

Funkschau

NEUES VOM FUNK DER BASTLER DER FERNEMPfang

INHALT DES ZWEITEN NOVEMBER-HEFTES 8. NOVEMBER 1928:

Dr: Noack: Flugzeug und Funk / Grimm: Kostenlose Ladung der Heisbatterie am Gleichstromnetz / Schönheit der Technik / Kappelmayer: Neue Schaltungen und ihre Preise / Eine gute Anodenbatterie und was man daran lernt / Wittwer: Der Hüttenfloh.

DIE NÄCHSTEN HEFTE BRINGEN U. A.: Macht den Lautsprecher stromlos! / Wir bauen uns einen guten Wellenmesser / Ein Netzanschluß-Kraftverstärker für nur 110 Volt Gleichstrom / 3 NF. Die Loewe-Röhre als Verstärker / Ein Verstärker en bloc / Die gefährliche Akkumulatorensäure / Sie können fernsehen.



Sender

In Deutschland sind es hauptsächlich zwei Firmen, welche sich mit dem Bau von drahtlosen Nachrichtenanlagen für den Flugzeugverkehr befassen. Das sind die Firmen Telefunken und Lorenz. Beide Firmen bauen große Sender, welche für die Aufstellung auf dem Erdboden, meist als Flughafensender, in Frage kommen. Das sind fremdgesteuerte Röhrensender, wie wir sie auch beim Rundfunk verwenden, allerdings von nicht ganz so großer Leistung. Sie sind sowohl für Telegraphiebetrieb als auch Telephoniebetrieb eingerichtet und arbeiten für gewöhnlich auf Wellen um 1000 m Wellenlänge herum. Neuerdings werden auch Kurzwellensender gebaut, da die „Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt“ kürzlich gelegentlich bei Versuchen zwischen Berlin und Madrid die Brauchbarkeit der Kurzwellen im Flugbetrieb festgestellt hat. Außer Sendern größerer Leistung werden auch solche kleinerer Leistung ebenfalls fremdgesteuert konstruiert; die für den Einbau in Flugzeuge geeignet sind. Auch diese Sender gestatten sowohl Telegraphie- als auch Telephoniebetrieb.

Empfänger

Als Empfänger kommen heute bei Bodenstationen in der Hauptsache Vierröhren-Neutrodyne-Empfänger in Frage, und für Flugzeugempfänger solche mit geringerer Röhrenzahl. Ein modernes Großflugzeug führt demnach einen Sender und einen hochwertigen Empfänger mit sich, wozu neuerdings noch

Peilgeräte

kommen. Diese Peilgeräte bestehen aus einem hochwertigen Überlagerungsempfänger (Telefunken) oder aus einem kleinen Vorsatzgerät, das vor den normalen Rundfunkempfänger vor-



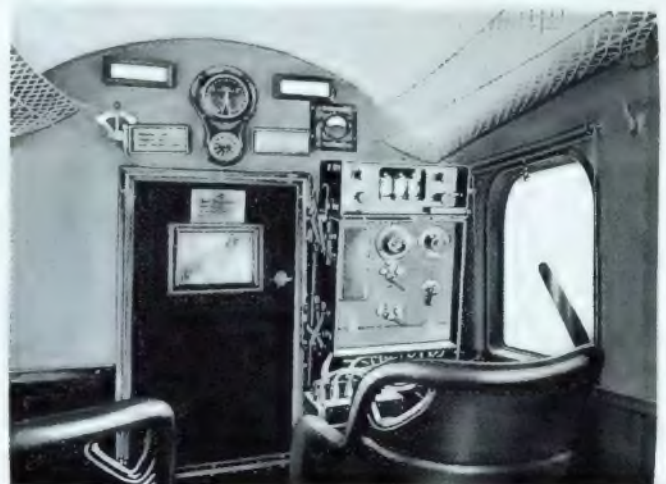
Kehlkopfmikrofon von Lorenz für Piloten.



Flugzeugen tunlichst herabzusetzen. Deshalb verwendet Lorenz eben jenen Peilvorsatzapparat, Telefunken aber in kleineren Verkehrsflugzeugen überhaupt keinen besonderen Empfänger für den normalen Empfangsverkehr, sondern nur ihren Peilempfänger, der von vornherein so gestaltet wurde, daß er auch zugleich zum normalen Empfang dienen kann. Ein kleines Verkehrsflugzeug führt demnach heute, sofern es eine Peilanlage bekommt — was allgemein angestrebt wird —, außer einem kleinen Sender nur noch einen kleinen Peilempfänger mit sich. Als

Antenne

dient ein Draht, der vom Flugzeug herabgelassen wird, als Gegengewicht das Metallgehäuse der Flugzeuge. Für den Fall, daß ein Flugzeug einmal eine Notlandung vornehmen muß, besonders bei Wasserflugzeugen, sind seitens der Firma Telefunken sogenannte Notantennen konstruiert worden, das sind kleine Antennen, die von einem Mast ausgespannt werden, der auf dem Flugzeug errichtet werden kann. Für Peilzwecke wird eine Rahmenantenne verwandt, wie man sie auch im Rundfunk hat, nur als kreisrunder, wetterfester und feuchtigkeitsicherer Ring, der mittels eines Seilantriebes oder direkt durch ein Handrad über einer Windrose gedreht werden kann. Auf den kleineren Verkehrsflugzeugen werden diese Rahmenantennen auch zum normalen Empfang benutzt. In der Hauptsache kommt selbstverständlich für den privaten drahtlosen Verkehr vom Flugzeug



Großverkehrsflugzeug mit eingebauter Telefunken-Flugzeugstation. Oben Empfänger, unten Sender.

geschaltet werden kann, ein sogenannter Überlagerungszusatz (Lorenz). Die Firmen sind natürlich bestrebt, das Gewicht der drahtlosen Anlagen möglichst zu verringern, um die tote Last in

mit dem Boden der Telefonieverkehr in Frage, da er unabhängig von der Kenntnis der Morsezeichen ist. Die größeren Verkehrsflugzeuge führen jedoch stets einen Funker mit, der dann auch den Morseverkehr mit abwickelt. Normale Fernsprechapparate zum Telefonieren im Flugzeug sind wegen der großen Motorgeräusche nicht geeignet. Deshalb hat die Industrie



Lorenz-Flugzeug FT Anlage. Wellenbereich 500—1400 Meter. 120 Watt. Links: Der Propeller-generator.

Wasserflugzeug mit Telefunken-Flugzeugstation und Peiler. Sichtbar: Notantenne betriebsfertig und auf dem Hinterteil des Rumpfes der ringförmige Peilrahmen.



20/70 Watt Lorenz Kurzwellenender für Flugverkehr.

spezielle Flugzeugsprechapparate

gebaut. Interessant ist der Sprechapparat von Lorenz, der aus einer Fliegerhaube besteht, in die ein Doppelkopfhörer eingebaut ist und welche ein sogenanntes Kehlkopfmikrophon enthält, das ist ein Mikrophon, das gegen den Kehlkopf an den Hals geschnallt wird und auf das die Schwingungen der Kehlkopf-

Start-stop-Fernschreiber (System Morkrum-Kleinschmidt) von Lorenz.

Der Fernschreiber, ein Telegraphenapparat, gestattet Typenschrift auf nur zwei Leitungen zu übertragen. Der Apparat findet im Flugdienst zum Verkehr der Bodenstationen untereinander Verwendung.



knorpel beim Sprechen einwirken. Da das Mikrophon nicht offen ist, können die Motorengeräusche fast kaum auf dasselbe einwirken.

Die Betriebsspannungen

für den Sender und Empfänger werden bei Flugzeugen einer kleinen Dynamomaschine entnommen, die außenbords untergebracht ist und durch einen kleinen Propeller vom Fahrwind angetrieben wird. Ein einwandfreies Arbeiten ist aber nur möglich, wenn die Dynamomaschine immer die gleiche Tourenzahl macht, unabhängig von der Stärke des Fahrwindes. Das wird bei der Dynamomaschine dadurch erreicht, daß der Propeller sich entsprechend der Stärke des Fahrwindes selbsttätig reguliert. Es wird in diesem Zusammenhang interessieren, welche

Arten des Funkverkehrs

es überhaupt gibt. Es ist eine ausgezeichnete Organisation geschaffen worden, die zur Sicherheit des Flugverkehrs erheblich beiträgt. Nicht allein findet ein sogenannter Streckenfernmeldedienst statt, der dazu dient, dienstliche Meldungen durchzugeben, sondern auch ein sehr gut organisierter Wetterdienst. Zum Verkehr der Flugzeuge mit dem Boden ist ein ausgedehnt-



tes Netz von Funkstellen, meist Flughafenfunkstellen, geschaffen worden, die in einzelne Bezirke eingeteilt sind. Ein mehrere Bezirke überfliegendes Flugzeug darf nur mit den Bodenstationen des gerade überflogenen Bezirks in Verkehr treten. Auf diese Weise wird vermieden, daß ein Durcheinander entsteht.

Nach den Angaben der Lufthansa sind im Sommer 1928 auf 18 Flugstrecken 35 Flugzeuge eingesetzt gewesen, die Funkgerät an Bord hatten. Deutschland verfügt zur Zeit über 63 über ganz Deutschland verteilte Wetterstellen, 195 Streckenmelde- und 198 Gefahrenmeldestellen, welche ihre Wettermeldungen an Flugwetterwarten leiten; diese geben sie dann an acht Flughafenfunkstellen weiter, welche allstündlich zu bestimmten Minuten den Wetterdienst allgemein ausstrahlen. Außerdem werden diese Sendungen von einer Zentralstelle in Berlin gesammelt und stündlich in Form einer Sammelmeldung nochmals ausgestrahlt. Weiter dürfte interessieren, daß monatlich ein Flugfunker 13 000 Worte zu senden und zu empfangen hat, woraus hervorgeht, daß sich für den Flugfunkberuf nur besonders gutes Personal eignet.

Dr. Noack.

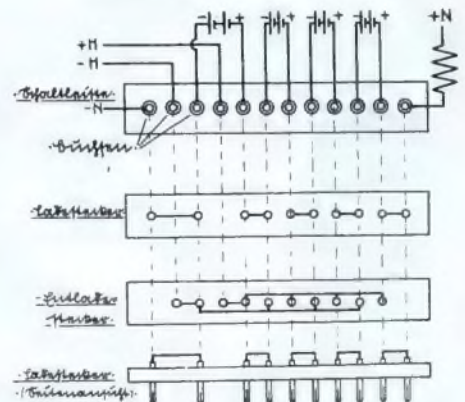
KOSTENLOSE LADUNG DER HEIZBATTERIE AM GLEICHSTROMNETZ

Meine Heizbatterie besteht aus 30 Anodenakkumulatoren, die bei der Ladung hintereinander und bei der Entladung zu 4 Volt parallel geschaltet werden. Wenn bei der Ladung der Vorschaltwiderstand so groß gewählt wird, daß der Ladestrom nur zirka 20 mA beträgt, so spricht bei dieser geringen Stromstärke der Zähler kaum an. Nach einer 12stündigen Ladung kann man also, bei einem Wirkungsgrad der Anodenakkus von 60%, 3,6 Stunden lang 0,5 A bei 4 V Spannung entnehmen. Viele Empfangsgeräte benötigen aber nur einen Heizstrom von ca. 0,3 A, so daß ein 6 Stunden langer Betrieb möglich ist, welcher wohl jedem Radiohörer genügen dürfte. Wer aber doch längere Zeit stärkere Ströme benötigt, muß entweder die Akkumulatorenbatterie entsprechend vergrößern (möglich bei 220 V) oder stärkere Ladestromstärken anwenden, die hierdurch entstehenden Kosten sind gegenüber denen bei der Ladung eines 4 V-Akkus verhältnismäßig gering.

Die beistehende Skizze zeigt eine Anlage mit 8 Akkumulatoren. Das Hintereinander- und Parallelschalten geschieht durch 2 Schaltstecker. Die Anzahl der Akkumulatoren kann nach Bedarf gewählt werden, das Prinzip der Schaltung bleibt stets gleich.

O. Grimm.

Durch Einstecken des Lade- oder Entladesteckers in die Schaltleiste (mit den Buchsen) werden die Anodenakkus (hier acht Zellen) entweder in Serie geladen oder parallel zu je zweien (also 4 Volt) entladen.



DIE SCHÖNE TECHNIK



Kootenai stellt architektonisch heute wohl die schönste Funkanlage dar.

Der Maschinenraum von Kootenai, ein rundvolles Bild von beherrschter Kraft



Links: Im Innern der Station Rocky Point in Amerika herrscht unumschränkt die Zweckmäßigkeit

Einer von den Vielen in Nauen



Königsrousterhausens Mastenreicher Wald"



Ein Luxusempfänger nach französischem Geschmack



Ein Versuch, die Technik zu verbergen

Vornehme Bescheidenheit liebt der Deutsche an seinen technischen Dienern: Der Tefag Superheterodyne



Einer der geschmackvollsten Lautsprecher auf dem heutigen Markt: Tefag-Ultra-Doppelkonus

Neue Schaltungen und ihre Preise!

Aus der grossen Deutschen Funkausstellung 1928.

Die Revolutionszeit wilder Schaltungsentwicklung für Rundfunkempfänger ist vorüber. Auf keinem Gebiet der Technik ist soviel gedacht, konstruiert und probiert worden wie hier. Und niemals waren die Erfolge der Arbeit von tausend Köpfen und Händen so groß wie hier. Die Auslese zwischen Interessantem und Brauchbarem machte der Apparatebau. Durchgesetzt haben sich in Amerika die Neutrody-Schaltungen in Verbindung mit vollgeschirmten Hochfrequenzverstärkereinheiten und dem Einknopfbetrieb und in Deutschland, wo die wirtschaftlichen Verhältnisse dem hochwertigen Standardtyp der Amerikaner feindlich gegenüberstehen, zunächst einfache Drei- und Vierröhrenschaltungen und dann ganz vereinzelt besondere 5-Röhrengeräte.

Die Arbeit der deutschen Konstrukteure mußte einen anderen Weg gehen. Und das Ziel schien in diesem Jahre in der Lösung von zwei Aufgaben zu liegen: Einmal der Konstruktion ganz besonders leistungsfähiger und trennscharfer Dreiröhren-Lichtnetzempfänger und dann der Konstruktion hochwertiger Fünf-Röhrenapparate für Antennen- oder Rahmgebrauch. Man geht aus wirtschaftlichen Gründen auch beim Rahmenempfänger zweckmäßig nicht über 5 Röhren hinaus. Dann aber entsteht für den Konstrukteur die recht schwierige Aufgabe, aus

einem solchen Gerät wirkliche Höchstleistungen herauszuholen. Denn wenn die Leistungen (Empfindlichkeit, Trennschärfe und Tonwahrheit) nicht vergleichbar sind mit den normalen Acht-röhrengeräten, so ist die Aufgabe nicht als gelöst zu betrachten.

Der Fünf-Röhren-Mikrohet.

Dieses Gerät ist schaltungstechnisch eine wirklich interessante Neuheit, nicht bloß für den Rundfunkhörer, der einen guten Rahmenempfänger für zu Hause und auf der Reise sucht, sondern auch den Bastler, weil die wichtigsten Teile hierzu, nämlich der Überlagererspulensatz, das Filter und die zwei Zwischenfrequenztransformatoren fertig abgestimmt zu einem recht billigen Preise durch die Firma Curt Brömmer & Co., Berlin S. 42, Ritterstraße 11, bezogen werden können. An sich hat man ja beim Selbstbau heutzutage gegenüber dem von der Fabrik fertig gelieferten Gerät preistechnisch kaum noch Vorteile, aber es gibt Bastler genug, die aus rein technischem Interesse gern so einen Apparat selbst zusammenbauen möchten. Der fabrikkertierte Mikrohet ist in unserer Abb. 1 dargestellt, wie er von den Staßfurter Licht- und Kraftwerken als Heim- und Reiseempfänger geliefert wird. Ich hatte Gelegenheit, das fabrikkertierte Gerät an verschiedenen Stellen Berlins auszuprobieren und kann

EINE GUTE ANODEN-BATTERIE UND WAS MAN DARAN LERNT

New Rekord Anoden-Batterie (Fabrikal: Neue Element-Werke, A.-G., Berlin)

Die der Batterie angehängte Karte garantiert 3500 Milliamperestunden bei einer verbandsmäßigen Prüfung. Hiernach wird die Batterie mit einem Widerstand belastet, dessen Ohmzahl der hundertfachen Zahl von Volt entspricht (100 Ohm je Volt). Die Belastung wird solange dauernd vorgenommen, bis die Spannung gerade auf 40 % der Stromspannung gesunken ist.

100 Ohm je Volt ergibt bei voller Spannung 10 Milliampere. Da die meisten modernen Geräte mehr Strom benötigen, haben wir nur 50 Ohm je Volt Stromspannung als Belastung gewählt und hiermit die Dauerprüfung ausgeführt. Wir sind uns klar, daß wir damit über die Verbandsvorschriften hinausgingen; um so erfreulicher ist freilich das gute Ergebnis der Prüfung. Es ergab sich der in Abb. 1 dargestellte Spannungsverlauf. Die zugehörige Amperestundenzahl läßt sich durch einen geeigneten Elektrizitätszähler oder aber durch Umrechnung der Spannungskurve ermitteln. Die zweite Methode ist durch Abb. 2 wiedergegeben. Die mit 3500 Milliamperestunden schon relativ hoch garantierte Amperestundenzahl der Batterie ist um 7 % übertroffen, trotzdem anzunehmen ist, daß durch die erhöhte Belastung die Amperestundenzahl vermindert wird. Die Batterie hält also mehr als sie verspricht.

Bei dieser Gelegenheit seien ein paar ganz allgemeine Bemerkungen angeführt. Dem Röhrenapparatsbesitzer kommen bei Betrachtung der Abbildungen 1 und 2 allerdings Bedenken, Was nutzt ihm — dem Batterieverbraucher — die noch weitere lange Lebensdauer, wenn der Apparat seit Tagen oder Wochen schon nicht mehr die normale Spannung bekommt? Der Ausweg, zwei abgebrauchte Batterien hintereinander zu schalten, ist nicht sympathisch. Gewiß ist die bei Dauerentladung erzielbare Amperestundenzahl ein gewisses Maß für die Güte einer Batterie. — Aber wäre es nicht noch besser, die Spannung in die Garantie mit einzubeziehen?

Das wäre z. B. dadurch möglich, daß statt der Amperestundenzahl von den Firmen die Wattstundenzahl angegeben würde. Abb. 3 zeigt die zur untersuchten Batterie gehörige Leistungskurve (aus Abb. 1 gerechnet). Man sieht aus Abb. 3, wie der Einfluß der am Anfang hohen Spannung viel stärker ins Gewicht fällt, als in Abb. 2.

Man könnte aber einfach auch die untere Spannungsgrenze höher setzen als auf 40 % der Anfangsspannung. Die 40 % wurden seinerzeit für Taschenlampenbatterien gewählt, weil einerseits eine Batterie, die soweit heruntergekommen ist, dem Tode meist ganz nahe ist, und andererseits, weil die Taschenlampe doch auch mit diesen 40 % — für gemäßigtere Ansprüche — immerhin noch leuchtet. Der Radioapparat geht mit 40 % ja wohl auch noch, meistens aber sehr kläglich. Der Rundfunk dient doch dem Vergnügen, der Erholung, der Erhebung und da werden die fehlenden Volt doch störender empfunden, als bei der Taschenlampe.

Nun noch eine Kleinigkeit, die dem Röhrenapparatsbesitzer am Herzen liegt: Die Garantie bezieht sich auf Dauerbelastung — und sicher kann man von der dabei erhaltenen Watt- oder Amperestundenzahl auf das Verhalten im normalen aussetzenden Betrieb schließen. Dieser Schluß wird aber wohl nicht immer ganz das Richtige treffen. Vielleicht hätte die Garantie für den Käufer mehr Beweiskraft, wenn die garantierte Zahl sich nicht auf eine Dauerbelastung, sondern auf eine Belastung von einigen Stunden täglich beziehen würde. Diese Bewertungsgrundlage wurde übrigens — neben der Dauerbelastung — vom Verband deutscher Elektrotechniker im vorigen Jahre selbst schon vorgeschlagen.

Ich fasse nochmals die m. E. — vom Käufer aus gesehen — wichtigen Grundlagen einer Garantiezahl für Anodenbatterien zusammen: Höhere Entladestromstärke, Angabe der Wattstunden, Hinaufsetzen der unteren Spannungsgrenze, aussetzende Belastung. F. B.

Preise
der Batterie:
60 Volt 7.80 M.
90 Volt 11.60 M.
120 Volt 15.50 M.

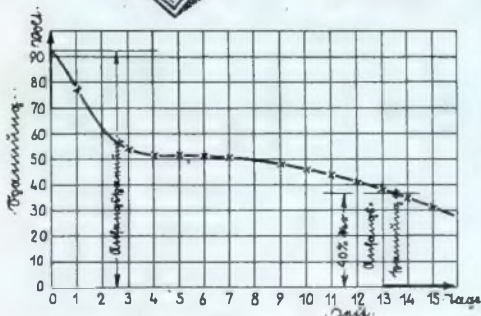
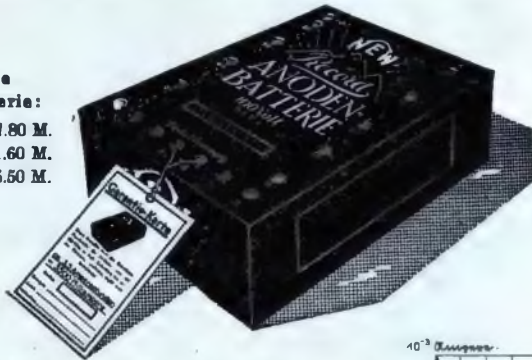


Abb. 1. Die gemessene Lebenskurve der New Rekord Anoden-Batterie bei einer Belastung von 50 Ohm je Volt Nennspannung (das sind 4500 Ohm).

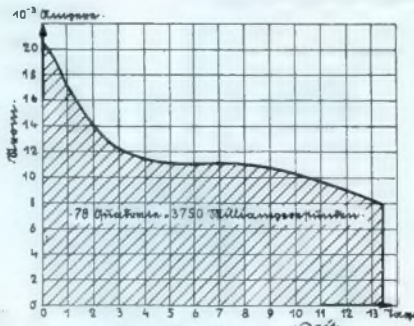


Abb. 2. Die Bestimmung der Milliamperestunden. Jedes Quadrat entspricht zwei Milliampere während 24 Stunden, d. h. 48 Milliamperestunden.

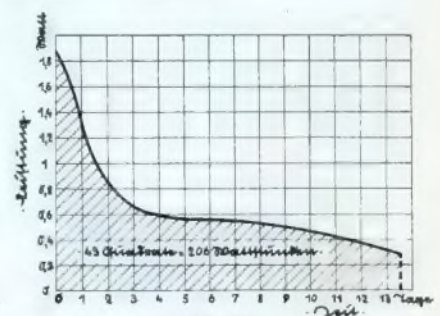


Abb. 3. Die Bestimmung der Wattstunden. Jedes der Quadrate entspricht $24 \times 0,2 = 4,8$ Wattstunden. Die zu jedem Zeitpunkt gehörige Leistung erhält man aus der Beziehung:

$$\text{Leistung} = \frac{\text{Spannung} \times \text{Spannung}}{\text{Widerstand}}$$

von seinen Leistungen berichten, daß sie in jeder Beziehung mit denen gewöhnlicher Achtröhren-Zwischenfrequenzempfänger zu vergleichen sind. Warum dies so ist, kann man aus dem theoretischen Schaltbild Abb. 2 ersehen, das wir zunächst diskutieren wollen: Der Rahmen wird direkt durch den Kondensator C 2 abgestimmt. Zur Aufnahme langer Wellen benutzt man entweder einen modernen Doppelrahmen oder schaltet, was viel einfacher ist und praktisch genügt, eine 150 Windungsspule hintereinander mit dem Rahmen. Parallel zu beiden Gittern der Röhre V 1 liegt ein kleiner Neutrodyn-Kondensator N, dessen Maximal-Kapazität etwa 20 cm beträgt. Mittels desselben kann man es erreichen, daß alle Sender nur auf einer einzigen Stellung des Überlagerer-Drehkondensators kommen. Ein interessanter Schaltkunstgriff, den wir für jeden Empfänger mit Zwischenfrequenzverstärkung empfehlen können, liegt beim Oszillator-Spulensatz darin, daß beim Umlegen des einpoligen Schalters von k auf l der Drehkondensator C 1 einmal parallel zur Gitterspule und dann parallel zu beiden Spulen liegt, wodurch man mit einem einzigen Spulensatz im Überlagerer auskommt. Schalttechnisch interessant ist auch, daß das Filter direkt hinter der Anode der ersten Röhre liegt.



Abb. 1. Der Mikrohet

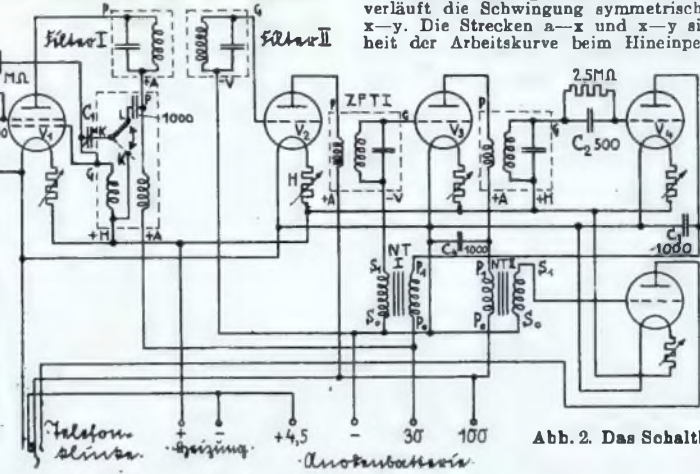


Abb. 2. Das Schaltbild des Mikrohet.

Abb. 3 zeigt zwei Kurven, die die dynamische Gleichrichtung beim Mikrohet darstellen. Die obere Kurve ist eine Gerade, die die ideale Gleichrichtung darstellt. Die untere Kurve ist eine Parabel, die die tatsächliche dynamische Gleichrichtung zeigt. Die Differenz zwischen den Kurven ist als 'Etwas Neues: Die dynamische Gleichrichtung beim Mikrohet' beschriftet. Die Kurven schneiden sich an einem Punkt, der als 'x' markiert ist. Die Kurven sind über den Bereich 'a' bis 'y' aufgetragen.



Mit dem Filter hat es nun folgende Bewandnis: Es ist auf beiden Seiten genau auf die gleiche Wellenlänge abgestimmt, so daß die Resonanzkurve bei sehr loser Kopplung in der Mitte eine tiefe Einbuchtung erhält. Man verwendet das Prinzip des sogenannten Ziehfilters. Zftr. 1 und Zftr. 2 sind nun sekundär so abgestimmt, daß die gesamte Zwischenfrequenzverstärkung nunmehr eine Resonanzkurve ergibt, bei welcher diese Einbuchtung ausgefüllt ist, also ein Trapez entsteht mit sehr steilen Flanken und einer Tafelbreite von 10 Kilohertz. Damit erzielt

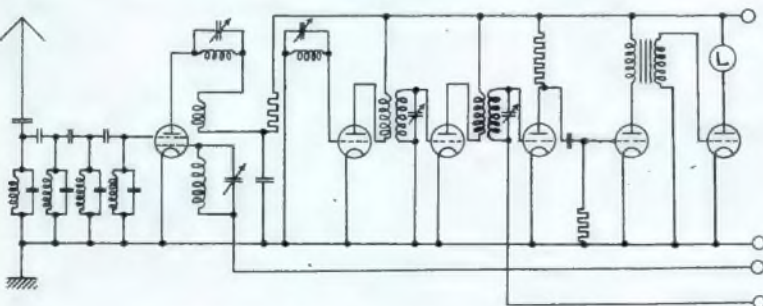


Abb. 4. Die Schaltung des Kramolin-Selbstwählers.

man eine ganz außerordentlich hohe Klangreinheit, die man bisher bei Empfängern mit Zwischenfrequenzverstärkung häufig vermißte.

Für die raffinierten Schaltbastler sei noch eine Erklärung der Funktion der Mischröhre mit dem Gitterkomplex (S, = 1,5 Megohm, C, = 200 cm) angefügt:

Der Arbeitspunkt für die Überlagerungsenergie (dem an das Raumladegitter angeschlossenen Kreis) wird nahe dem unteren Knick der

Anodenstrom-Charakteristik gewählt. (Punkt c Abb. 3.) Die Schwingung, welche sich im Raumladegitterkreis einstellt, bewirkt nun, daß sich der ganze Anodenstrom zwischen den Punkten a und b bewegt. Da der Schwingungskreis des Oszillators dämpfungsarm ausgeführt ist, verläuft die Schwingung symmetrisch zwischen den Punkten a-x und x-y. Die Strecken a-x und x-y sind gleich. Nun ist aber die Steilheit der Arbeitskurve beim Hineinpendeln in die negative Fläche des

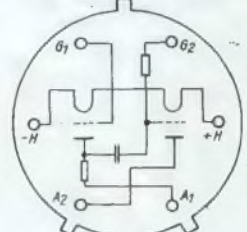


Abb. 6. Eine neue Zweifachhochfrequenz-Röhre von Loewe.

Arbeitsgebiets, also von o nach a, bedeutend kleiner als im positiven Gebiet, das sich von c nach b erstreckt. Die wirkliche Steilheit (dynamische Steilheit), welche für die Verstärkung der gleichgerichteten Signale, die dem Steuergitter von außen aufgedrückt werden, maßgebend ist, wird gebildet aus der Differenz zwischen den beiden Steilheiten b-c minus a-c. Man kann auch sagen der Differenz der Winkel $\sin \beta - \sin \alpha$ in Abb. 3. Wir haben es hier also weder mit einer Gitterstromgleichrichtung, noch einer Anodengleichrichtung zu tun und können diese neue Art der Gleichrichtung etwa als

dynamische Gleichrichtung

bezeichnen. Der Gitter-Komplex (200 cm Blockkondensator und 1,5 Megohm Widerstand) hat nur den Zweck, das Auftreten von Gitterströmen zu verhindern.

Der Kramolin-Selbstwähler.

Auf einem ganz anderen Gebiet liegt die schaltungstechnische Neuheit des Kramolin-Selbstwählers.¹⁾ Herr von Kramolin sagte sich ganz richtig: Wenn man einen Einknopfapparat haben will, dann darf man auch wirklich nur einen einzigen Abstimmkreis im Empfänger verwenden. Da der Superhet mit zwei Abstimmkreisen auskommt, ging er von diesem Gerät aus und eliminierte jenen Abstimmkreis, welcher auf der Antennenseite eines solchen Apparates liegt. Vorgeschlagen war eine solche Lösung in der Literatur schon mehrfach, aber auszuführen traute sie sich bisher keiner. Denn jeder Fachmann weiß, daß man so etwas zwar mit Bandfiltern fertig bekommt, daß aber Bandfilter eine recht schwierige Sache sind, die eine langwierige und genaue Laboratoriumsarbeit voraussetzen. Denn man verlangt vom Bandfilter, daß es nicht mehr als 30% Energie verschluckt und trotzdem das aufzunehmende Wellenband mit sehr steilen Flanken der Resonanzkurve eingrenzt. Ein vierfaches Filter gemäß unserer Schaltung (Abb. 4) ergibt eine Summenresonanzkurve mit vier scharf ausgeprägten Spitzen und tiefen Tälern dazwischen. Nun handelt es sich darum, durch richtige Bemessung von Spulen und Kapazitäten und deren geeigneter Kopplung die Spitzen abzuflachen und die Täler so zu heben, daß zum Schluß eine Resonanzkurve von Trapezform entsteht mit einer Tafelbreite von 1500 000 bis 500 000 Hertz. Je steiler



Abb. 5. Ein Gerät mit absoluter Einknopfbedienung: Der Kramolin-Selbstwähler.

die Flanken zu beiden Seiten dieser Grenzfrequenzen sind, desto besser ist das Filter. Bei langen Wellen ist die gleiche Aufgabe zu lösen.

Hat man durch systematische Reihenmessungen das Problem soweit gelöst, so muß durch eine geeignete Wahl der Zwischenfrequenzwelle dafür gesorgt werden, daß das höchste

1) Siehe auch die Abbildung im 4. Oktoberheft Seite 331.

Maß von Selektivität erreicht wird. Das wäre an sich einfach, wenn man beliebig viele Zwischenfrequenzstufen hintereinanderschalten könnte. Aber hier begrenzt natürlich der Preis des Gerätes die Möglichkeiten. Kramolin benutzt zwei Zwischenfrequenzstufen und eine Zwischenfrequenzwelle von nur 650 m. Dabei ist eine Zwischenfrequenzstufe noch mit zur Niederfrequenzverstärkung in Reflexschaltung ausgenutzt (auf dem theoretischen Schaltbild ist die Reflexstufe der Einfachheit halber nicht eingezeichnet). Selbstverständlich ist bei einem so hochwertigen Gerät die Anodengleichrichtung verwendet, um Übersteuerungen des Audions zu vermeiden.

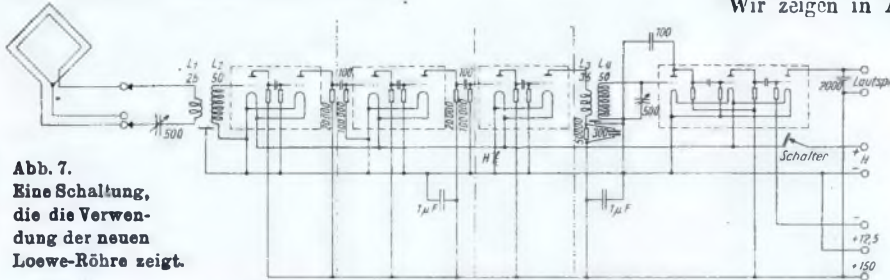


Abb. 7. Eine Schaltung, die die Verwendung der neuen Loewe-Röhre zeigt.

Die ganze Abstimmung beschränkt sich also auf Einstellung des Überlagerer-Drehkondensators, der zum Schwingungskreis gehört, welcher mit dem Raumladegitter verbunden ist. So kann man nun in der Weiterverfolgung der Konstruktion diesen einzigen Drehkondensator leicht ersetzen durch Fix-Kondensatoren, welche den Einstellungsgraden entsprechen, die bei einem bestimmten Sender sonst mit dem Drehkondensator festgelegt sind. Eine Reihe von 20 Fixkondensatoren entsprechender Größe, verbunden mit einem Schalt-Tableau und Druckknopf-betätigung der Schalter führt zu einem **vollautomatischen Gerät**, bei dem die 20 Sender nacheinander durch Einschalten der Druckknöpfe herangeholt werden können. Wie bei den amerikanischen Empfängern ist auch hier eine Lautstärkeregelung vorgesehen. Der Apparat eignet sich natürlich nur für Antennenempfang und übertrifft an Selektivität das normale Fünf-röhren-Neutrodyngerät ganz bedeutend.

Der Loewe-Fernempfänger.

Dr. Sigmund Loewe hat zur Messe eine neue Zweifach-röhre herausgebracht. Entgegen seiner früheren Ausführung ist er diesmal nicht von der Doppelgitterröhre, sondern der Eingitterröhre ausgegangen, bei welcher die kritischen Leitungen so kurz sind, daß im Verein mit einer besonderen Elektrodenanordnung die dynamische Kapazität sehr weit herabgesetzt werden konnte. Es wird behauptet, daß in dieser Hochfrequenzröhre keine Verstärkung im Bereich der Niederfrequenzen stattfinden kann. Infolgedessen fiel auch der Mikrophoneffekt dieser Röhren fort. Abb. 6 zeigt den Sockelaufbau bei der neuen Röhre, und Abb. 7 eine beispielsweise Verwendung der neuen Zweifach-röhre. Erfahrungen liegen mit diesem Gerät bisher nicht vor. Schaltungstechnisch erscheint es recht kritisch im Aufbau und in der Bedienung zu sein, was man schon daraus ersieht, daß ganz besonders hochwertige Abschirmungen notwendig sind, um Rückkopplungen überhaupt zu vermeiden. Für den Basiler dürfte die neue Anordnung sehr interessant

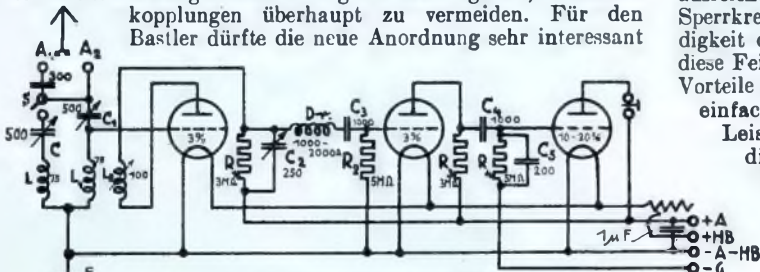


Abb. 8. Höchstleistungs-dreiröhrengerät.

sein, für den praktischen Gebrauch des Rundfunkhörers hingegen erscheint sie zu kompliziert, so daß man zunächst noch abwarten muß, wie sich der fertige Apparat unter den verschiedensten Empfangsbedingungen bewähren wird.

Die Dreiröhren-Lichtnetzempfänger.

Das Hauptkontingent der in Berlin ausgestellten Empfänger stellten Dreiröhrengeräte dar, welche mit Gleich- und Wechselstromlichtnetzen verbunden ohne Zusatz-Batterien Empfang liefern. Der Lichtnetzempfänger ist ja — wie wir wissen — auch in Amerika das Gerät, das schließlich für den Rundfunkhörer bei der ganzen Entwicklung herauskommen muß. Für den Besucher der Ausstellung war es nun außerordentlich

schwierig, aus der Masse von Typen des gleichen Gerätes das für ihn geeignete herauszufinden und vor allen Dingen die Unterschiede festzustellen, die bei den einzelnen Ausführungsformen den Preis zwischen 100 M. und 450 M. variieren. Verhältnismäßig leicht war dies noch bei der Unterscheidung der beiden Hauptausführungsformen, nämlich den Geräten mit und jenen ohne Lautsprecher. Im übrigen aber sahen die meisten Lichtnetzempfänger äußerlich gleich aus, trotzdem ihre elektrischen Leistungen, insbesondere hinsichtlich Siebfähigkeit auf der Hochfrequenzseite und Freiheit von Netzstörungen, ganz außerordentlich verschieden waren.

Wir zeigen in Abb. 8 (zunächst ohne Berücksichtigung des

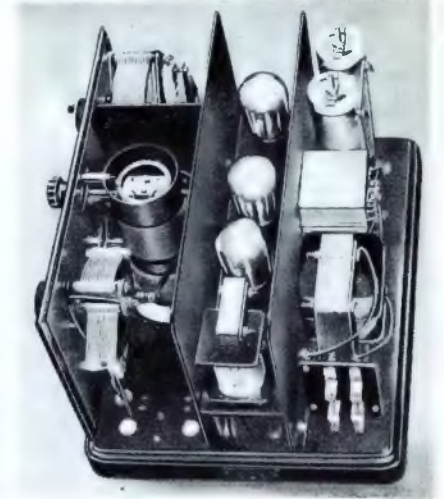


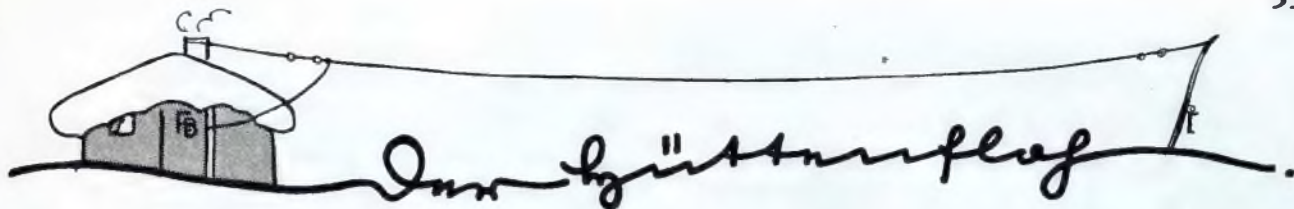
Abb. 9. Das Tefagon 4, ein Dreiröhrenlichtnetzgerät.

Netzanschlusses) das Schaltschema eines Höchstleistungs-Dreiröhrengerätes. Wir sehen vor allem bei Röhre 1 die typische Schaltung für Richtverstärker-audion mit Rückkopplung. Der Rückkopplungsgrad wird durch den Drehkondensator C 2 variiert. Die Drossel Dr. sperrt der Hochfrequenz den Weg in den nachfolgenden Niederfrequenzverstärker-teil ab. Sie könnte auch durch einen Hochohm-widerstand von etwa 1 Megohm ersetzt sein. Bei der außerordentlichen Feinheit der Regulierung der Rückkopplung, wie sie in dieser Schaltung möglich ist, kann man so nahe an der Grenze des Schwingungseinsatzes arbeiten, daß Empfindlichkeit und Lautstärke ebenso weit getrieben sind, wie bei dem früheren Supergenerativemp-fänger. Diese neue Schaltung ist also sozusagen der Nachfolger des bekannten Pendel-Frequenz-Empfangs-Prinzips.

Der abschaltbare Sperrkreis ist von großem Vorteil, denn daß ein Dreiröhrengerät — sozusagen mit Primärempfang — in der hier vorliegenden Schaltung bei guter Hochantenne und einigermaßen günstiger Lage des Empfangsorts und normalen Wetterbedingungen Fernempfang geben kann, weiß man, weil seine Empfindlichkeit besonders in der hier gezeigten Anordnung ja ausreicht. Ebenso gut weiß man aber, daß der Lokalsender ohne Sperrkreis nicht ausgeschaltet werden kann. Daher die Notwendigkeit des Einbaues eines Sperrkreises. — Man sieht, daß alle diese Feinheiten unserer Musterschaltung ihren Zweck haben und Vorteile bringen, daß man aber das Dreiröhrengerät auch viel einfacher und billiger bauen kann, wenn nicht die hohe Leistung verlangt wird, wie sie unser Typ ergibt. Allerdings, wenn es schon das Publikum weiß, sollte es jeder Fabrikant wissen: Daß bei **Gittergleichrichtung immer Verzerrungen auftreten müssen**, wenn die Amplitude der Gitterwechselspannung über 2,5 Volt ansteigt, was bei Lokalempfang so ziemlich regelmäßig der Fall ist. So glänzend sich das Rückkopplungsaudion mit Gittergleichrichtung bei Fernempfang bewährt hat (hohe Empfindlichkeit), so wenig geeignet ist es für Lokalempfang. Die Amerikaner haben deshalb eine **Amplitudenbegrenzung** eingebaut, die besonders dann in Tätigkeit tritt, wenn vor dem Audion noch Hochfrequenzverstärkerstufen liegen²⁾. Will man den Amplitudenbegrenzer umgehen, so bleibt nur die Richtverstärker-gleichrichtung übrig. Da dieselbe praktisch bis zu 15 Volt Gitterwechselspannungsamplitude verzerrungsfrei arbeitet, reicht sie für die Bedürfnisse des Rundfunks aus.

(Fortsetzung Seite 352.)

2) Vergl. Kappelmayer: Spannungsbegrenzer für Verstärker Bd. 32, Heft 1 / Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie.



Ein Pentatron Miniatur-Empfänger für die Schihütte.

Der Sommer ist vorbei und es beginnt wieder die Zeit der Schiausflüge und des Lebens auf verschneiten Almen. Somit tritt auch die vielumstrittene Frage der Schihüttengeräte wieder in den Vordergrund. Während viele Funkfreunde das Armstrong-Koffergerät unbedingt für den Empfänger halten, geben andere dem Ultradynen-Gerät den Vorzug und bemühen sich, diesen Großempfänger so klein als möglich zu bauen. Bedenken wir, daß mit etwas größerer Mühe hinsichtlich Empfangsbereit machen, d. h. durch Auswahl einer geeigneten Behelfsantenne oder durch rasches Ausspannen eines mitgeführten Drahtes im Freien, kurz, wenn wir auf den Rahmenempfang verzichten und mit Behelfsantennen arbeiten, mit viel einfacheren und vor allem billigeren Mitteln auszukommen ist. Dabei wird das Gerät auch wesentlich kleiner, läßt sich also ohne weiteres auch auf Bergtouren im Rucksack mitführen und im folgenden Sommer bei kleineren Wochenendfahrten selbst mit dem Rad bequem verwenden. Mit Hilfe der Doppelröhren lassen sich heute Miniaturgeräte bauen, deren Leistungen an Behelfsantennen für die Zwecke eines Wanderapparates vollauf genügen. Von Geräten mit Hochfrequenzverstärkung (wie meinem im Herbst vorigen Jahres prämierten Gerät) soll bei der heutigen Baubeschreibung ganz abgesehen werden und nur ein einfaches, für jeden Anfänger leicht nachzubauendes Reisegerät geschildert werden.

Dank der Doppelröhre, die in einem Glaskolben zwei Systeme vereinigt, sind wir in der Lage, ganz in Miniatur zu bauen, ohne an Leistung einzubüßen.

Die Schaltung

unseres Miniaturempfängers zeigt Abb. 1, die alte, bewährte Leithäuser-Reinartzschaltung mit einer Stufe Niederfrequenzverstärkung. Sie ist weder im Bau noch in der Bedienung kompliziert und gestattet — ein wesentlicher Vorteil — die Ausführung mit Zylinder-spule, so daß wir die lästigen Spulenkoppler vermeiden, die mitzuführenden Spulen in Fortfall kommen und viel Platz gespart wird. Die Antennenankopplung erfolgt über eine Spule mit 12 Windungen aperiodisch, womit wir eine

Unabhängigkeit von der jeweilig verwendeten Antenne erreichen und das Gerät somit eichen können. Die Spule für den Schwingungskreis des Audions besitzt 75 Windungen, was sich erfahrungsgemäß als am günstigsten erwiesen hat. Der

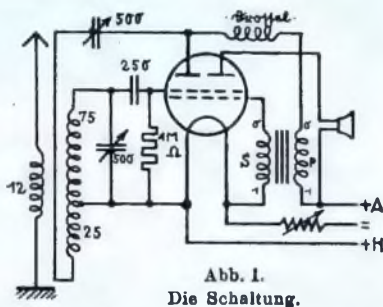


Abb. 1. Die Schaltung.

die mit kleinsten Ausmaßen die Annehmlichkeit der frequenzgleichen Abstimmung verknüpfen. Zur Rückkopplung dient eine Spule von 25 Windungen und ebenfalls ein Glimmerdrehkondensator von 500 cm. Als Drossel benützen wir der Raumersparnis halber eine Telefonspule von 1000 Ohm oder besser noch, wir wickeln sie uns selbst¹⁾. Die Niederfrequenzverstärkung ist mittels eines kleinen Transformators angekoppelt. Hier ist es natürlich wichtig, ein ganz kleines Exemplar zu finden. Der von mir benützte Schuchardt-Transformator 1:6 eignet sich hervorragend, er entspricht den Anforderungen trotz seiner kleinen Dimensionen recht gut. Beide Pentatronhälften liegen an einer gemeinsamen Anodenspannung von etwa 60 Volt, obwohl getrennte Anodenspannungen zu einer Leistungssteigerung führen könnten; hier handelt es sich jedoch um größte Einfachheit. Gittervorspannung erübrigt sich fast bei allen Pentatronröhren, solange wir geringe Anodenspannungen verwenden.

Den

Aufbau des Gerätes

zeigt Abb. 2. Die Außenmaße sind 140x110x85 mm. Die Frontplatte, Abb. 3, trägt die beiden Drehkondensatoren, den Heizwiderstand, die Klemmen für das Telefon, eventuell auch noch für Antenne und Erde, obwohl die letzteren besser rückwärts auf gesonderten Klemmleisten angeordnet werden, sowie die Batterieanschlüsse (Abb. 6). Die linke sichtbare Zwischenwand trägt vor allem den Sockel der liegend angeordneten Pentatronröhre, darüber sichtbar die Spule, während das gleichfalls aus Isoliermaterial bestehende Grundbrett den Gitterblockkondensator nebst Silithalter, sowie den Transformator trägt. Die Zwischenwand erfüllt gleichzeitig die Aufgabe der Stabilisierung des ganzen Aufbaues. Die Drosselspule kann bequem in dem rechts sichtbaren, freibleibenden Raum untergebracht werden. Die Bohrangaben für die Frontplatte gibt Abb. 3. Als Material verwenden wir Trolit oder Pertinax von 4 mm Stärke, für die Zwischenwand, für die wir genaue Maße in Abb. 4 und für das Grundbrett in Abb. 5 finden, benützen wir 6 mm starkes Isoliermaterial.

Die Bohrungen sind natürlich für die angegebenen Teile bestimmt. Andere Teile erfordern auch andere Bohrlöcher und Ab-



Abb. 5. Das Grundbrett.

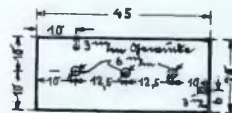


Abb. 6. Die Batterieleiste.

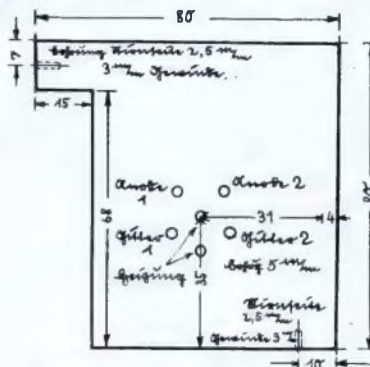


Abb. 4. Die Abmessungen der Zwischenwand.

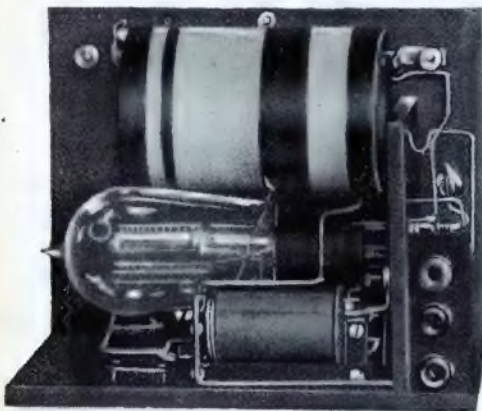


Abb. 2. Gedrängt — und doch übersichtlich sitzen die Eingeweide des „Hüttenfloh“.

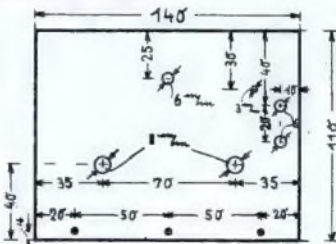


Abb. 3. Die Frontplatte.

stände. Sämtliche Maße sind genau eingetragen, der Sockel für die Pentatronröhre in Abb. 7 nochmals vergrößert wiedergegeben.

1) Zum Beispiel 6 Flachspulen, je 50 Windungen, zirka 40 mm Durchmesser. Die Spulen werden mit geringem gegenseitigen Abstand achsial übereinander montiert, so daß der Windungssinn bei allen Spulen von derselben Seite aus gesehen derselbe ist. Ende der vorhergehenden Spule ist immer mit dem Anfang der nächsten zu verbinden. Drosselspulen sind übrigens auch fertig käuflich. D.S.

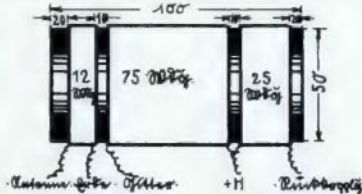
hierzu gehörige Drehkondensator mit 500 cm ist ein Glimmer- oder Hartpapierkondensator beliebiger Ausführung. Am besten verwenden wir die Atom-Frequenz-Drehkondensatoren von Lüdke,

Die Spule wird, wie Abb. 8 angibt, auf einen Pertinaxspulenkörper gewickelt, wobei die angegebenen Abstände möglichst genau eingehalten werden sollen. Ist alles soweit gediehen, so können wir an den

Zusammenbau

gehen. Zuerst werden alle Teile der Frontplatte montiert, so wie der Sockel für die Pentatronröhre fertiggestellt und geprüft, da spätere Korrekturen schwer zu bewerkstelligen sind. Die Zwischenwand wird mittels der drei Befestigungsschrauben — wofür wir 3 mm Gewinde einbohren müssen²⁾ — eingesetzt,

Abb. 8. Die Spule



sowie die inzwischen ebenfalls montierte Grundplatte aufgeschraubt. Die Spule kann nun mit zwei Messingwinkeln an der Frontplatte befestigt werden, oder auch auf der Zwischenwand Halt finden. Nun beginnen wir mit dem Schalter, wozu uns 1,5 mm Rundscheidt draht, am besten versilbert, dient, der die größte Stabilität besitzt. Versehen wir das Ganze noch mit einem Kästchen, das außen günstig mit Wachsleinwand be-

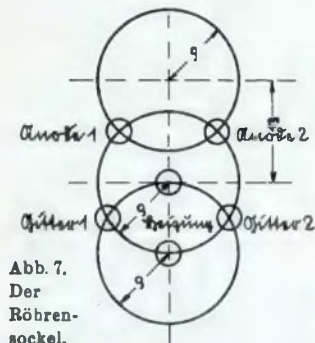


Abb. 7. Der Röhrensockel.

spannt wird, so besitzen wir ein Empfangsgerät nicht größer als ein mittlerer Photoapparat, obendrein wasserdicht, das mit Hilfe eines kleinen Deckels sogar noch vollständig verschlossen werden kann. Abb. 9 und 10 zeigen das Gerät im offenen und geschlossenen Zustand.

Nun zu den Batterien.

Als Heizbatterie wäre natürlich ein kleiner Akkumulator günstig, obwohl gerade bei Rad- und Bergtouren der Transport eines solchen nicht gut möglich ist und darum mit einer Trockenheizbatterie gearbeitet werden muß. Die heute im Handel erhältlichen Trockenheizbatterien, gleichgültig welchen Fabrikats sind alle gleich gut und somit für unsere Zwecke sehr wohl geeignet; wir können damit wohl etwa 20 Stunden Betrieb machen. Als Anodenbatterie tut jede 60-Volt-Batterie gute Dienste. Wird das Gerät auch zu Hause benützt — es ist ein guter Heimempfänger — so verwenden wir besser 80–90 Volt, getrennt für das Audion 50 Volt und einen Heizakkumulator, denn hier würde die Trockenheizbatterie unwirtschaftlich arbeiten.

Was leistet nun unser Miniatur-Empfänger? Hier möchte ich einige im vergangenen Sommer und Winter gemachte Erfahrungen angeben. Auf einer Radtour nach Wasserburg spannte ich auf dem Steilufer des Inns, gegenüber der Stadt Wasserburg, eine etwa 16 m lange, mit zwei Eiern isolierte Antenne, etwa in Manneshöhe über dem Boden, als Erde bzw. Gegengewicht benützte ich das Rad. Der Empfang war sowohl von München als auch Stuttgart, Frankfurt und zwei weiteren Stationen vollauf zufriedenstellend. Im Moor beim Bismarckturm war es nicht möglich, einen Baum zu erklettern, ich legte infolgedessen die Antenne ohne Isolation im Viereck um mich herum, gleich einem Zaun um die Baumstämme, es war zudem in ziemlich dichtem Baumbestand (Jungholz), als Erde bzw. Gegengewicht diente wieder das Rad. München empfing ich lautsprecherfähig, Stuttgart, Zürich, Toulouse zudem noch gut im Kopfhörer. Ganz hervorragend bewährte sich das kleine Ding auf einer Winterfahrt auf die Rotwand, wo es am Rotwandhaus, allerdings an einer regelrechten Hochantenne und guter Erdleitung, 28 Sender, teilweise lautsprecherfähig, zum Teil noch recht laut im Kopfhörer aufnehmen ließ. R. Wittwer.

Blaupause zu diesem Gerät 1 Mark. D. S.

²⁾ Zur Not könnten auch kleine Messingwinkel die Verbindung zwischen Front- und Zwischenplatte bewerkstelligen. D. S.

Die Liste der Einzeltelle gibt uns ein anschauliches Bild, wie billig unser Gerät zu stehen kommt:

1 Trolit- oder Pertinaxplatte 140×110×4 mm (Frontplatte)	M. 1,—
1 Trolit- oder Pertinaxplatte 140×80×6 mm (Grundplatte)	„ 1,20
1 Trolit- oder Pertinaxplatte 80×80×6 mm (Zwischenwand)	„ —,80
1 Trolit- oder Pertinaxplatte 45×18×4 mm (Batterieleiste)	„ —,10
2 Glimmerdrehkond. 500 cm (z. B. Atom-Frequenz-Lüdke)	„ 7,20
1 Transformator 1:6 (z. B. Schuchardt)	„ 6,—
1 Heizschalter, kleine Ausführung (z. B. Wido)	„ 1,50
2 Merz-Feinsteller	„ 3,—
1 Pertinax-Spulenkörper 50 mm Durchmesser, 100 mm lang	„ —,50
Zirka 20 m Seidendraht 0,3 mm	„ —,60
1 Blockkondensator 250 cm	„ —,80
1 Silbthalter	„ —,20
1 Draloid 2 Megohm Hochohmwiderstand	„ 1,25
6 Röhrenbuchsen 3 mm Innendurchmesser	„ —,48
7 Buchsen 4 mm Innendurchmesser	„ —,70
3 m Scheldt draht 1,5 mm, versilbert	„ —,45
1 Telefonspule 1000 Ohm	„ —,40
1 Pentatronröhre V T 126 oder Valvo NL	„ 12,50
Summa	M. 38,68

Ein gewiß billiger Preis für ein so leistungsfähiges Gerät, das einem Zweiröhrengerät vollkommen ebenbürtig sein dürfte.

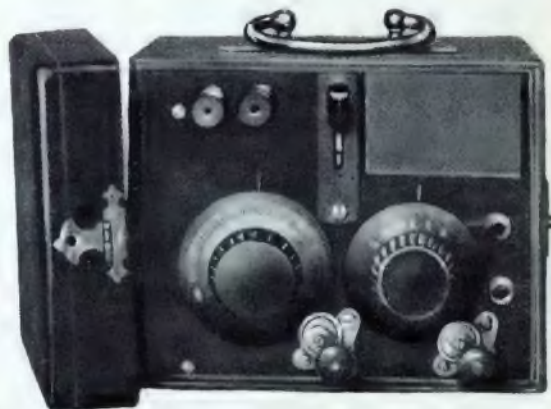


Abb. 9 und 10. Transportbereit, rechts mit geöffnetem Deckel.

(Schluß von Seite 350)

Bezüglich des Preises kann man sich etwa nach dem Grundsatze richten, daß unter 140 M. ein wirklich zweckentsprechend konstruiertes Dreiröhren-Lichtnetzgerät (Preis ohne Röhren) heute überhaupt nicht verkauft werden kann, daß aber ein Gerät vollkommener Art — etwa in der Form unseres Schaltbildes Fig. 8 — wohl kaum weniger als 250 M. kosten wird. Außerdem spielen da natürlich auch Fragen der äußeren Ausführung des Apparates eine nicht zu unterschätzende Rolle. Wir zeigen z. B. in Abb. 9 den Innenaufbau von einem der besten auf der Berliner Messe gezeigten Dreiröhrengeräte, das ähnlich unserem Schaltbild von vornherein mit einem Sperrkreis ausgerüstet ist. Zur Komplettierung solcher Geräte gehören noch die Röhren, deren Preis man mit rund 50 M. einsetzen kann, so daß das betriebsfertige Gerät bester Ausführung im Maximum 300 M. kostet. — Erstklassige Lautsprecher, die zu solchen Geräten passen, dürfen mit 100 M. eingesetzt werden, also kommt man doch auf einen Preis von 400 M., während das Oszillophon, bei welchem der Lautsprecher mit eingebaut ist,³⁾ für Wechselstrom 460 M. kostet.

Erscheint dieser obere Grenzpreis für einen Lichtnetzempfänger erster Qualität zunächst außerordentlich hoch, so muß man doch bedenken, daß ein ganz gewöhnlicher Dreiröhrenapparat kompl. mit dem allgewöhnlichsten Lautsprecher und Batteriebetrieb früher 100 M. gekostet hat. Der Preis von 39,50 M., der den meisten Rundfunkhörern noch im Kopfe herumschwirrt, war ja nur der Anfang, zu dem erst Akkumulator, Anodenbatterie und Lautsprecher hinzukamen. Rechnen wir nun zu den 100 M. einer früheren Anlage einfacherer Art noch den Netzanschluß, so ist man schon bei 200 M. angelangt. Und um diesen Preis herum gibt es heute schon gute, hörfertige Lichtnetzanlagen. Je mehr aber der Preis über 200 M. für die hörfertige Anlage steigt, desto mehr nähert sie sich auch unserem oben gezeigten Ideal mit einem idealen Lautsprecher und einer großen kräftigen Endröhre. Denn letztere ist zur Wiedergabe auch der tiefsten Töne ebenso unerläßlich wie eine hohe Anodenspannung.

(Schluß folgt)

³⁾ Siehe 3. Septemberheft Seite 293.