

# FUNK BASTLER

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E. V.

## Die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen

Nach einem Vortrage von Geh. Rat Prof. Dr. Zenneck.

Bearbeitet von  
Dr. P. Gehne.

In jedem der drei Jahrzehnte, in denen sich die bisherige Entwicklung der drahtlosen Telegraphie vollzogen hat, war die hochfrequenztechnische Forschung vorwiegend mit der Lösung einer besonderen Aufgabe beschäftigt: Das erste Jahrzehnt dieser Entwicklung war der Ausbildung der Senderanordnungen gewidmet, im zweiten Jahrzehnt stand die Elektronenröhre und ihre Schaltungen für Sende- und Empfangszwecke im Vordergrund des Interesses, und nachdem man auch diese Entwicklung zu einem gewissen vorläufigen Abschluß gekommen scheint, ist es heute das Problem der Ausbreitung der elektrischen Wellen, dem sich die Hauptarbeit der Forscher zuwendet.

Um einen Überblick über die Gesamtheit der mit diesem Problem zusammenhängenden Fragen zu gewinnen, seien zunächst einmal die durch die Erfahrung gegebenen Tatsachen betrachtet.

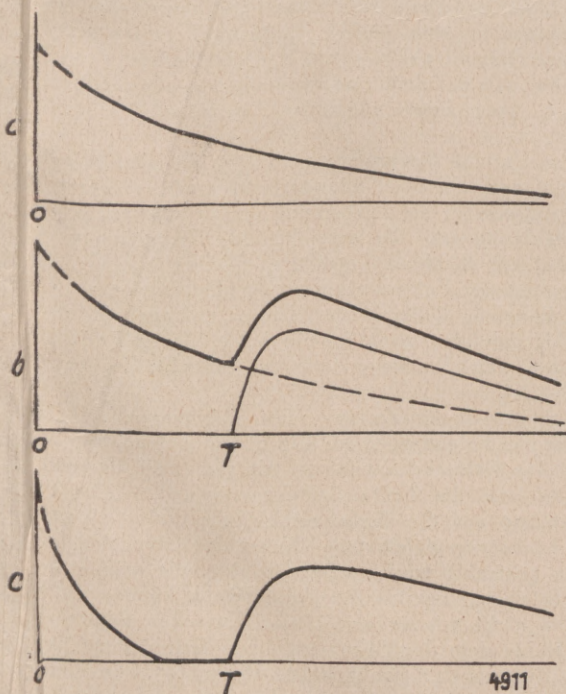


Abb. 1.

Die Intensität des elektromagnetischen Feldes nimmt bekanntlich mit wachsender Entfernung von der Ursprungsstelle, dem Sender, ab. Über die Eigenarten dieser Abnahme ergibt sich folgendes allgemeine Bild: im einfachsten Falle beobachten wir eine kontinuierliche Abnahme der Feldstärke mit

wachsender Entfernung von der Sendeantenne in der Art, wie das durch die Kurve a der Abb. 1 dargestellt wird. Es gibt jedoch Fälle, die sehr erheblich von dieser einfachen Erscheinungsform abweichen. So kann man häufig fest-

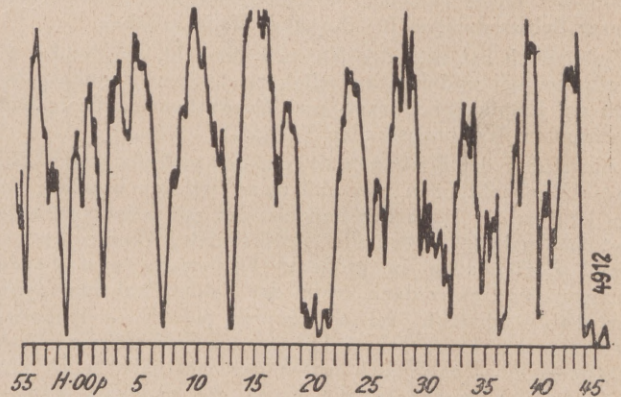


Abb. 2.

stellen, daß zunächst ähnlich wie nach Abb. 1a eine kontinuierliche Abnahme bis zum Nullwert stattfindet; dann folgt eine mehr oder weniger breite Zone, in der die Feldstärke Null ist, auf die eine ziemlich plötzliche Zunahme bis zu einem Höchstwerte und dann wieder eine allmähliche Abnahme zu beobachten ist (vgl. Abb. 1c). Zwischen diesen beiden Grenzfällen gibt es verschiedene Übergänge, wie sie die Kurve 1b zeigt. Welcher von diesen Fällen jeweils eintritt und der besondere Verlauf der verschiedenen Kurven, hängt von der Wellenlänge, der Jahreszeit und ganz besonders der Tageszeit, im besonderen davon ab, ob die Ausbreitung der Wellen am Tage oder in der Nacht erfolgt.

Ebenso ergibt sich, wenn wir den zeitlichen Verlauf der mittleren Feldstärke an einem bestimmten Orte beobachten, daß dieser Mittelwert stark davon abhängig ist, ob der zwischen Sender und Empfänger gelegene Weg gar nicht, ganz oder teilweise von der Sonne beschienen wird.

Ganz besonders auffällig aber sind die Beobachtungen, die man erhält, wenn man nicht die zeitlichen Mittelwerte, sondern die Momentanwerte der Feldstärke beobachtet. Registriert man diese Momentanwerte durch eine schnell-schreibende Vorrichtung, so ergeben sich außerordentlich schnell verlaufende Schwankungen, die besonders bei Nacht und bei nicht zu langen Wellen eine sehr erhebliche Größe erhalten, so daß das Verhältnis der Höchstwerte zu den Mindestwerten 100 : 1 oder mehr beträgt (vgl. Abb. 2).



Das sind die Erscheinungen, die auch dem Funkfreund bei seinen Fernempfangsversuchen bekannt werden; die zeitlichen Mindestwerte der Feldstärken sind es, die er als *Schwund- oder Fadingeffekte* bezeichnet. Dabei erweist sich der zeitliche Verlauf dieser Feldstärkeschwankungen als ganz außerordentlich verschieden für zwei auch nur wenig voneinander abweichende Wellenlängen. Es genügen Wellenlängenunterschiede von nur wenigen zehntel Prozent, um zu bewirken, daß im Augenblick, da die Feldstärke der einen Welle einen Höchstwert erreicht, für die andere ein Mindestwert auftritt. Nun arbeitet der Rundfunk mit modulierten Wellen; durch die Modulation entstehen außer der Trägerwelle noch eine große Zahl von Wellen, die in ihrer Länge von der Trägerwelle abweichen (Seitenbänder). Infolge der erwähnten Verschiedenheit der Intensitätsschwankungen können sich dann starke Unterschiede in der Empfangsstärke der verschiedenen Seitenwellen ergeben, und durch diesen Vorgang kann trotz guter Modulation des Senders eine Verzerrung des Empfangs auftreten.

Man hat ferner den zeitlichen Verlauf dieser Höchst- und Mindestwerte gleichzeitig einmal mit Hochantenne und dann mit Rahmenantenne beobachtet und dabei die merkwürdige Tatsache festgestellt, daß beide Beobachtungsmethoden einen gänzlich verschiedenen zeitlichen Verlauf dieser Schwankungen für dieselbe Welle ergeben.

Schließlich hat man den Versuch gemacht, am Sender die Welle schnell und kontinuierlich zu ändern; dann ergaben sich am Empfänger Höchst- und Mindestwerte, die in ganz bestimmten Wellenabständen liegen.

Auch über die Polarisation der elektrischen Wellen liegen Beobachtungen vor, und zwar hat sich ergeben, daß das Feld in der Nähe des Senders, der mit einer vertikalen Antenne arbeitet, ebenfalls vertikal ist. Dieser Zustand bleibt häufig auch in größerer Entfernung vom Sender bestehen, und zwar dann, wenn der Feldverlauf dem Typus der Abb. 1 gleicht. Im allgemeinen jedoch — besonders wenn die erwähnten Schwankungen der Feldstärke zu beobachten sind — zeigt sich außer der vertikalen auch eine horizontale Komponente, die gegen die vertikale Komponente in der Phase verschoben ist, so daß die Zusammenwirkung beider Komponenten ein Drehfeld erzeugen muß, eine Erscheinung, deren Analogon im Bereich der sichtbaren Wellen (Optik) als Zirkularpolarisation bekannt ist.

Für die wissenschaftliche Hochfrequenzforschung ergab sich nun zunächst die Aufgabe, für dieses Tatsachenmaterial

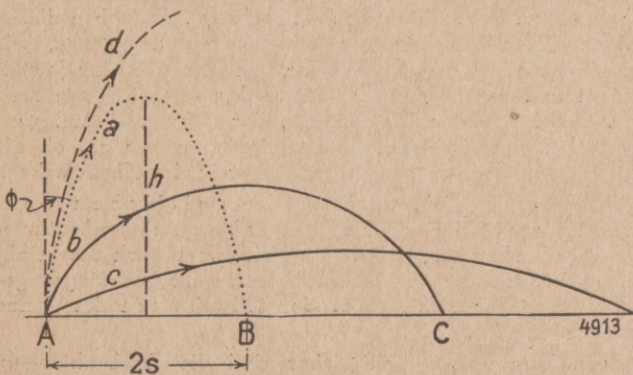


Abb. 3.

eine einheitliche Erklärung zu finden. Eine Erklärung, die zunächst einmal den Haupttatsachen gerecht wird, ergibt sich auf Grund folgender allgemeiner Annahme: von der Sendeantenne gehen zwei Arten von Wellen aus, und zwar pflanzt sich ein Teil der Energie längs der Erdoberfläche fort (die „Bodenwelle“), und ein anderer Teil wird nach oben abgestrahlt und breitet sich unabhängig

von der Erde im Luftraum aus (die „Luftwelle“). Von dieser „Luftwelle“ nehmen wir weiter an, daß sie im weiteren Verlauf, wenigstens teilweise, wieder nach unten gekrümmt wird und so in einiger Entfernung vom Sender

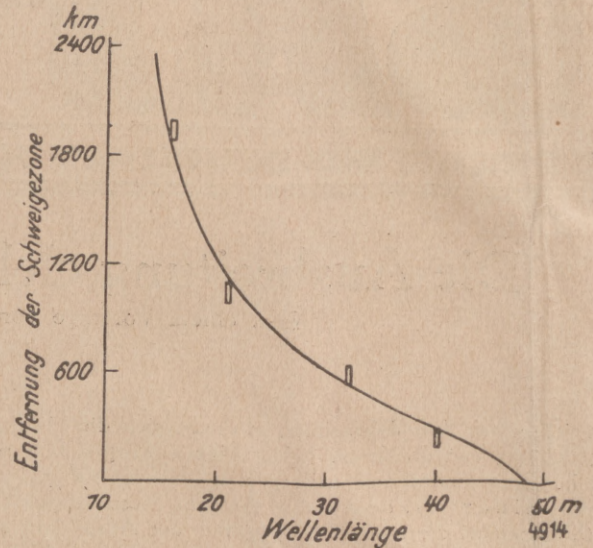


Abb. 4.

wieder den Erdboden erreicht. Man hat diese beiden Wellen auch als Oberflächen- und Raumwelle bezeichnet.

Den Verlauf der Luftwelle stellen wir uns im einzelnen nun so vor: von Wellen gleicher Länge wird ein nach oben gesandter Strahl um so stärker gekrümmt, je steiler der Winkel ist, unter dem er von der Antenne nach oben gestrahlt wird; infolgedessen gelangt er in um so kleinerer Entfernung vom Sender wieder auf die Erde hinab (Abb. 3). Überschreitet jedoch der Abgangswinkel einen bestimmten Wert, dann gelangt der Strahl überhaupt nicht mehr oder höchstens in sehr großer Entfernung wieder zur Erde zurück. Den Strahl, dessen Neigung gerade den kritischen Winkel hat, bei dem eine Zurückkrümmung nicht mehr stattfindet, bezeichnet man als „Grenzstrahl“ (Strahl d der Abb. 3).

Der Verlauf dieser Erscheinungen ist aber wiederum abhängig von der Wellenlänge, und zwar ist bei gegebenem Abgangswinkel die Krümmung um so stärker, je größer die Wellenlänge ist. Es erreicht also bei gleichem Abgangswinkel ein Strahl mit größerer Wellenlänge den Erdboden in geringerer Entfernung vom Sender wieder als ein Strahl von kürzerer Wellenlänge. Dieses gilt auch für den Grenzstrahl, der also auch in um so größerer Entfernung vom Sender den Erdboden wieder erreicht, je kürzer seine Welle ist.

Aus diesen Annahmen ergibt sich nun sofort eine ganze Reihe von Folgerungen für die zuerst betrachtete Abhängigkeit der Feldstärke von der Entfernung. Nehmen wir an, es sei nur die Luftwelle vorhanden, so gelangt nur die Strahlung auf die Erde zurück, die unter einem Winkel, der höchstens gleich dem Winkel des Grenzstrahls ist, nach oben gestrahlt wird. Alle Strahlen, die steiler nach oben geworfen werden als der Grenzstrahl, können die Erdoberfläche nicht wieder erreichen. Zwischen Sender und dem Punkt, in dem der Grenzstrahl zur Erde gelangt, ergibt sich also die aus der Beobachtung bekannte „tote Zone“, deren Breite — nach unseren Annahmen — um so größer ist, je kleiner die Wellenlänge ist. Betrachten wir das Zusammenwirken von Bodenwelle und Luftwelle, so ergeben sich je nach dem Vorherrschen der einen oder der anderen Strahlung, die verschiedenen Erscheinungstypen der Abb. 1. Für den Fall, daß die Bodenwelle vorherrscht — das ist vorwiegend bei den langen Wellen der Fall, bei denen die Absorption im Erdboden klein ist —, tritt eine tote Zone



gar nicht auf (Abb. 1 a); bei kürzeren Wellen, bei denen die Bodenwelle erheblich stärker absorbiert wird und bei denen infolge der erörterten Abhängigkeit der Krümmung des Grenzstrahls von der Wellenlänge der Punkt, in dem diese den Boden berührt, verhältnismäßig weit vom Sender liegt, erhalten wir den Fall einer ausgesprochenen toten Zone (Abb. 1 c). Bei Wellen mittlerer Länge schließlich, bei denen dort, wo der Grenzstrahl den Boden erreicht, die Bodenstrahlung einen Wert etwa in der Größenordnung der Luftstrahlung hat, nehmen die Erscheinungen den Charakter der Abb. 1 b an. Abb. 4 zeigt die Abhängigkeit der Entfernung des Punktes, in dem der Grenzstrahl den Boden berührt, von der Wellenlänge.

Abgesehen aber von dem örtlichen Verlauf der Intensitätsabnahme, die in Abb. 1 dargestellt ist, ergeben sich aus dem Zusammenwirken von Luft- und Bodenstrahlen noch eine ganze Reihe besonderer Eigentümlichkeiten. Überall dort nämlich, wo beide Strahlungen gleichzeitig wirken, wird jeder Punkt von mindestens zwei Strahlen, und zwar solchen, die verschieden lange Wege zurückgelegt haben, getroffen (vgl. Abb. 5). Da es sich um eine Wellenbewegung handelt, kann sich aus dem Zusammenwirken beider Strahlen ebensowohl eine Verstärkung als eine Schwächung des Feldes ergeben. Überall dort nämlich, wo die Differenz (d) beider Wege ein ganzes Vielfaches der Wellenlänge ist, also  $d = k \cdot \lambda$  (wobei k eine ganze Zahl ist), addieren sich beide Wirkungen zu einem Maximum; überall dagegen, wo die Wegdifferenz gleich einem ungeraden Vielfachen einer halben Wellenlänge ist, also  $d = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$  tritt ein Minimum der Feldstärke auf.

Da nun offenbar der Weg der Luftwelle in irgendeiner Weise abhängig sein wird vom jeweiligen Zustand der Atmosphäre, so wird sich bei Änderungen der Atmosphäre die Weglänge des Luftstrahls ändern, so daß infolge solcher zeitlicher Änderungen der Atmosphäre am gleichen Orte abwechselnd Verstärkung oder Schwächung des elektrischen Feldes stattfindet. Für den beobachteten zeitlichen Verlauf der Intensitätsschwankungen (Schwunderscheinungen) erhalten wir somit die Erklärung, daß diese Erscheinungen als Interferenzerscheinungen zu deuten sind.

Daß diese Schwunderscheinungen einen ganz verschiedenen zeitlichen Verlauf zeigen, je nachdem, ob man sie mit Hoch- oder Rahmenantenne beobachtet, ist damit allerdings noch nicht erklärt, wohl aber die Erscheinung, daß bei einer sehr raschen Änderung der Wellenlänge am Sender — einer Änderung, die also so rasch bewirkt wird, daß der atmosphärische Zustand während der Änderung als konstant angesehen werden darf — sehr starke Änderungen in der Feldstärke auftreten, die, wenn man sie als Funktion der Wellenlänge aufträgt, in gleichen Abständen liegen. Ebenso erklärt sich daraus die Tatsache, daß schon minimale Änderungen der Wellenlänge genügen, um große Intensitätsänderungen hervorzubringen. Weiter erhalten wir daraus die Erklärung dafür, daß man dann, wenn eine tote Zone vorhanden ist, an ihrem Rande keine oder viel geringere Schwankungen beobachtet. Dort ist nur ein Strahl (Bodenwelle) vorhanden. Es können also keine Interferenzen zwischen Luftwelle und Bodenwelle auftreten<sup>1)</sup>.

Die vorstehenden Betrachtungen mit ihren Annahmen und Folgerungen beruhen auf der Voraussetzung einer Krümmung der elektrischen Strahlen innerhalb der Atmosphäre zur Erdoberfläche hin. Es fragt sich jetzt, wie eine solche Krümmung physikalisch zu erklären ist. Eine derartige Krümmung setzt voraus, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektrischen Wellen in höheren Atmosphärenschichten größer ist als in den unteren. Die sich uns scheinbar zunächst darbietende Erklärung dieser Erscheinung, sie auf die mit zunehmender

Höhe abnehmende Dichte der Luft zurückzuführen, erweist sich als nicht ausreichend und könnte vor allen Dingen auch nicht die Abhängigkeit der Krümmung von der Frequenz erklären. Zu einer einwandfreien Deutung gelangen wir jedoch, wenn wir die Tatsache berücksichtigen, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen in einer elektronenhaltigen Atmosphäre größer ist als in einer von Elektronen freien Atmosphäre. Wohl gemerkt, kann es sich dabei aber nur um freie Elektronen, nicht um Ionen handeln. Die größere Fortpflanzungsgeschwindigkeit ergibt sich nämlich daraus, daß die Elektronen durch das elektrische Wechselfeld zum Mitschwingen erregt werden und diese Schwingungen auf die Ausbreitung eine Rückwirkung ausüben. Ein solches Mitschwingen von genügender Amplitude ist aber nur bei freien Elektronen, nicht bei den viel zu tragen mit Masse beladenen Ionen möglich. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit wird unter diesen Umständen um so größer sein, je größer die Elektronenkonzentration ist. Ferner wird die Amplitude, mit der die Elektronen schwingen, um so größer sein, je größer die Wellenlänge ist, und daher wird auch die durch das Mitschwingen der Elektronen bedingte Zunahme der Ausbrei-

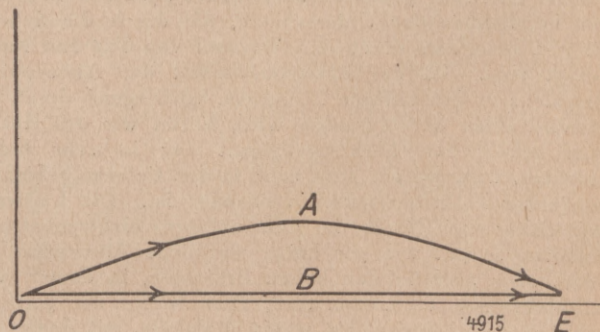


Abb. 5.

tungsgeschwindigkeit und damit die Krümmung der Strahlen um so größer sein, je größer bei gegebener Atmosphäre die Wellenlänge ist<sup>2)</sup>.

Wir sehen, daß sich schon jetzt aus diesen Voraussetzungen eine ganze Reihe von tatsächlich beobachteten Erscheinungen zwanglos erklären. Wir wollen uns jetzt der durch die Absorption bedingten Gruppe von Erscheinungen zuwenden und sehen, wie sich diese auf Grund unserer Annahme ergeben. Für die Bodenwelle finden wir, wie schon weiter oben kurz erwähnt, da deren Absorption infolge der durch die Wellen im Erdboden hervorgerufenen Ströme zustande kommt, eine um so größere Absorption und daher einen um so schnelleren Intensitätsabfall des Feldes mit wachsender Entfernung vom Sender, je kleiner die Wellenlänge ist.

Eine Absorption der Luftwelle können wir uns durch die Annahme erklären, daß die durch die Welle zum Mitschwingen veranlaßten Elektronen durch Zusammenprall mit Gasmolekülen ihre Schwingungsenergie verlieren. Es kann eine Absorption also dann überhaupt nur stattfinden, wenn Elektronen, die zum Mitschwingen veranlaßt werden können, vorhanden sind. In elektronenfreier Atmosphäre wird daher überhaupt keine Absorption der Luftwelle eintreten, dagegen wird die Absorption um so größer, je mehr freie Elektronen vorhanden sind. Ferner wird die Absorption um so größer werden, je größer die Wahrscheinlichkeit eines Zusammenpralles eines Elektrons mit einem Gasmolekül ist, d. h. je dichter diese Moleküle beisammen sind bzw. je kleiner ihr gegenseitiger Abstand ist. Mit anderen Worten:

<sup>2)</sup> Bei sehr kurzen Wellen ist die Krümmung besonders gering, so daß solche Strahlen unter Umständen den Erdboden überhaupt nicht wieder erreichen. Anscheinend tritt das für Strahlen von etwa 11 m Wellenlänge und darunter ein. Für solche kurzen Wellen hat man bisher eine große Reichweite nicht feststellen können.

<sup>1)</sup> Schwankungen, die man unter Umständen beobachtet, sind wohl auf Änderungen des Polarisationszustandes zurückzuführen.



die Absorption wird um so größer, je größer der Luftdruck ist. Bei sehr kleinen Drucken also, d. h. in sehr großen Höhen, wird die Absorption klein sein.

Die Wahrscheinlichkeit eines Zusammenpralles von Elektronen mit Gasmolekülen hängt aber nicht nur von der Dichte der Molekülverteilung ab, sondern offenbar auch von der Schwingungsweite der Elektronen; denn je größer die Schwingungsweite ist, also je größere Wege die Elektronen durchlaufen, um so leichter wird ein Zusammenprall eintreten. Da aber, wie wir oben sahen, die Schwingungsweite mit wachsender Wellenlänge zunimmt, kommen wir zu dem Ergebnis, daß die Absorption der langen Wellen unter sonst gleichen Umständen erheblich größer sein wird als die der kurzen Wellen. Es werden daher die kurzen Wellen, die nur kleine Schwingungsweiten der Elektronen veranlassen, selbst in den verhältnismäßig niederen Luftschichten hohen Druckes nur geringe Absorption erleiden.

Wir kommen auf diese Weise ganz zwanglos auch zu einer Erklärung der großen Reichweite kurzer Wellen, deren Fortpflanzung infolge der raschen Absorption der Bodenwelle ganz überwiegend der Luftwelle zuzuschreiben ist. Aber diese Vorstellungen über das Zustandekommen der Absorption der Luftwelle geben darüber hinaus auch den Schlüssel zum Verständnis der Unterschiede, die durch die Jahreszeit und besonders durch den Wechsel von Tag und Nacht bedingt sind. Da der Elektronengehalt der Atmosphäre, wenigstens in den unteren Schichten, vorwiegend durch die Sonnenstrahlen hervorgerufen wird, haben wir des Nachts einen erheblichen Elektronengehalt nur in sehr hohen Schichten, während am Tage auch in den tieferen Schichten ein starker Elektronengehalt vorhanden ist. Die Luftwelle wird daher bei Nacht in den unteren elektronenfreien Schichten so gut wie gar keine merkliche Absorption erleiden, aber auch in den hohen Schichten, in denen zwar viel Elektronen vorhanden sind, aber infolge der geringen Dichte nur verhältnismäßig wenig Moleküle, mit denen die Elektronen zusammenprallen könnten, wird die Absorption nur gering sein.

Bei Tag dagegen müssen die Strahlen zunächst die unteren Schichten durchlaufen, die dann sowohl elektronenhaltig sind als auch infolge ihrer Dichte zu zahlreichen Zusammenstößen zwischen Elektronen und Molekülen Gelegenheit bieten, so daß die Absorption dann sehr erheblich sein wird, da beide Bedingungen für ihr Zustandekommen zusammenfallen.

Betrachten wir nun als letzte Gruppe von Erscheinungen, die die Ausbreitung der elektrischen Wellen darbieten, die der Polarisation elektrischer Wellen; sie ergeben sich für die Bodenwelle, wie schon eingangs bemerkt, als sehr einfach. Die von einer vertikalen Sendeantenne ausgehende Bodenwelle erzeugt ein wenigstens annähernd vertikales elektrisches Feld. Ein solches vertikales Feld wird also stets dort vorhanden sein, wo die Bodenwelle überwiegt.

Man kann diesen Schluß aber nicht umkehren und aus dem Vorhandensein eines vertikalen Feldes schließen, daß es sich um ein von der Bodenwelle erzeugtes Feld handeln müsse; denn auch die Luftwelle kann vertikal polarisiert sein. Im allgemeinen zeigt sich allerdings, daß die Luftwelle ein Drehfeld aufweist, wie bereits erwähnt wurde, d. h. also, daß außer der vertikalen Komponente eine horizontale gegen die andere phasenverschobene auftritt.

Zur Erklärung für das Auftreten einer derartigen Polarisation auch in einem regelmäßig geschichteten Medium kann man das magnetische Feld der Erde heranziehen, in dem die Strahlen sich ausbreiten. Die theoretische Betrachtung einer sich in einem Magnetfelde ausbreitenden elektromagnetischen Strahlung ergibt nun je nach der Lage der Fortpflanzungsrichtung der Strahlung zum Magnetfelde verschiedenartige Polarisationszustände, und zwar derart, daß aus einem Strahl vier polarisierte Strahlen entstehen können, von denen zwei in entgegengesetztem

Sinne zirkular polarisiert sind, während zwei andere geradlinig und zueinander senkrecht polarisiert sind<sup>3)</sup>. Diese verschiedenen Strahlen haben verschiedene Fortpflanzungsgeschwindigkeiten und erleiden infolgedessen auch verschiedene Krümmungen in der Atmosphäre.

Die zur Zeit vorliegenden Beobachtungen über den Polarisationszustand der elektrischen Strahlung genügen noch nicht, um die sehr komplizierten Verhältnisse vollkommen überblicken zu können. Doch genügen die durch Versuche belegten Annahmen immerhin dazu, eine Reihe von Erscheinungen verständlich zu machen. Wenn man berücksichtigt, daß in einem Beobachtungsorte die Strahlung nicht horizontal, sondern schräg von oben einfällt und die elektrische Feldrichtung je nach dem Polarisationszustand eine verschiedene und wechselnde Richtung haben kann, so macht dieses nicht nur das Auftreten unscharfer Minima bei Richtungsbeobachtung mittels Rahmenantenne, sondern auch das Auftreten der bekannten Mißweisungen verständlich.

Ferner ergeben sich aus diesen verschiedenen Polarisationszuständen und dem Zusammenwirken verschieden polarisierter Strahlungen Intensitätsschwankungen, die aber nicht durch Interferenzen verursacht sind. Vielleicht sind die Schwankungen von verhältnismäßig langer Periode darauf zurückzuführen. Aus dem nicht horizontalen Einfallen der Strahlung, verbunden mit der je nach dem Polarisationszustand wechselnden Feldrichtung, erklären sich auch die höchst merkwürdigen Unterschiede im Verlauf der Schwankungen, je nachdem, ob man mittels Vertikalantenne oder Rahmenantenne arbeitet, da unter den geschilderten Umständen beide Aufnahmevorrichtungen verschieden reagieren.

Es wäre nun schließlich die Frage zu beantworten, woher der Elektronengehalt der Luft kommt, den wir zur Erklärung für die Ausbreitung herangezogen haben. Schon die tägliche Periode, die die Erscheinungen aufweist, zeigt, daß hierfür die vom Erdboden ausgehende radioaktive Strahlung nicht verantwortlich gemacht werden kann, ganz abgesehen davon, daß sich daraus auch nicht die durch die Erscheinungen geforderte Zunahme des Elektronengehalts in größerer Höhe ergeben würde.

Die Phase der täglichen Änderung der Erscheinung führt dazu, daß wir die Ursache der Elektronenbildung in der Sonnenstrahlung zu suchen haben, und zwar kann hierfür sowohl die Lichtstrahlung als auch die von der Sonne ausgehende Korpuskularstrahlung, die auch zur Erklärung der Nordlichterscheinungen dient, herangezogen werden<sup>4)</sup>.

Was schließlich den Elektronengehalt der Luft in großen Höhen während der Nacht betrifft, so kann man daran denken, daß es sich hier bei der infolge der starken Luftverdünnung verhältnismäßig langsam vor sich gehenden Wiedervereinigung der freien Elektronen mit den Gasmolekülen um einen von der Tagesstrahlung her zurückgebliebenen Elektronengehalt handelt. Es kann auch, wie die Nordlichter zeigen, unter dem Einfluß des magnetischen Erdfeldes ein Teil der Korpuskularstrahlung der Sonne die Atmosphäre an Stellen treffen, die nicht von der Sonne beleuchtet sind, in denen also Nacht herrscht. Schließlich wäre auch an eine aus dem Weltraum kommende Höhenstrahlung zu denken.

Man sieht, wie die Erforschung der Ausbreitung der elektrischen Wellen in engster Berührung steht mit der Erforschung der Zustände in den höheren Atmosphären-

<sup>3)</sup> Aus theoretischen Betrachtungen ergibt sich, daß es für eine bestimmte magnetische Feldstärke eine bestimmte Wellenlänge gibt, bei der die Elektronen besonders stark auf das Magnetfeld reagieren. Versuche scheinen darauf hinzuweisen, daß tatsächlich die auf Polarisationswirkungen zurückzuführenden Erscheinungen bei einer bestimmten Wellenlänge (etwa 100 m) besonders stark hervortreten.

<sup>4)</sup> Zusammenhang der Schwunderscheinungen usw. mit dem Auftreten von Nordlichtern.





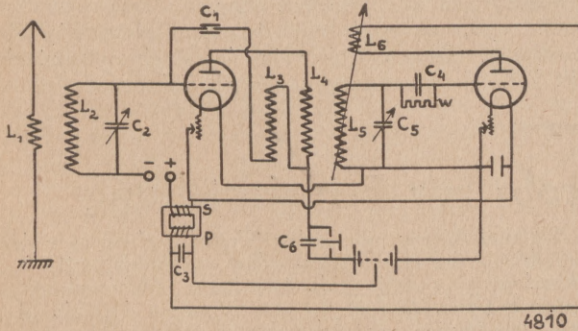


## Ein Neutrodyne-Reflex-Gerät

Von  
Wilhelm Töllner, Neukölln.

Auf der Funkbastlergerät-Ausstellung der Ortsgruppe Neukölln des Funktechnischen Vereins zog der Neutrodyne-Empfänger des Verfassers besondere Aufmerksamkeit auf sich; aus diesem Grunde sei die Schaltung hier beschrieben.

Es ist die bekannte Neutrodynesaltung, bei der das Reflexprinzip angewandt ist (Abbildung). Die Empfangsergebnisse sind an einer Antenne von 204 cm Kapazität folgende: Berlin, Leipzig, Breslau, Stuttgart, Bern, Prag im Laut-



sprecher, alle anderen im „Funk“ verzeichneten Sender in guter Lautstärke im Kopffernhörer. Selektivität: 30 m ober- oder unterhalb der Berliner Sender sämtliche Stationen störungsfrei.

An Röhren verende ich für die Verstärkung RE 89 und für das Audion eine regenerierte Grobag-Röhre. Die Spulen wickelte ich mir selbst auf einer Papprolle von 6,5 cm Durchmesser mit zweimal umsponnenen 0,5 cm starkem Kupferdraht. Da die Schaltung für mich eine Versuchsschaltung sein sollte, so verwendete ich als Deckplatte ein Holzplatte, kann aber nach den Erfolgen, die ich damit erzielte, jedem den Versuch zur Nachahmung empfehlen.

Die Spulen habe ich folgendermaßen gewickelt: auf einer Papprolle 5 Windungen für die aperiodische Antennenspule  $L_1$ , in 0,5 cm Entfernung auf demselben Kern in entgegengesetztem Wicklungssinn 50 Windungen  $L_2$  für den Hochfrequenzabstimmkreis. Auf einer anderen Papprolle 20 Windungen  $L_3$ , dann eine Anschlußstelle, dann den Draht dicht ebenfalls 20 Windungen  $L_4$  im entgegengesetzten Wicklungssinn weiter, dicht an dieser Spule wickelte ich 50 Windungen  $L_5$  und schnitt den unbewickelten Rest der Papprolle bis auf einen Rand von  $\frac{1}{2}$  cm ab. An dieser Seite der Spule leimte ich eine runde Holzscheibe ein und schraubte die Spule stehend zur Deckplatte in der Mitte der Deckplatte an. Die Rückkopplungsspule, eine gewöhnliche Wabenspule von 50 bis 75 Windungen, ist nun so angeordnet, daß sie außerhalb, also oben auf der Deckplatte in einem beweglichen Spulenhalter durch die Deckplatte auf die Zylinderspule koppelt, um den Kopplungsgrad einstellen zu können. Die andere Zylinderspule liegt wagerecht zur Deckplatte zwischen der Antennen- und Erdklemme.

An der Sekundärseite des Transformators kann eine Gitterbatterie eingefügt oder durch einen Stecker kurzgeschlossen werden. Als Silitstab verende ich einen solchen von 4 Megohm, da mit einem von 2 Megohm die Schwingungen zu schnell abrissen; man wird dies am besten selbst ausprobieren.

Die Neutralisation geschieht nun folgendermaßen: Nachdem man den Empfänger fertig geschaltet hat, überführe man sich erst einmal, ob alles richtig arbeitet, ziehe dann das Telephon heraus und schließe die Anschlußbuchsen kurz; dann nehme man die Rückkopplungsspule heraus und stecke dort das Telephon hinein, drehe die Heizung der Hochfrequenzverstärkerlampe aus und drehe den Neutrodyne-kondensator so lange, bis der Sender nicht mehr zu vernehmen ist. Man merke sich dann die Einstellung des Neutrodyne-kondensators.

Ich habe mir unter den Drehknöpfen der Drehkondensatoren auf der Deckplatte Papier aufgeklebt. Den Grad

180 benutze ich als Zeiger und habe mir nun die Wellenlängen nach den empfangenen Sendern durch einen Strich und der Wellenlänge notiert, was mir das Auffinden der Sender sehr erleichtert.

Es seien nun die Einzelteile nochmals wiedergegeben:

$L_1 = 5$ Windungen	$C_1 =$ Neutrodyne-kondensator (Schaub)
$L_2 = 50$ „	$C_2 = 1000$ cm
$L_3 = 20$ „	$C_3 = 1000$ „
$L_4 = 20$ „	$C_4 = 200$ „
$L_5 = 50$ „	$C_5 = 500$ „
$W = 4$ Megohm	$C_6 = 2000$ „
Transformator 1:4	

Die Größe des Empfangsgeräts ist  $25 \times 30$  cm und 10 cm tief.

Der Wellenbereich dieses Empfängers erstreckt sich, ganz gleich an welcher Antenne er angeschlossen ist, von 190 bis 580 m.

### Antennen-Heizschalter.

Um besonders dem Laien die Bedienung seines Empfängers so zu vereinfachen, daß einerseits die Sicherheit der Anlage nicht herabgesetzt und andererseits keine Verteuerung derselben eintritt, möchte ich folgende Schaltung (Abb. 1 und 2) empfehlen:

Der meistens verwendete Hebelumschalter für die Antenne ist seiner Einfachheit halber beibehalten. In der einen Stellung erdet er die Antenne und in der Betriebsstellung schaltet er gleichzeitig den Heizstrom des Empfängers ein. Es ist besonders darauf zu achten, daß der Antennenanschluß an Schalterkontakt 1 und der Erdanschluß an Schalterkontakt 2 sehr gut ist. Die Geräteleitungen 4 und 5 werden direkt am Schalterkontakt und nicht an der Leitung nach Antenne oder Erde angeschlossen. S ist eine Feinsicherung, die nach den VDE-Vorschriften Schutz gegen Schaden beim Berühren der Antenne mit elektrischen Leitungen bieten soll. Hier ist sie besonders als Schutz gegen Blitzschaden gedacht. Schaltung 1 ist vornehmlich für den Anschluß fertig gekaufter Empfänger geeignet. Vorteilhafter ist die Schaltung nach Abb. 2. Hier ist der zum

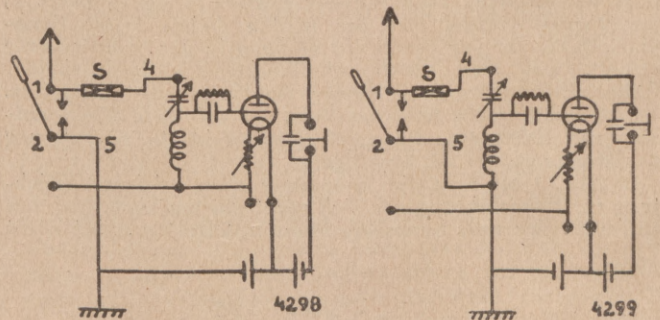


Abb. 1.

Abb. 2.

Schalter parallel liegende Empfängerkreis bei geerdeter Antenne nicht über die Röhre geschlossen, sondern nur über den gesicherten Antennenkreis des Empfängers.

W. Kölber.

\*

**Der Rundfunksender in Sao Paulo.** Der leistungsfähigste Rundfunksender Südamerikas ist vor kurzem in Sao Paulo (Brasilien) in Betrieb genommen worden. Der Sender besitzt eine Leistung von 2,5 kW, die vierdrähtige T-Antenne ist nahezu 70 m lang und wird von zwei etwa 55 m hohen Stahlmasten getragen. Die Anlage ist von Sociedade Radio Educadora Paulista eingerichtet worden und wird von dieser Gesellschaft auch betrieben. Der Sender hat das Rufzeichen sqig und arbeitet auf der Welle 450 m.



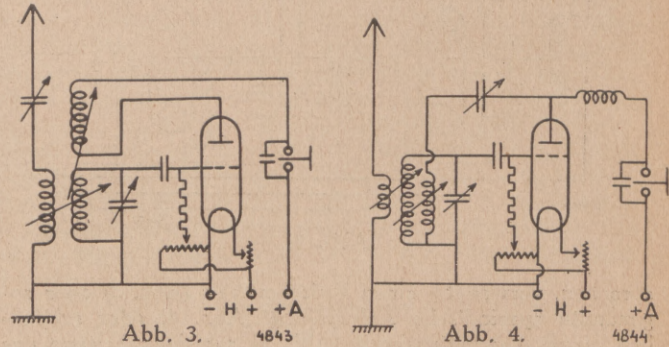
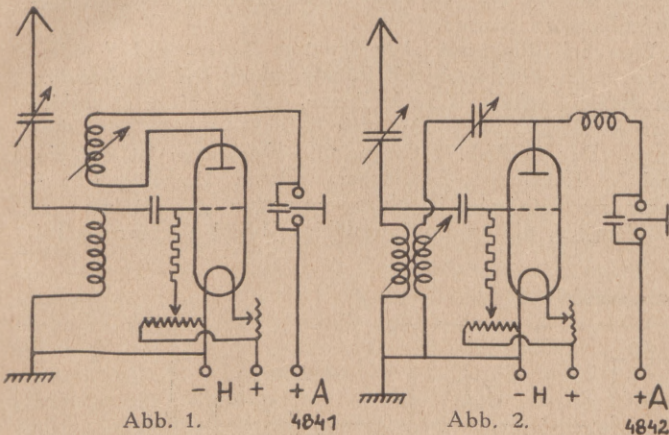
# Welchen Empfänger baue ich?

„Neue“ Schaltungen. — Vom Bastler zum Empfangs-Virtuosen. — Schwieriger Fernempfang.

In jedem neuen Heft des „Funk“ bekommt der Bastler eine oder zuweilen sogar mehrere neue Schaltungen vorgesetzt. Die Versprechungen, die mancher Verfasser solcher Bauanleitungen an seine neue Schaltung knüpft, können leicht den Anschein erwecken, als ob die neue Konstruktion alles bisher Dagewesene in den Schatten stellt. Wenn auch die Aussagen über die erhaltenen Ergebnisse meistens sehr vorsichtig gehalten sind, so übersieht der schnell begeisterte Leser dies häufig, reißt sein altes Gerät auseinander, das ihm nicht so viel ferne Sender bringt oder nicht genügende Lautstärke hat, und baut nach dem eben entdeckten Rezept einen neuen Empfänger, um dann die Enttäuschung zu erleben, daß der neue auch nicht viel besser ist als der alte.

Was nun zunächst die von den Verfassern angegebenen Versuchsergebnisse betrifft, muß natürlich angenommen werden, daß sie wirklich den Tatsachen entsprechen. Wie die Erfahrung lehrt, können aber besonders ungünstige örtliche Empfangsverhältnisse, z. B. in der Großstadt, das völlige Versagen eines unter anderen Bedingungen ganz brauchbaren Gerätes hervorrufen. Ferner sind die mit dem empfohlenen Empfänger erzielten Ergebnisse häufig Spitzenleistungen, die im Durchschnitt natürlich nicht erreicht werden können. Außerdem kann ein Rückkopplungs-

ihm berichtet, und in der Tat kann man unter günstigen Verhältnissen mit Hochantenne oder guter Zimmerantenne fast alle größeren europäischen Sender aufnehmen. Voraussetzung ist dabei erstens, daß kein Ortssender stört, und zweitens, daß die Schwingungen bei Bedienung der Rückkopplung weich einsetzen. Es werden nun alle möglichen



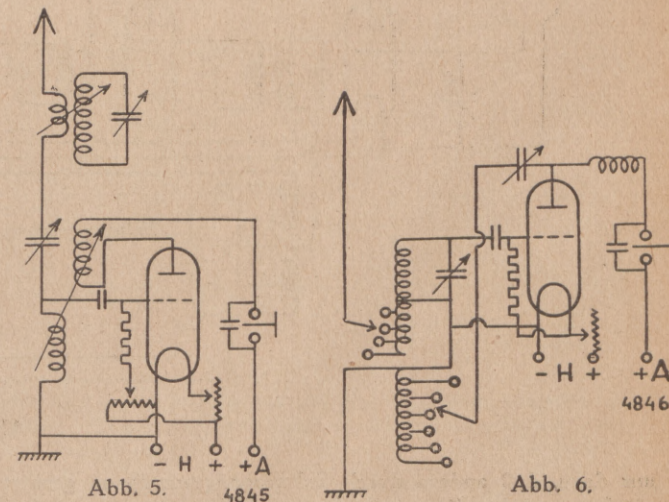
Schaltungen vorgeschlagen, die ein weiches Einsetzen gewährleisten sollen. Alle Schaltungen laufen aber auf die beiden Formen (Abb. 1 und 2) hinaus, das Audion mit induktiver Rückkopplung und mit induktiv-kapazitiver Rückkopplung, die sog. Leithäuser- oder Reinartzschaltung<sup>1)</sup>.

Nach meiner Erfahrung sind beide Schaltungen durchaus gleichwertig. Für weiches Einsetzen der Schwingungen ist wichtig möglichst geringe Anodenspannung (20—30 Volt), richtige Wahl der Gitterspannung (am besten durch ein Potentiometer), schwache Überheizung des Fadens, eine Röhre mit schwachem Gasgehalt (weiche Röhre), Rückkopplungsspule mit möglichst geringer Windungszahl. Wenn diese Faktoren beachtet werden, wird ein richtiges Arbeiten der angeführten Schaltungen immer zu erreichen sein, besonders bei Hochantennen, die durch Strahlung stark gedämpft sind, bei denen also eine Änderung der Rückkopplung keine merkliche Abstimmungsänderung der Welle her-

künstler, durch häufige Übung geschult, mit einem Apparat einen fernen Sender heranziehen, während dem Neuling dies nicht gelingt. Eine Einstellung, die drei Minuten und mehr erfordert, und die womöglich durch eine zufällige Bewegung der Hand gestört wird, darf natürlich nicht als Empfang bezeichnet werden. Es ist vielmehr von einem richtigen Empfang zu fordern, daß die Einstellung, wenn sie einmal gefunden und notiert ist, ohne Mühe auch von einem Laien sofort wiedergefunden werden kann. Als „Empfang“ soll eine Lautstärke und Deutlichkeit bezeichnet werden, bei der die Ansage des Sprechers zu verstehen ist.

Die folgenden Ausführungen sollen eine Übersicht über die gebräuchlichen Empfängertypen geben und nach sehr vorsichtiger Schätzung ihre durchschnittliche Leistungsfähigkeit andeuten, ohne über die möglichen Spitzenleistungen etwas behaupten zu wollen, damit der Bastler sich bei einer vorkommenden Schaltung über die zu erwartenden Ergebnisse klar ist. Es wird sich dabei zeigen, daß es gar nicht soviel neue Schaltungen gibt, daß alles vielmehr oft nur geringfügige Änderungen weniger Grundschaltungen sind. Dem unheilbaren Bastler soll es natürlich unbenommen bleiben, jede neue Schaltung zu probieren. Vielleicht wird die Zusammenstellung ihm aber die Fähigkeit geben, zu erkennen, was an einer neuen Schaltung wirklich neu ist.

Der einfachste Fernempfänger ist das Primär-Audion mit Rückkopplung. Es werden Wunderdinge von



vorruff. Das Ultra-Audion<sup>2)</sup> möchte ich nicht empfehlen, auch nicht eine Abstimmung des Anodenkreises. Die beiden zuerst angegebenen Schaltungen haben den Nachteil geringer Selektivität. Wo dieser Nachteil nicht ins Gewicht fällt,

<sup>1)</sup> Vgl. die Aufsatzreihe von Dr. W. Heinze, Heft 10 des „Funk“, Jahr 1926 „Das Audion mit induktiver Kopplung des Gitterkreises“, Heft 13 „Das Audion mit Rückkopplung“, und Heft 15 „Die Leithäuser-Audion-Schaltung“.

<sup>2)</sup> Vgl. Heft 18 des „Funk“, Jahr 1926, „Das Ultra-Audion“.



wie in einiger Entfernung vom nächsten Sender, sind diese beiden Schaltungen für den einwandfreien Kopfhörerempfang einiger größerer Sender mit Hochantenne durchaus genügend.

Bedeutend schwieriger wird der Fernempfang in der Nähe eines Senders. Alle Einröhrenschaltungen, die Erfolg ver-

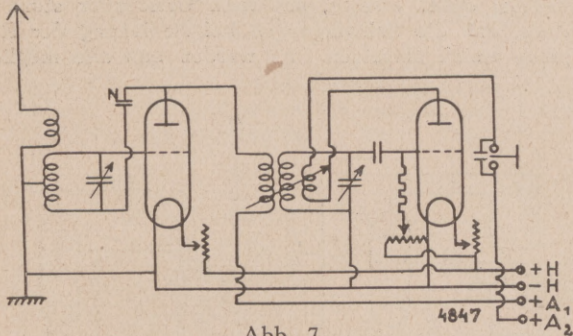


Abb. 7.

sprechen, verwenden einen Zwischenkreis (Abb. 3) oder sogenannte aperiodische Ankopplung (Abb. 4) oder schließlich einen Absorptionskreis (Abb. 5) zur Ausschaltung des Ortssenders.

Wenn man sich die bisher beschriebenen Hochleistungseinröhrenempfänger ansieht, wird man finden, daß sie eine Kombination der eben besprochenen Typen sind. Häufig ist dabei statt der induktiven Kopplung eine induktiv-galvanische Kopplung der Antenne oder Rückkopplung durch Anzapfungen benutzt, wie die häufig variierte Schaltung (Abb. 6). Ich rate aber jenen, die mit Schaltungen nach Abb. 1 und 2 wegen ungenügender Selektivität nicht auskommen, mehr Röhren zu benutzen, da erstens in großer Nähe eines Senders diese Mittel doch nicht zum Ziele führen, und zweitens die Bedienung eines Zweiröhrenapparates leichter ist. Schwer zu bedienende Geräte führen

gungskreis gelangt. Die Neutralisierung kann einwandfrei nach Abb. 7 erfolgen<sup>3)</sup>.

Die verschiedenen Neutrodyne-Empfänger<sup>3)</sup> unterscheiden sich nur durch die verschiedenen Arten der Neutralisierung und der Kopplung der Kreise. Die Einstellung ist nicht besonders schwierig, da sämtliche Kreise ge-

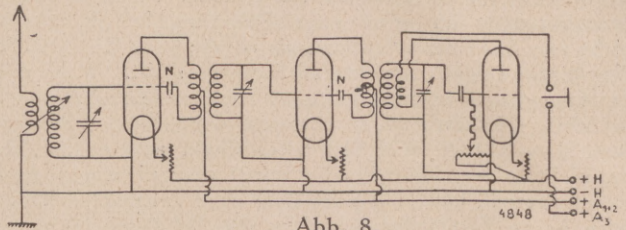


Abb. 8.

eicht werden können. Bei Vierröhrengeräten läßt man die Rückkopplung an der Audionröhre meist fort. Die größte Schwierigkeit beruht in dem zweckmäßigen Aufbau und in der restlosen Stabilisierung des Hochfrequenzverstärkers. Man pflegt deshalb die einzelnen Stufen zu kapseln. Dies bedeutet eine Dämpfung, die, wenn möglich, umgangen werden sollte, da die Verstärkung der einzelnen Stufen ohnehin nicht hoch ist<sup>4)</sup>. Vielleicht wird man auf dem Wege der Widerstandskopplung zu einer wirksamen Hochfrequenzverstärkung gelangen. Es sind bereits solche Hochfrequenzverstärkeraggregate als Mehrfachröhren im Handel, die theoretisch in der Wirkung einem Neutrodyne-Empfänger gleichkommen müssen.

Eine Schaltung mit abgestimmtem Gitter- und Anodenkreis, womöglich noch mit Rückkopplung auf die Antenne, ist derartig schwierig zu bedienen, daß sie nicht empfohlen werden dürfte, wenn sie auch gute Leistungen aufweisen kann. Der in Abb. 7 dargestellte Empfänger ist der einfachste Neutrodyne-Empfänger. Durch Hinzufügen weiterer neutralisierter Hochfrequenzstufen gelangt man zu Empfängern, die an Leistungsfähigkeit und Verzerrungsfrei-

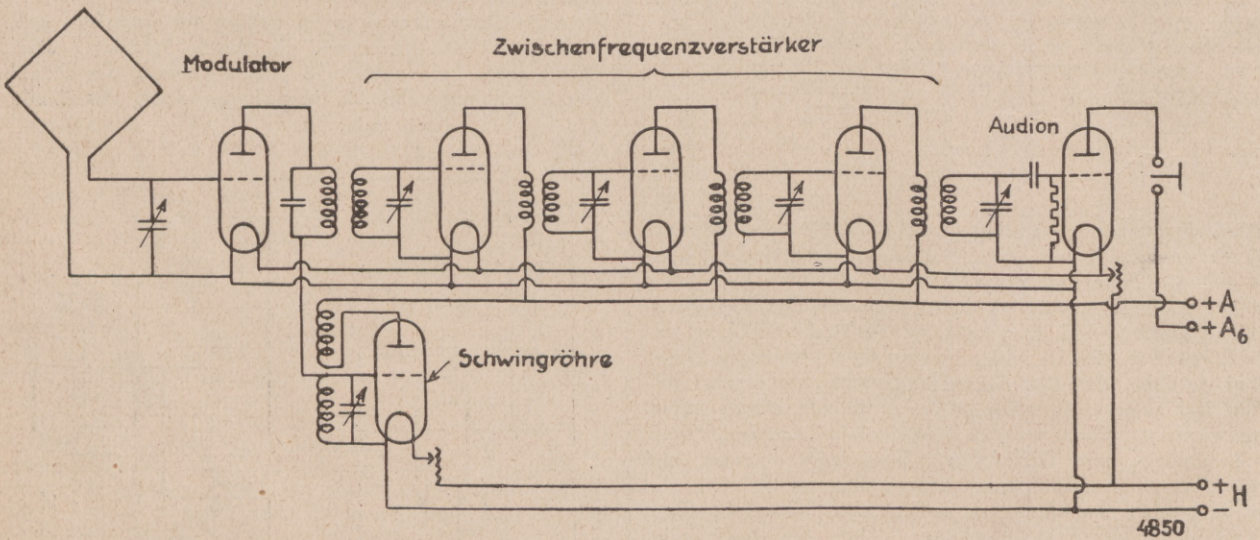


Abb. 9.

nur dazu, daß andere durch Schwingungserzeugung gestört werden, und bereiten mehr Ärger als Genuß.

Eine viel größere Selektivität gibt schon ein Audion mit einer Hochfrequenzstufe. Mit dieser Anordnung kann man auch in sehr geringer Entfernung vom Ortssender brauchbaren Fernempfang der größeren europäischen Sender bekommen. Wesentlich für die Selektivität und leichte Bedienbarkeit ist aber die Neutralisierung dieser Stufe, damit bei Abstimmung kein Schwingen der ersten Röhre auftritt und nicht auf anderem Wege (als durch die Röhre) Energie aus dem ersten in den zweiten Schwin-

heit unbedingt an der Spitze aller Empfänger marschieren. In Abb. 8 ist ein Dreiröhren-Neutrodyne-Empfänger gezeichnet.

<sup>3)</sup> Vgl. Heft 41 des „Funk“, Jahr 1926, „Ein einfaches Vierröhrengerät“ von Dr. Kurt Hoffmann, und Heft 37 „Ein Detektorgerät mit Hochfrequenzverstärkung“ von Dr. W. Heinze. — Vgl. den Sonderdruck des „Funk“ (Preis 1 M.) „Der Neutrodyne-Empfänger“.

<sup>4)</sup> Anmerkung der Schriftleitung. Bei einwandfreier Ausführung der Kapselung, genügendem Abstand der Kapselwände von der Spule, ist die Dämpfung gering und unschädlich.



Ein guter Neutrodyne-Empfänger soll an einer Hochantenne sämtliche deutschen und einen großen Teil der ausländischen Sender heranholen, soweit es die atmosphärischen Störungen zulassen. Die atmosphärischen Geräusche und die Maschinenstörungen in der Großstadt sind überhaupt das größte Hindernis, weitere Fortschritte mit dem Empfang zu machen, und wenn es überhaupt gelingt, wird die

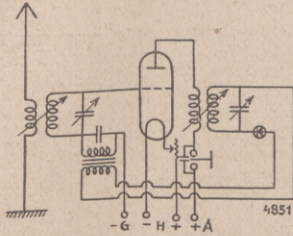


Abb. 10.

Beseitigung der atmosphärischen Störungen der größte Fortschritt der Empfangstechnik sein.

Wie oben gesagt, beruht die einzige Möglichkeit, weiterzukommen, in der Beseitigung der atmosphärischen Störungen. Das bisher einzige Mittel ist die Anwendung der Rahmenantenne, die wenigstens nicht aus allen Richtungen die Störungen aufnimmt. Da aber ein Rahmen sehr viel weniger aufnimmt, ist ein erfolgreicher Empfang im Durchschnitt nur in Verbindung mit einem Vierröhren-Neutrodyne möglich.

Als die Krone der Fernempfänger werden stets die Superheterodyne- oder Transponierungsempfänger angesprochen. Sie gehen davon aus, daß lange Wellen leichter als kurze Wellen zu verstärken sind. Die erste Röhre nimmt die ankommende Welle auf. Durch Überlagerung mit einem kleinen Röhrengenerator wird eine lange Welle meist zwischen 2000 und 5000 m erzeugt und diese in einem aus drei oder vier Stufen bestehenden Hochfrequenzverstärker verstärkt. Der Hochfrequenzverstärker ist nicht neutralisiert, da bei der Abstimmung auf die lange Welle die Gefahr des Schwingens nicht groß ist. Die letzte Röhre ist als Audion geschaltet. Die empfindlichste Anordnung ist die Ultradyneschalung<sup>5)</sup>, bei der die ankommenden Schwingungen zur Modulation der Schwingungen des Röhrengenerators benutzt werden. Abb. 9 zeigt einen solchen Apparat. Er gestattet den Empfang sämtlicher deutschen Sender und der größeren ausländischen mit Rahmen leidlich verzerrungsfrei. Es kann aber nur dem geübten Bastler geraten werden, an den Bau eines solchen Gerätes heranzugehen, da es sehr schwierig ist, ohne geeignete Meßinstrumente die Ursachen von auftretenden Fehlern herauszufinden.

Es braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden, daß durch Anschalten eines Niederfrequenzverstärkers — verzerrungsfreie Typen sind schon oft beschrieben worden<sup>6)</sup> — alle diese Empfänger einen Lautsprecher betreiben können.

Zum Schluß sei noch auf die sogenannten Reflexempfänger<sup>7)</sup> hingewiesen; sie ermöglichen die Ausnutzung der Röhren sowohl zur Hochfrequenzverstärkung als auch zur Niederfrequenzverstärkung; man spart also die Niederfrequenzverstärkeröhren. Diese Sparsamkeit ist aber nicht anzuraten, da ungewollte Rückkopplungen, be-

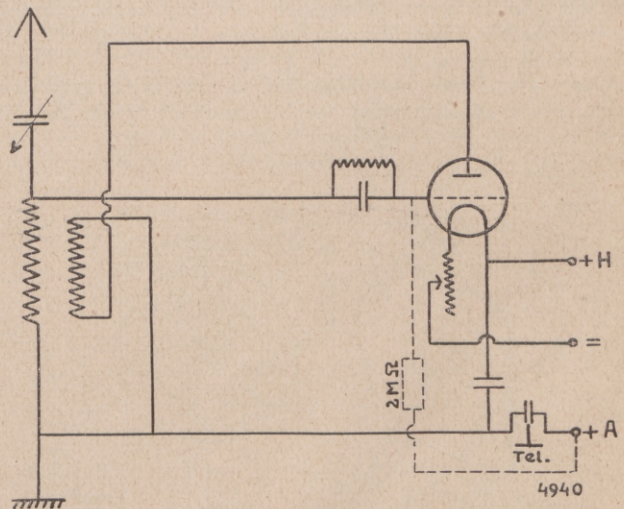
sonders wenn eine sehr wirksame Hochfrequenzverstärkung erzielt werden soll, sich nur unter großer Vorsicht vermeiden lassen. Dazu ist nur ein sehr geübter Bastler fähig.

Empfohlen werden kann immerhin die Einröhrenreflexschaltung (Abb. 10), die einem Audion mit einfacher Niederfrequenzverstärkung vollkommen gleichkommt.

Zusammenfassend kann also gesagt werden: Der Funkfreund, der keinen störenden Ortssender zu fürchten hat, baue sich, wenn er nur einige lautstarke Sender zu hören wünscht, ein einfaches Audion. Ist größere Selektivität wegen eines Ortssenders oder, weil man auch schwächere Sender aufnehmen will, nötig, so muß man sich ein Audion mit Vorröhre oder besser einen Mehrfach-Neutrodyne-Empfänger anfertigen. Für Rahmenempfang ist ein Vierröhren-Neutrodyne-Empfänger oder ein Transponierungsempfänger angebracht. Es muß aber nochmals hervorgehoben werden, daß Fernempfang überhaupt nur zu Zeiten möglich ist, in denen die atmosphärischen und anderen elektrischen Störgeräusche nicht allzu groß sind. Im Sommer ist ein regelmäßiger Fernempfang fast nirgends möglich, und gegen den Fadingeffekt ist auch der beste Empfänger machtlos.

### Niedrigere Anodenspannung, größere Lautstärke.

Im „Funk-Bastler“ Heft 48 teilte Karl Jana mit, daß er, um den Anodenstrom zu erhöhen, das Gitter des Audions über einen hochohmigen Widerstand (2 M $\Omega$ ) mit dem positiven Pol der Anodenbatterie verband, so daß also das Gitter eine höhere positive Vorspannung erhielt. Ich habe nun diesen Kunstgriff auch an meinem Gerät versucht und war erstaunt über den Erfolg. Mein Empfang ist jetzt bei 31 Volt Anodenspannung um ein Beträchtliches lauter als vorher, wo ich etwa 50 Volt (und darüber) Anodenspannung verwandte. Bei etwa 25 Volt ist die Lautstärke die gleiche, wie früher. Auch ich kann mir diese Vergrößerung der Lautstärke nicht



erklären. Die Schaltung meines Audiongerätes zeigt die Abbildung. (Die gestrichelte Linie deutet die oben beschriebene Änderung an.)  
Fritz Sieber.

\*

**Wellenwirrwarr auch in Kanada.** In einigen Städten Kanadas, in denen mehrere Sender vorhanden sind, hat das gleichzeitige Arbeiten der Sender vielfach zu erheblichen Schwierigkeiten geführt. Viele Teilnehmer hörten die Darbietungen von zwei oder noch mehr Sendern gleichzeitig und konnten so gar nichts verstehen. Um diesen Übelständen abzuhelfen, hat die kanadische Regierung neuerdings das Nebeneinanderarbeiten mehrerer Sender in derselben Stadt auf benachbarten Wellen verboten. Damit ist erreicht worden, daß sich die einzelnen Sendestellen mit ihren Sendezeiten geeinigt haben.

<sup>5)</sup> Vgl. die Aufsätze von E. Scheiffler in den Heften 5, 7, 9, 12, 21, 35 und 38 des „Funk“, Jahr 1926, über den Ultradyne-Empfänger.

<sup>6)</sup> Vgl. Heft 21 des „Funk“ „Der Niederfrequenzverstärker“, und Heft 25 „Der Widerstandsverstärker“, ferner Heft 6 und Heft 14 „Neue Möglichkeiten einer Doppelverstärkung mit Zweigitterröhren“, und Heft 7 „Die Theorie der Gegentakt-schaltung“.

<sup>7)</sup> Vgl. Heft 20 des „Funk“, Jahr 1924, „Die Mehrrohr-Reflexschaltungen“ von Dr. Kurt Hoffmann.



# Die Rundfunk-Uhr

Ein „Heizstrom-Wecker“ für das Empfangsgerät.

Wie oft verpaßt man den Anfang eines schönen Rundfunkkonzerts oder eines interessanten Vortrages! Hier soll die Rundfunk-Uhr helfen. Sie stellt von selbst Lautsprecher oder Kopfhörer durch Einschalten der Heizung zu einer vorher eingestellten Zeit ein und nach Verlauf der eingestellten Zeit wieder ab, ist also besonders dort brauchbar, wo Empfangsgerät und Lautsprecher in verschiedenen Stockwerken stehen.

Die Uhr wirkt dadurch als „Wecker“, daß der kleine Zeiger über ein Metallstück schleift und damit den Stromkreis schließt. Man nimmt dazu eine möglichst große Holzuhren, die ziemlich billig zu haben sind. Darauf wird ein etwa 1,5 cm breiter Ring b aus 0,3 mm dickem Messingblech, dessen äußerer Halbmesser 1 bis 2 cm kleiner ist als der kleine Zeiger, mit Nägeln c befestigt, aber so, daß die Nägel ganz am innersten Rand sitzen. Nun werden einige Messingbleche in verschiedener Länge nach Abb. 2 zurechtgeschnitten, die unter den Messingring gesteckt werden und noch etwa 1 cm aus dem Ring hervorragen müssen. Diese Bleche bilden die Kontaktstreifen, und durch ihre Länge wird die Dauer und durch ihren Sitz der Beginn der Einschaltung bestimmt.

An der Spitze auf der unteren Seite des kleinen Zeigers wird jetzt durch Lötten ein kleines federndes Messingblech d als Schleiffeder befestigt, das beim Gang der Uhr den Messingring nicht berühren darf, wohl aber auf den eingesteckten Messingblechen schleifen muß. An das Uhrwerk, das mit dem Zeiger in leitender Verbindung steht (es muß auf jeden Fall ein Metallzeiger verwendet werden), wird nach Abb. 3 die eine Leitung der Unterbrechung, die andere an den Messingring angeschlossen. Man führt am besten zwei Drähte vom Uhrwerk und vom Messingring zu zwei auf der Uhr sitzenden Klemmen; außerdem kann man noch einen Schalter anbringen, so daß man unabhängig von der Uhr einschalten kann.

Wenn die Feder nun über ein in den Ring gestecktes Stück Blech schleift, wird der Stromkreis von der Batterie

langer Zweistundenstreifen aufgesteckt, so daß der Apparat von 12 bis 2 Uhr in Betrieb ist. Man kann aber bei den gebräuchlichen 12-Stunden-Uhren immer nur für die nächsten 12 Stunden einstellen; so z. B. stellt man morgens,

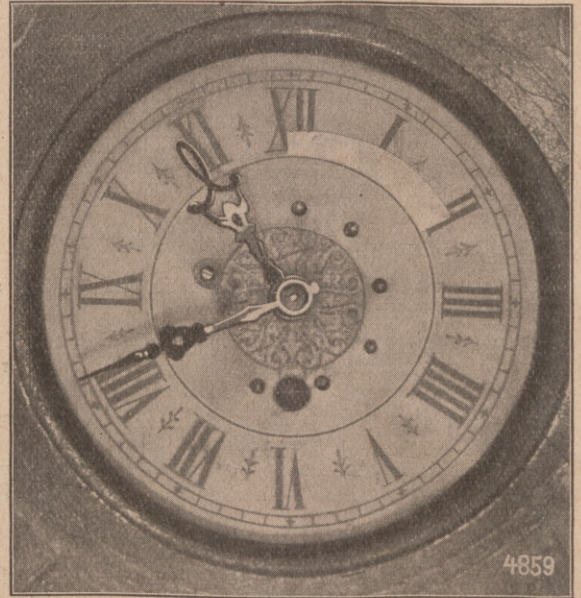


Abb. 4.

bevor man fortgeht, für das Mittags- und Nachmittagskonzert ein, das sich die Familie anhört, und wenn man nach Hause kommt, wird neu eingestellt für einen Vortrag von 7 bis 7,25 und das Abendkonzert von 8.30 bis 10 Uhr.

Der Verwendungsbereich der Uhr beschränkt sich nicht nur auf den Rundfunk, sondern man kann sie neben anderem auch als Wecker benutzen, indem man anstatt der Röhren eine Klingel einschaltet.

*Alfred H. Michaelles.*



Abb. 1.

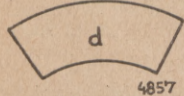


Abb. 2.

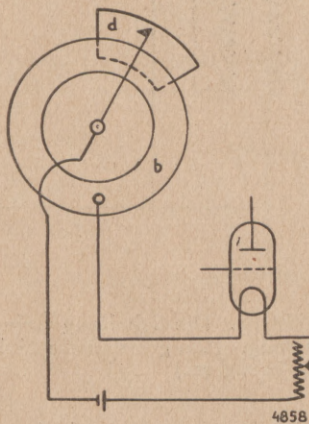
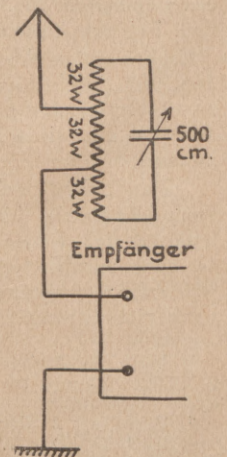


Abb. 3

über Uhrwerk, kleinen Zeiger, Schleiffeder, Messingblech, Ring, Röhre, zurück zur Batterie geschlossen. Man muß sich jetzt nur verschieden lange Kontaktstreifen (Abb. 2) schneiden, um die Dauer der Einschaltung vorher bestimmen zu können, also etwa für  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ , 1,  $1\frac{1}{2}$ , 2, 3 Stunden. Je nach der Größe der verwendeten Uhr ist natürlich die Größe der Streifen verschieden, so ist in Abb. 4 ein 4,5 cm

## Ein einfacher Sperrkreis.

Da die Frage der „Ausschaltung des Ortssenders“ bei einem einfachen Empfänger wohl immer noch nicht als gelöst betrachtet werden darf, möchte ich nachstehend noch einen Sperrkreis beschreiben, der den Vorteil äußerster Einfachheit in der Herstellung hat und trotzdem sehr selektiv und wirksam ist. Auf einen Pappzylinder von 60 mm Durchmesser und mindestens 100 mm Länge wickelt man 96 Windungen (entspricht einer Länge von 20 m) Kupferdraht von 0,8 mm Stärke und doppelter Baumwollbespinnung. Bei der 32. und 64. Windung macht man je eine Anzapfung. Die ganze Spule ist nun in drei Gruppen geteilt, von denen jede 32 Windungen hat. An die erste Anzapfung legt man die Antenne, an die zweite die Antennenklemme des Empfängers. Welche Anzapfung man als erste nimmt, ist natürlich ohne Bedeutung, da ja die Spule drei gleiche Teile hat. Anfang und Ende der ganzen Wicklung werden durch einen Drehkondensator von maximal 500 cm geschlossen (Abbildung). Die Handhabung ist bekannt.



*Alfred Müller.*



# Selbstbau eines trichterlosen Lautsprechers

Von  
**Fritz Schmidt, Danzig.**

Bevor man an den Bau eines Lautsprechers herantritt, wird man sich über den besonderen Zweck klar werden müssen. Ein Gerät, das große Lautstärke geben soll, wird im allgemeinen, um eine möglichst große Luftmenge in Bewegung zu setzen, mit einem Trichter ausgerüstet sein. Dieser Trichter stellt eine Luftsäule dar, in der ein bestimmter Ton Resonanz findet, und zwar, je länger die Luftsäule ist, desto tiefer ist der betreffende, in der Luftsäule schwingende Ton; dieser wird verhältnismäßig laut wiedergegeben. Würde man nun den Trichter kleiner machen, so daß die höchsten in der Musik vorkommenden Töne keine Resonanz finden würden, so würde der Lautsprecher zu geringe Lautstärke geben, da die im Trichter enthaltene Luftmenge zu klein ist, um die äußere Lufthülle in Bewegung zu setzen. Wollte man den Trichter bis über die

beit muß man darauf achten, daß die Falten möglichst parallel laufen. Ist dieses geschehen, so schiebt man den Streifen zusammen, spannt dieses Paketchen zwischen zwei Holzbrettchen in einen Schraubstock und schneidet die beiden

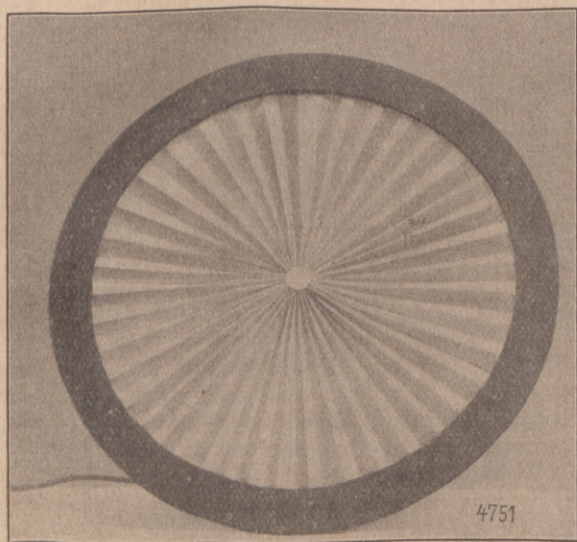


Abb. 1.

Resonanz des tiefsten Tones verlängern, so würden die höheren Töne benachteiligt werden, außerdem würde der Trichter eine Länge von etwa zwei Metern erhalten. Ferner sind die Membranen bei Trichterlautsprechern sehr klein, so daß die Amplitude verhältnismäßig groß sein muß, um ausreichende Luftstöße zu geben. Je größer jedoch die Amplitude ist, desto stärker wird die Klangkurve verzerrt, da die Spannung der Membran nach beiden Seiten der Schwingung zunimmt und hierdurch die Spitzen der Kurve abgeflacht werden.

Anders liegen die Verhältnisse bei dem trichterlosen Lautsprecher. Hier sind keine verzerrenden Luftsäulen vorhanden; ferner hat ein solches Gerät immer eine wesentlich größere Membran als der Trichterlautsprecher. Da die über die Membran lagernde Luftmenge sehr groß ist, brauchen die Ausschläge nur gering zu sein, um eine ausreichende Lautstärke zu geben.

Zum Bau des Lautsprechers dienen zwei aus 6 mm starkem Sperrholz ausgesägte Ringe, deren innerer Durchmesser 35 und deren äußerer 41 cm beträgt. Die Schnittkanten werden mit Sandpapier sauber glattgeschliffen und die Ecken etwas abgerundet. Zur Herstellung der Membran benötigt man gewöhnliches Entwurfpapier von 0,04 bis 0,06 mm Stärke. Ein aus diesem geschnittener 19 cm breiter und 115 cm langer Streifen wird in seiner ganzen Länge in 11 bis 13 mm breite Falten zickzackförmig zusammengelegt. Bei dieser Ar-

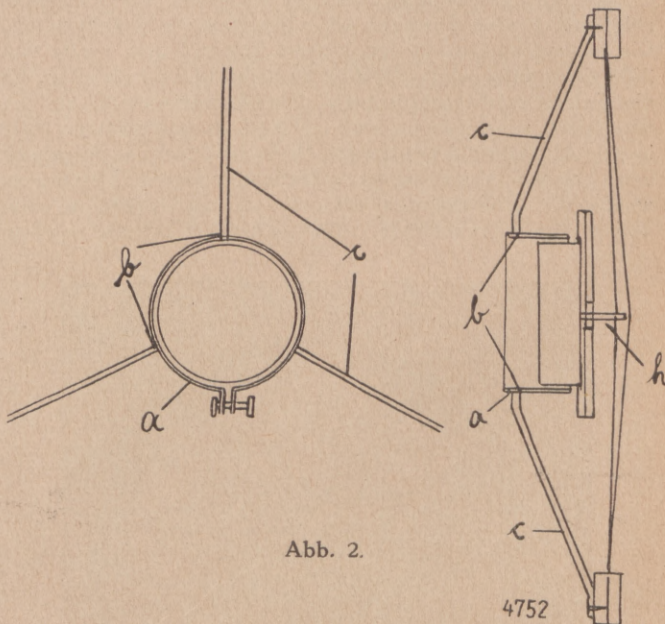


Abb. 2.

Kanten mit einem Rasiermesser nochmals glatt; dann wird der Streifen nochmals kräftig zusammengedrückt und ausgespannt. Nun faßt man die beiden Enden des Streifens an einer Kante und breitet ihn fächerförmig aus, so daß die Falten radial auf den Mittelpunkt zulaufen, wie es aus Abb. 1 ersichtlich ist.

Um die Membran zu spannen, müssen die beiden Enden des Streifens so zusammengeklebt werden, daß der äußere

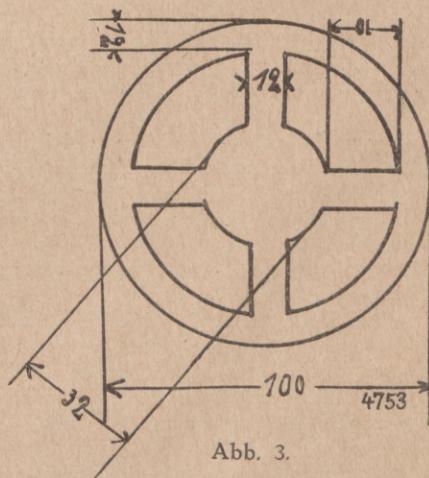


Abb. 3.

Rand völlig stramm liegt und keine Falten bildet. Zu diesem Zweck schneidet man vorsichtig eine Falte nach der anderen ab und probiert jedesmal gründlich, ob die richtige Länge erreicht ist. Ist die Klebstelle gut getrocknet, so kann mit dem Einspannen begonnen werden. Man bestreicht die beiden Holzringe auf einer Seite mit Leim, legt die Papiermembran dazwischen und schraubt dann die Ringe



an zehn bis zwölf Stellen fest mit kleinen Holzschrauben zusammen. Es muß aber dafür Sorge getragen werden, daß die Membran möglichst plan liegt. Um ihr genügend Festigkeit zu geben, klebt man auf beiden Seiten in der Mitte ein rundes Pappscheibchen von etwa 15 cm Durchmesser auf. Nach vollständigem Trocknen bohrt man in die Mitte der Pappscheibe ein 3 mm großes Loch und leimt hier ein etwa 50 mm langes rundes Holzstäbchen ein, das später als Kuppelstange zwischen dem Antriebsmechanismus und der Papiermembran dienen soll.

Zum Antrieb benutzt man einen alten Telephonhörer möglichst großen Formats mit verstellbarem Magnetsystem. Die niedrigohmigen Spulen werden entfernt und solche von 2000 Ohm aufgesetzt. Größte Vorsicht ist hier geboten, da die Spulen leicht zerbrechen. Die Membran wird, um die Elastizität zu erhöhen, nach Abb. 3 ausgeschnitten. Die in der Abbildung angegebenen Maße sind für eine Membran von 100 mm Durchmesser zutreffend. Ist er kleiner, so würde die Entfernung a entsprechend zu verändern sein. Soll der Lautsprecher für größere Energien benutzt werden,

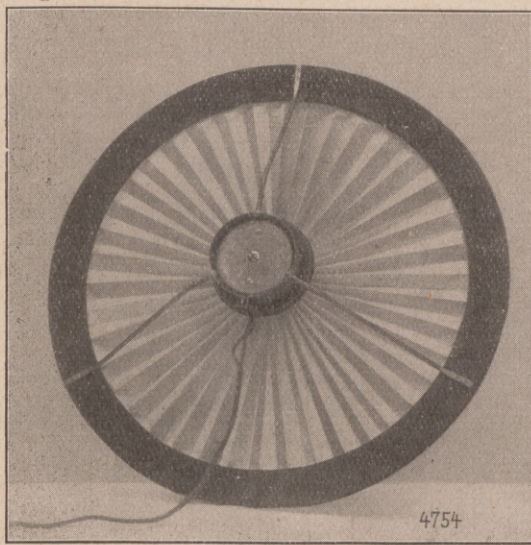


Abb. 4.

so empfiehlt es sich eine Membran aus etwa 1 mm starkem weichem Eisenblech herzustellen. Es ist zweckmäßig, das Ausschneiden zwischen zwei dünnen Holzplatten vorzunehmen, da die Gefahr des Verbiegens dann nicht so groß ist.

Um den Hörer zu befestigen, stellt man sich nach Abb. 2 aus 1 mm starkem Messingblech eine Schelle a her, die ihn am hinteren Ende festhalten soll. An der einen Kante wird die Schelle an drei Stellen b durchbohrt; in diese Löcher werden drei Stäbe c eingienietet, die am anderen Ende mit Löchern versehen sind, um sie am Holzrahmen festzuschrauben.

Zur Montage wird der Hörer in die Schelle a gelegt und die Schraube etwas angezogen; dann werden die Tragestangen so gebogen, daß das Holzstäbchen die Blechmembran beim Anschrauben von c an den Holzrahmen gerade berührt. Nun wird die Schraube an der Schelle etwas gelöst, der Hörer so weit nach vorn geschoben, bis die Papiermembrane etwas durchgebogen ist, und dann wieder festgezogen. Sollte hierbei die Blechmembrane gegen die Polschuhe des Magneten gedrückt sein, so wird das Magnetsystem durch die am Hörer befindliche Stellschraube etwas zurückgezogen.

Die Befestigung des Hörers kann auch in jeder anderen Weise erfolgen, jedoch muß er mit dem Holzrahmen in möglichst starrer Verbindung stehen. Abb. 4 zeigt den fertigen Lautsprecher.

Beim Anschluß achte man darauf, daß das Magnetsystem durch den Anodenstrom verstärkt wird, da der Magnet bei falschem Anschluß bald schwächer wird, und dann die Lautstärke des Lautsprechers erheblich nachläßt.

## Der Selbstbau von Anoden-Akkumulatoren.

Bis jetzt habe ich mit den verschiedensten Verfahren, Anoden-Akkumulatoren selbst herzustellen, Versuche gemacht und gefunden, daß jedem große Mängel anhaften. Hängt man kleine Bleistreifen in Reagenzgläser ein, so ist die Kapazität einer derartigen Batterie so gering, daß man daraus nur wenige Stunden Anodenstrom entnehmen kann, wenn es sich um eine Entnahme von etwa 10 bis 15 Milliampere handelt. Die nicht ganz zu vermeidenden Kriechströme machen sich bei der geringen Kapazität so stark bemerkbar, daß auch bei Nichtgebrauch die Batterie nach zwei oder drei Tagen völlig entladen ist. Füllt man aktive Masse in Bleiblechtaschen, in die man viele Löcher gestanzt hat, so macht sich nach kurzer Zeit am Boden des Gefäßes eine große Menge Schlamm bemerkbar, da die Masse aus den Löchern fällt. Auch ist es schwierig zu erreichen, daß die negative Masse immer guten Kontakt mit dem Bleiblech behält.

Auf meinem Dachboden lagen nun seit etwa fünf Jahren alte Minus-Gitterplatten von Akkumulatoren, wie sie wohl viele Bastler haben; außerdem erhält man solche alten Minusplatten billig in jeder Akkumulatoren-Reparaturwerkstätte. Diese Platten schnitt ich mit einer Schere in Streifen von 1 cm Breite und 12 cm Länge, so lang waren eben die Platten. Man muß dabei entlang einer Bleirippe schneiden, so daß kein Abfall entsteht. Der Länge nach teilte ich diese Streifen in drei Teile von je 4 cm ein. Im mittleren Drittel stach ich die Masse mit einem spitzen Gegenstand aus dem Gitter, so daß das blanke Gitter vorhanden war, was bei alten Platten ganz leicht gelingt. Diese Streifen werden in der Mitte umgebogen, so daß man sie in Reagenzgläser einhängen kann. Das von der aktiven Masse befreite mittlere Drittel taucht man in kochende Vergußmasse aus alten Anodenbatterien, etwa eine Minute lang, damit später die Säure von einem Glas nicht in das andere kriechen kann.

Als Gläser verwendet man am besten Reagenzgläser von 20 mm Durchmesser und 50 mm Höhe, die man in ein Kistchen, in das man heiße Vergußmasse etwa 1 cm hoch geschüttet hat, unter Beibehaltung eines gegenseitigen Abstandes von mindestens 5 mm steckt. Beim Laden wird dabei die eine Hälfte der Streifen (Minusplatte) hellgrau, während die andere Hälfte nach einigen Ladungen in ihrer ganzen Masse dunkelbraun wird, obwohl die Streifen, wie nochmals betont, nur aus Minusplatten geschnitten wurden, damit jede Lötarbeit wegfällt.

Eine auf diese Art hergestellte Batterie hat bei den angegebenen Maßen 0,6 Amp.-Std. Kapazität bei 10 Milliamp. Entladung, sie gibt also 60 Std. 10 Milliamp. ab. Benutzt man die Batterie nicht, so hält sie ihre Spannung fünf bis sechs Wochen. Der Ladestrom betrage 50 bis 60 Milliamp.

Eine so hergestellte Anodenbatterie von 80 Volt ist seit einem halben Jahr in Gebrauch und hat zu keinerlei Beanstandungen Anlaß gegeben. Der am Boden angesammelte Schlamm ist nicht höher als  $\frac{1}{4}$  mm.

Georg Kraus.

\*

## Die Sendezeiten der Kurzwellensender des F. T. V.

Der Kurzwellensender K 4 a d c des Funktechnischen Vereins Berlin (früher K c 8), Schlachtensee, sendet von jetzt ab jeden Sonnabendnachmittag gegen 5 Uhr und jeden Sonntagvormittag gegen 11 Uhr und zwischen 3 und 5 Uhr nachmittags. Die Funkfreunde werden gebeten, Empfangsbeobachtungen an Dr. F. Noack, Berlin-Schlachtensee, Waldemarstraße 54, zu senden.

Der Kurzwellensender K 4 a d h des Funktechnischen Vereins, Ortsgruppe Lichtenberg, veranstaltet jeden Dienstagabend um 10.30 Uhr und jeden Sonntagvormittag von 10.15 bis 11.15 Uhr Versuchssendungen. Empfängerergebnisse sind an die Geschäftsstelle der Ortsgruppe Lichtenberg telephonisch unter Lichtenberg 3482 oder an A. Schönwälder, Spandau-West, Falkenhagener Chaussee 32, zu richten.



# Die Kremenezky-Röhren

Von  
**H. Mayr.**

Zu den in Österreich am meisten verbreiteten Röhren gehören die in Deutschland noch wenig bekannten Typen der Firma Kremenezky. Der Grund für die starke Verbreitung dieser Röhren liegt teilweise in dem verhältnismäßig

universell verwendbar, wird aber vorteilhaft als Audion und in den ersten Niederfrequenzstufen gebraucht. Die Anodenspannung richtet sich ganz nach der jeweiligen Anwendung: als Hochfrequenzverstärker etwa 40 bis 60 Volt, als Audion 20 bis 40 und als Niederfrequenzverstärker 60 bis 90. In diesem Falle ist aber eine besondere Gittervorspannung empfehlenswert, und zwar:

- bis 1,5 Volt bei einer Anodenspannung von 60 Volt,
- 1,5—3 Volt bei einer Anodenspannung von 80 Volt,
- 3—4,5 Volt bei einer Anodenspannung von 100 Volt,

Für die letzten Stufen der Niederfrequenz benutzt man besser den Typ A 10, der zwar einen höheren Heizstrom erfordert, dafür aber auch eine entsprechend höhere Emission hat (Abb. 3 und 4). Aber auch dieser Typ kann ebenso gut auch für Hochfrequenz und Audionzwecke benutzt

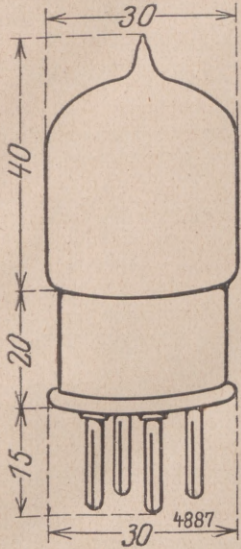


Abb. 1.

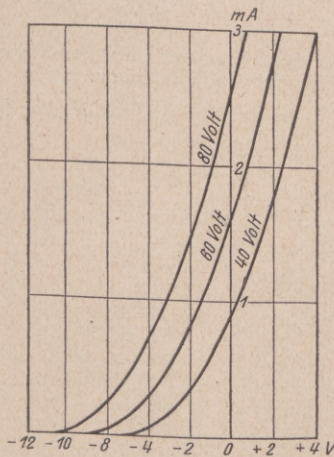


Abb. 2.

geringen Preise, dann aber in ihrer außerordentlich kleinen Form: der größte Typ, die Lautsprecherröhre A 10, hat nur 75 mm Länge, ohne daß die Innenanordnung deshalb gar zu knapp bemessen wäre.

Die Firma stellt derzeit sieben Typen her: A 10, A 11, A 14, A 15, A 16, A 18 und A 20, die sämtlich Sparröhren

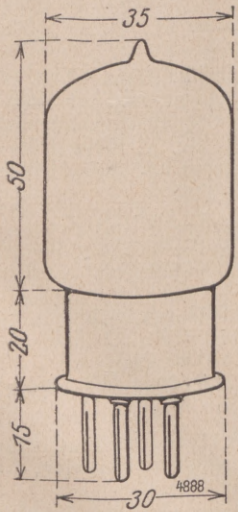


Abb. 3.

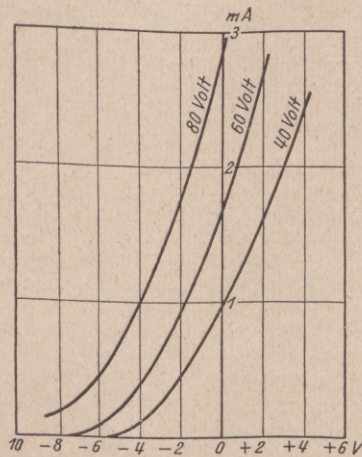


Abb. 4.

sind. Die Normalröhre ist der Typ A 11. Er hat folgende Daten:

Heizspannung	2,5—3,5 Volt
Heizstrom	0,06—0,1 Amp
Anodenspannung	18—90 Volt
Steilheit	0,4 mA/Volt
Durchgriff	11 v. H.
Innerer Widerstand	26 000 Ohm
Güte	$3,5 \cdot 10^{-1}$ Watt/Volt <sup>2</sup>
Verstärkungsfaktor	9

Abb. 1 zeigt die äußere Form der Röhre, in Abb. 2 ist ihre Charakteristik wiedergegeben; die Röhre ist eigentlich

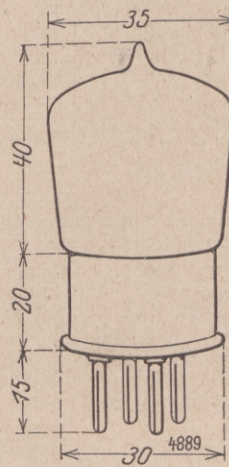


Abb. 5.

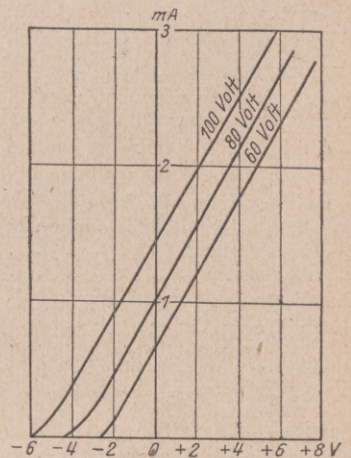


Abb. 6.

werden. Besonders geeignet ist er für den Lautsprecherbetrieb und für geringe Reichweiten als Senderöhre:

Heizspannung	2,5—3,5 Volt
Heizstrom	0,18—0,25 Amp
Anodenspannung	20—100 Volt
Steilheit	0,42 mA/Volt
Durchgriff	12,5 v. H.
Innerer Widerstand	20 000 Ohm
Güte	$3,3 \cdot 10^{-3}$ Watt/Volt <sup>2</sup>
Verstärkungsfaktor	8

Der Typ A 14 (Abb. 5 u. 6) ist eine ausgesprochene Hochfrequenzverstärkerröhre. Sie hat einen sehr kleinen Durchgriff und daher einen hohen Verstärkungsgrad, was besonders in Hochfrequenzschaltungen wichtig ist. Außerdem hat die Röhre einen hohen Emissionsstrom und eine auffallend geradlinig verlaufende Charakteristik, was eine sehr reine Verstärkung gewährleistet. Wegen des niedrigen Durchgriffs ist die Röhre auch für Widerstandsverstärker recht gut geeignet.

Heizspannung	2,5—4 Volt
Heizstrom	0,06—0,1 Amp
Anodenspannung	40—100 Volt
Steilheit	0,32 mA/Volt
Durchgriff	6 v. H.
Innerer Widerstand	45 000 Ohm
Güte	5,3 Watt/Volt <sup>2</sup>
Verstärkungsfaktor	17

Das Vakuum der Röhre ist besonders sorgfältig hergestellt, um positive Gitterladungen möglichst zu verhindern.

Alle diese Eigenschaften ergeben, daß dieser Typ eine ausgezeichnete Kleinsenderöhre sein muß: wegen des hohen Vakuums und des sehr kräftigen Innenaufbaus kann man die Anodenspannung ganz gefahrlos bis auf 300 Volt treiben, ohne daß sich die Einzelteile übermäßig erhitzen. Wegen



des kleinen Durchgriffs schwingt die Röhre sehr leicht und konstant.

Der vierte Typ, A 15 (Abb. 7 u. 8), ist eine ausgesprochene Sparröhre, da sie nur minimale Heiz- und Anodenspannung braucht. Dadurch ist sie besonders für Reiseempfänger geeignet. Der Konstruktion nach ist sie vor allem als Audion gedacht. Schon eine bis zwei Taschenlampenbatterien geben

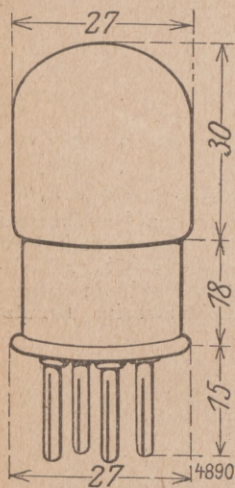


Abb. 7.

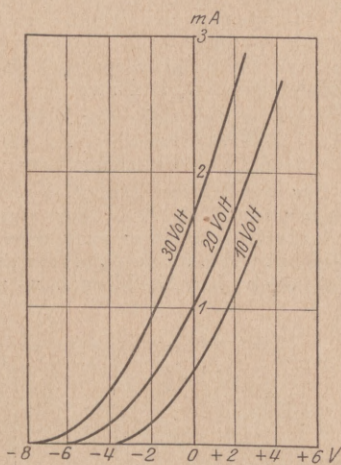


Abb. 8.

eine hinreichende Anodenspannung; die Maximalspannung von 30 Volt soll aber nicht überschritten werden.

Heizspannung	2—3 Volt
Heizstrom	0,05—0,08 Amp
Anodenspannung	5—30 Volt
Steilheit	0,32 mA/Volt
Durchgriff	17 v. H.
Innerer Widerstand	18 000 Ohm
Güte	$2 \cdot 10^{-3}$ Watt/Volt <sup>2</sup>
Verstärkungsfaktor	6

Der Typ A 16 (Abb. 9) trägt dem immer größer werdenden Bedürfnis Rechnung, leistungsfähigere Röhren für den Betrieb von Zimmerlautsprechern auf den Markt zu bringen. Sie ist daher besonders als Endröhre gedacht. Wegen ihrer hohen Steilheit gibt sie an und für sich schon größere Lautstärken und wegen des ziemlich großen Durchgriffs ver-

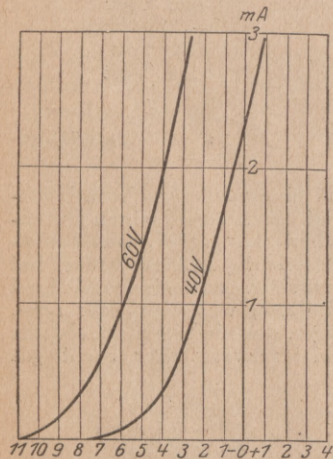


Abb. 9.

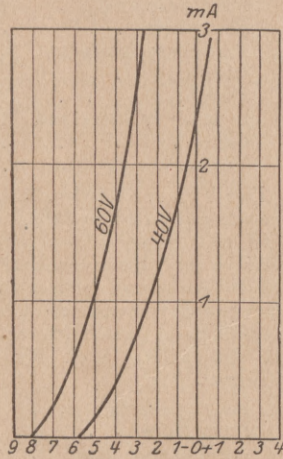


Abb. 10.

hindert sie das Auftreten von Verzerrungen durch Gitterströme.

Heizspannung	2,5—3,5 Volt
Heizstrom	0,18—0,2 Amp
Anodenspannung	30—100 Volt
Steilheit	0,6 mA/Volt
Durchgriff	18 v. H.
Innerer Widerstand	10 000 Ohm
Güte	$3,3 \cdot 10^{-3}$ Watt/Volt <sup>2</sup>
Verstärkungsfaktor	6

Der Typ A 18 (Abb. 10) ist ebenfalls eine Lautsprecher- röhre, der aber noch höhere Leistungen hergeben kann und zum Betrieb der größten Lautsprecher geeignet ist. Er hat ebenfalls eine hohe Steilheit, während der Durchgriff etwas geringer ist als bei der A 16. Er ist für alle Schaltungen, wo Röhren mit hoher Emission gebraucht werden, geeignet, zum Beispiel als Oszillator.

Heizspannung	2,5—3,5 Volt
Heizstrom	0,18—0,25 Amp
Anodenspannung	30—120 Volt
Steilheit	0,8 mA/Volt
Durchgriff	15 v. H.
Innerer Widerstand	8000 Ohm
Güte	$5,3 \cdot 10^{-3}$ Watt/Volt <sup>2</sup>
Verstärkungsfaktor	7

Wenn diese beiden Typen als Niederfrequenzverstärker gebraucht werden, so benötigen sie eine besondere Gittervorspannung, und zwar:

4,5—6 Volt	bei einer Anodenspannung von 80 Volt,
6—9 " "	" " " " " " 100 "
9—12 " "	" " " " " " 120 "

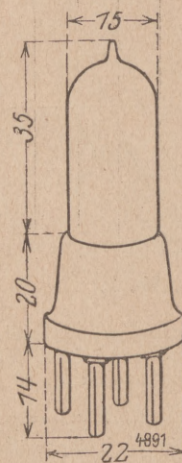


Abb. 11.

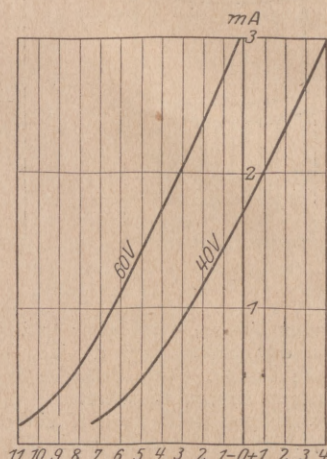


Abb. 12.

Der letzte Typ, A 20, ist außerordentlich klein (Abb. 11) ausgeführt und besonders für Reiseempfänger oder für Mehr- röhrengeräte geeignet, die möglichst eng zusammengebaut werden sollen. Er dürfte tatsächlich die kleinste Röhre sein, die bis jetzt in den Handel gekommen ist. Seine Daten (Abb. 12) sind folgende:

Heizspannung	1,8—2,0 Volt
Heizstrom	0,08—0,1 Amp
Anodenspannung	30—100 Volt
Emission	15 mA
Steilheit	0,32 mA/Volt
Durchgriff	18 v. H.
Innerer Widerstand	18 000 Ohm
Güte	$1,8 \cdot 10^{-3}$ Watt/Volt <sup>2</sup>
Verstärkungsfaktor	6

Die Röhre ist ebenso wie der Typ A 11 als Universalröhre gedacht. Sie kann in jeder Schaltung verwendet werden, die keine besonders großen Leistungen verlangt.

Bei der Verwendung als Niederfrequenzverstärker ist eine besondere Gittervorspannung nötig, und zwar:

3—4,5 Volt	bei einer Anodenspannung von 60 Volt,
4,5—6 " "	" " " " " " 80 "
6—9 " "	" " " " " " 100 "

Bei diesen Röhren besteht der Heizfaden gänzlich aus emissionsfähigem Material, so daß sie so lange arbeiten, als überhaupt noch der Faden glühen kann; mithin ist ein Taub- werden ausgeschlossen. Auch gegen Erschütterungen sind die Röhren weitgehend unempfindlich.

Gesockelt sind sie sämtlich mit dem normalen Philips- sockel. Jede Röhre trägt um den Metallteil des Sockels einen Papierstreifen, auf dem die genauen Batteriedaten ange- geben sind.



# AUSLÄNDISCHE ZEITSCHRIFTEN- UND PATENTSCHAU

Bearbeitet von Regierungsrat Dr. C. Lübben.

## Verzerrungen bei Widerstandsverstärkung.

Nach Radio, San Francisco 8. 25. 1926/Nr. 9. — Sept.

Gewöhnlich wird von der Widerstandsverstärkung behauptet, daß sie eine völlig unverzerrte Verstärkung für den ganzen Niederfrequenzbereich gewährleistet. Dies ist keineswegs der Fall. Selbst bei den bestgebauten Geräten sind

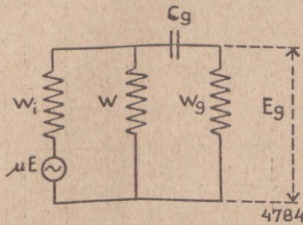


Abb. 1.

Verzerrungen nicht ganz zu vermeiden und können bei ungeeigneter Wahl der Kopplungselemente und schlechter Bauart ganz erheblich werden. Diese Verzerrungen treten dadurch auf, daß es sich tatsächlich nicht um eine rein galvanische Kopplung durch Widerstände handelt, sondern daß die Kopplungskapazität und Streukapazitäten parallel zu den Widerständen erheblich ins Gewicht fallen.

Für die Widerstandskopplung kann die in Abb. 1 dargestellte Ersatzschaltung zugrunde gelegt werden, in der E die Eingangsspannung am Gitter der ersten Röhre,  $\mu$  der Verstärkungsfaktor,  $W_i$  der innere Röhrenwiderstand der ersten Röhre,  $W$  der Widerstand im Anodenkreis der ersten Röhre,  $C_g$  der Kopplungskondensator zwischen Anode der ersten und Gitter der zweiten Röhre und  $W_g$  der Gitterableitungswiderstand der zweiten Röhre bedeuten. Für diese Anord-

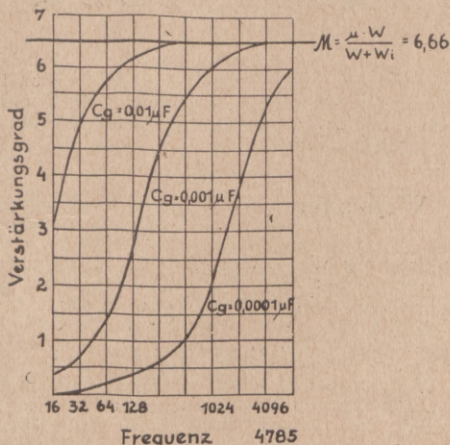


Abb. 2.

nung ergibt sich, daß das Verhältnis der Gitterspannungen beider Röhren

$$M = \frac{E_g}{E} = \frac{\mu \cdot W \cdot W_g}{W_i \cdot W + W_i \cdot W_g + W \cdot W_g + (W + W_i) \cdot \frac{1}{j\omega C_g}} \quad (1)$$

ist. Wenn C sehr groß ist, dann reduziert sich dieser Ausdruck zu der einfachen Formel

$$M = \mu \cdot \frac{1}{1 + \frac{W}{W_i}} \quad (2)$$

die gewöhnlich für Widerstandsverstärkung angeführt wird und von der Frequenz nicht abhängt. Für endliche Werte von C ist aber die Formel 1 zu verwenden.

Wie groß der Einfluß für verschiedene Werte von  $C_g$  ist zeigen die Kurven der Abb. 2, die für folgende Werte berechnet sind:  $\mu = 8$ ,  $W_i = 20\,000$  Ohm,  $W = 100\,000$  Ohm,  $W_g = 500\,000$  Ohm. Man ersieht aus diesen Kurven, daß die unteren Frequenzen um so stärker unterdrückt werden, je kleiner die Kopplungskapazität  $C_g$  ist.

Berücksichtigt man auch eine kleine Kapazität  $C_0$  parallel zum Anodenwiderstand  $W$ , so ergibt sich die Formel:  $M = \frac{\mu \cdot W \cdot W_g}{W_i \cdot W + W_i \cdot W_g + W \cdot W_g + W_i \cdot W \cdot \frac{C_0}{C} + j \left[ W_i \cdot W + W_g \cdot C_0 \cdot \omega - \frac{W + W_i}{\omega C} \right]}$

$$M = \frac{\mu \cdot W \cdot W_g}{W_i \cdot W + W_i \cdot W_g + W \cdot W_g + W_i \cdot W \cdot \frac{C_0}{C} + j \left[ W_i \cdot W + W_g \cdot C_0 \cdot \omega - \frac{W + W_i}{\omega C} \right]}$$

Eine Berechnung für bestimmte Werte von  $C_0$  zeigt, daß der Frequenzeinfluß der Kapazität  $C_0$  klein ist, solange dieser Kondensator kleiner als  $0,0005 \mu F$  ist. Für größere Werte ergibt sich, daß die höheren Frequenzen unterdrückt werden.

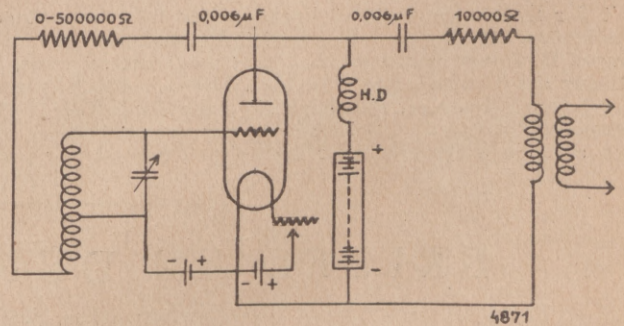
Aus der Diskussion ergibt sich, daß der Kopplungskondensator  $C_g$  nicht zu klein, Streukapazitäten  $C_0$  parallel zum Anodenwiderstand  $W$  möglichst klein und der Gitterableitungswiderstand groß zu machen sind.

\*

## Superheterüberlagerungssender mit hoher Konstanz der Frequenz.

Nach Radio, S. Francisco 8. 34. 1926/Nr. 9 — Sept.

Ein Überlagerungssender, der besonders für Superheterodynegeräte wegen seiner großen Konstanz der Frequenz geeignet ist, ist in der Abbildung dargestellt. Der Wider-



4871

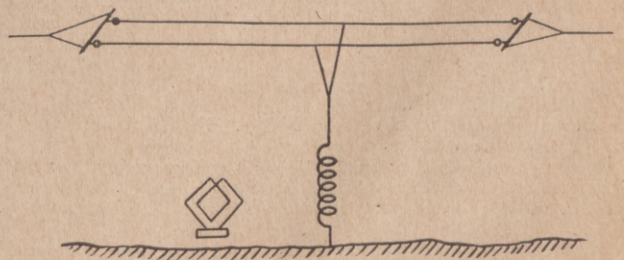
stand im Gitterkreis bewirkt, daß die Frequenz sich nur wenig ändert und daß die Schwingungen nicht über den oberen Knick der Charakteristik hinausschwingen, so daß keine Oberwellen auftreten. Die Widerstände müssen natürlich selbstinduktionsfrei sein. Die Drossel H.D. im Anodengleichstromkreis muß so groß sein, daß sie allen einstellbaren Frequenzen einen hohen Widerstand bietet.

\*

## Die gegenseitige Beeinflussung von Hochantennen.

Nach Wireless World 19. 451. 1926/ Nr. 370 — 29. Sept.

Es ist schon oft beobachtet worden, daß der Empfang mit kleinen Antennen in geringer wirksamer Höhe erheblich ver-



4795

Abb. 1.

bessert wird, wenn diese Antennen im Felde guter Hochantennen liegen (vgl. auch Wireless World 3. vom 10. Juni 1925). Um diesen Einfluß genauer festzustellen, wurden Versuche und Messungen mit einer Rahmenantenne im Felde einer Hochantenne angestellt. Die allgemeine Versuchsanordnung zeigt Abb. 1, während in Abb. 2 die Meßanordnung dargestellt ist. Die Ergebnisse sind aus Abb. 3 ersichtlich.

Die Kurve A wurde bei offener Hochantenne aufgenommen bei einer Wellenlänge von 365 m (London). Bei abgestimmter



Hochantenne ergab sich die Kurve B, d. h. die Lautstärke wurde auf etwa das 40fache erhöht. Wurde mit der Hochantenne ein Detektorempfänger gekoppelt, so war die Stromstärke in der Hochantenne infolge der erhöhten Dämpfung kleiner als vorher und für die Rahmenantenne ergab sich die Kurve C, also eine erhebliche Verringerung der Lautstärke. Wurde

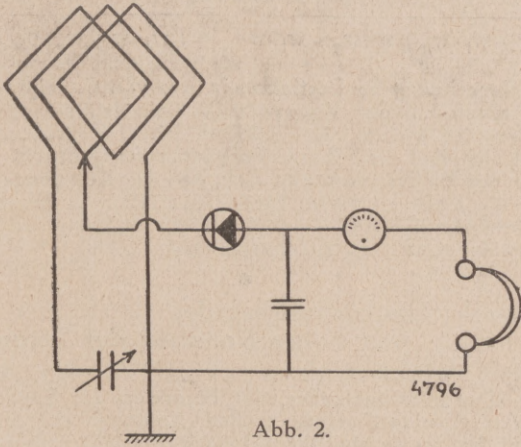


Abb. 2.

mit der Hochantenne ein rückgekoppelter Röhrenempfänger verbunden, so konnte die Lautstärke entsprechend der Kurve D weiter erhöht werden, und zwar um so mehr, je stärker die Rückkopplung war, bis schließlich das Maximum der Kurve E bei einer Rückkopplung nahe der Schwingungsgrenze erzielt wurde. Bei Drehung der Rahmenantenne ergab sich ein ausgesprochener Richteffekt, besonders scharf,

wenn der Rahmen nicht geerdet war, und zwar ergab sich das Maximum in Richtung des oberen Drahtes der Hochantenne. Auch für andere Antennen (Gasleitung, Zimmerantennen u. dgl.) konnte der gleiche Effekt festgestellt werden.

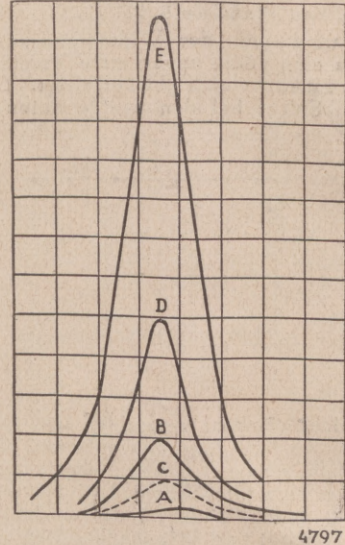


Abb. 3.

Anm. des Referenten: Die Versuche bestätigen das im Heft 19 des „Funk-Bastler“, Jahr 1926, Seite 93, über die Beeinflussung der Antennen Gesagte.

## BRIEFE AN DEN „FUNK-BASTLER“

Erfahrungen, Anregungen und Wünsche.

### Störungen durch den Fernsprecher.

Elberfeld, Ende November.

Rundfunkteilnehmer, die hier in der Nähe des Postamtes wohnen, hatten lange Zeit unter ganz erheblichen Störungen zu leiden. Die von der Post (Fernsprechamt) ausgehenden Anrufe erzeugten in ziemlich weitem Umkreise in den Empfangsapparaten ein alles übertönendes Rasseln. Die Leitungen der Post sind zum größten Teil Fernleitungen. Es wurde erst an eine Induktionswirkung auf die benachbarten Antennen gedacht. Versuche mit Rahmen brachten keine Besserung. Auch mit Gegengewicht statt Erde blieb die Stärke der Störung die gleiche.

Wir setzten uns dann mit der Post in Verbindung, und sie zeigte unseren Wünschen großes Entgegenkommen. Der Anrufapparat besteht in dem Fall aus einem Pendelkontaktwerk mit zwei Unterbrechungsstellen. Die hier auftretenden Funken waren die Übeltäter. Ein Einbau des Kontaktwerkes in ein geerdetes Metallgehäuse hatte keinen Erfolg. Es wurden dann von der Post große Kondensatoren von 4  $\mu$ F eingebaut, und zwar je ein Stück parallel zu jeder Unterbrechungsstelle. Seitdem sind die Funken und mit ihnen die Störungen gänzlich verschwunden. Das Metallgehäuse ist wieder entfernt worden.

Rundfunkteilnehmern in ähnlicher Lage kann ich nur raten, sich mit dem Fernsprechamt zwecks Einbau von Kondensatoren in Verbindung zu setzen.

R. Sauerbrey.

### Wer hat taube Röhren regeneriert?

Markgröningen, 18. November.

Nachdem in Heft 22 des „Funk-Bastler“ eine abschließende Klärung der thermischen Röhrenregenerierung erfolgt ist, glaube ich es im Interesse vieler Leser des „Funk“ gelegen, wenn in ebenso eingehender Weise die Erfahrungen veröffentlicht würden, welche Funkfreunde mit der Regenerierung von durchgebrannten Röhren durch sich hierzu anbietende Firmen gemacht haben. Sind solche Röhren voll verwendungsfähig und sind sie neuen gleichwertig? Kann eine Firma als besonders vertrauenswürdig empfohlen werden?

Und noch eins: Schon öfter wurden Cupron-Elemente als Heizstromquelle empfohlen. Könnte nicht eine leichtverständliche Anleitung zur Selbsterstellung und Inbetriebsetzung gegeben werden?

A. Strähle.

\*

### Wellenlänge — Meter — Kilohertz.

Elberfeld, 17. November.

Nach der neuen Wellenverteilung ist für Elberfeld die Welle 468,8 m angegeben; die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektrischen Welle beträgt 300 000 km in der Sekunde, genauer jedoch 299 850 km. Will man die Welle 640 Kilohertz aus dem Geschwindigkeitswert in Meter umrechnen, so erhält man aus der ersten Geschwindigkeitsangabe 468,8, einen unechten Bruch. Wenn man nun schon solche krumme Zahl nicht vermeidet, warum nimmt man dann nicht die genaue Geschwindigkeitszahl und erhält dann für die Elberfelder Welle 468,5 m?

Dipl.-Ing. Erich Auerbach.

\*

### „Kam es vom Mars?“

Charlottenburg, 15. Dezember.

Nein, es kam nicht vom Mars, aber aus Litauen, und zwar hörten Sie den neuen Sender Kowno auf Welle 2000 m. Ansage erfolgt nach Schluß des Programms in drei Sprachen. In der Anfangszeit (Versuche) war auch ich im Zweifel und verstand dasselbe wie Sie (Dwakaone, Lekowa-Kanna usw.).

W. Baukisch, DE 0251.

\*

### Sender, nennt eure Namen!

Kroisbach bei Graz, 15. November.

Trotzdem schon in den verschiedensten Zeitschriften darauf hingewiesen wurde, daß die deutschen Sender sich zu selten mit ihrem Namen melden, ist bis jetzt keine Besserung in dieser Hinsicht eingetreten. Es kann doch unmöglich eine technische Schwierigkeit bestehen, daß jeder Sender nach jeder Nummer seinen Namen nennt! Wien und Graz tun das seit jeher.

Dr. Ludwig Hermann.