbe werden unter Zwischenlage von Distanzbuchsen aus Messing durch zwei Schraubenspindeln von 4 mm Durchmesser mit beiderseitigen Muttern zusammengehalten. Damit der Widerstand bequem montiert werden kann, erhält er zwei Befestigungsschienen aus Messing, die gleichfalls von den Schraubenspindeln gehalten werden. Die einzelnen Widerstände werden hintereinander geschaltet und für die Verbindung mit dem Stufenschalter Lötösen vorgesehen. Es sei noch bemerkt, daß es nicht zweckmäßig ist, für die Widerstandsstreifen ein Material zu verwenden, das schwinden kann; denn durch die abwechselnde Erwärmung und Abkühlung würde das Schwinden gefördert, und die Windungen würden sehr bald lose werden. Die Verwendung eines stärkeren Drahtes ist für die hier in Frage kommenden Belastungen nicht erforderlich, denn die auftretenden Temperaturen sind durchaus in mäßigen Grenzen. Bei einer immerhin wünschenswerten Verwendung stärkeren Drahtes nimmt der Widerstand Dimensionen an, die in einem Amateurgerät schwer unterzubringen sind. Sollte Konstantandraht von 0,28 mm Durchmesser emailliert nicht zu haben sein, dann wird die nächste vorrätige Dimension nur geringe Änderungen an den Abmessungen des Widerstandes bewirken. Es empfiehlt sich nicht, ein Widerstandsmaterial geringeren Widerstandes zu wählen, etwa Nikelin, da dann die Abmessungen zu groß werden. Mit Rücksicht auf die mäßige Erwärmung auch bei hohen Belastungen muß eine entsprechende Drahtstärke gewählt werden, außerdem muß eine gewisse Abkühlungsfläche vorhanden sein.

## Der kranke Akkumulator

Von  
Sigmund Brüller.

Wenn gegenwärtig auch der Netzeempfänger immer mehr an Bedeutung gewinnt, so gibt es doch noch Rundfunkteilnehmer genug, die aus verschiedenen Gründen auch weiterhin auf den Batteriebetrieb angewiesen sind. Erfahrungsgemäß zeigt der Akku nach längerer oder kürzerer Benutzung oft recht unliebsame Krankheitserscheinungen. Sie sollen im folgenden besprochen und Winke zu ihrer Beseitigung gegeben werden.

Nicht heilen, sondern vorbeugen! Diese uralte Lebensweisheit gilt auch für den Akkumulator. Also vorbeugen: Wer seine Batterie sachgemäß, d. h. der aufgedruckten Ladevorschrift entsprechend, behandelt, wird auch nach fünf und mehr Jahren noch keinerlei Ermüdungserscheinungen wahrnehmen können. Vorbeugen heißt hier vor allem die beiden Hauptgesundheitsregeln eines Akkumulators genauestens beobachten:

1. Alle vier Wochen aufladen, auch wenn die Batterie noch nicht erschöpft ist und sogar dann, wenn sie in den vorausgegangenen vier Wochen überhaupt nicht benutzt wurde.
2. Nach der Entladung sofort aufladen, wobei aber unter „Entladung“ nicht zu verstehen ist, daß man den Akku so lange auspumpt, bis man mit den Heizwiderständen nachgehen muß, um für eine Viertelstunde noch leidlichen Empfang zu haben. Die Batterie ist vielmehr entladen, wenn die Spannung einer Doppelzelle auf 3,8 Volt gesunken ist. Ein Voltmeter ist demnach für jeden Batteriebesitzer unerlässlich.

Die unbedingte Notwendigkeit der allmonatlichen Aufladung setzt den Besitz eines Ladegerätes voraus; denn auch der eingeleichteste Bastler wird es mit der Zeit satt bekommen, die schwere Batterie alle vier Wochen zum Laden zu tragen, ganz abgesehen davon, daß sie davon nicht besser wird. Zudem haben — namentlich in Elektrizitätswerken auf dem Lande — die mit der Ladung betrauten Monteure oft recht eigenartige Anschauungen über eine Akkumulatorenbatterie. Schon aus diesem Grunde ist es unbedingt zu empfehlen, den empfindlichen Akku nicht aus der Hand zu geben.

Wo Gleichstrom zur Verfügung steht, ist die Ladung zwar etwas teuer, aber einfach. Weniger einfach, dafür aber billiger, gestaltet sie sich am Wechselstromnetz. Doch ist dazu ein eigenes Gleichrichter-Ladegerät notwendig, deren es heute eine Menge gibt. Viel empfohlen, wohl wegen der Billigkeit in der Herstellung, wird der elektrolytische Aluminium-Gleichrichter. Seine Wartung ist aber höchst unbequem und seine Wirkung oft sehr unzuverlässig. Die Ventilwirkung setzt unter Umständen ganz aus. Unzuverlässig arbeitet auch der Pendelgleichrichter, wenn er nicht sehr sorgfältig gebaut ist. Er ist dazu in fast allen Fällen ein böser Störenfried des Rundfunks. Gut dagegen sind die Röhrengleichrichter, die Tantalzelle und die neuerdings erschienenen Trockengleichrichter. Sie arbeiten sehr zuverlässig, ohne Rückstrom und so störungsfrei, daß sie selbst während des Empfangs angeschaltet bleiben können.

Wer also seine Batterie nach den angegebenen Gesichtspunkten behandelt und auch sonst noch einiges beachtet, wird sich nie über Störungen in der Strombelieferung zu beklagen haben und ruhig abwarten können, bis sich Gelegenheit zur Umstellung auf reinen Netzbetrieb bietet.

Es soll aber hier vom kranken Akkumulator die Rede sein. Eine Krankheit erkennt man an ihren Symptomen. Das ist beim Akku verhältnismäßig recht einfach, weil es nämlich nur deren eins gibt, das sich noch dazu sehr auffällig bemerkbar macht — am Geldbeutel nämlich. Es ist die fortschreitende Kapazitätsverminderung, d. h. die Notwendigkeit, in immer kürzeren Zwischenräumen aufzuladen zu müssen. Damit man sich aber hierüber ein Urteil bilden kann, muß man sich zunächst darüber klar sein, was der Akku überhaupt zu leisten vermag.

Es liegt so: Wir geben bei der Ladung eine bestimmte Menge von Strom hinein und entnehmen ihr bei der Entladung täglich wieder ein gewisses Quantum. Da wir beide Größen genau messen und berechnen können, da wir ferner wissen, daß ein guter Akku einen Nutzeffekt von etwa

75 v. H. hat, läßt sich fast bis auf die Stunde genau feststellen, wie lange eine geladene Batterie vorhalten muß. Die Rechnung ist sehr einfach: Man findet die Menge der aufgespeicherten Energie, indem man die Spannung an den Klemmen der Batterie während der Ladung und die Stärke des Ladestromes mißt und beide Größen zusammen multipliziert. Das Produkt hieraus mit der gesamten Ladedauer in Stunden ergibt dann die dem Akku zugeführte Energie in Wattstunden. Da die Klemmenspannung einer 4 Volt-Batterie während der Ladung ziemlich rasch auf 5 Volt und dann sehr langsam auf 5,4 bis 5,5 Volt steigt, kann sie im Mittel mit 5 Volt angenommen werden; die Ladestromstärke betrage 1,5 Amp und die Ladedauer 36 Stunden. Wir erhalten also:

$5 \times 1,5 \times 36 \text{ Wattst.} = 270 \text{ Wattst.}$   
Davon stehen uns für den Betrieb des Gerätes 75 v. H. zur Verfügung (Nutzeffekt des Akkus), also:

$$\frac{270 \times 3}{4} = 202,5 \text{ Wattst., abgerundet } 200 \text{ Wattst.}$$

Legen wir für den Verbrauch ein Fünfröhrengerät zugrunde, mit einem Stromverbrauch von 0,5 Amp, so entnehmen wir der Batterie pro Stunde:

$$0,5 \text{ Amp} \times 4 \text{ Volt} = 2 \text{ Watt.}$$

Der Stromvorrat des Akkus reicht demnach:

$$\frac{200}{2} = 100 \text{ Stunden.}$$

Bei täglich durchschnittlich dreistündigem Betrieb müssen wir also nach ziemlich genau vier Wochen wieder aufladen, was mit der obenerwähnten Forderung in gutem Einklang steht.

Weicht nun die tatsächliche Betriebsdauer von der errechneten erheblich nach unten ab, so ist etwas nicht in Ordnung; der Akku ist krank und bedarf der sofortigen Hilfe, damit das Übel nicht chronisch und unheilbar wird.

Wir nehmen die Batterie aus dem Holzkasten und unterziehen diesen einer sorgfältigen Untersuchung. Sehr häufig wird nämlich beim Einfüllen Säure verschüttet und vom Holz aufgesaugt, das dadurch seine isolierende Eigenschaft vollständig verliert. Sind nun die Klemmen, was oft der Fall ist, direkt ins Holz eingelassen, so ist der Grund für die vorzeitige Erschöpfung der Batterie vielleicht schon gefunden. Ein solcher Holzkasten ist weiterhin unbrauchbar und muß durch einen neuen ersetzt werden, den man innen und außen mit säurefestem Lack ausstreicht. Außerdem empfiehlt es sich, um dem Übel für alle Zukunft vorzubeugen, die Klemmen vom Holz zu isolieren.

Veranlassung zu Kriechströmen ähnlicher Art gibt auch der dünne Säurefilm, der sich durch die bei der Ladung ausspritzende Säure bildet und Vergußmasse, Polstutzen und Klemmen überzieht. Um seine Entstehung zu verhindern, legt man während der Ladung auf die Abgasöffnungen etwas Filtrierpapier oder einen lockeren Wattebausch und reibt nach der Ladung die genannten Teile mit einem Tuche trocken. Ist die Vergußmasse an den Polstutzen oder den Glasrändern abgesprungen und tritt hier die Säure aus, so weist das meist auf eine gröbere Vernachlässigung der Batterie hin, und man tut in diesem Falle gut, auch gleich die Platten einer gründlichen Revision zu unterziehen.

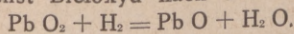
Ein einigermaßen geübtes Auge kann an ihrem Aussehen mit ziemlicher Sicherheit den Gesundheitszustand eines Akkus erkennen. Die positiven Platten müssen nach der Ladung tief dunkelbraun, fast schwarz, erscheinen, während die negativen ein sattes Hellgrau zeigen. Bei der Entladung hellen sich die Plusplatten etwas auf und werden rein schokoladefarben, die Minusplatten dagegen dunkeln etwas nach. Solange man diese Verfärbung deutlich beobachten kann und solange man ferner bemerkt, daß der Akku nach Abschalten des Ladestromes nicht länger als höchstens eine halbe Stunde nachgast, braucht man sich über seinen Gesundheitszustand keine Sorge zu machen. Jedoch muß die Batterie sofort einer besonderen Kur unterzogen werden, wenn diese Umstände nicht mehr zutreffen. Es wird davon später noch gesprochen.

Eine sehr häufige Erscheinung ist die Bildung von Blasen auf den negativen Platten, die oft schon kurz nach Inbetriebnahme einer neuen Batterie auftritt. Diese Blasen werden rasch größer, und bald erkennt man sie als ein Ausbröckeln der negativen Füllmasse. Zunächst handelt es sich nur um einen Schönheitsfehler, der die Leistung der Batterie nicht wesentlich beeinflusst. Trotzdem aber darf diese Erscheinung nicht leicht genommen werden; denn es besteht vor allem die Gefahr, daß einzelne Teilchen so weit herausquellen, daß durch Berühren der Nachbarplatte ein Kurzschluß entsteht, der die Batterie in kürzester Zeit zerstört. Außerdem aber ist, wenn nicht Gegenmaßregeln getroffen und die Ursachen beseitigt werden, zu befürchten, daß die Platten mit der Zeit ganz zerbröckeln.

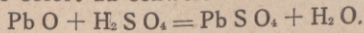
Besonders gefährdet wird der Akku durch die Neigung der positiven Platten, sich zu werfen, auszubauchen oder aufzuwölben; manche Akkumulatoren scheinen zu diesem Fehler geradezu disponiert. Im allgemeinen neigen dicke Platten weniger dazu, während dünne, namentlich wenn sie groß sind, stets mit Mißtrauen betrachtet werden dürfen. Diese Verwerfung schreitet meist sehr rasch bis zur Berührung der negativen Platten fort, was wieder einen Kurzschluß mit seinen schlimmen Folgen bedeutet. Man muß daher auf jede Formveränderung der positiven Platten ein wachsames Auge haben.

Der gefährlichste Feind einer Akkubatterie ist jedoch die Sulfatierung. Ihre große Gefahr liegt darin, daß sie meist schon bis zur Unheilbarkeit vorgeschritten ist, wenn sie erst einmal deutlich sichtbar wird. Um dieses Übel sie erst einmal deutlich sichtbar wird. Um dieses Übel richtig zu kennzeichnen, sei ganz kurz auf die chemischen Vorgänge, soweit sie mit der Sulfatierung im Zusammenhang stehen, eingegangen.

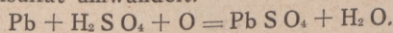
Bei der Entladung bildet sich an der positiven Elektrode zunächst Bleioxyd nach der Formel:



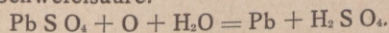
Das so entstandene Bleioxyd verbindet sich aber mit der Schwefelsäure sofort zu schwefelsaurem Blei, Bleisulfat:



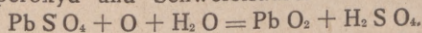
An der negativen Platte ist der Entladungsvorgang folgender: Das reine Blei wird durch den auftretenden Sauerstoff ebenfalls zunächst zu Bleioxyd oxydiert, welches sich dann durch Verbindung mit der Schwefelsäure gleichfalls zu Bleisulfat umwandelt:



An beiden Elektroden bildet sich demnach Bleisulfat, das jedoch durch die nachfolgende Ladung wieder fortgeschafft wird. Der Ladungsvorgang ist nämlich, zunächst an der negativen Platte, folgender: Der Lösung wird ein Molekül Wasser entnommen, und die zwei Atome Wasserstoff desselben verbinden sich mit dem  $\text{SO}_4$  des Sulfats zu Schwefelsäure:



An der positiven Elektrode dagegen verbindet sich der Sauerstoff mit dem Bleisulfat und einem Molekül Wasser zu Bleisuperoxyd und Schwefelsäure:



Das Bleisulfat ist also jetzt auf beiden Platten wieder verschwunden, und seine Schädlichkeit ist zunächst nicht einzusehen. Es hat aber die unangenehme Eigenschaft, daß es sehr bald in eine kristallinische Form übergeht, die unlöslich ist, und die mit dem Blei der Platte Veranlassung zur Bildung lokaler Ströme gibt, die die wirksame Schicht der Platten in kürzester Zeit zerstören. Die zeitliche Grenze, innerhalb der dieser unlösliche Zustand noch nicht eintritt, sind vier Wochen. Um also die Überführung des Bleisulfats in den kristallinen und unlöslichen Zustand zu verhindern, muß die Batterie, ohne Rücksicht auf ihren jeweiligen Ladungszustand, nach vier Wochen aufgeladen werden.

Man erkennt die Sulfatierung sofort an den weißen Punkten, Strichen oder Flecken, die sich auf beiden Platten ablagern. Solange der Befall noch gering ist, kann das Übel geheilt werden. Sind jedoch die Platten in größerem Umfange angegriffen, dann ist die Batterie nicht mehr zu retten.

Welche Mittel besitzen wir nun, um die genannten Mängel zu verhindern, oder, wenn sie bereits aufgetreten sind, wieder zu beheben?

Sind die positiven Platten im entladenen Zustand hellbraun gefärbt, so ist das ein sicheres Zeichen beginnender Sulfatierung. Das Übel muß also wie diese bekämpft werden, und zwar folgendermaßen: Man ladet die Batterie mehrere Tage und Nächte hindurch ununterbrochen mit sehr schwachem Strom auf, etwa 0,3 bis 0,5 Amp., bis die Platten gut gasen, und entladet dann in ebenfalls ununterbrochener Folge über eine Taschenlampenbirne. Das Verfahren wird so oft wiederholt, bis die wahrgenommenen Mängel verschwunden sind. Die Behandlung kann sich unter Umständen mehrere Wochen hinziehen, aber das Mittel führt sicher zum Erfolg und sollte überhaupt auch bei gesunden Batterien von Zeit zu Zeit angewendet werden; denn es ist die beste Verjüngungskur.

Das Ausquellen der Füllmasse ist meist nicht so schlimm, als man nach dem Aussehen der Platten vermuten möchte; es handelt sich, wie schon erwähnt, eigentlich nur um einen Schönheitsfehler. Man kann sogar mit Platten, die die Hälfte ihrer Masse verloren haben, noch ruhig weiterarbeiten, ohne daß die Batterie wesentlich an Kapazität einbüßt. Gefährlich ist nur die sehr nahegerückte Möglichkeit innerer Kurzschlüsse. Hauptsächlich aus diesem Grunde ist es geraten, möglichst bald zur Reparatur zu schreiten. — Das Ausbröckeln der wirksamen Masse, wie auch das Werfen der positiven Platten weist bestimmt darauf hin, daß der Akku überlastet wurde. Nachdem bei einer Radiobatterie bei der Entladung eine übermäßige Inanspruchnahme kaum möglich ist, kann es sich nur um zu starke Ladeströme handeln.

Es gibt allerdings Bastler, die ihre Batterie von Zeit zu Zeit kurzschließen, um aus der Stärke des Öffnungsfunkens den Ladezustand zu beurteilen. Man kann dabei beobachten, daß sich selbst dicke Kupferdrähte stark erhitzen. Ebenso erhitzen sich aber auch die Platten und werfen sich dadurch, oder die Füllmasse wird ausgetrieben. Solche Kurzschlüsse sind also unbedingt zu unterlassen; denn sie sind Dolchstöße, deren auch die beste Batterie nicht viel verträgt. — Auf jeden Fall muß eine Batterie, die die genannten Mängel zeigt, ausgebaut werden. Man besorge das aber nur im entladenen Zustand, da andernfalls die negativen Platten sehr lebhaft Luftsauerstoff an sich reißen und sich dabei so erhitzen, daß man mehr schlecht als gut macht.

Zum Zweck des Ausbauens wird die Vergußmasse mit einer heißen Messerklinge vorsichtig von den Glasrändern gelöst und der ganze Plattensatz herausgehoben. Die alte Säure wird weggeschüttet und der Bodenschlamm gründlich entfernt. Dann drückt man mit einem flachen Hölzchen die ausgebröckelte Füllmasse vorsichtig in die Platten hinein und setzt, falls die positiven Platten bereits gewölbt sind, zwischen diese und die negativen beiderseits entsprechend gearbeitete Hartgummistäbchen, wodurch eine weitere Verwerfung verhindert wird. Die Stellung dieser Stäbchen muß aufrecht sein, und sie müssen die Platten der ganzen Länge nach bedecken, damit sich nicht Schlamm auf ihnen absetzt, der Anlaß zu Kurzschlüssen werden könnte. Hierauf werden die Platten wieder in die Glasgefäße gestellt und diese vergossen. Erst wenn die Vergußmasse vollständig erkaltet ist, wird Säure eingefüllt und die Batterie geladen. Niemals bemühe man sich, verworfene Platten gerade zu biegen; auch der vorsichtigste Versuch würde ein Zerbrechen herbeiführen. Überhaupt zwingt die große Sprödigkeit der Elektroden zu sorgfältiger Handhabung. Der Ladestrom muß für alle Zukunft um mindestens ein Drittel der zulässigen Stromstärke vermindert werden, da sonst das Übel nach kurzer Zeit wieder auftritt. Wenn die Platten schon bald, nachdem der Akku zur Ladung angeschlossen wurde, nach etwa 2 bis 3 Stunden, anfangen zu gasen, ist der Ladestrom zu stark, auch wenn er nicht über das vorschrittsmäßige Maß hinausgeht. Ein solches Verfahren ist, da der zugeführte Strom nicht verarbeitet werden kann, nicht nur unökonomisch, sondern führt auch zur Beschädigung der Platten. Man braucht nur zu überlegen: Jeder chemische Prozeß — und um einen solchen handelt es sich hier — ist an die Zeit gebunden, und die Elektroden können in einer gewissen Zeiteinheit nur eine bestimmte Menge von Gas (Wasserstoff und Sauerstoff) zu ihrer Reduktion und Oxydation verarbeiten. Wird aber durch den zu starken Ladestrom mehr Gas erzeugt, so dringt dieses in die Tiefe und lockert

die wirksame Schicht, die dann bald abbröckelt. Der Ladestrom kann als richtig bemessen betrachtet werden, wenn nach ungefähr fünf Stunden, zuerst an den negativen Platten, vereinzelte Gasbläschen sichtbar werden.

In manchen und oft viel gelesenen Bastelbüchern wird die Neupastierung ausgebröckelter Platten empfohlen und das Verfahren so ausführlich beschrieben, daß man Vertrauen dazu gewinnt. Nicht selten gehen die Verfasser sogar so weit, nur den Ankauf der Bleigitter anzuraten, die dann nach der Anleitung weiter zu behandeln sind. Wer die Sache schon einmal gemacht hat, weiß, was von solchen Schreibtischblüten zu halten ist. Man mag noch so sorgfältig vorgehen und sich peinlich genau an die Anweisung halten: das Ende ist unweigerlich . . . ein Mißerfolg; denn die eingestrichene Masse fällt nach kurzer Zeit wieder heraus. Die Sache ist nicht so einfach, als sie sich auf dem Papier darstellen läßt. Wer die geschichtliche Entwicklung des Akkus, angefangen von den Versuchen Faures bis heute, an sich vorüberziehen läßt, wird sofort erkennen, daß die Hauptschwierigkeit, an der auch Faure zunächst scheiterte, gerade darin bestand, das feste Haften der wirksamen Masse auf den Platten zu erzielen. Und wenn das heute den Fabriken gelingt, so schlummern dahinter Geheimnisse, die sie uns nicht auf die Nase binden. Außerdem macht die Neupastierung es notwendig, die Plattensysteme in ihre einzelnen Platten zu zerlegen, die verbindenden Bleistege also abzuwickeln, so daß sie hinterher wieder neu gelötet werden müssen, was auch ein Kapitel für sich ist. Jedenfalls soll man solche Experimente nur an Batterien vornehmen, bei denen es sich um Sein oder Nichtsein handelt, an denen also nicht mehr viel verdorben werden kann.

Anodenakkus müssen besonders reinlich behandelt werden; infolge der hohen Spannung ist die Gefahr der Entladung durch Kriechströme weit größer als bei Heizbatterien. Nicht selten hält ein Anodenakku, trotzdem er im allgemeinen in Ordnung ist, keine Spannung. Bei genauerer Untersuchung wird man feststellen können, daß in einzelnen Zellen die negativen Elektroden braun gefärbt sind. Diese Zellen besitzen bestimmt inneren Kurzschluß und entladen sich infolgedessen sehr rasch. Da sie aber im Stromkreis der übrigen Zellen liegen, werden sie von diesen immer wieder aufgeladen, jedoch in verkehrter Polung, woher auch die Umfärbung rührt. Eine einzige solche Zelle ist imstande, innerhalb weniger Tage die ganze Batterie leer zu fressen; sie muß also entweder ausgewechselt oder überbrückt werden, wobei man aber nicht übersehen darf, die Verbindung mit den beiden Nachbarzellen zu lösen, so daß der Schädling vollständig aus dem Stromkreis ausgeschaltet ist.

Bei der Ladung von Anodenakkumulatoren hat man mit hohen Überspannungen zu rechnen; so steigt z. B. die Spannung einer Batterie von 45 Zellen (90 Volt) gegen Ende der Ladung auf nahezu 125 Volt; sie muß also, soll sie am 110 Volt-Gleichstromnetz geladen werden, in zwei parallel geschaltete Gruppen von 22 und 23 Zellen geteilt werden. — Im übrigen werden kranke Anodenakkus genau so behandelt wie Heizbatterien.

Zusammenfassend wäre also zu sagen:

- Regelmäßig alle vier Wochen aufladen.
- Niemals unter 3,8 Volt pro Doppelzelle entladen und sofort wieder aufladen; die Ladung mit dem Voltmeter kontrollieren; bei 5,4 Volt abschalten.
- Nur einwandfreie Ladegeräte verwenden.
- Die zulässige Ladestromstärke niemals überschreiten; Unterschreitung ist in allen Fällen vorteilhaft.
- Holzkasten und alle Oberflächenteile sauber halten.
- Kurzschlüsse unbedingt vermeiden.
- Bei merkbarer Verminderung der Kapazität sofort nach der Ursache forschen.

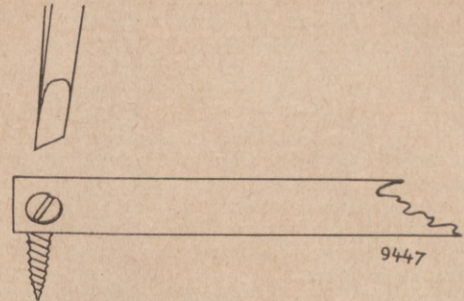
Zum Schluß noch einige Worte über Bleilötung, die beim Wiederausammenbau einer reparierten Batterie vielleicht notwendig werden wird. Blei kann, wie die meisten Metalle, unter Zuhilfenahme eines Lötmittels mit Zinn gelötet werden. Wenn aber das verwendete Lötmittel nicht vollständig säurefrei war, setzt sehr bald eine kräftige Oxydation ein, die die Lötstelle rasch zerstört. Sicherer geht man, wenn man die zu verbindenden Teile mit dem

schwach rotglühenden LötKolben, dessen Schneide am Salmiakstein gereinigt wurde, zusammenschmilzt. Das ist aber nicht ganz einfach und muß auf jeden Fall vorher an einem Stück Blei versucht werden.

## WINKE FÜR DEN BASTLER.

### Schrauben an schwer zugänglichen Stellen.

An schlecht zugänglichen Stellen bei der Montage lassen sich selbst kleine Schrauben leicht einschrauben, wenn man

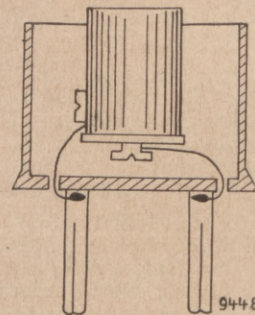


die Schraube zum bequemen Halten beim Einschrauben durch das obere Ende eines schmalen Papierstreifens steckt. Bevor die Schraube ganz eingeschraubt ist, wird der Streifen abgerissen.

\*

### Prüflampe für Heizleitung.

Die Heizungs-Steckerstifte des Sockels einer durchgebrannten Röhre werden mit einer Fassung für Taschen-



lampen-Glühbirnen durch kurze Drähte verbunden. Der Hohlraum wird mit Vergußmasse (eventuell von alten Anodenbatterien) ausgegossen. Beim Empfängerbau hat sich dieses billige Prüflämpchen außerordentlich bewährt.

\*

## Ästhetik und Antennenrecht in Paris.

Die Pariser Stadtverordnetenversammlung beschäftigte sich kürzlich mit der Antennenfrage. Dabei wurde seitens des Abgeordneten eines vornehmen Wohnviertels der Vorschlag gemacht, aus ästhetischen Gründen die Anbringung von Dachantennen zu untersagen, da sich das phantastische und geschmacklose Aussehen mancher Straßenzüge zu vermehren drohe.

Ohne auf diese Anregung einzugehen, ist aber doch wohl mit einer künftigen Regelung über die Anbringung von Antennen zu rechnen, die man nicht gerade untersagen wird, über deren Lage aber einzelne Bestimmungen ausgearbeitet werden sollen.

Paris, als eine der schönsten Städte der Welt, will also sowohl die persönliche Freiheit seiner Rundfunkhörer wie auch ihr internationales Prestige wahren. Die in einigen Städten Frankreichs, z. B. in Lyon, bestehenden Antennenverordnungen regeln nur die technisch einwandfreie Anbringung und lassen dabei alle ästhetischen Gründe unberücksichtigt.