

# FUNK BASTLER

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E.V.

## Gelöste und ungelöste Probleme an elektrolytischen Detektoren

Von

Dr.-Ing. Georg Günther Reissaus.

In dem Aufsatz „Das Stromrichtungsproblem am Kristalldetektor“ im „Funk-Bastler“ Jahr 1929, Heft 1, wurde u. a. darauf hingewiesen, daß der „gleichgerichtete“ Elektronenstrom stets von der „Spitze“ zur „Fläche“ eines Detektor-systems fließt, und daß keineswegs die Begriffe Spitze und Fläche im makroskopischen, sondern ausschließlich im

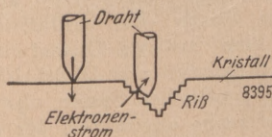


Abb. 1.

mikroskopischen Sinne gebraucht werden dürfen. Die sich hierauf beziehende Abb. 1 sei zur besseren Verdeutlichung nochmals wiedergegeben.

Auch der elektrolytische Detektor (früher Schlämilchzelle genannt) besteht scheinbar aus Spitze und Fläche, nur daß die Fläche aus einer Flüssigkeit (dem Elektrolyten) besteht (vgl. Abb. 2). Und doch liegen hier ganz andere Verhältnisse vor, die zu klären der Verfasser erstmalig in der Phys. Zeitschrift 29, 655—658, 1928, versuchte. Die vermutete Analogie mit dem Kristalldetektor führte zunächst auf viele Irrwege.

Um das Ergebnis vorweg zu nehmen: Die elektrolytische Zelle wirkt in einem Detektor-kreis (Abb. 3):

1. Als elektrolytische Zersetzungszelle (d. h. der elektrische Strom zersetzt den Elektrolyten, und die Zersetzungsprodukte scheiden sich an den Elektroden ab).

2. Als Akkumulator (hört der Zersetzungstrom — Ladestrom — auf, so suchen die abgeschiedenen Zersetzungsprodukte sich wieder zu vereinigen, wodurch wieder ein Strom entsteht, nur von umgekehrter Richtung — Entladestrom —).

Streng genommen ist diese Unterscheidung anfechtbar, denn jeder Akkumulator ist während der „Ladezeit“ Zersetzungszelle. Trotzdem soll diese Unterteilung beibehalten werden, denn wir werden sehen, daß die Zelle nur dann als Detektor arbeitet, wenn ihre unter 2 gekennzeichnete Tätigkeit auf ein Minimum herabgedrückt wird. Das kann jedoch nur geschehen, wenn ihre „Kapazität“ — d. h. Aufnahmefähigkeit für die abgeschiedenen Zersetzungsprodukte — so klein als möglich gehalten wird; und das ist wieder der Grund, warum wenigstens eine der beiden Elektroden so winzig klein gemacht werden muß.

Das Schaltbild eines Detektor-kreises mit elektrolytischem Detektor zeigt Abb. 3. Hierin bedeutet D die elektroly-

tische Zelle, B eine Batterie, P ein Potentiometer und M das Gleichstrommeßinstrument bzw. ein Telephon. Im allgemeinen regelt man die Vorspannung mittels des Potentiometers P so, daß eben ein schwacher Strom fließt; es kann aber für eine Reihe von Elektrolyten auch die empfindlichere Einstellung erreicht werden, wenn eben noch kein Strom fließt. Die Gründe hierfür werden im folgenden klar werden. Es sollen nun die Vorgänge in einem elektrolytischen System betrachtet werden, wenn eine Vorspannung angelegt ist, der eine Wechsellspannung überlagert wird. Zunächst sei der einfache und in der Praxis des Detektor-empfanges häufigste Fall angenommen, daß die Scheitelwerte der Wechsellspannung sehr klein — kleiner als 1 Volt — sind. Es können drei Fälle eintreten:

1. Die Vorspannung ist wesentlich höher als die Zersetzungsspannung des Elektrolyten (Abb. 4). Ein Gleichrichteffekt tritt nicht ein.

2. Die Vorspannung liegt wesentlich unter der Zersetzungsspannung (Abb. 5). Es tritt ebenfalls kein Gleichrichteffekt ein.

3. Die Vorspannung ist gleich oder angenähert gleich der Zersetzungsspannung (Abb. 6). Jetzt kann der Gleichrichteffekt auftreten. Zunächst erscheint die Erklärung einfach.

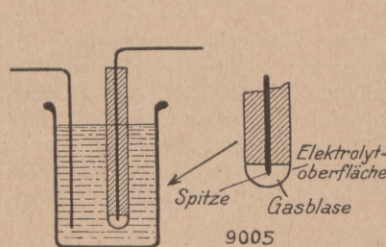


Abb. 2.

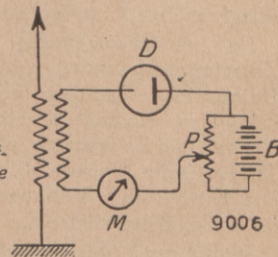


Abb. 3.

Der eine Wechsel erhöht die Zellenspannung über die Zersetzungsspannung und bewirkt verstärktes Fließen des Stromes, der andere Wechsel erniedrigt die Spannung unter die Zersetzungsspannung, womit der Strom aufhört zu fließen.

Nun lehrt jedoch das Experiment, daß der Gleichrichteffekt nur in solchen Systemen auftritt, deren eine Elektrode sehr klein, fast punktförmig ist. Es soll für die Untersuchung eine Zelle gewählt werden, die eine konzentrierte Jodkalium-Lösung als Elektrolyten enthält, da hier der Zersetzungsverlauf recht augenfällig in Erscheinung tritt. Zwei kleine Platinbleche tauchen in die konzentrierte Jodkalilösung ein. Die gerade notwendige Zersetzungs-

spannung wird eingestellt und dann von einem hochfrequenten Wechselstrom überlagert. Man erhält in diesem Falle keinen Gleichrichteffekt.

Folgende Betrachtung zeigt uns den Grund dafür: Der durch den positiven Wechsel erzeugte Stromfluß lade die Elektroden mit den Zersetzungsprodukten des Elektrolyten auf, K bzw. H und J, wodurch eine Gegenspannung hervorgerufen wird, die im zweiten Wechsel — wo infolge Herab-

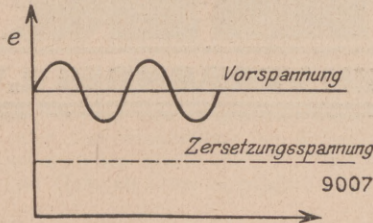


Abb. 4.

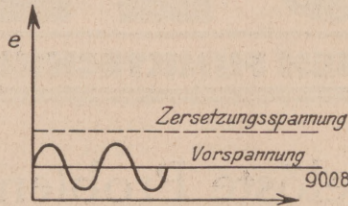


Abb. 5.

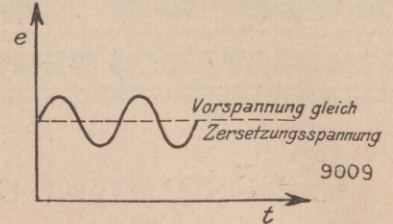


Abb. 6.

sinkens unter die Zersetzungsspannung kein primärer Strom fließt — einen sekundären Polarisationsstrom zum Fließen bringt, so daß auf das Meßinstrument keine Wirkung ausgeübt wird, also auch keine Gleichrichtung stattfindet. Infolge der sehr kleinen Zeiten ist hier Ladestrom gleich Entladestrom zunächst anzunehmen.

Bei sehr kleinen Elektroden liegen die Verhältnisse jedoch anders. Während der Dauer  $t_1$  einer halben Periode werde an der Spitze Jod abgeschieden. Während aber an einer großen Elektrode während der Abscheidungszeit alles Jod auf der Elektrode Platz findet, wird hier infolge der hohen Stromdichte der Abscheidungsdruck und damit die Jodmenge so groß, daß Jod von der Spitze weg in den Elektrolyten (Jodkalium) diffundiert, was um so leichter geschehen kann, als die Auflösbarkeit von Jodkalium für Jod recht beträchtlich ist. Während der Zeit  $t_2$  der zweiten Schwingungshälfte fließt kein primärer Strom, da die Wechsellspannung unter die Zersetzungsspannung fällt, aber auch nur ein verschwindend kleiner sekundärer Polarisationsstrom, da die die Polarisation hervorbringenden Produkte bereits von der Elektrode entfernt sind (siehe oben! Gasentbindung bzw. Jodabscheidung).

Die an sehr kleinen Elektroden zu beobachtende Überspannung ist also nur als der Ausdruck für die durch den infolge der hohen Konzentration der Abscheidungsprodukte vergrößerten Widerstand hervorgerufene Spannungserhöhung anzusehen.

Da bei Überlagerung einer Wechsellspannung über die Zersetzungsspannung das System während jeder zweiten Halbperiode Zeit zur Entladung hat, findet die Stoffabscheidung reversibel, also ohne Überspannung statt (vgl. Bennewitz, Zeitschr. f. phys. Ch. 72, 223, 1910 und Nernst, Theoretische Chemie, 8. bis 10. Auflage, S. 850—52, 1921). Die Kosten der Stoffabscheidung trägt natürlich der überlagernde Wechselstrom.

Wollte man die Aufnahmefähigkeit des Elektrolyten für das Abscheidungsprodukt durch Rühren des Elektrolyten vergrößern, so wird im Gegenteil der Gleichrichteffekt schließlich bis zum Verschwinden gebracht. Die Ursache liegt darin, daß die Zersetzungsspannung für den bewegten Elektrolyten eine andere ist als für den ruhenden.

Nimmt der Elektrolyt die Zersetzungsprodukte schwer auf, so nimmt der Gleichrichteffekt allmählich ab und schwindet schließlich ganz, z. B. bei konz. Schwefelsäure.

Zusammengefaßt ergibt sich folgendes Bild der Vorgänge: Mittels des Potentiometers P (Abb. 7) sei die Zersetzungsspannung  $E$  an die Zelle  $Z$  gelegt. In Reihe mit  $Z$  liegt die Spule  $S$ , an deren Enden periodisch die Spannungsdifferenzen  $+e$  und  $-e$  herrschen. Zur Zeit  $t_1$  addiert sich  $e$  zu  $E$ , so daß an der Zelle die Spannungsdifferenz  $(E + e)$  liegt. Diese treibt den Zersetzungsstrom,

der an der Spitze Jod abscheidet. Die hierdurch erzeugte Gegenspannung ( $-E$ ) liegt während der Zeit  $t_2$  nunmehr in Reihe mit  $(-e)$  und würde — bei großen Elektroden — einen Strom in der Größe des Ladestromes rückwärts über  $M$  treiben. Infolge der sehr kleinen Spitzenkapazität (es finden keine nennenswerten Jodmengen Platz auf der Spitze, sie müssen noch während der Zeit  $t_1$  in den Elektrolyten abwandern, Strom erzeugen kann nur die Jodmenge,

die auf der Elektrode sitzt!) jedoch wird dieser Rückstrom verschwindend klein, so daß durch  $M$  praktisch nur die Ladeströme der Zelle gehen, die das Instrument (Telephon) erregen.

Bei halbwegs gut leitenden Elektrolyten findet eine Beeinflussung des Gleichrichteffekts durch den Elektrodenabstand nicht statt; man kann die Elektroden einander bis auf Bruchteile eines Millimeters nähern. Während des Gleichrichtvorganges findet kräftige Jodentwicklung statt; die braune Jod-Jodkalium-Lösung fließt als dichte Schlieren von der Spitze zu Boden. Bei verdünnter Schwefelsäure beobachtet man eine kräftige Gasentwicklung. Daß bei schwefelsauren Elektrolyten der Gleichrichteffekt empfindlicher auftritt bei anodischer Spitze als bei kathodischer Spitze, hat seine Ursache offenbar in der größeren Löslichkeit des Sauerstoffs im Elektrolyten. Bei konz. Salpetersäure ist die Wirkung nach beiden Richtungen gleich gut. Bei verdünnter Säure (1:1) ist der Effekt schwächer. Offenbar wird hier die Entfernung des kathodisch an der Spitze entwickelten Wasserstoffs durch sekundäre Reduktion besonders der konz. Salpetersäure erleichtert. Bei allen Elektrolyten, die an der Spitze kathodisch Wasserstoff abscheiden (Schwefelsäure, Jodkalium, Kochsalz), der nicht durch sekundäre Reaktion entfernt wird (wie bei Salpetersäure), ist der Detektoreffekt schlecht, gut dagegen, wenn die an der Spitze anodisch entwickelten Zersetzungsstoffe im Elektrolyten leicht löslich sind.

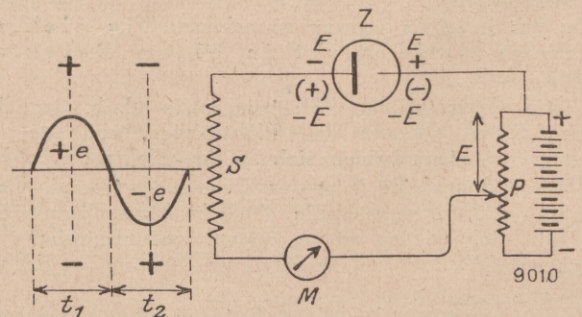


Abb. 7.

Da die Ventilwirkung allein von den Spannungszuständen des Systems abhängt, nicht aber durch die elektrolytisch abgeschiedenen Zersetzungsprodukte erst bewirkt wird — wie z. B. bei der Graetzschen Zelle —, ist der Gleichrichtvorgang grundsätzlich frequenzunabhängig. Der Wirkungsgrad eines bestimmten Detektors muß dagegen für eine bestimmte Frequenz ein Maximum aufweisen in dem Sinne, daß Spitzenoberfläche, Intensität und Frequenz der Schwingung zur Erreichung der maximalen Leistung in einem optimalen Verhältnis stehen.

Das gleiche gilt übrigens auch für die Kristalldetektoren. Nur in bezug auf den Wirkungsgrad ist Frequenz- und Intensitätsabhängigkeit vorhanden.

Schließlich mag noch der sehr interessante Fall des anomalen elektrolytischen Detektors erwähnt werden, wobei eine elektrolytische Zelle wie ein Kristalldetektor arbeitet, also ohne Vorspannung, aber mit dünnem, festem oder flüssigem Dielektrikum. An die Stelle des Kristalls tritt der Elektrolyt. Die Versuchsanordnung kann mannigfach modifiziert werden, z. B.:

1. Auf eine Kochsalzlösung wird ein Tropfen einer dünnen Lösung von Kolophonium in Alkohol gegossen, so daß nach dem Verdunsten des Alkohols eine hauchdünne Harzhaut auf dem Elektrolyten schwimmt. Auf diese Haut setze man vorsichtig eine Nähnadel unter ganz schwachem Druck. Die Stromzuführung zum Elektrolyten bewirke man durch ein Stück Draht.

2. Auf die obenerwähnte Jodkalium-Lösung werde Paraffinöl (säurefrei!) gegossen. Die in Glas gefaßte Spitze

aus Platin werde von oben vorsichtig an die Berührungsfläche Öl-Elektrolyt herangeführt. Unmittelbar dort erhält man einen konstanten Gleichrichtereffekt, der verschwindet, sobald die Spitze in den Elektrolyten taucht. Hier tritt er erst wieder auf, wenn die geeignete Vorspannung angelegt wird.

Der Effekt gelingt nicht, wenn man versuchen wollte, ohne Anwendung eines Dielektrikums die Spitze direkt vorsichtig auf die Elektrolytoberfläche zu setzen. Der Grund ist offenbar der, daß infolge elektrostatischer Anziehung sofort Benetzung der Spitze und damit direkte Leitung eintritt. Die nach 1 und 2 erhaltenen anomalen Effekte waren schwächer als die normalen mit Vorspannung.

Ob diese letzten Versuchsergebnisse mit als Beweis für die von anderen Forschern und mir (Ph. Zeitschr. 29, 225) vertretene Anschauung herangezogen werden können, daß zwischen Spitze und Fläche eine dielektrische Zwischenschicht liegt, kann ich zur Zeit noch nicht entscheiden.

## Pendelrückkopplung bei Kurzwellenempfang

Von

Dr. Ernst Busse, Jena.

Aus den Ausführungen in Heft 15 des „Funk-Bastler“ ergeben sich nun bestimmte praktische Folgerungen für den Bau eines Pendelfrequenzempfängers.

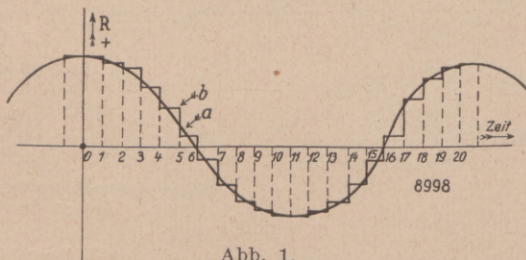


Abb. 1.

Erstens: Man wähle auch für den Pendelfrequenzempfänger die Einzelteile der Kreise derart, daß in ihnen keine großen Verluste entstehen.

Zweitens: Bei den, auch bei schwachen Zeichen, verhältnismäßig großen Spannungen und Stromstärken am Schwingungskreis muß man große Röhren als Eingangsröhren verwenden. Wird nämlich die Röhre übersteuert, so wird der Verlauf der Kurve a in Abb. 1 geändert. Damit ändert sich dann jeweils die Zahl, mit der die Stromstärke  $J$  multipliziert werden muß, um die Maximalstromstärke zu ermitteln. Der Wert des Produktes dieser Zahl mit  $J$  hängt dann nicht mehr nur von  $J$  ab. D. h. eine etwa vorhandene Modulation wird verzerrt. Die ankommende Zeichenstärke braucht bei der ungeheuren Verstärkung nicht einmal besonders groß zu sein, um eine Übersteuerung der Röhre zu verursachen. Ich konnte beispielsweise nachweisen, daß bei jedem Zeichen eines Kurzwellensenders in Rio de Janeiro an den Klemmen meines Empfangsschwingungskreises Spannungen von 40 bis 50 Volt auftraten, d. h. daß die Röhre vollkommen übersteuert wurde. Es müssen also, um es nochmals zu betonen, zum Empfang zum mindesten Lautsprecherhörern verwendet werden, wenn man alle Möglichkeiten der Schaltung erschöpfen will.

Drittens, und das ist ein Hauptpunkt, auf den meines Wissens bisher kaum hingewiesen ist, soll man nach Möglichkeit die Empfangsröhre nicht auch als Audion benutzen. Schaltet man nämlich in die Zuleitung zum Gitter einen Blockkondensator ein und leitet die Aufladung des Gitters über einen hochohmigen Widerstand ab, so lädt sich das Gitter, sowie die Röhre zu schwingen beginnt, negativ auf.

Damit wird die Leistung der Röhre stark herabgesetzt. Der Widerstand kann nicht so stark negative Werte erreichen, wie es zur Erzielung größtmöglicher Verstärkung erforderlich ist.

Viertens ergibt sich, daß die Anordnung um so besser wirkt, je kürzer die zu empfangende Wellenlänge ist. Die Zeitkonstanten der Kreise werden mit kürzerer Wellenlänge immer kleiner, so daß sich die Schwingungen rascher zu höheren Werten aufschaukeln können. Zur Veranschaulichung der Vorgänge mögen die Abb. 2 und 3 dienen. Abb. 2 zeigt die Vorgänge im Empfängskreis eines nicht übersteuerten Empfängers. Die ankommende Schwingung ist als moduliert angenommen. Der gezeichnete Teil der Kurve entspricht einem nur kleinen Bruchteil einer Modu-

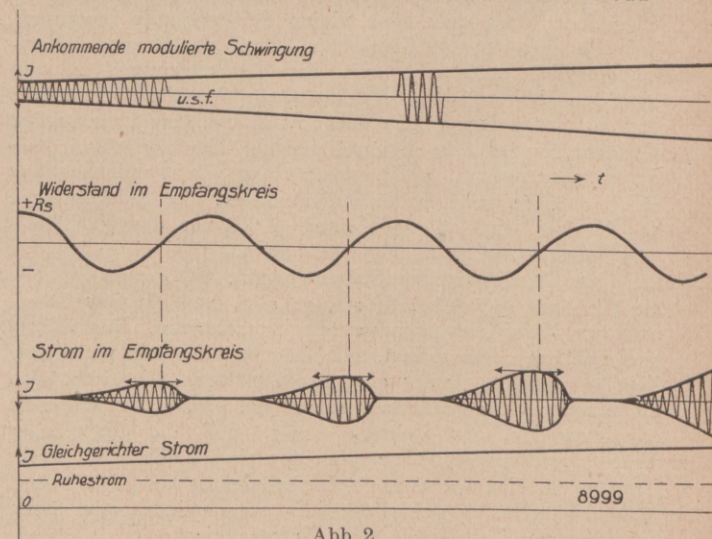


Abb. 2.

lationsperiode, und zwar einem Teil, in welchem die Amplituden der Trägerwelle anwachsen. Darunter ist der Verlauf des Widerstandes im Empfängskreis entsprechend Abb. 1 aufgetragen. Der Wechselstrom im Empfängskreis ist zu Beginn jeder Pendelfrequenzperiode so klein, daß er in der Zeichnung nur als Strich erscheint. Natürlich müßte bei gleichem Maßstab für Kurve I und III die Kurve I auch nur als Strich gezeichnet werden. Sie ist also stark übertrieben gezeichnet. Ebenso lassen sich in der Zeichnung

nicht gut mehrere hundert Schwingungen auf eine Pendelfrequenzperiode zeichnen. Die Zeichnung ist also als nur schematisch zu betrachten. Kurve IV zeigt, daß der gleichgerichtete Strom die Modulation der ankommenden Schwingungen enthält.

Ab. 3 zeigt, wie im Falle, daß der Strom im Empfangskreis bis zum Beginn jeder neuen Pendelfrequenzperiode nicht ganz abgeklungen ist, Schwebungen auftreten, die die Maximalamplituden modulieren können. Diese werden dann verschieden hoch. Dadurch kann hinter einem Gleichrichter ein Ton hörbar werden. Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, daß dabei die ursprüngliche Schwebung zwischen empfangener Schwingung und Eigenschwingung des Kreises unhörbar sein kann, weil ihre Frequenz zu hoch ist, und daß trotzdem eine hörbare Modulation der in den einzelnen Pendelperioden erreichten Maximalamplituden erreicht wird, wenn nur die Stromwerte in den Zeitpunkten 6 verschieden sind.

Wenn der Empfangskreis nicht durch eine von außen einfallende Schwingung beeinflusst wird, wenn also in dem Moment, in dem der Widerstand des Kreises negativ zu werden beginnt, keine Schwingung in dem Kreis vorhanden ist, so wird der Kreis doch von selbst etwas zu schwingen beginnen, da erfahrungsgemäß jede genügend rückgekoppelte Röhre von selbst zu schwingen anfängt. Das Einsetzen solcher Schwingungen wird durch kleine Unregelmäßigkeiten, also beispielsweise durch schwache atmosphärische Störungen, aber auch schon durch ganz kleine Schwankungen der Röhrenströme bzw. -spannungen ausgelöst. Da jedoch die Energie dieser kleinen Störungen meist kleiner ist als die im Kreis unter dem Einfluß eines ankommenden Zeichens aufgespeicherte Schwingungsenergie, wird auch die erreichte größte Schwingungsamplitude immer kleiner bleiben, als die durch die Zeichen ausgelöst. Voraussetzung ist dabei, daß die Dauer einer Periode der Pendelfrequenz nicht so groß ist, daß die Röhrensättigung schon durch derartig kleine Impulse erreicht wird, mit anderen Worten: die sogenannte Anschlagzeit muß groß sein im Vergleich zur Dauer der Pendelfrequenzperiode. Man darf also bei einer langsamen Pendelfrequenz die Zeitkonstante des Schwingungskreises nicht allzu klein machen, oder aber, wenn man eine kleine Zeitkonstante bevorzugt, weil sie eine bessere Ausnutzung der Verstärkungsmöglichkeit ergibt, muß man mit der Pendelfrequenz zu entsprechend höheren Werten übergehen. Praktisch merkt man das an einem Empfänger daran, daß bei einem zu großen Kondensator im Schwingungskreis die Empfindlichkeit der Empfangsanordnung sinkt, wenn man die Pendelfrequenz nicht entsprechend nachreguliert, denn die Zeitkonstante des Kreises wird um so kleiner, je kleiner das Verhältnis von Selbstinduktion zu Kapazität wird.

Da die Auslösung der Schwingungen, wenn kein Zeichen einfällt, sehr unregelmäßig erfolgt, sind auch die jeweils erreichten Maximalamplituden sehr verschieden. Das äußert sich praktisch dann derart, daß hinter dem Audion, wenn kein Zeichen ausfällt, immer ein unregelmäßiges Geräusch, also ein Zischen oder Rauschen, hörbar ist. Dieses Rauschen ist normalerweise ein Zeichen dafür, daß der Empfänger richtig funktioniert und empfangsbereit ist. Es stellt unter Umständen einen kleinen Schönheitsfehler dar, ist jedoch praktisch nicht zu vermeiden. Es verschwindet aber beim Empfang von Telephonie oder Telegraphie.

Die Änderung der Rückkopplung pflegt man praktisch auf zwei verschiedene Arten zu erreichen. Einmal durch Änderung der Anodenspannung und andererseits durch Änderung der Gittervorspannung. Stellt man nämlich bei einer bestimmten Rückkopplungseinstellung langsam verschiedene Anodenspannungen ein, so wird man feststellen, daß die Röhre bei einer bestimmten Spannung zu schwingen beginnt. Geht man mit der Anodenspannung noch höher, so werden die Schwingungen immer stärker werden. Das heißt: Vor Erreichung der Schwinggrenze war der Widerstand im

Empfangskreis positiv, wurde Null beim Schwingeneinsatz und wurde bei höherer Anodenspannung negativ. Will man nun, daß der Widerstand sich dauernd ändert, so stellt man etwa die Anodenspannung ein, bei der die Röhre gerade zu schwingen beginnt (praktisch etwas mehr) und überlagert der Anodenspannung eine Wechselfrequenz von der gewünschten Pendelfrequenz. Dasselbe gilt sinngemäß für die Gitterspannung. Bei einer bestimmten (meist negativen) Gittervorspannung beginnt die Röhre zu schwingen. Man stellt diese Gittervorspannung ein und überlagert ihr eine Wechselfrequenz. In diesem Falle verwendet man natürlich kleinere Spannungen. Bei der Flewelling-Schaltung verwendet man einen Audionblock mit sehr hohem Ableitwiderstand. Beginnt die Röhre zu schwingen, so lädt sich das Gitter auf und die Schwingung setzt aus. Wenn die Ladung des Gitterkondensators über den Widerstand abgeflossen ist, beginnt das Spiel von neuem. Die Nachteile dieser Schaltung dürften aus dem, was vorher über das Audion gesagt wurde, einleuchtend sein.

Wer über den theoretischen Teil sich weiter orientieren will, sei auf die Arbeit von P. David (L'onde électr. 7, 1928, Heft 78) oder auf das Referat im Jahrbuch der drahtlosen

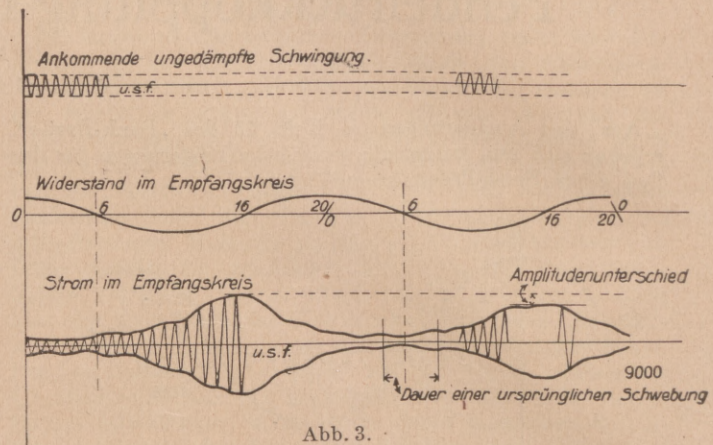


Abb. 3.

Telegraphie hingewiesen, die den obigen Ausführungen teilweise zugrunde liegt.

Zum Bau eines Superregenerationsempfängers für kurze Wellen kann nur geraten werden. Die Erfolge damit sind verblüffend. Für ultrakurze Wellen bietet die Pendelrückkopplung noch größere Vorteile.

Mit einem Kurzwellenempfänger, der mit Pendelrückkopplung arbeitete, und der aus drei Röhren bestand (eine Gleichrichterröhre, eine Röhre zur Erzeugung der Pendelfrequenz und eine Empfängerröhre), konnte Schreibempfang mehrerer Großstationen aus überseeischen Ländern leicht erreicht werden. Bei kurzen Wellen verwendet man praktisch am besten eine Pendelfrequenz, die oberhalb des Hörbereiches liegt, also nicht mehr stört. Das Rauschen, das im Empfänger auftritt, setzt einer Niederfrequenzverstärkung von selbst bestimmte Grenzen. Es ist jedoch von äußeren Störungen fast unabhängig. Stellt man den Empfänger so ein, daß bei jedem Zeichen die Röhrensättigung bzw. die obere Grenze der Schwingmöglichkeit erreicht wird, so hört das Rauschen im Empfänger während des Zeichens völlig auf. Man hört in den Pausen das Rauschen, das sich dann zischend wie „negative Zeichen“ anhört. Auch bei Telephonie kann man leicht eine ähnliche Einstellung finden, so daß während des Empfanges das Rauschen nicht mehr hörbar ist. Gleichzeitig wird man feststellen, daß Fadings bedeutend gemildert werden. Die Abstimmung eines Pendelrückkopplungsempfängers ist im allgemeinen nicht sehr scharf. Es ist infolgedessen sehr viel leichter, einen Sender, besonders einen Telephoniesender, einzustellen. Dieser Vorteil tritt wieder besonders bei ultrakurzen Wellen in Erscheinung.

# Selbstbau eines Fernseh-Experimentiergerätes

Der Bau des Fernsehermodelles.

Herstellung der Nipkowschen Scheibe. — Der Verstärker und die Beleuchtungsvorrichtung.

Von

Dipl.-Ing. J. Keßler.

Die Prinzipien des Fernsehens und des Fernsehers selbst wurden schon in früheren Aufsätzen im „Funk-Bastler“ erörtert<sup>1)</sup>. Ehe jedoch mit der eigentlichen Beschreibung des Baus begonnen werden soll, seien noch einige Bemerkungen des Verfassers vorausgeschickt. Das hier beschriebene Gerät will nur ein Fernsehermodell sein, da mit ihm eine eigentliche Übertragung in die „Ferne“ nicht möglich ist, auch konnten nur ganz einfache Bilder übertragen werden, und die Bilder sind noch klein und lichtschwach. Es ist also nur ein Lehrmodell. Wie bereits früher gesagt, soll dem angehenden Fernsehbastler die Möglichkeit gegeben werden, sich an Hand von Versuchen mit den verwickelten Vorgängen beim Fernsehen vertraut zu machen. Auch hat es einen besonderen Reiz, sich mit einer noch in ihrer Entwicklung befindlichen technischen Sache zu beschäftigen.

Die Probleme des Fernsehens sind theoretisch als gelöst zu betrachten, jedoch die praktischen brauchbaren Lösungen

Bildpunktzahl zu arbeiten, da die Schwierigkeiten mit Erhöhung der Bildpunktzahl sehr stark anwachsen<sup>4)</sup>.

## Herstellung der Nipkowschen Scheiben.

Da die Nipkowschen Scheiben gewissermaßen die Seele des Fernsehermodells sind, hauptsächlich von ihrer Güte die des ganzen Modells abhängig ist, so muß ihre Herstellung sehr sorgfältig erfolgen.

Aus ungefähr 0,8 mm starkem, gut ebenem Zinkblech (besser 1 mm starkem Aluminiumblech) schneidet man sich zwei runde Scheiben mit einem Durchmesser von 300 mm und bohrt zuerst das 10 mm-Loch und die drei 3,3 mm-Löcher. (Maße genau einhalten!) (Vgl. Abb. 1.) Aus Messing verfertigt man ferner zwei Teile, die zum Befestigen der Scheibe auf der Welle dienen, nach der Skizze in Abb. 2 (im folgenden kurz Messinghalter genannt). Mit drei Schrauben (1/8 Zoll-Gewinde oder 3 mm-SI-Gewinde) be-

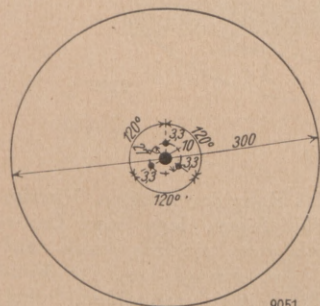


Abb. 1.

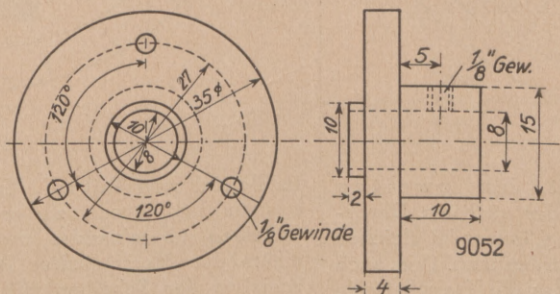


Abb. 2.

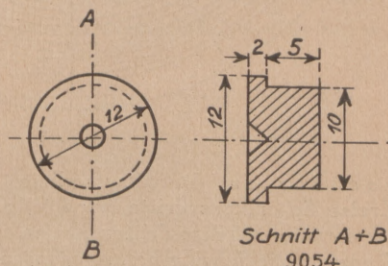


Abb. 4.

stehen erst am Anfang. Von der Bildübertragung zum Fernsehen ist scheinbar nur ein kleiner Schritt, nämlich der, die Geschwindigkeit der Übertragung eines Bildes so zu steigern, daß ungefähr 10 Bilder in der Sekunde übertragen werden; in Wirklichkeit ist aber dieser Schritt noch außerordentlich schwierig<sup>2)</sup>. Alle Gerüchte von einer vollständigen Lösung des Fernsehproblems sind mit Vorsicht aufzunehmen, da sonst die Enttäuschung sehr groß werden könnte.

Bei der Konstruktion des folgenden Modells waren vielerlei Schwierigkeiten zu überwinden, und nur durch Vernachlässigungen sowie Umgehungen war das Ziel zu erreichen. So wurde die Synchronisierung z. B. dadurch bewirkt, daß Sender und Empfänger durch ein und dieselbe Welle angetrieben werden, ein Kunstgriff, der bei den Entwicklungsarbeiten aller Fernseher- wie Bildtelegraphen-Konstrukteure üblich ist. Ist erst der eigentliche Fernseher gut durchkonstruiert, so kann man Sender und Empfänger mechanisch trennen und dann die Synchronisierung durch irgendeine der bekannten Gleichlaufvorrichtungen<sup>3)</sup> elektrisch bewirken.

Das Modell ist jedoch insofern ein richtiger „Fernseher“, da es sofort das ganze Bild (im Gegensatz zur Bildtelegraphie) überträgt und Bewegungen des Senderbildes sogleich wiedergibt.

Die Anzahl der Bildpunkte ist  $24 \cdot 25 = 600$ ; d. h. eine recht geringe, aber sie genügt zur Übertragung einfacher Figuren (einzelne Buchstaben, gegebenenfalls Worte usw.). Dem Anfänger ist dringend zu raten, fürs erste mit keiner höheren

festigt man provisorisch die Scheiben auf diesen Messinghaltern.

Um sofort das Laufen der Scheiben prüfen zu können, ist es vorteilhaft, sich schon jetzt den im folgenden Abschnitt beschriebenen Antriebsmechanismus zu bauen. Hat sich bei dieser Probe gezeigt, daß die Scheiben noch schlecht laufen, so müssen sie sehr vorsichtig mit einem Holzhammer auf einer ebenen Unterlage ausgerichtet werden (keine Beulen einschlagen!). Erst wenn die beiden Scheiben einen zufriedenstellenden Lauf zeigen, soll an ihre weitere Bearbeitung herangegangen werden. So einfach an sich diese Arbeit ist, so sorgfältig muß sie, wie schon erwähnt, ausgeführt werden. Auf eine der beiden Scheiben zeichnet man mit einem Zirkel mit zwei Stahlspitzen 24 konzentrische Kreise mit einem jedesmal um 1 mm vergrößerten Radius. Der kleinste dieser Kreise erhält einen Durchmesser von 200 mm; der größte hat dann 246 mm Durchmesser. (Vgl. Abb. 3 und 5.)

Außerdem teilt man die ganze Kreisfläche in 24 gleiche Sektoren. Um die beiden eben beschriebenen Einteilungen genau ausführen zu können, benutzt man eine kleine Hilfsvorrichtung aus Messing. (Vgl. Abb. 4.) Diese Vorrichtung muß genau in das Mittelloch der Scheibe passen, darf also nicht „Luft“ haben; sie gestattet ein bequemes zentrisches Einsetzen der einen Zirkelspitze sowie auch ein leichtes Ziehen der Durchmesserlinie. Mit einem Körner körnt man die Löcher a bis z vor (vgl. Abb. 5), welche auf den Schnittpunkten der Kreise mit den Durchmesser-

<sup>4)</sup> Die höchste Bildpunktzahl beim Fernsehen, die bisher erreicht wurde, ist wohl 10 000 (System Karolus-Telefunken); der neueste Fernseher von Mihaly gestattet auch nur 900 Bildpunkte zu übertragen.

<sup>1)</sup> „Funk-Bastler“ 1929, Heft 5 und 6.

<sup>2)</sup> Diese Schwierigkeiten liegen hauptsächlich am Sender.

<sup>3)</sup> Siehe „Funk-Bastler“ 1929, Heft 11.

linien liegen (vgl. Abb. 3). Dabei ist sehr darauf zu achten, daß, um die spiralförmige Anordnung der Löcher zu erhalten, beim Ankörnen auf folgende Weise vorgegangen wird: Das erste Loch (a) kommt auf eine Schnittstelle des innersten Kreises mit einer beliebigen Durchmesserlinie, das zweite (b) muß dagegen auf dem Schnittpunkt der be-

Hat die erste Scheibe ihre Prüfung mit „gut“ bestanden, so benutzt man sie nun als Schablone für die Bohrung der zweiten Scheibe. Es ist nämlich unbedingt erforderlich, daß die Löcher der beiden Scheiben in ihrer Lage genau übereinstimmen, kleine Fehler bei der Scheibe 1 sollen sich auch auf die Scheibe 2 übertragen; sie heben sich dann

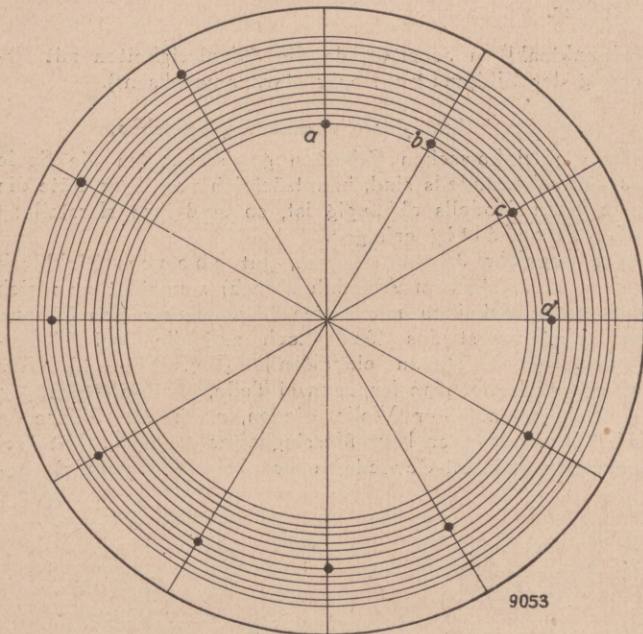


Abb. 3.

nachbarten Durchmesserlinie mit dem zweiten Kreise liegen, das dritte Loch (c) auf der nächsten Durchmesserlinie und dem dritten Kreise, wobei immer im gleichen Sinne um die Scheibe herumgegangen werden muß. (Vgl. auch Abb. 3, in der der Übersichtlichkeit halber die Kreisabstände übertrieben und infolgedessen nur 12 Löcher gezeichnet sind.)

Mit einem Spiralbohrer von 1 mm Durchmesser bohrt man an den angekörnten Stellen Löcher durch die Scheibe. Bevor auch die entsprechenden 24 Löcher in die zweite Scheibe gebohrt werden, muß die erste Scheibe auf ihre Brauchbarkeit geprüft sein. Zu diesem Zweck befestigt man die Scheibe wiederum mittels der Messinghalter auf der Welle; diese wird durch eine Antriebsvorrichtung, am zweckmäßigsten durch einen Elektromotor von etwa  $\frac{1}{30}$  PS in so schnelle Drehung versetzt, daß man beim Durchblicken durch eine rechteckige Öffnung (25·25 mm) eine möglichst gleichmäßig beleuchtete Fläche sieht, die von schwachen Querlinien (bogenförmig) durchzogen ist. (Vgl. Abb. 8 a.) Das Aussehen darf aber nicht etwa wie in Abb. 8 b

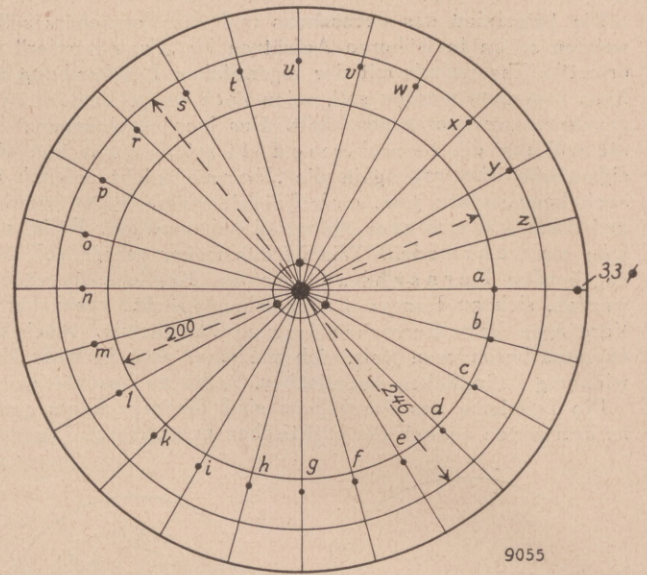
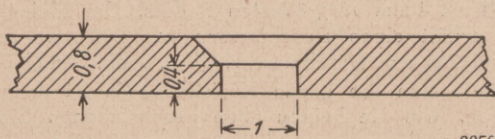


Abb. 5.

im Betrieb zum Teil auf. Um das Rohr der zweiten Scheibe bequem und genau zu bewerkstelligen, lege man beide Scheiben übereinander und schraube sie zusammen auf einem der Messinghalter fest. Um das gegenseitige Verschieben der Scheiben mit Sicherheit zu vermeiden, bohrt man noch nahe dem Rande (vgl. Abb. 5) ein Loch von 3,3 mm Durchmesser durch die beiden Scheiben, steckt dann eine Schraube  $\frac{1}{8}$  Zoll durch und zieht diese mit einer Mutter an.

Jetzt erst bohre man auch die 24 Löcher in die zweite Scheibe, eine Arbeit, die dann in kurzer Zeit ausführbar ist. Zur Fertigstellung der Nipkowschen Scheiben ist es nur noch erforderlich, die Löcher ein wenig zu versenken, um den Lichtdurchgang zu verbessern. Dieses Versenken geschieht mit der Hand mittels eines Spiralbohrers von 3 mm



stark vergrößert gezeichnet!

Abb. 6.

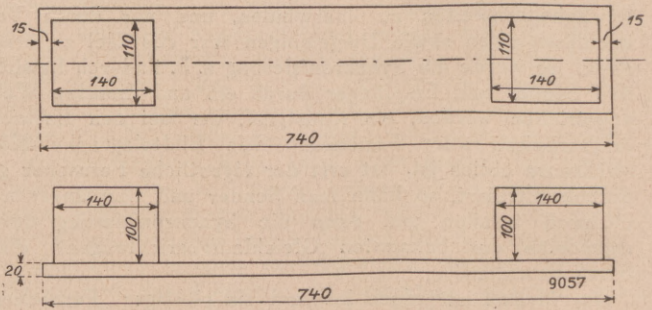
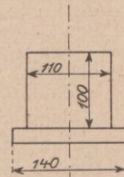


Abb. 7.

dargestellt sein, in der durch einen Fehler zwei Bildzeilen sich überdecken.

Eigentlich wäre es erforderlich, die Löcher in der Scheibe quadratisch zu gestalten, um eine gleichmäßige Helligkeit der ganzen Fläche zu erzielen, wegen der großen Schwierigkeit der Herstellung so kleiner quadratischer Löcher ist aber davon abgesehen worden; für das Fernsehmodell reichen auch runde Löcher vollkommen aus.

Durchmesser, mit dem man bis auf ungefähr die Hälfte der Scheibendicke (vgl. Abb. 6) bohrt. Es ist sehr darauf zu achten, nicht zu tief zu versenken; würde ein einziges Loch verbohrt, wäre die ganze Scheibe unbrauchbar. Die Scheibe 1 soll noch auf der Seite, die der Sender-Lichtquelle zugekehrt ist, mit matter schwarzer Farbe angestrichen werden. Die 24 Löcher müssen dann meist noch mit einer Nadel von eingedrungener Farbe gereinigt werden.

**Die Antriebsvorrichtung.**

Die Antriebsvorrichtung besteht aus einer gutgelagerten längeren Welle, die mittels Schnurlauf und Riemen (Spiral-

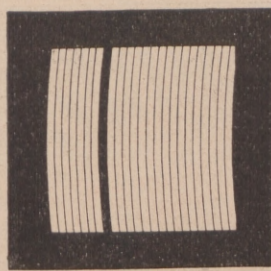
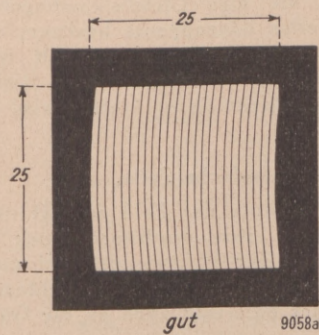


Abb. 8 a u. 8 b.

haben sich zwei kleine Lagerböcke von 55 mm Achslochhöhe (8 mm Bohrung) bewährt<sup>6)</sup>. Die Abbildung 7 läßt klar erkennen, wie das Holzgestell<sup>7)</sup> anzufertigen ist. Die Abbildung 9 zeigt, wie die Lager darauf zu befestigen sind und wie die Aufstellung des Motors zu bewerkstelligen ist (vgl. auch Abb. 10). Um Lichtreflexionen zu vermeiden, beizt man noch das Holzgestell dunkel; wer noch zur Verschönerung ein übriges tun will, kann es noch mit einer Schellacklösung mattieren.

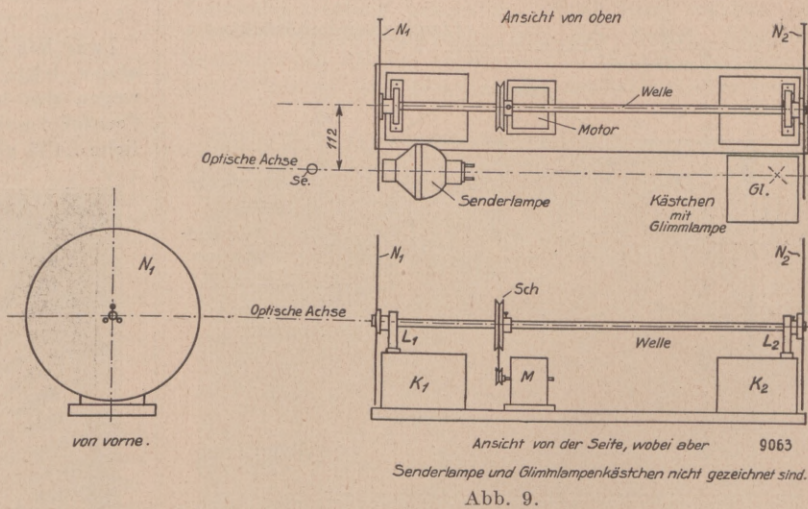


Abb. 9.

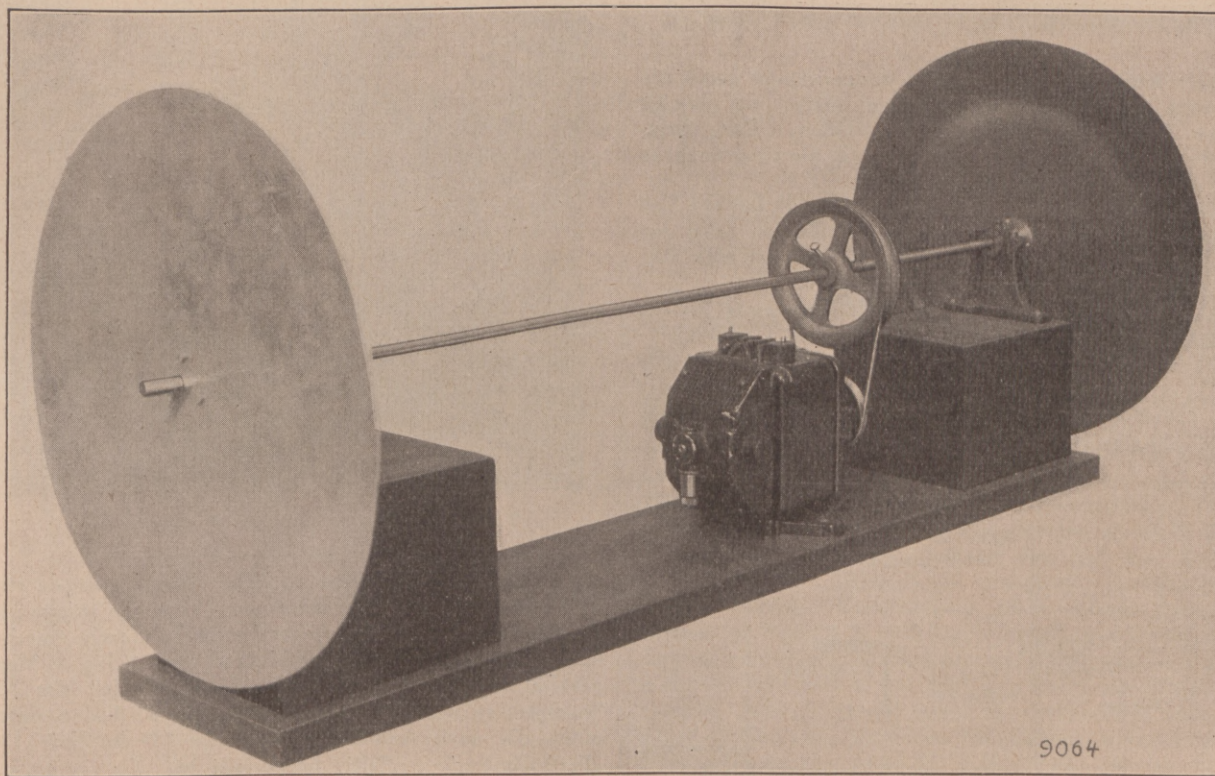


Abb. 10.

federschnur) durch einen kleinen Elektromotor angetrieben wird<sup>5)</sup>.

Die Welle wird aus Silberstahl von 8 mm Durchmesser angefertigt. Ihre Länge soll ungefähr 740 mm betragen. Es genügt, diese aus einem geraden Stück herauszuschneiden; eine weitere Verarbeitung ist nicht erforderlich. Als Lager

<sup>5)</sup> Auch mit der Hand kann man schon behelfsmäßig die Welle genügend antreiben.

**Beleuchtungsvorrichtung für den Sender.**

Als sehr geeignet hat sich als Lichtquelle eine Gleichstrombogenlampe (mit Selbstregulierung) erwiesen; da aber wohl den wenigsten eine solche zur Verfügung steht, wurde

<sup>6)</sup> In einer Lehrmittelhandlung erhältlich.

<sup>7)</sup> Die scheinbar unnötig schwere Ausführung der Holzteile wurde angewandt, um Schwingungen des Gestells zu vermindern, die bei dem schnellen Lauf der Scheibe leicht auftreten können.

bei dem zweiten Versuchsmodell der Versuch gemacht, mit einer niedervoltigen Nitalampe von 25 Watt (6 Volt) als Senderlichtquelle auszukommen. Eine gewöhnliche Glühlampe (für Beleuchtungszwecke) ist für unsere Zwecke nicht brauchbar, da die Lichtquelle möglichst punkt-

einen Vorschlag zur einfachen Selbstanfertigung gibt das gestrichelte Bild.

Die Lampe darf natürlich nur mit Gleichstrom betrieben werden<sup>10</sup>). Für Bastler, die eine Gleichstrombogenlampe von einem Projektions- oder Kinoapparat besitzen, soll in Abbildung 12 die Anordnung hierfür skizzenhaft wiedergegeben werden. Diese gestattet dann, bessere Bilder zu übertragen<sup>11</sup>). Die Bedienungsanweisung hierfür wird später kurz beschrieben werden.

**Die lichtempfindliche Zelle.**

Zwar hat die Photozelle heute das Feld erobert und die etwas träge Selenzelle fast ganz verdrängt, doch wurde wegen der hohen Kosten einer Photozelle<sup>12</sup>) bei unserem Fernsehmodell trotzdem eine Selenzelle als lichtempfindliche Zelle gewählt. Daher darf man auch an die Güte der

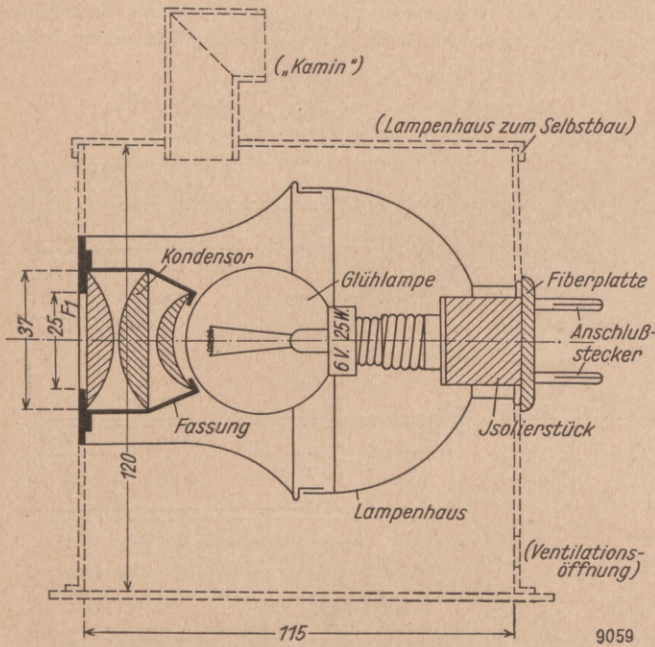


Abb. 11.

förmig sein muß. Auch ist bei der Bildzerlegung durch die Nipkowsche Scheibe ohne Linseneinsätze ein sehr großer Lichtverlust nicht zu vermeiden. Das übrigbleibende Licht beträgt ungefähr nur noch die ursprüngliche Stärke, geteilt durch die Bildpunktzahl.

Bei dem Modell steht daher nur der sechshundertste Teil des Lichtes zur Steuerung der lichtempfindlichen Zelle zur Verfügung. Aus diesem Grunde muß beim Sender eine sehr starke Lichtquelle Verwendung finden.

Bei den Versuchen hat sich auch das bekannte Mittel, durch starkes (25prozentiges) Überheizen die Glühlampenhelligkeit wesentlich zu steigern<sup>8</sup>), als notwendig zur Erzielung kontrastreicher Bilder erwiesen. Daher soll die erwähnte 6-Volt-Lampe mit 8 Volt Spannung (d. h. einer 4zelligen Akkumulatorenbatte) betrieben werden.

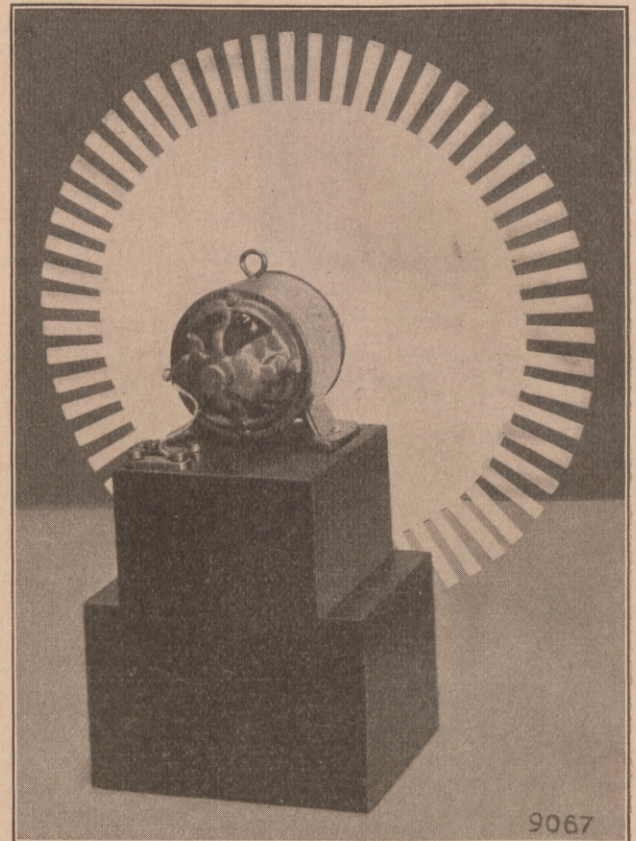


Abb. 13.

übertragenen Bilder keine zu hohen Anforderungen stellen. Wer aber doch mit einer Photozelle Versuche machen kann, muß diese an Stelle der vorgesehenen Selenzelle einschalten und dieser noch einen Widerstand von 1 bis 5 Megohm parallel schalten, um den schädlichen Einfluß der Eigenkapazität zu verringern. Als Selenzelle wird eine Zelle benutzt, die nach Anweisung auf Seite 179 im Heft 12 des „Funk-Bastler“ sorgfältig hergestellt ist. Da sie noch eine Lichtwechselfrequenz von ungefähr 3000 wiedergeben muß, prüft man sie vorher mittels einer Schlitzscheibe mit 60 Schlitzen (vgl. Abb. 13) auf dieselbe Art, wie in Heft 12 auf Seite 181 beschrieben wurde. (Fortsetzung folgt.)

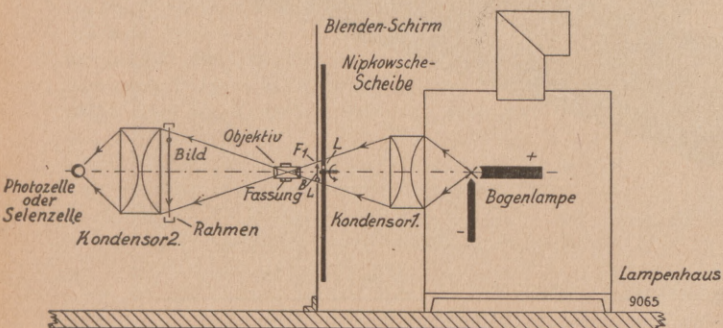


Abb. 12.

Das Licht dieser Lampe muß dann noch durch einen Kondensator, möglichst mit drei Linsen (zwei Plankonvexe, eine Meniskuslinse), gesammelt werden<sup>9</sup>) (vgl. Abb. 11). Die Abbildung 11 zeigt den Schnitt durch eine käufliche Lampe,

<sup>8</sup>) Auch bei der Bildtelegraphie Karolus-Telefunken wird z. B. dieser Kunstgriff angewandt.

<sup>9</sup>) Verfasser verwandte die Beleuchtungsvorrichtung von einem Heimkino für Normalfilm dazu.

<sup>10</sup>) Das Licht einer mit Wechselstrom beschickten Metallfadenlampe ist nicht konstant, wie man sich durch einen stroboskopischen Versuch (vgl. „Funk-Bastler“ 1929, Heft 11, S. 162) leicht überzeugen kann.

<sup>11</sup>) Mit einer Bogenlampe beim Sender und Photozelle am Empfänger gelang es noch bei dieser Bildpunktzahl, die Worte „Fünf Minuten Pause“ zu übertragen.

<sup>12</sup>) „Funk-Bastler“ 1929, Heft 12, S. 183.



# Kurzwellen-Rundfunkempfang mit Langwellengeräten

Von  
**Alex von Frankenberg.**

Im folgenden Aufsatz wird der Vorschlag gemacht, für den Empfang kurzer Wellen ein normales Rundfunkgerät dadurch verwendbar zu machen, daß man die gewöhnlichen Rundfunkspulen durch entsprechende Kurzwellenspulen einfacher Art ersetzt. Die Ansicht des Verfassers, daß sich daraus ein den Spezialgeräten in jeder Hinsicht gleichwertiger Empfänger ergibt, vermögen wir allerdings nicht zu teilen. Ganz von dem Aufbau des betreffenden Gerätes wird es abhängen, ob die Leistungen auch bei Kurzwellenempfang voll befriedigen. Da aber die vom Verfasser vorgeschlagene Umstellung sowie die Herstellung der Spulen äußerst einfach ist, dürfte es sich immerhin verlohnen, einmal einen Versuch mit einem beliebigen Rundfunkempfänger zu unternehmen. Die Bedienung wird freilich in Betracht des verhältnismäßig großen Kondensators (vgl. hierzu den Aufsatz von Rolf Wigand: „Die beste Größe des Drehkondensators“ in Heft 10 des „Funk-Bastler“, Seite 156) unter Umständen etwas schwierig sein.

Die Möglichkeit, Kurzwellenstationen fernster Länder wie Australien, Java, Amerika ohne besondere Hilfsmittel und ohne besonderen Kostenaufwand im Lautsprecher zu empfangen, hat mich zu Versuchen mit einem gewöhnlichen Rundfunkempfänger verleitet. Dabei haben Vergleiche mit Spezialgeräten keinen praktisch nennenswerten Unterschied hinsichtlich Güte und Lautstärke des Empfanges ergeben. Solange also die eigentlichen Rundfunkdarbietungen auf kurzen Wellen noch wenig umfangreich sind, dürfte sich ein Kauf oder die Anfertigung besonderer Kurzwellengeräte für den größten Teil der Rundfunkhörer nicht lohnen. Die nachfolgenden Ausführungen wollen daher einen Ausweg weisen, um auch diesen Wellenbereich in den täglichen Empfang einzubeziehen.

### Das Gerät.

Benutzt wurde ein einfaches Rückkopplungs-Audion in Verbindung mit einem dreifachen Widerstandsverstärker und Lautsprecher. Abb. 1 zeigt die genaue Schaltung des Audions. Voraussetzung ist also lediglich eine aperiodische Antennenkopplung. Irgendeine Veränderung am Gerät oder an der Schaltung ist nicht vorgenommen worden. Im übrigen

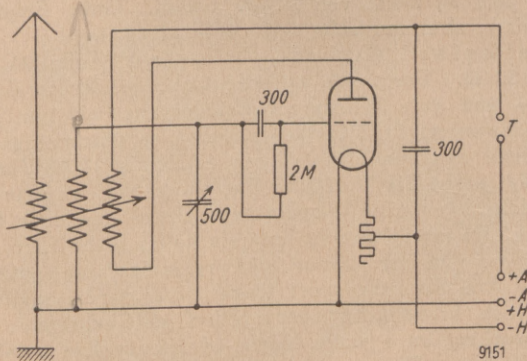


Abb. 1.

gen kann jede beliebige Transformatorrenkopplung als Verstärker angeschlossen werden. Für Lautsprecherbetrieb sind zwei Niederfrequenzstufen erforderlich.

### Die Spulen.

An Stelle der gewöhnlichen Spulen treten die sogenannten Kurzwellenspulen. Ihre Selbstanfertigung bietet auch dem im Basteln wenig erfahrenen Funkfreund keine Schwierigkeiten, da eine ganz primitive Anfertigung ausreicht. Es

ist ein weitverbreiteter Irrtum, anzunehmen, nur Spulen mit besonders kapazitätsfreier Wicklung seien für den Kurzwellenempfang brauchbar. Auch hier ergaben eingehende Vergleichsversuche mit den besten käuflichen Spezialspulen keinen nennenswerten Empfangsunterschied. Zur Erfassung des gesamten Kurzwellenbereiches von 15

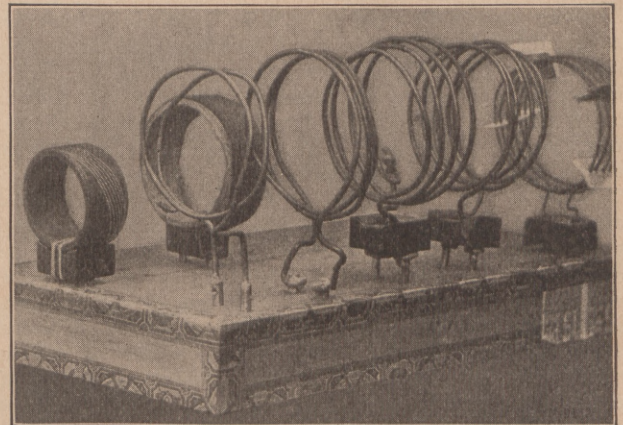


Abb. 2.

bis 100 m sind insgesamt sechs Spulen erforderlich: je eine zu 3, 4, 5, 6, 8 und 10 Windungen.

Drei Arten der Selbstanfertigung sind möglich: Die allereinfachste besteht darin, daß man von gewöhnlichen Wabenspulen (zu 25 Windungen) die entsprechende Zahl Windungen vorsichtig abwickelt. Die zweite Art: Man nimmt eine Papphülse von etwa 6 cm Durchmesser, schneidet ein Stück in der Breite der Wabenspulen ab (2½ cm), wickelt gewöhnlichen isolierten Klingeldraht zu 0,5 mm in der gewünschten Windungszahl recht fest auf und befestigt die Enden an die Klemmen eines normalen Spulensockels. Die dritte Art ist der Bau freitragender Spulen: blanker Kupferdraht von etwa 2 mm Stärke wird kurz ausgeglüht und abgeschreckt, um ihn biegsam zu machen, und dann um irgendeinen runden Gegenstand von etwa 5 cm Durchmesser bis zur erforderlichen Windungszahl herumgewickelt. Die Enden münden ebenfalls in einem Spulensockel. Unwesentlich ist die Art der Befestigung am Sockel: der Draht kann geklemmt, geschlungen oder gelötet werden. Unwesentlich ist ferner der Spulendurchmesser: er kann 5, 6, ja 7 cm betragen, und es können auch Spulen verschiedenen Durchmessers miteinander verwendet werden. Wesentlich ist nur der Richtungssinn der Windungen: es muß darauf geachtet werden, daß alle Spulen, ob in dieser oder jener Art hergestellt, in der gleichen Drehweise gewickelt sind. Abb. 2 gibt ein anschauliches Bild eines nach allen drei Arten gewickelten kompletten Spulensatzes, mit dem die am Ende mitgeteilten Empfangsergebnisse erzielt wurden. Es empfiehlt sich, die Spulen zu 3, 4 und 5 Windungen freitragend, die zu 6, 8 und 10 Windungen nach einem der beiden ersten Verfahren herzustellen. Eine 12er Spule ist nicht unbedingt nötig, manchmal aber zur Rückkopplung bei höheren Wellen ganz vorteilhaft.

### Die Röhren.

Von großer Bedeutung ist die richtige Auswahl der Audionröhre. Niederfrequenz- und Endröhren sind nicht

kritisch und können in jedem Falle beibehalten werden. Resonanz- und kapazitätsempfindliche Röhren, die schon beim Langwellenempfang zu akustischen oder elektrischen Geräuschen (Schwingen, Rauschen, Klängen) neigen, sind unbrauchbar. Es wurde die merkwürdige Feststellung gemacht, daß eine ausgesprochene Endröhre (Valvo L 410 bzw. L 215) in der Audionschaltung die besten und mühe-losesten Empfangsergebnisse brachte.

**Antenne und Erde.**

Jede vorhandene Antenne ist brauchbar. Dagegen kann es vorteilhaft sein, ohne jede Erde zu arbeiten.

**Die Bedienung.**

Die Bedienung des Geräts ist im wesentlichen die gleiche wie beim Langwellenempfang. Die Gitterspule bestimmt den jeweiligen Wellenbereich, die Rückkopplungsspule dient, nötigenfalls von der Antennenspule unterstützt, der Rückkopplung. Man nehme sie stets so groß, daß die Schwingungen leicht einsetzen, also etwa ein bis zwei Windungen größer als die Gitterspule. Die Antennenspule nehme man stets so groß wie irgendmöglich.

Schwierigkeiten entstehen im Anfang nur dadurch, daß man zunächst nicht weiß, auf welchem Wellenbande man bei den einzelnen Spulen arbeitet, und daß man ferner gewöhnt ist, den Kondensator viel zu grob zu bedienen. Der Behebung der ersten Schwierigkeit dienen die Abstimm-tabellen, wie sie Abb. 3 bis 6 zeigen. Wie ohne weiteres ersichtlich, bringt die 3er Spule einen gut hörbaren Wellenbereich von etwa 15 bis 30, die 4er Spule von 17 bis 40, die 5er Spule von 18 bis 50, die 6er Spule von 25 bis 90 m. Mit der 10er Spule im Gitterkreis kommt man bis zu 140 m, also schon in den Langwellenbereich hinein. Die hier mitgeteilten Tabellen geben bereits Anhaltspunkte, da jedoch die elektrischen Werte der einzelnen Geräte und Spulen verschieden sind, also eine einwandfreie und vor allem stets mühelose Abstimmung nur mit Hilfe eigener Kurven für jeden Empfänger und jede Gitterspule möglich sein wird, muß sich jeder Amateur sie selbst herstellen. Wie solche Tabellen angefertigt werden, ergibt sich aus den gegebenen Mustern.

Die zweite Schwierigkeit ist eine reine Gewohnheitssache, die nach einigen Versuchen bald überwunden wird. Bedarf es im Langwellenbereich, um von einer Station zur anderen zu kommen, der Drehung des Kondensators um etwa einen ganzen Teilstrich, so hier um den zehnten, also kaum noch mit dem Auge wahrnehmbaren Teil eines solchen. Man hat das aber bald, auch ohne Feineinstellungs-

Langwellenempfang, so wirken sie doch nach einiger Gewöhnung kaum noch störend.

**Empfangsergebnisse mit Telephoniesendern.**

Da genaue Unterlagen über Programme, Ansagen, Wellenlänge und Sendezeiten der in Frage kommenden Telephonie-Großstationen fehlen, gebe ich im folgenden zur Erleichterung des Empfangs ausführliche Angaben.

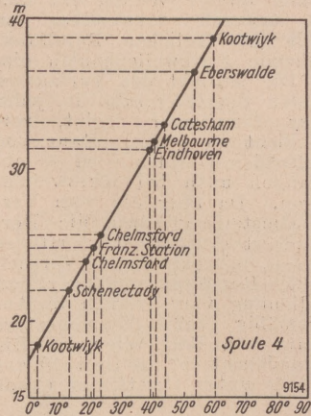


Abb. 4.

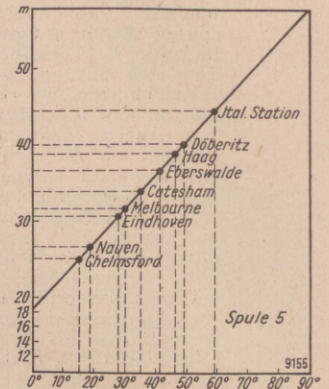


Abb. 5.

Döberitz. Ansage: „Achtung, Achtung, hier ist der Kurzwellensender des Reichspostzentralamtes, Telegraphen-technisches Reichsamt, Funkversuchsanlage Döberitz, Rufzeichen..., auf Welle... Wir machen Versuche.“ Das Rufzeichen wechselt: einmal AFK, ein andermal DOA. Auch die Wellenlänge ändert sich fast stets, oft von einem Tag zum anderen, und wird nur am Schluß einer Sendung für die folgende angegeben. Die am meisten benutzten Wellenlängen sind 40 und 87,45 m, doch wird auch auf 67,65, 71,45, 75,3, 77,2 und 82,9 m gesendet. Die Zeiten sind sehr verschieden: einmal von 18.00 bis 20.00 Uhr, das andere Mal von 16.00 bis 18.00, wieder ein andermal von 8.00 bis 12.00 Uhr. Sendetage meist Montag bis Freitag. Lautstärke, besonders in der Dunkelheit, dem des Ortssenders gleich. Leider wird nur belangloser Text durchgegeben, und auch das immer nur für die Dauer einer Viertelstunde, die folgende Viertelstunde ist Pause (früher durch Grammophonmusik ausgefüllt). Döberitz wird oft vom Wolfschen Telegraphenbüro benutzt.

Eberswalde. Versuchssender der Lorenz A. G. auf Welle 36,5 m, meist von T. U. belegt. Gute Empfangsergebnisse, aber nur sehr seltene Sendungen.

Chelmsford (England). Früher auf Welle 24, jetzt auf 25,3 m. Der beste außerdeutsche Sender in Europa. Sichere und gute Lautsprecherwiedergabe mit nur geringen Schwankungen. Sendet regelmäßig wochentags (mit Ausnahme des Sonnabends) von 13.30 bis 14.30 Uhr und überträgt meist bis 14.00 Uhr das Programm aus Daventry, dann das „lunch-time“-Konzert aus einem Londoner Hotel. 13.25 erfolgt zwei Minuten lang ein helles Rufzeichen, dann meldet der Ansager: „Good morning ladies and gentlemen. This is five SW, the short wave experimental station of the british broadcasting corporation at Chelmsford, England, working on a wave length of twenty five point five three metres. We are going to take you over to...“ 13.30 Uhr erfolgt dann das Zeitzeichen, und ohne weiteres ist Daventry eingeschaltet. 14.30 Uhr bricht die Sendung mit den Worten ab: „That concludes our lunch-time programm.“ Die abendlichen Übertragungen (von 20.00 Uhr ab) sind leider nur selten vernehmbar.

Eindhoven, Holland. Auf Welle 31,4 m, Rufzeichen PCJ. Kurzwellensender der „Philips Radio A. G.“ Empfang außerordentlich wechselnd und unregelmäßig, oft in der Lautstärke des Ortssenders, oft kaum mit der Trägerwelle vernehmbar. Ansage in holländisch, englisch, fran-

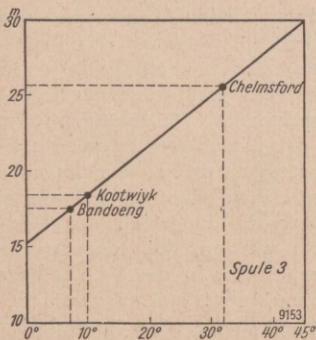


Abb. 3.

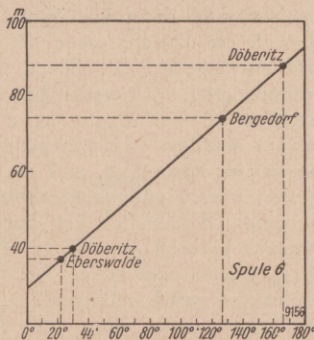


Abb. 6.

knopf, sozusagen „in den Fingerspitzen“. Für den ersten Anfang bringe man das Gerät durch starke Rückkopplung zum Schwingen und drehe den Kondensator im Bereich des gesuchten Senders so langsam wie nur irgendmöglich. Hat man eine Trägerwelle, so gehe man mit der Rückkopplung unter gleichzeitig vorsichtigem Nachdrehen der Skala langsam zurück. Obwohl die Nachteile der Handkapazität naturgemäß stärker in die Erscheinung treten wie beim

zösisch, deutsch und spanisch. Sendet jetzt meist Donnerstags und Freitags von 19.00 Uhr ab wechselnde Schallplattenmusik.

Melbourne, Australien. Auf Welle 31,5 m. Entfernung etwa 18 000 km. Sehr gute Empfangsmöglichkeiten. Sendet regelmäßig Sonntag abends eine Stunde lang von 20.00 bis 21.00 Uhr M.E.Z. (Montags von 5.00 bis 6.00 Uhr australischer Zeit). An sieben aufeinanderfolgenden Sonntagen wurde die Station sechsmal einwandfrei in guter Lautstärke empfangen. Angesagt wird lediglich: „Three LO, Melbourne, Australia“, aber mehrere Male hintereinander. Bis 20.30 Uhr wird Schallplattenmusik durchgegeben, dann erfolgt Durchsage amtlicher und sportlicher Nachrichten (Kricket-Ergebnisse), den Schluß bilden wieder Schallplatten oder eigene Darbietungen. Um 21.00 Uhr heißt es dann kurz: „We are now closing down.“ Ab und zu ertönen zu Beginn die fünf Glockenschläge der Stationsuhr.

Bandoeng (sprich Banduung), Java, auf Welle 17,7 m. Entfernung etwa 15 000 km. Sandte früher regelmäßig Montags von 14.30 bis 15.30 Uhr, jetzt Mittwochs. Gute Schallplattenmusik. Ist etwas schwerer zu empfangen wie Melbourne, aber etwa in der gleichen Lautstärke. Ansage in holländisch, deutsch und englisch. Bittet stets um Mit-

teilung der Empfangsergebnisse an „Radio Service, Bandoeng“, hat aber auf solche noch nie geantwortet.

Kootwijk (sprich Kotweik), Holland. Auf Welle 18,4 m. Ist fast jeden Nachmittag von 14.00 Uhr ab in ausreichender Lautstärke zu hören, bringt aber nur endlose Telefongespräche in holländischer Sprache. Keine Musik.

Caterham, England. Auf Welle 32,5 m. Von 19.00 Uhr ab täglich sehr schwach zu hören. Musik.

Amerika. Empfang von wechselnder Güte, nur unter Opferung der Nachtruhe ab 00.30 Uhr. Am besten die Stationen der beiden Schenectadys: W 2 XAD auf Welle 21,96 m, W 2 XAF auf Welle 31,48 m. Meist extrem geräuschvolle Jazzmusik. Kurze, aber sehr starke Fadings.

Außer diesen ständigen Großstationen sind hin und wieder eine Reihe kleinerer Stationen, auch Amateursender, zu hören, deren Modulation aber äußerst unrein ist. Bergedorf bei Hamburg, auf drei verschiedenen Wellen: 70, 75 und 78 m, überträgt in den Abendstunden öfters die Hamburger Werbeveranstaltung. Von Nauen wurden auf Welle 26,2 m Versuchsgespräche mit Sidney aufgefangen. Mehrere französische, belgische und italienische Stationen sind im wechselseitigen Gespräch, meist in den späten Nachmittagsstunden, zu hören.

## Ein batterieloser Empfänger

Von

Robert P. Ehrenzweig, Wien.

Der hier beschriebene Empfänger (Abb. 1 und 2) ist von jeder Batterie unabhängig; alle benötigten Spannungen werden dem Wechselstromnetz entnommen. Ein Durchbrennen der Röhren ist dabei unmöglich, da nur ein Steckkontakt vorhanden ist. Der Preis des Empfängers ist verhältnismäßig niedrig, und die laufenden Spesen sind gering. Die Röhren halten, da sie immer unter den günstigsten Bedingungen arbeiten, viel länger als in jedem anderen Empfänger.

Die Leistung des Gerätes ist meinen Erfahrungen nach höher als die eines normalen Empfängers der gleichen Röhrenzahl, da die benutzten Röhren höhere Leistung abgeben und höhere Anodenspannungen zur Verfügung stehen.

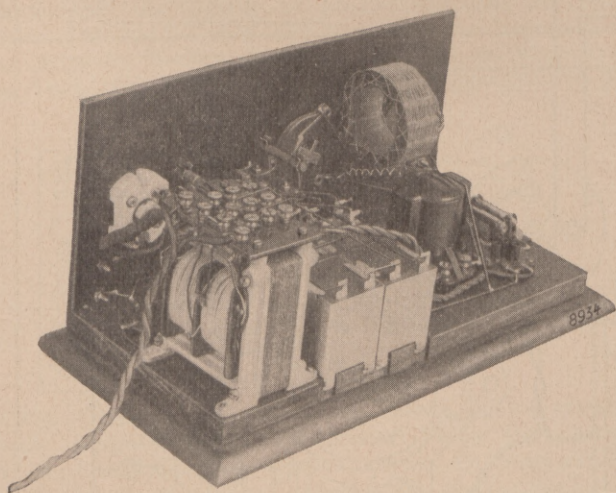


Abb. 1. Das Innere des Empfängers von der Netzanschlußseite aus.

Die Wiedergabe ist vollkommen rein und frei von jedem Netzgeräusch. Selbst bei Auslandsempfang im Kopfhörer ist kein Brummen zu hören; allerdings ist die Selektivität natürlich nicht allzu hoch, da nur ein Abstimmkreis verwendet wird. Immerhin lassen sich mit Hilfe eines guten

Sperrkreises auch starke Ortssender ausschalten. Wie schon gesagt, werden alle Spannungen der Lichtleitung entnommen; die Anodenspannung wird über einen Transformator auf den richtigen Wert gebracht, gleichgerichtet und

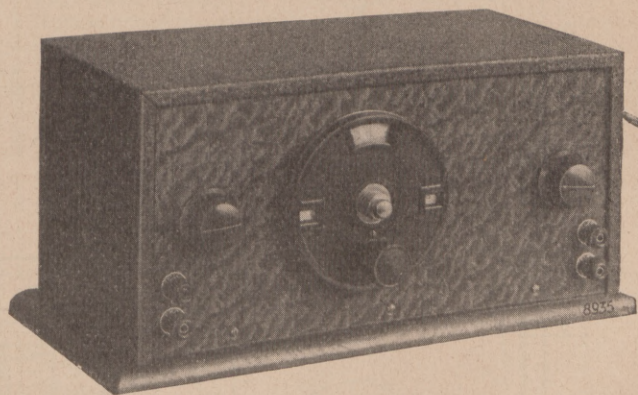


Abb. 2. Gesamtansicht des fertigen Gerätes.

in einem Filter von allen Störungen befreit. Die Heizspannung wird nur transformiert und direkt den Glühfäden zugeführt.

Ein derartiges Gerät darf natürlich nur mit hochwertigen Einzelteilen gebaut werden, da es Starkstrom führt.

### Die Schaltung.

Der Empfänger zerfällt in den Netzanschlußteil und den eigentlichen Empfängerteil. Abb. 3 zeigt die Schaltung, die sich in nichts von einem normalen Zweiröhren-Reinartz-Empfänger unterscheidet. Die Spule ist nach Korbseitenspulenart gewickelt. Die Werte der Einzelteile gehen aus der Materialliste sowie aus dem Bauplan (Abb. 4) hervor. Die Reinartzspule wird folgendermaßen hergestellt: Auf eine Wickelform von 60 mm Durchmesser mit 15 Stiften werden zunächst 10 Windungen für die Antennenspule aufgebracht, dann eine Anzapfung gemacht und weitere 34 Windungen für die Gitterkreisspule gewickelt.

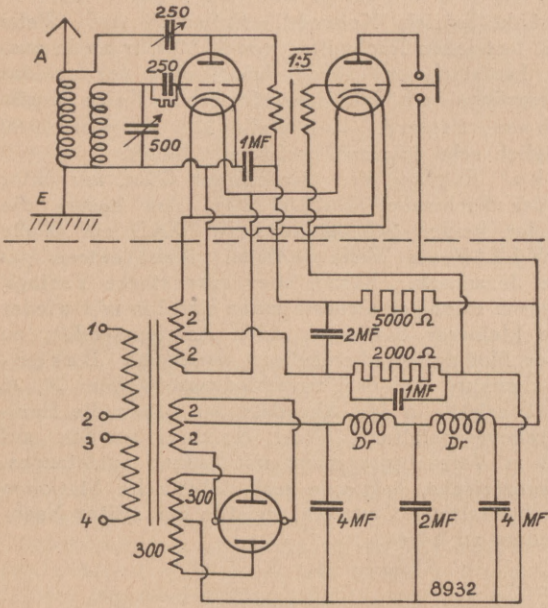


Abb. 3.

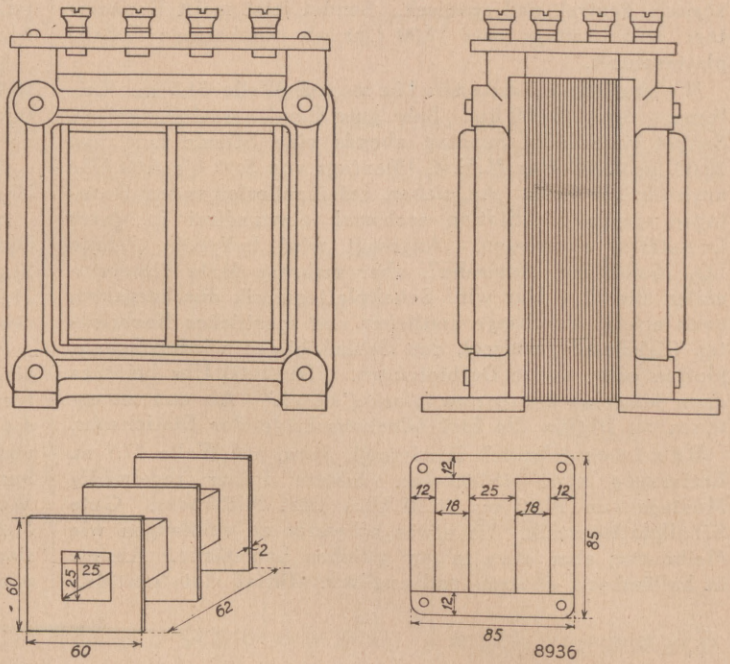


Abb. 5.

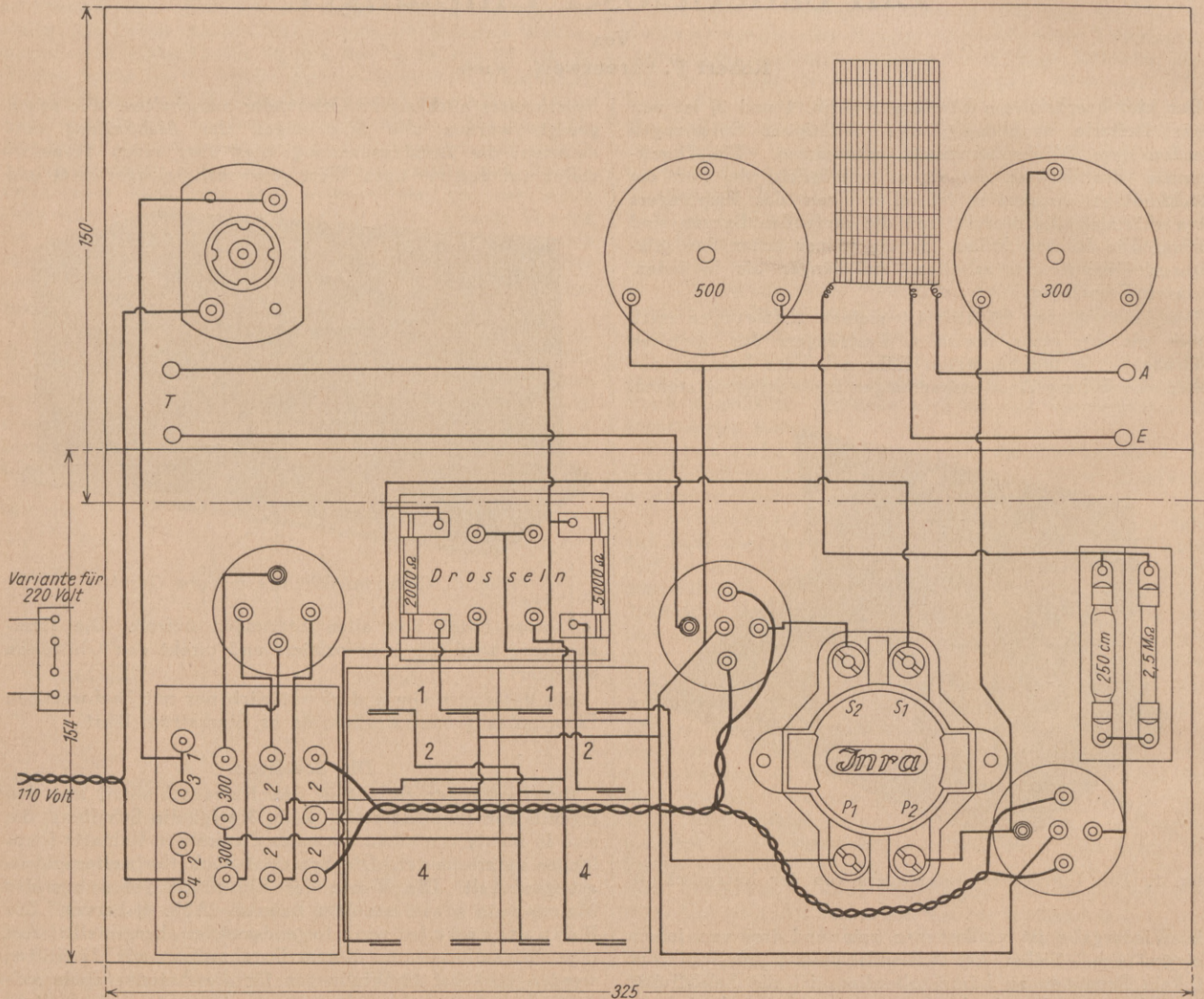


Abb. 4.

8933

Der Netzanschlußteil besteht aus dem Transformator, der die Wechselspannungen für den Anodenstrom, für die Heizung der Gleichrichterröhre und für die Heizung der Verstärkerröhren liefert und so dimensioniert ist, daß er selbst bei langem, ununterbrochenem Betrieb nicht über die zulässige Grenze warm wird. Der Transformator kann sowohl für 110 als auch für 220 Volt verwendet werden, wozu dann allerdings eine kleine Umschaltung notwendig wird. Die Primärwicklung besteht nämlich aus zwei Teilen, die bei 110 Volt parallel und bei 220 Volt in Serie geschaltet werden. Die Daten der Wicklung gehen aus der folgenden Tabelle hervor, die Dimensionierung des ganzen Transformators aus den in Abb. 5 dargestellten Zeichnungen.

**Wicklungsdaten des Transformators.**

	Windungs- zahl	Draht- durchmesser	Isolation
Primär . . . . .	2 × 850	0,25	1 × Seide
Sekundär I. . . . .	2 × 2400	0,12	1 × Seide
Sekundär II . . . . .	2 × 16	0,7	1 × Wolle
Sekundär III . . . . .	2 × 16	1,2	1 × Wolle

Es werden 75 Bleche von der in Abb. 5 angegebenen Form aus 0,35 mm starkem, legiertem Transformatorblech (1,3 Watt Verlust pro Kilogramm) benötigt.

Die Drosseln erhalten je 15 000 Windungen, 0,11 mm Emaille-draht. Der Schnitt der Drosselbleche ist in Abb. 6 dargestellt. Es werden 50 Bleche aus 0,35 mm starkem Weich-eisen benötigt. Die Dimensionen des Drosselkörpers ergeben sich ferner aus Abb. 7.

Die beiden Enden der Hochspannungswicklung des Transformators werden mit den beiden Anoden der Gleich-richterröhre verbunden und die Enden der Heizwicklung ohne Zwischenschaltung eines Widerstandes mit deren Faden. Der Mittelpunkt der Hochspannungswicklung stellt den Minuspol des gleichgerichteten Wechselstromes dar, während der Pluspol an der Kathode der Gleichrichterröhre liegt. Durch die nun folgende doppelte Siebkette wird der gleichgerichtete Wechselstrom vollkommen geglättet. Der Pluspol wird direkt zur Verstärkerröhre geführt, während die geringere Anodenspannung für das Audion durch einen Vorschaltwiderstand gewonnen wird. Die Heizwicklung der Verstärkerröhren wird direkt ohne Heizwiderstand an die Glühfäden der Verstärkerröhren angeschlossen, während die Kathode der Röhren mit dem Mittelpunkt der Heizwicklung verbunden wird. Zwischen Mitte der Heizwicklung und Mitte der Hochspannungswicklung liegt ein Widerstand von etwa 1000—2000 Ohm, der durch Spannungsabfall die

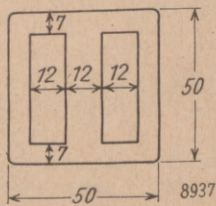


Abb. 6.

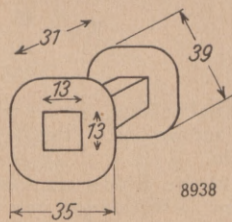


Abb. 7.

Die aperiodische Antennenspule dient gleichzeitig zur Rückkopplung. Mit ihr gekoppelt ist der Gitterkreis des Audions, der aus Spule und einem kleinen Drehkondensator mit Pertinaxdielektrikum von 500 cm Kapazität besteht. Vom Abstimmkreis gelangen die hochfrequenten Ströme über einen Blockkondensator von etwa 250 cm zum Gitter der Röhre, das über einen Gitterableitwiderstand von etwa 2,5 Megohm mit der Kathode verbunden ist.

Die Schwingungen werden verstärkt und von der Anode über einen 300 cm- oder 250 cm-Drehkondensator und die Rückkopplungsspule rückgekoppelt. Von der Anode gelangen die verstärkten, bereits niederfrequenten Ströme zur Primär-seite des Niederfrequenztransformators und von da zur Anodenstromquelle. Die Sekundärseite des Niederfrequenz-transformators ist in bekannter Weise einerseits mit dem Gitter der Lautsprecherröhre, andererseits mit dem Minus-pol der Gittervorspannung verbunden. Von der Anode der Lautsprecherröhre gelangen die Ströme über das Telephon zum Pluspol der Anodenspannung. Der Unterschied gegenüber einem gewöhnlichen Reinartzempfänger besteht darin, daß der Nullpunkt nicht das negative Heizfadene, sondern die Kathode der wechselstromgeheizten Röhren ist. Die Heizung der Röhren erfolgt mit reinem Wechselstrom. Infolge der Wärmeträgheit der Kathode, die der 50mal in der Sekunde erfolgenden Erwärmung und Abkühlung des Fadens, entsprechend dem 50periodigen Wechselstrom, nicht folgen kann, ist keinerlei störender Einfluß des Heizwechsel-stromes zu bemerken.

**Liste der Einzelteile.**

- 1 Drehkondensator mit festem Dielektrikum, 500 cm;
- 1 Drehkondensator mit festem Dielektrikum, 250 bis 300 cm;
- 1 Reinartzspule;
- 1 Starkstromausschalter;
- 4 Universalklemmen;
- 1 Netzanschlußtransformator;
- 2 kleine Drosseln;
- 2 Blockkondensatoren, 4 µF;
- 2 Blockkondensatoren, 2 µF;
- 2 Blockkondensatoren, 1 µF;
- 2 Röhrensockel für Wechselstromröhren;
- 1 Röhrensockel, normal;
- 1 Niederfrequenztransformator 1 : 5;
- 4 Silithalter;
- 1 Blockkondensator, 250 cm;
- 1 Hochohmwiderstand, 2,5 MΩ;
- 1 Hochohmwiderstand, 2000 Ohm;
- 1 Hochohmwiderstand, 5000 Ohm;
- 1 Paneel;
- 1 Kabel mit Steckkontakt;
- 1 Metallkassette;
- 1 Grundbrett.

An Röhren benutzte der Verfasser: als Gleichrichter RGN 1504; als Audion REN 1104 und als Lautsprecherröhre REN 2204. Versuche haben erwiesen, daß eine gewöhnliche Lautsprecherröhre ebenfalls, ohne daß irgendein Stör-geräusch zu bemerken wäre, zu verwenden ist. Besonders gute Erfolge wurden bei Verwendung einer Schirmgitter-endröhre (Philips B 443) erzielt.

**Der Lautstärkeregl er in Potentiometerschaltung.** Der Lautstärkeregl er der in Heft 13 des „Funk-Bastler“, Seite 198, Abb. 5, wiedergegebenen Blaupunkt-Elektro-Schalldose ist nicht, wie im Text angegeben, als Parallel-widerstand, sondern als Potentiometer geschaltet. Nur bei den ersten Mustern hatte der Regler die Schaltung eines Parallelwiderstandes. Es ist also nicht mehr notwendig, eine Umschaltung des Fußes vorzunehmen, sondern die Dose besitzt bereits von Haus aus die günstigste Anord-nung. Das Potentiometer hat einen Widerstand von 10 000 Ohm gegen 1000 der Schalldose, so daß eine Benach-teiligung der hohen Töne nicht eintreten kann. Schw.

richtige Gittervorspannung für die letzte Röhre erzeugt. Durch geeignete Blockkondensatoren, deren Dimensionen aus den Abbildungen hervorgehen, werden die verschiedenen Schaltelemente überbrückt und dadurch ein eventuell auf-tretendes Wechselstromgeräusch unmöglich gemacht.

Die Bedienung des Gerätes ist sehr einfach. Der Steck-kontakt wird an das Lichtnetz angeschlossen, der General-ausschalter auf „Ein“ geschaltet, worauf man einige Sekun-den warten muß, bis die Röhren angeheizt sind. Sodann wird der Empfänger wie jedes andere Reinartzgerät bedient. Bei Nichtgebrauch wird der Generalausschalter auf „Aus“ gestellt.

## Der Fernschalter.

Im „Funk-Bastler“, Heft 3, Seite 35, beschrieb Reg.-Rat Dr. Lübben eine Reihe von Fernschaltern. Ich habe einen solchen Fernschalter seit einiger Zeit am 220 Volt-Gleichstromnetz in Betrieb, über den ich kurz berichten möchte.

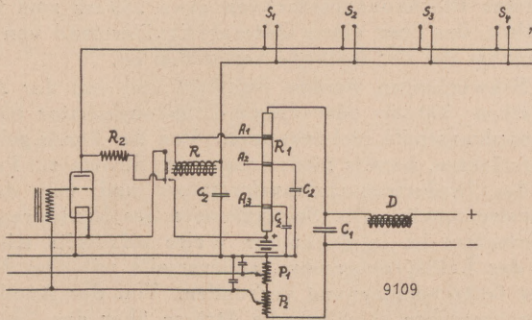


Abb. 1.

D: Drossel; C<sub>1</sub>: Kondensator, 4 bis 8  $\mu$ F; C<sub>2</sub>: Kondensator, 2  $\mu$ F; R: Relais, 1000 Ohm, 15 000 Umw.; R<sub>1</sub>: Spannungsteiler, 8000 bis 15 000 Ohm; R<sub>2</sub>: Widerstand (hoch belastbar), 20 000 bis 50 000 Ohm; S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>: Steckdosen; A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>: Anodenspannungen.

Im allgemeinen befindet sich das Empfangsgerät in der Nähe der Antenneneinführung, oft also räumlich getrennt vom Lautsprecher. Soll nun der Lautsprecher bald in diesem bald in jenem Zimmer Aufstellung finden, so wird man eine Verteilungsleitung mit Steckdosen anbringen (gut isolierte Gummiaderleitung!). Dabei kommt es aber leicht vor, daß zwar der Lautsprecher durch Herausziehen des Steckers abgeschaltet wird, jedoch das Empfangsgerät weiter in Betrieb bleibt und dann 12 Stunden und länger nutzlos eingeschaltet bleibt. Diesem Übelstand begegnet man leicht durch Einfügen eines Relais in den Anodenkreis der Endröhre. Das Empfangsgerät schaltet sich dann selbsttätig durch An- und Abschalten des Lautsprechers ein und aus. Man kann also während einer Pause das Empfangsgerät durch Herausziehen des Lautsprechersteckers ausschalten. Sehr geeignet sind hierfür Fernsprecherelais (vgl. „Funk-Bastler“ Jahr 1929, Seite 125) von etwa 500 bis 1000 Ohm und 8000 bis 15 000 Umw., die auf 5 mA sicher ansprechen müssen. Ein Überschneiden der Relaiskontakte ist nicht unbedingt notwendig, sofern die Kontakte sehr nahe gegenüberstehen. Die Größe

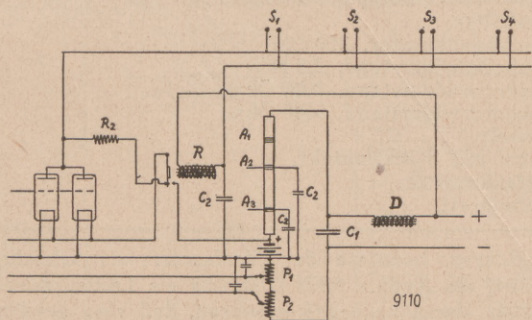


Abb. 2.

D: Drossel; C<sub>1</sub>: Kondensatoren, 4 bis 8  $\mu$ F; C<sub>2</sub>: Kondensator, 2 bis 4  $\mu$ F; R: Relais, 1000 Ohm, 15 000 Umw.; R<sub>1</sub>: Spannungsteiler, 8000 bis 15 000 Ohm; R<sub>2</sub>: Widerstand (hoch belastbar), 50 000 Ohm; S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>: Steckdosen; A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>: Anodenspannungen.

des Widerstandes R<sub>2</sub> beträgt je nach Anodenspannung (100 bis 200 Volt) 20 000 bis 50 000 Ohm; er muß mit etwa 1 Watt belastbar sein. Wählt man als Endröhre z. B. ein oder zwei parallel geschaltete RE 134, so beträgt der Anodenstrom etwa 8 bzw. 16 mA. Man kann nun zur Verbesserung der Störfreiheit die Netzdrossel D um diesen Anodenstrombetrag entlasten, wenn man das Relais nicht am Spannungsteiler, sondern vor der Drossel anschließt.

Die Wicklung des Relais stellt eine ausgezeichnete Drossel dar, zumal die Gleichstromvorbelastung sehr gering ist und wegen des Luftspaltes sich nicht auswirken kann. Der Spannungsabfall beträgt bei 1000 Ohm Widerstand 8 bzw. 16 Volt,

so daß bei 12 Volt Gittervorspannung die Anodenspannung etwa 190 bis 195 Volt bei 220 Volt Gleichspannung beträgt. Der Ruhestrom des Netzgerätes, der oft wegen seiner Kleinheit von den Zählern nicht registriert wird, ladet den Akkumulatormotor. Vor Abnahme des Akkumulatormotors vom Empfänger muß aber die Netzspannung abgeschaltet werden! Eine Drossel-Kondensator-Kombination, die den Anodengleichstrom vom Lautsprecher fernhalten soll, muß am Lautsprecher, nicht im Empfangsgerät, angebracht werden.

\*

## Die Messung von hochohmigen Widerständen.

Nicht jedem Bastler steht eine Meßbrücke für Messungen von Widerständen zur Verfügung. Dagegen wird jedem ersten Funkfreunde eine Anordnung zur Röhrenprüfung zum mindesten zugänglich sein. Diese Einrichtung gestattet auf sehr bequeme und schnelle Art, Widerstände von Kopfhörern, Lautsprechern u. ä. m. zu bestimmen.

Die Methode solcher Messungen, auf die im folgenden näher eingegangen werden soll, ist insofern noch besonders interessant, als sie auch in ihrer Durchführung über die Wirkung des Widerstandes und des Sperrkreises im Anodenkreis in sehr anschaulicher Weise Aufschluß gibt.

Bei der Widerstandsbestimmung geht man davon aus, den Spannungsabfall an der Anode bei verschiedenen Anodenstromstärken, die man durch Verändern der Gitterspannung erzielt, zu messen. Aus den gewonnenen Werten berechnet man nach dem Ohmschen Gesetz den Widerstand. Ich habe mit gutem Erfolge derartige Messungen mit dem Nadir-Röhrenprüfer durchgeföhrt; sie lassen sich aber auch mit jeder Anordnung machen, die zur Aufnahme der Röhrencharakteristik geeignet ist.

Der Einfachheit halber erläutere ich das Verfahren an einem praktischen Beispiel. Die Größe eines Gitterableitwiderstandes für einen Amateursender war von der Lieferfirma mit 5000 Ohm angegeben. Diesen schaltete ich in den Anodenkreis einer Röhre, die in dem Röhrenprüfer eingesetzt war. Der Versuch wurde mit einer RE 134 bei einer Anodenbatteriespannung von 100 Volt durchgeföhrt. Bei eingeschaltetem Widerstand wurde die Anodenspannung mit 60 Volt festgestellt. Der hierbei gemessene Anodenruhestrom betrug 6 mA. Nun wurde dem Gitter eine positive Spannung von etwa 20 Volt gegeben, worauf der Anodenstrom auf 16 mA, also um 10 mA, stieg. Bei dieser Anodenstromstärke betrug die Spannung an der Anode nunmehr nur noch 14 Volt.

Einer Anodenstromänderung von 10 mA entsprach also ein Spannungsabfall von 46 Volt in dem zu messenden Widerstand. Nach dem Ohmschen Gesetz läßt sich nun folgende Beziehung aufstellen: Anodenstromänderung (10 mA) = Spannungsabfall (46 Volt) geteilt durch die Größe des zu messenden Widerstandes oder

$$W = \frac{46}{\frac{10}{1000}} = 4600 \text{ Ohm.}$$

Die Nachprüfung in einer Meßbrücke bestätigte dieses sowie andere mit dem gleichen Verfahren ermittelte Resultate.

So gibt die Röhre ein bequemes und einfaches Mittel an die Hand, Widerstände von Kopfhörern, Lautsprechern usw. zu messen bzw. zu kontrollieren.

Bei Durchführung des Versuches muß man darauf achten, nur in dem geradlinigen Teil der Röhrenkennlinie zu arbeiten, da sonst die Meßergebnisse verzerrt werden. Im Zusammenhang mit diesem Versuch sei gleich auf eine fehlerhafte Durchführung hingewiesen, die aus meinem Hörerkreise angeregt wurde, und die ein falsches Resultat ergeben mußte. Es ist nicht angängig, den Anodenstrom einmal ohne Widerstand im Anodenkreis zu messen und ihn dann in Beziehung zu dem Anodenstrom zu setzen, der nach Einschalten des Widerstandes, also bei einem Spannungsabfall von 40 Volt, fließt. Dies muß ja insofern ein falsches Bild geben, als man bei dieser Versuchsanordnung mit zwei verschiedenen Anodenspannungen (100 und 60 Volt) arbeitet, die ihrerseits den Anodenstrom je nach den Eigenschaften der Röhre beeinflussen.

Hermann Kraus.

# Atmosphärische Elektrizität als Rundfunkgefahr

Eine Warnung und Mahnung für die kommenden Sommermonate.

Mancher Fachmann wird schon kopfschüttelnd folgendes beobachtet haben: Schwarz steht am schwülen Sommertage die Gewitterwolke dicht über dem Stadtteil. Der erste Donnerschlag kündigt den alten Rundfunkfeind an. Schon öffnen sich Fenster der gegenüberliegenden Häuser; Frauen oder Kinder bemühen sich, teils mit einigen Anstrengungen den oft ungeschickt angebrachten Schalter zu erreichen und das Versäumnis vom Vorabend nachzuholen: „Vergessen Sie nicht, die Antenne zu erden!“ „Meine Antenne wird ja der zweite Blitz nicht gerade treffen“, ist der Gedankengang der pflichteifrigen Rundfunkhörer, und doch setzen sie sich alle der Gefahr eines recht heftigen Schlages aus, der (wenn er je nach Veranlagung auch nicht direkt zu einer Gesundheitsschädigung führt) doch mindestens einen heftigen Schreck verursacht und zum Sturz aus dem Fenster Anlaß geben kann. Besonders gefährlich ist die Lage, wenn sich unmittelbar am Fenster eine Dampfheizung befindet, an deren oft geerdete Metallteile sich die Person beim Hin- ausbeugen anlehnt.

In Abb. 1 ist die Wolke vor der ersten Entladung dargestellt. Ihre z. B. positive Aufladung beeinflusst mit einer Spannung von Millionen Volt mindestens alle in 1 km Umkreis liegenden Empfangsanlagen so stark, daß (wie in der Abbildung angedeutet) aus dem Boden in ihrer nahen Umgebung über die Erdleitung des Empfängers „E“ negative Elektrizitätsteilchen zur Antenne emporsteigen und diese nach und nach kräftig aufladen. Durch den Vorgang der Influenz wird die negative Elektrizität von der positiven angezogen und oben festgehalten, bis die Ursache der Anziehung plötzlich verschwindet: die Wolke entladet sich; der Blitz trifft z. B. den Kirchturm. Mit heftigem Rucksack nun gewissermaßen alle kräftigen Minus-Aufladungen der Antennen in die Erde zurück. Abb. 2 stellt diesen Vorgang in bezug auf die Verteilung der Aufladungen dar. Wer einmal einen Schlag aus einer solchen nicht vom Blitz getroffenen Antenne bezogen hat, vergißt ihn nicht.

Im Rundfunkempfang macht sich dieser Vorgang je nachdem, ob ein Kondensator die Strombahn von Erde zur Antenne blockiert oder nicht, verschieden bemerkbar. Ist ein Kondensator eingeschaltet, dann hört man zuerst ein langsames, immer schneller werdendes Tacken, wenn die Minus-

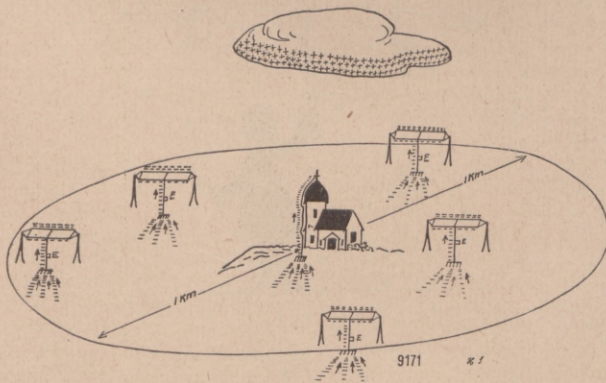


Abb. 1.

elektrizität von der Erde emporsteigt; dann folgt bei deren Zurückschlagen ein plötzlicher, heftiger Schlag (der Kondensator wird davon nicht besser). Bei aperiodischen Antennen, wenn also sich kein Kondensator in der Leitung befindet, wird die Aufladung der Antennen meist durch ein schwaches Knistern angezeigt, dem dann der heftige Schlag folgt, wenn die negative Aufladung aus der Antenne wieder zur Erde zurückschlägt.

In den Auseinandersetzungen mit den Hausbesitzern und

Versicherungsgesellschaften wurde mit Recht die Behauptung aufgestellt, daß die Hochantenne eine Art Blitzableiter darstelle, die das vermeintlich gefährdete Haus überrage und deshalb sogar schütze. Daraus ergibt sich die Pflicht zu größter Sorgfalt; denn beim Empfänger erfolgt ja bei

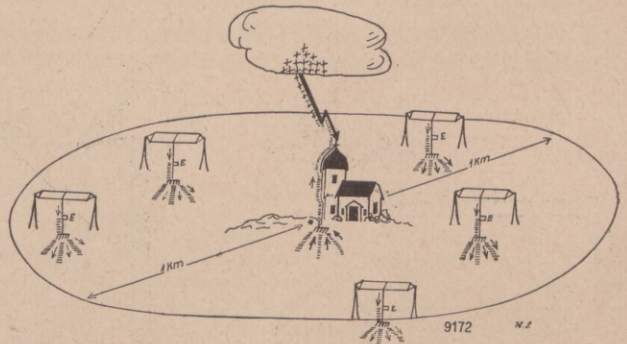


Abb. 2.

nicht direkt geerdeter Antenne entgegen dem wichtigsten Grundsatz beim Blitzableiterbau die Ableitung zur Erde (hier gebildet aus Antennenzuführung und Empfänger- oder Schaltererde) durch eine in die Wohnung eingeführte und Laienhänden zugänglich gemachte Leitung (auch bei Dachantennen besteht diese Gefahr).

Es sei vorausgesetzt, daß die Masten einer Hochantenne genügend geerdet sind. An ihrem Fußende ist das Blitzableiterseil oder -band angelötet, das bei Kupfer einen Mindestquerschnitt von 50 qmm und bei Eisen von 100 qmm haben soll, wenn jeder Mast für sich geerdet wird. Regenabfallrohre, Steigleitungen für Wasser oder Gas, Entlüftungsrohre können mit guter Erdung am Boden für die Erdableitung nutzbar gemacht werden, wenn wenigstens zwei solcher Erdungsmöglichkeiten vorhanden sind. (Bestimmung für Postgestänge.) Die Masten überragen die Antenne meist wenig. Wird nun diese selbst vom Blitz getroffen, so wird trotz guter Erdung der Masten nur ein geringer Teil der atmosphärischen Entladung über die Eierketten und den scharfen Winkel an der Antennenaufhängung hinweg zur Mastanlage gehen. Der Hauptteil geht den kürzesten und geradesten Weg über die Zuführung zur Empfangsanlage hinab. Noch viel mehr ist dies der Fall, wenn die Antenne nicht an Masten, sondern ohne Erdung der Halteseile, wie meist, an Schornsteinen befestigt ist. Die Zuführung entspricht nun in bezug auf die Leiterstärke nicht ganz einer Blitzableiterniederführung. Sie kann (bei vergessener Erdung durch Blitzschalter) über Empfänger unzulänglich durchverbunden sein oder sonst wegen zu geringer Leiterstärke abschmelzen. Deshalb muß sie auf dem Wege zur Einführung vom leicht brennbaren Dach des Hauses möglichst gut isoliert sein. Bei Antennen, die ganz über dem Dach ausgespannt sind und deren Zuführung um das Gesims herum zu einem Fenster unten im Haus geführt wird, geschieht dies meist sehr mangelhaft. Eine herausgesteckte Stange, an deren Spitze ein unzulänglicher Zimmerisolator befestigt ist, hält meist in unschöner Form die Antennenzuführung vom Haus fern. (Die Anwendung von Telegraphenglocken in wagerechter Lage ist nur als Provisorium zu betrachten und nicht einwandfrei.) Hier, bei der ersten Annäherung an das Haus, wäre die Anbringung eines kleinen Tellerisolators von 12 bis 15 cm Durchmesser nach Abb. 3 und 4 mit geeigneter Stütze zweckmäßig.

Welche Anforderungen sind nun an den Erdungsschalter zu stellen? Daß er eine möglichst besondere Erdleitung

vom doppelten Querschnitt der Antennenzuführung hat, sei vorausgesetzt. Ein Schalter, der auch in dem Augenblick, in dem die Antenne vom Blitz getroffen wird, gefahrlos berührt werden kann, ist nicht gut denkbar. Aber die Schalter müßten wenigstens gegen die eingangs beschriebenen Aufladungsrückschläge Sicherheit bieten. In der gesamten

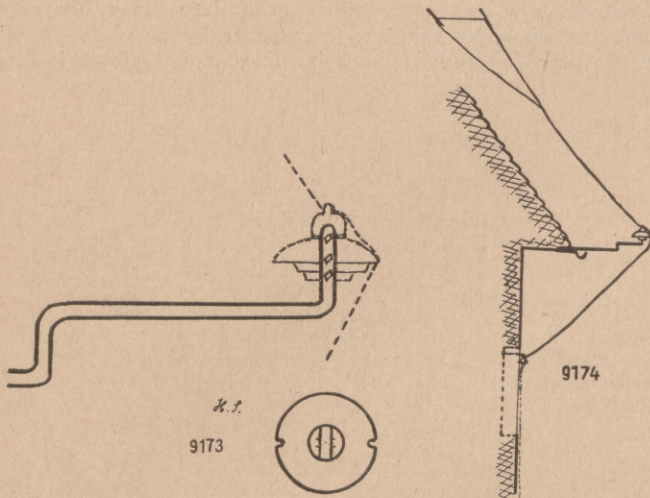


Abb. 3.

Abb. 4.

Starkstromtechnik darf der unter Spannung stehende Teil einer Strombahn nie an dem Schalterhebel liegen. Dieser (wenn auch nur zeitweise) unter Spannung stehende Teil ist bei der Funkanlage die Antenne. Während des Schaltvorganges stellt die schaltende Person die einzige Verbindung der zeitweise unter hoher Spannung stehenden Antenne mit der Erde dar, wie Abb. 5 sinnfällig darstellt. Auch der kürzeste Augenblick für solch einen Schaltvorgang (z. B. selbst bei Schaltern mit Hebeln in Gestalt eines stumpfen Winkels) kann für den Bedienenden verhängnisvoll werden. Blanke Teile sollten dem Laien an einem Schalter überhaupt nicht zugänglich sein; aber auch bei verdeckten (Knebschaltern) nähern sich meist die mit der Antenne in Verbindung stehenden Metallteile bedenklich der Hand des Bedienenden. Selbst mit Porzellan verdeckte Unterbrechungsstellen von Millimetern stellen keinen ausreichenden Schutz dar, wenn die Metallteile im Knebel für den Augenblick des Schaltvorganges allein an Antenne liegen. Der Schalthebel oder -knebel müßte allgemein an Erde liegen und dem Antennenkontakt zugeführt werden. Dies ist natürlich bei gleichzeitiger Abtrennung des Weges zum Apparat nicht leicht zu erreichen. Die Form des Schalters müßte möglichst eine Anbringung zwischen den Doppelfenstern oder im Freien gestatten; aber selbst Freiluftschalter in der nur zulässigen Glockenform entsprechen nicht den Anforderungen, wenn von einem an Antenne liegenden Hebel eine Metallverbindung in das Zimmer hineingeführt ist. Schließlich ist bei Innenschaltern noch darauf Bedacht zu nehmen, daß die Zuführungen zu diesen nicht so liegen, daß sie während des Schaltvorganges berührt oder gar als Fingerstütze benutzt werden können. Diesen vorstehenden Bedingungen genügen die wenigsten Antennenschalter.

Ein Schalter, der wenigstens die Abtrennung des Empfängers bewirkt, ist auch dann nicht entbehrlich, wenn in die Antennenzuführung ein Überspannungsschutz (selbsttätiger Blitzableiter oder Blitzschutzautomat) eingeschaltet ist. Dieser Überspannungsschutz ist in zwei Formen, als Fein- oder Grobschutz, ausgestaltet. Ein Feinschutz in luftleerer oder gasgefüllter Patrone soll besonders gegen die vorn erwähnten Aufladungsrückschläge (Abb. 1 und 2) wirksam sein, würde aber bei einem Blitzschlag in die An-

tenne hohe Stromstärken nicht aufnehmen können, weshalb ihm stets ein Grobschutz parallel geschaltet sein muß. Für die günstigste Anbringung vor dem Fenster eignet sich solch ein zusammengesetzter Blitzschutz wie auch ein Grobschutz allein nur, wenn er in einem Außenkörper mit unterhöhltem Rand (z. B. in Glockenform) untergebracht ist. Sonst ist die Anbringung zwischen den Doppelfenstern, entfernt von entflammaren Gardinen, vorzuziehen. Die neueren Feinschutzpatronen entsprechen meist allen Anforderungen. Bei dem Grobschutz ist darauf zu achten, daß der Querschnitt der als Stromweg in Frage kommenden Teile dem der Antennenzuführung mindestens entspricht (bei Kupfer gleich, bei Messing mindestens vierfach ist). Dieser Bedingung genügen wohl die meisten sogenannten Grobschutzautomaten. Zugunsten der Güte des Funkempfangs, der bei dem besten Blitzschutz nicht leiden soll, ist jedoch folgendes zu berücksichtigen:

Es herrscht viel die Auffassung, daß der Blitzschutz nur in Wirkung tritt, wenn die Antenne selbst vom Blitz getroffen wird, und daß der Automat, wenn er in einem solchen Falle einmal die Blitzgefahr abgewendet hat, sich schon bezahlt gemacht hat, so daß er ausgewechselt werden kann. Dies ist unrichtig. Die Aufladungsrückschläge (Abb. 1 und 2) lassen den Grobschutz in Gewitterzeiten recht oft mit zahlreichen kleinen Funkenübergängen arbeiten, die auch schon auftreten, wenn eine Gewitterwolke über die Antennenanlage hinwegzieht. In den Glocken der meisten Konstruktionen wird die Funkenstrecke durch zwei gegeneinander gerichtete oder ineinander greifende Bolzen gebildet. Zwischenlagen von Isolierstoffen zwischen diesen Bolzen müßten, selbst wenn sie unverbrennbar sind, oft ausgewechselt werden, da sie bei den vielen Funkenübergängen anrußen. Dies Auswechseln ist schwer durchführbar. Meist lassen es die Glocken überhaupt nicht zu. Selbst in Konstruktionen, bei denen keine Zwischenlagen vorhanden sind, liegen die Spitzen oder Ränder, zwischen denen die Funken überspringen sollen, an den Wänden der Isoliermasse an, so daß diese bald mit einer Rußschicht bedeckt werden und einen dauernden Übergang von der Antenne zur Erde darstellen. Solche Ableitungen können den Empfang sehr beeinträchtigen. Die Funkenstrecke muß in

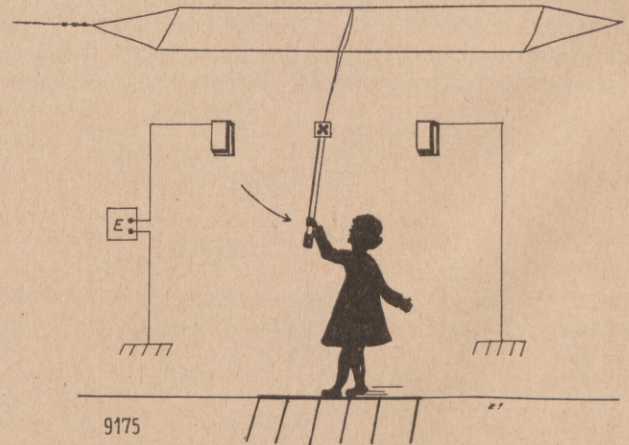


Abb. 5.

einem genügend großen Hohlraum nach allen Seiten frei stehen.

Unter Hinweis auf die Beachtung dieser Gesichtspunkte soll man der Ansicht entgegentreten, daß ein selbsttätiger Außenblitzschutz allgemein den Empfang verschlechtert und deshalb besser darauf zu verzichten sei. Er wird bei richtiger Auswahl der Konstruktion stets der beste Schutz gegen atmosphärische Entladungen sein. *Dipl.-Ing. Hoffmann.*