

# FUNKSCHAU

NEUES VOM FUNK · DER BASTLER · DER FERNEMPfang · MONATLICH 40 PF.

ZU BEZIEHEN IM POSTABONNEMENT ODER DIREKT VOM VERLAG DER G. FRANZ'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI, MÜNCHEN, POSTSCHECKKONTO 5758

Inhalt: Sensationelle Radio-Erfindungen / Die drahtlosen Forschungsarbeiten am Südpol / — und was kostet das Strom? / Ein fachmännischer Vorschlag / Widerstands- oder Gegentaktschaltung? / Wirkung und Wirkungsgrad / Revue der Welt-Radiopresse / Die selbstgebaute Riffelfalte / Vom Zwischentrafo / Kurzwellen im Solodyne und billigen Vierer / Einstein gratuliert Edison drahtlos / Guter Empfang in den Lüften.

Aus den nächsten Heften:

Fernsehen anderwärts / Leistungsbilanz der Endröhre / Das Netz wird umgestellt / Neue Weichenstellung.



Der Bell Telephone-Co. in Neuyork ist es gelungen, einen Apparat zu konstruieren, der Stumme sprechen macht. Eine amerikanische Zeitung schreibt darüber folgendes:

„Eine der verblüffendsten Erfindungen des Bell Telephone-Co.-Laboratoriums ist die ‚künstliche Stimme‘, mit deren Hilfe Stumme durch das Formen der gewünschten Worte mit dem Mund tatsächlich in allen Stimmenschattierungen sprechen können. Dieses überaus empfindliche Instrument, das einer Shagpfeife mittleren Formats nicht unähnlich sieht, wird mit der Lunge, welche die treibende Luft liefert, verbunden. Dieses Wunderinstrument hat schon heute Hunderten von Stummen einen guten Stimmersatz gegeben.“

Im Anschluß daran demonstrierte Herr Grace eine neue, wassergekühlte Verstärkerröhre, die in Verbindung mit den Ladespulen namentlich für die bessere Durchführung der Ferngespräche in Frage kommt.

Als dann wurde eine verbesserte Übertragungseinrichtung, wie sie zum Spielen von Grammophonplatten durch den Lautsprecher des Radioapparates schon jetzt vielfach im Gebrauch ist, gezeigt. Das Neue an dieser Verbesserung ist ein Spezialfilter, der auf die verschiedenen Schwingungsgrade von Stimmen, Geräuschen oder Musik einzustellen ist. Durch den Filter kann man die hohen Töne zuungunsten der tiefen verstärken, und umgekehrt. Diesen Versuchen folgte die Demonstrierung des elektrischen Detektorknopfes, der während des Krieges dazu verwandt wurde, das Herannahen von Unterseebooten anzumelden. Heute wird diese geniale Erfindung namentlich dazu benutzt,

Bürozeit geringste Manipulationen mit oder an dem Safe, sogar das brausende Geräusch einer Lötlampe, das Ansetzen eines Meißels oder Bohrers, geräuschvoll und selbsttätig in der Bankzentrale gemeldet. Eine Neuerung für die Ärzte bedeutet das elektrische Stethoskop, das die Herzschläge des Patienten auf einer Grammophonplatte für immer festhält, und sich namentlich zum Vergleichen des Herzschlags während der verschiedenen Krankheitsstadien vorzüglich eignet.

Eine der Hauptattraktionen der Versuche aber war die Umwandlung manueller Einstellungen von Telephonnummern unter Zuhilfenahme der gebräuchlichen Nummernscheibe in gesprochene Wiederholung der gewünschten Nummer. Das Publikum stellt die Nummer ein, die mechanische Stimme wiederholt, dann erfolgt die Verbindung. Der Mechanismus macht menschliche Fehler und Irrtümer unmöglich.

H. H.

## DIE DRAHTLOSEN FORSCHUNGSARBEITEN AM SÜDPOL

Am Südpol stehen die Forschungsarbeiten unter Leitung des Funkingenieurs Malcolm P. Hanson von der Byrd-Expedition, der sich bei seinen Untersuchungen eines sehr wichtigen Instrumentes bedienen wird. Es ist dies ein ganz besonders ausgebildeter Oszillograph, der mit dem Namen „Osiso“ bezeichnet wird. Mit diesem Apparat können Radio- und andere elektrische Wellen photographisch aufgenommen werden. Er ist so empfindlich, daß man damit Zeiträume von einigen Millionstel Sekunden noch einwandfrei messen kann.

Hanson wird damit sowohl die direkten als



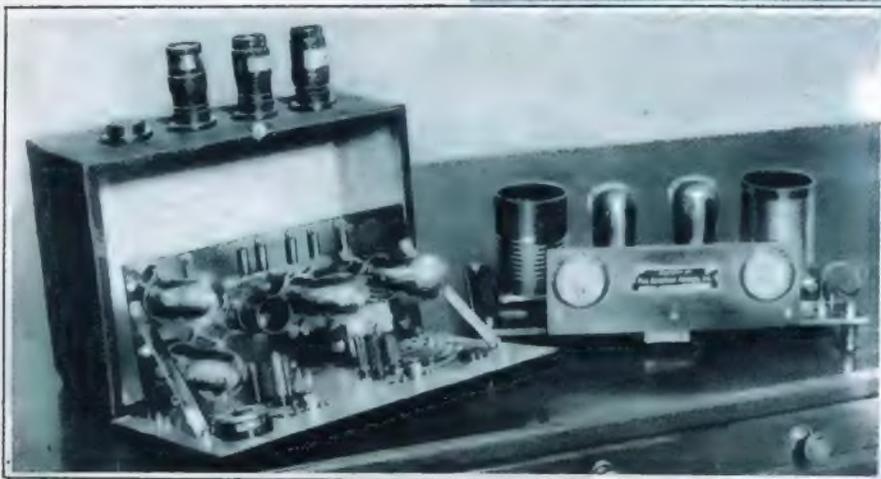
Blick in die Funkkabine des Nord-Polarexpeditionsschiffes Discovery II.  
Phot. Dr. J. H. Wes.

auch die von der Heaviside-Schicht reflektierten Radiowellen aufnehmen und die zeitliche Verschiebung zwischen beiden messen. Auf mathematischem Wege ist es dann ohne weiteres möglich, die Höhe der Heaviside-Schicht über dem Südpol rechnerisch zu ermitteln.

Die Arbeiten am Pol sind mit vielen Schwierigkeiten verbunden. So hat sich Hanson mit zwei Begleitern für diesen Zweck etwa 10 Meilen vom Lager entfernt, um da seine Messungen vorzunehmen. Das Wetter war dabei so kalt, daß den Hunden die Nasen erfroren sind. Den Osiso trug Hanson auf dem Rücken und die nötigen Trockenbatterien zum Schutz vor der Kälte unter dem Mantel. Sein Bericht von diesem ersten Experiment lautete folgendermaßen: „Der Osiso arbeitet auch bei größter Kälte noch einwandfrei nach Transport auf Schneeschuhen und Hundeschlitten. Empfehle, uns besondere Signale zu Messungen zu senden.“

Die Westinghouse Station KDKA arrangierte daraufhin besondere Sendungen auf einer Welle von 25,4 m, mit denen Hanson besser experimentieren kann als mit den normalen Rundfunk-Sendungen. Die Versuche werden noch fortgesetzt.

A. Meyer-Schwencke.



Ein Zweiwellensender, gebaut für die Panamerikanische Lufthansa.

Wide World Photo.

Kassenschränke gegen Einbruch zu sichern. Durch den Detektorknopf werden außerhalb der

# -in wie kostet der Strom?

SPAREN! DIE NEUE PAROLE

Eine alltägliche, längst gewohnte Frage beim Kauf eines elektrischen Plättens oder eines Wärmeofens; eine neuartige Fragestellung aber bei der Beurteilung von Rundfunkgeräten.

Nur beim Anschluß von Netzgeräten an die Lichtsteckdose hat der Rundfunkhörer sofort das Gefühl, daß da der Lichtleitung Strom entnommen wird, den der Zähler anzeigt und den er bezahlen muß. Aber schnell kann er über diesen Punkt auch wieder beruhigt werden: „Das kostet nur ein paar Pfennige in vier Stunden“.

Mit dieser Antwort begnügten sich bisher nicht nur die Verbraucher von Radiogeräten, sondern auch die Erzeuger. Wenigstens war das in den letzten drei Jahren so. Vorher war man sich wohl bewußt, daß eine weitere Ausbreitung des Rundfunks bei so enormem Strombedarf der Empfängerröhren, wie er damals vorlag (ca. 1/2 Amp. für jede Röhre), einfach unmöglich sei. Man schuf die Sparröhre und beruhigte damit das Publikum.

Bis heute. Jetzt beginnt es sich wieder zu rühren. Dem Radiobesitzer ist im Lauf der letzten Jahre allmählich zum Bewußtsein gekommen, daß er auch den Strom bezahlen muß, den sein Akkumulator und seine Anodenbatterie liefert. Vor allem der Strom aus der Anodenbatterie erscheint ihm sehr teuer, und mit Recht. Dazu kommt, daß man zwar Röhren propagierte, deren Heizstrom immer geringer wurde bei erhöhter Leistung, deren Anodenstromverbrauch aber auf ein Vielfaches stieg. Freilich hatte der Rundfunkhörer erkannt, daß nur bei Anwendung hoher Anodenspannung (sie stieg von anfangs 60 Volt bis heute etwa 150 Volt für eine Durchschnittsanlage) und großer Anodenströme eine qualitativ hochwertige Musikwiedergabe zu erreichen ist, das tröstet ihn aber nicht darüber hinweg, daß er heute alle Monate eine neue Anodenbatterie braucht, wo er sie früher nur alle halb Jahr ersetzen mußte. Die Industrie sah sich daher nach anderen Stromquellen um, die leistungsfähig sind, und schuf so den Netzanschluß; und gleichzeitig bekam sie die Mittel in die Hand, mit einem Sprung die Verstärkerleistungen von Zimmerlautstärke bis zu größter Saallautstärke hinaufzusetzen, ohne dabei an musikalischer Qualität etwas daran geben zu müssen. Im Gegenteil, man gewährte, daß mit Steigerung der Lautstärke auf das Vielfache des bis dahin üblichen erst wirklich gute Musik möglich wurde, man erkannte auch — damit finden wir Anschluß an das oben Gesagte —, daß man bisher, selbst für die Zwecke des Hausgebrauches, viel zu wenig Leistung aufgewendet hatte. Das Publikum hatte sein Ohr an den zahlreichen Vorführungen mittels Kraftverstärkern geschult und verlangte auch für seinen Radioapparat klangreinere Wiedergabe. So entstand das Bedürfnis nach dem Netzempfänger. Netzempfänger sind heute fast stets viel wirtschaftlicher als der Betrieb von Empfängern mit Batterien.

Diese Tatsache ließ begreiflicherweise die andere Seite, die Batteriefabrikanten, nicht ruhen. Sie erkannten das Mißverhältnis, das darin lag, daß man eine Unmenge von elektrischer Energie in den Rundfunkgeräten vergeuden mußte, um dann hinten eine fast unmeßbar kleine Energie in Lautstärke wieder zu erhalten. Sie rechneten sich aus, daß es möglich sein müsse, im Idealfalle mit so und so viel Volt Anodenspannung und so und so viel Strom eine so und so große Lautsprecherleistung zu erhalten, die turmhoch über der heute erreichbaren liegt. Sie suchten nach den Punkten im Radioapparat, die für den Stromverbrauch vor allem maßgebend sind und setzten hier den Hebel zu Verbesserungen an. So fanden sie, daß von den 20 mA, die

heute ein kleineres Endrohr im Radioapparat benötigt, nur die gute Hälfte wirklich für die Übertragung ausgenutzt werden kann. Der Rest muß dauernd mitfließen, ohne Arbeit zu leisten. Wenn sie nun auch „Großbatterien“ und „Superbatterien“ schufen, die auch große Ströme zu entnehmen gestatten, ohne eines frühzeitigen Todes zu sterben, so konnten sie damit nur vorübergehende Besserung schaffen, denn teuer blieb der Anodenstrom aus Trockenelementen nach wie vor; schließlich kam auch die größte Trockenbatterie nicht mehr mit.

Durch Rechnung und durch Experiment fand man aber, daß man nur die Anodenspannung auf das Mehrfache zu erhöhen braucht, wobei man gleichzeitig die Gitterspannung so erhöhen muß, daß die Röhre nicht überlastet wird, um bei sehr geringen Anodenströmen große Leistungen unverzerrt zu erhalten. An diesem Punkt der Ent-



Die Geschichte spielt in Südamerika vor 25 Jahren. Wir waren am Ende unserer Weisheit. In Deutschland erzielten unsere Knallfunkenstationen mit Leichtigkeit Schreibverbindungen über 200 Kilometer zwischen Land und Schiff, hier aber in der heißen Tropenluft gab der Kohärer-Schreiber nach 90 Kilometer nur noch unverständliche Zuckungen von sich. Wir kabletten nach Berlin: „Was tun?“ Prompt kam die kodifizierte Antwort: „Grashupfer Kalbhaxen Treppengeländer.“ Das klang reichlich amüsant und hieß in der Übersetzung: „Verbessert Strahlung durch Änderung der Antenne.“

Wir machten also die Antenne einmal länger, einmal kürzer, dann breiter und wieder schmaler, verlegten die Zuleitungen usw. Nichts half. Ratlos begaben wir uns in das Stationsgebäude. Dort wartete bereits ein Bekannter, ein ausgezeichnete Starkstromtechniker, der sich einbildete, auch die Geheimnisse der Funktechnik völlig durchschaut zu haben.

„Wie wäre es denn damit,“ fragte unser Freund und wies auf eine große Rolle Stacheldraht hin, die er mitgebracht hatte. „Das wäre doch die Lösung aus allen Schwierigkeiten.“

„Wieso,“ fragten wir, „ein Stacheldrahtzaun um die Station hilft uns doch nicht.“

„Aber nein, der ist doch für die Antenne bestimmt!“

„Für die Antenne? ? ? ?“

„Aber natürlich, eine Stacheldrahtantenne mit ihren vielen Spitzen, die strahlt doch viel besser als eure glatte Kupferdrahtantenne.“

wicklung stehen wir augenblicklich. Es ist nicht ausgeschlossen, daß wir in diesem Jahr schon den ersten Kraftverstärker hören werden, der mit Trockenbatterien arbeitet. Er wird vielleicht 600 Volt Spannung brauchen — sein Stromverbrauch aber wird so gering sein, daß ein Ersatz der Batterien erst nach Monaten nötig wird. (Über diese Möglichkeiten haben wir in der Funkschau übrigens schon einmal ausführlicher gesprochen in dem Artikel „Kleine Röhre — große Leistung“. Selbstredend werden wir auch an der Weiterentwicklung nicht schweigend vorübergehen.)

Man sollte dem Heizstromverbrauch unserer Verstärkerrohren noch mehr Beachtung schenken. Insbesondere einen Punkt haben wir dabei im Auge: Den riesigen Stromverbrauch von Kraftverstärkern am Gleichstromnetz nur deshalb, weil die Verstärkerrohren mit 4 Volt Heizspannung arbeiten. Wenn es auch unmöglich ist, Röhren mit etwa 110 oder 220 Volt Heizspannung zu benutzen, weil dann kein Spannungsgefälle für die Anoden mehr übrig bliebe, so läßt es sich doch denken, 20 Volt von der Anodenspannung zu opfern und damit die Röhren zu heizen. Da es im wesentlichen auf die Heizleistung ankommt, ließe sich unter dieser Voraussetzung der Strombedarf eines Verstärkers für Gleichstromnetze auf gut den vierten Teil herabdrücken. Vielleicht wird sich für bestimmte Zwecke auch der Kraftverstärker mit Akkuheizung durchsetzen. Für Bastlerzwecke ist etwas derartiges heute jedenfalls das billigste.

Ein wunder Punkt bis heute ist noch der Lautsprecher selbst. Er setzt noch nicht ein Tausendstel der ihm zugeführten elektrischen Leistung in Schall um. Alles andere geht verloren. Der Trichterlautsprecher war in dieser Beziehung weit besser als die heute sehr verbreiteten Flächenlautsprecher. Es bleibt daher ein Vorzug aller Lautsprecher mit Tonführung, wenig Energie zu benötigen, d. h. leicht anzusprechen. Dem dynamischen Lautsprecher hat man im Anfang besonders nachgesagt, daß er noch viel unwirtschaftlicher arbeite wie der elektromagnetische Lautsprecher. Bei richtiger Anpassung und Ausführung der Teile trifft das wohl nicht zu, im Gegenteil dürfen wir gerade vom elektrodynamischen Prinzip in absehbarer Zeit schon eine gewaltige Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Tonwiedergabe erwarten. Wir stehen hier noch ganz am Anfang der Entwicklung. Wir werden vielleicht die Saallautsprecheranlage in der Zigarrenkiste erleben, mit einer Röhre nur, mit ganz kleinen Batterien, eventuell der Bequemlichkeit halber mit Netzanschluß — immer aber billig im Betrieb! Und mit einer Batterie von Lautsprechern, die insgesamt nicht mehr verbrauchen als heute ein einziger Heimplautsprecher! *kw*

**Einstein gratuliert Edison drahtlos.** Auf der am 22. Oktober in Amerika stattgefundenen Edisonfeier gratulierte auch Prof. Albert Einstein dem Jubilar, indem er auf drahtlosem Wege seine Glückwünsche übermittelte. Der Weg, den seine Rede nahm, führte von Berlin aus per Kabel nach London, und von hier wurde sie drahtlos über den Ozean gefunkt. In Amerika fand die Gegenstation die Sendung auf, führte sie abermals mittels Kabel nach New York, von wo sie dann zu der Festversammlung geleitet wurde. Da die gesamte Feier von 63 amerikanischen Radiostationen verbreitet wurde, so gelangte auch diese Rede über die Sender und alle Amerikaner konnten sie mit anhören.

Während die ersten Meldungen von einem guten Empfang berichteten, schildern die inzwischen zu uns gelangten amerikanischen Zeitungen diese Darbietung als sehr schlecht. Man konnte fast gar nichts verstehen, entweder war es zu leise, oder von zu großen Geräuschen begleitet. *H. E.*

**Guter Empfang in den Lüften.** Es ist von einem Flieger festgestellt worden, daß einem Flugzeug ein „elektrischer Schatten“ folgt, der sich nach hinten wie ein Fächer erweitert, und dessen Länge bis 500 m ausmacht. In diesem Bereich ist keine Störung von den Hochspannungsfunkten des Motors zu fürchten, und es empfiehlt sich daher, die Antenne in ihm anzuordnen. Der Pilot tat dies, indem er sie mit dem einen Ende hinten auf dem Steuer seines Flugzeugs befestigte, nachdem dort noch ein passend konstruierter Arm hergerichtet worden war, der den Aufhängepunkt etwas weiter hinausrückte. Es ergab sich, daß diese Einrichtung einen vorzüglichen Empfang sichert und auch gut zum Sendenden geeignet ist. *H. E.*

# WIDERSTANDS- ODER GEGENTAKTSCHALTUNG? WELCHER VERSTÄRKER IST BILLIGER?

Erfreulicherweise hat sich jetzt allgemein die Erkenntnis durchgesetzt, daß eine gute Lautsprecherwiedergabe von Schallplatten- und Rundfunkmusik nicht nur eine Angelegenheit des Lautsprechers, sondern in noch höherem Maße des Verstärkers ist. Der Hauptfortschritt wurde durch die Schaffung und Anwendung ausreichend starker Endröhren erzielt, Hand in Hand damit ging die Verbesserung der Kopplungsformatoren und der Lautsprecher. Besonderer Beliebtheit erfreut sich für Kraftverstärkerzwecke die Gegentaktschaltung, während die Parallelschaltung von 2 oder mehr Röhren in der Endstufe nur sehr selten Verwendung findet. Ob dies mit Recht oder mit Unrecht geschieht, soll vom technischen Standpunkt aus heute nicht dargelegt werden; die folgenden Ausführungen sollen die Frage nur vom wirtschaftlichen Standpunkt aus untersuchen. Es ist dabei von der vielleicht einmal später hier zu beweisenden Voraussetzung ausgegangen, daß 2 Röhren in Parallelschaltung dieselbe Leistung ergeben, wie die gleichen Röhren in Gegentaktschaltung<sup>1)</sup>.

Um ein klares Bild über die Kosten eines Verstärkers und des Verhältnisses der Preise von Verstärkern mit Gegentakt- und Parallelschaltung bzw. Widerstands- und Transformatorverkopplung zu erhalten, sollen im folgenden die Preise der Einzelteile und Röhren für je einen Verstärker mit Widerstands- und Transformatorverkopplung für Ausgangsleistungen von 0,5 Watt, 1 Watt und 2 Watt für seinen Batteriebetrieb und Schallplattenwiedergabe zusammengestellt werden.

Der Verstärker mit 0,5 Watt Ausgangsleistung reicht, wie eingehende Versuche ergeben haben, für Heimzwecke für alle Arten von Lautsprechern völlig aus. Diese Leistung kann eine Röhre vom Typ RE 124 bei 200 Volt Anodenspannung abgeben. Als Eingangsspannung setzen wir die voraus, die eine elektrische Abtastdose mittlerer Qualität (z. B. Grawor) liefern kann. Wir benötigen, um die Endröhre voll aussteuern zu können, bei Widerstandsverkopplung im ganzen 3 Stufen, bei Transformatorverkopplung 2 Stufen. Bei Widerstandsverstärkung können wir die Abtastdose ohne Eingangstransformator direkt zwischen Gitter und Kathode der ersten Röhre legen, während bei Transformatorverkopplung zur Erzielung voller Aussteuerung ein Eingangstransformator notwendig ist. Bei der verhältnismäßig geringen Ausgangsleistung ist ein Ausgangstransformator nicht notwendig, da auch bei Verwendung elektrodynamischer Lautsprecher (diese müssen dann natürlich hochohmige Wicklung haben) die kleine Vorspannung, die die Membrane durch den Anodenruhestrom erhält, nichts schadet.

Für die Widerstandskopplung wurde die normale, bekannte Schaltung angenommen. Die Schaltung für den transformatorgekoppelten Verstärker für 0,5 Watt besteht aus zwei einfachen, hintereinander geschalteten Stufen (vgl. z. B. „Der Zweistufiger“); die Gegentaktschal-

## 1) Anmerkung der Schriftleitung:

Dieser Annahme steht die Ansicht einer Reihe von Fachleuten gegenüber, wonach man bei Gegentaktschaltung so große negative Gittervorspannung geben darf, daß man nicht mehr im geradlinigen Teil der Röhrencharakteristik arbeitet; trotzdem treten Verzerrungen nicht auf. Im Gegenteil, die Leistung einer Gegentaktschaltung kann größer gemacht werden als die einer entsprechenden normalen Verstärkerstufe, wobei dieselben beiden Röhren parallel liegen. (Vgl. u. a. „Röhren, und was sie leisten können“, 2. und 4. Maiheft, 1929.)

Wir werden über den ganzen Fragenkomplex, der augenblicklich im Vordergrund des Interesses steht, noch eine Anzahl von Artikeln verschiedener Autoren veröffentlichen.

## BATTERIE-BETRIEB.

Die für den transformatorgekoppelten Verstärker für 1 und 2 Watt vorausgesetzt wurde, besteht aus einer einfachen Vorstufe und einer Gegentaktschaltung.

Der Kostenberechnung sind immer die Durchschnittspreise erstklassiger Fabrikate zugrundegelegt; bei den Transformatoren die Preise der Fabrikate der Firma Dr. Dietz & Ritter.

## Wirkung und Wirkungsgrad

Mit der Frage: „Wo liegt die Grenze zwischen Stark- und Schwachstromtechnik bzw. was ist das unterscheidende Merkmal zwischen diesen beiden Gebieten?“ — kann man in Verlegenheit gebracht werden.

Sie meinen, die Schwachstromtechnik arbeite mit geringen Strömen und Spannungen?

In einem großen Telefonamt beispielsweise gibt es Ströme von Hunderten von Ampere und bei batteriebetriebenen Verstärkern kommen Spannungen vor, die weit höher sind als die Spannung des „Starkstromanschlusses“ daheim in unserer Wohnung.

Da hat nun jemand einmal eine sehr gute Antwort auf die oben gestellte Frage gegeben. Er sagte: „Der Unterschied liegt darin, daß es in der Schwachstromtechnik vorwiegend auf die Wirkung und in der Starkstromtechnik noch mehr auf den Wirkungsgrad ankommt.“

Das heißt: In der Schwachstromtechnik verlangt man sehr viel von den Apparaten und wendet dementsprechend eine hohe Leistung auf, ohne sich über den Wirkungsgrad sehr viel Kopfzerbrechen zu machen, — wenn nur die sonstigen hochgestellten Ansprüche mit Sicherheit befriedigt werden. In der Starkstromtechnik stellt man dagegen nur primitivere Forderungen. Man will etwa haben, daß ein Motor sich genügend schnell und mit hinreichender Kraft dreht. Dabei soll aber die elektrische Leistung möglichst restlos in die Form gebracht werden, die man anstrebt (z. B. in die Form der mechanischen Leistung, die der Motor abgibt).

Wenn wir diese Antwort gelten lassen, so gehören die Rundfunkempfänger zur Schwachstromtechnik — und zwar auch dann, wenn sie mit Netzanschluß versehen sind.

Beim Rundfunkgerät steht nämlich zweifellos ohne die Wirkung im Vordergrund. Wir stellen schwer zu erfüllende Forderungen: Abstimmfähigkeit, hohe Verstärkung, naturgetreue Tonwiedergabe. Dafür kümmern wir uns um den Wirkungsgrad eigentlich gar nicht. — d. h. wir haben uns bis jetzt nicht darum gekümmert.

Warum sollen wir uns nun aber den Rundfunkempfänger nicht auch einmal auf seinen Wirkungsgrad hin ansehen?

Heute ist man ja mit der Wirkung des Rundfunkgerätes schon ziemlich weit gekommen. Hier und da wird sogar von einem „gewissen Abschluß“ gesprochen.

Da scheint es an der Zeit, einmal das Sparen zu probieren, den Wirkungsgrad also hinaufzusetzen zu versuchen, — ohne natürlich dabei die Wirkung irgendwie zu beeinträchtigen!

In einer Anzahl folgender Artikel wollen wir dem Sparproblem beim Rundfunkempfang etwas näher zu Leibe rücken. F. Bergtold.

Wir benötigen für die beiden Verstärkertypen folgende Einzelteile und Röhren:

Für den Widerstandsverstärker:	
3 Röhrensockel	8.— RM
1 Lautstärkeregel	3.— RM
2 Hochohmwiderstände	2.— RM
2 Polywattwiderstände	2.80 RM
2 Blockkondensatoren 10 000 cm	3.— RM
1 Ausschalter	1.— RM
Montagewinkel, Buchsen, Draht usw.	7.70 RM
1 Röhre, Typ RE 054	5.— RM
1 Röhre, Typ RE 064	6.— RM
1 Röhre, Typ RE 124	12.50 RM
Preis der Einzelteile und Röhren	46.— RM

Für den Transformatorverstärker:	
2 Röhrensockel	2.— RM
1 Lautstärkeregel	3.— RM
1 Eingangstransformator	18.— RM
1 Zwischentransformator	20.— RM
1 Ausschalter	1.— RM
1 Röhre, Typ RE 064	10.— RM
1 Röhre, Typ RE 124	12.50 RM
Montagewinkel, Draht, Buchsen usw.	7.50 RM
Preis der Einzelteile und Röhren	74.— RM

Das Ergebnis der Zusammenstellung zeigt, daß die Preise für Widerstands- und Transformatorverstärker mit 0,5 Watt Ausgangsleistung sich wie 100:162 verhalten.

Um eine Ausgangsleistung von 1 Watt zu erzielen, verwenden wir beim Widerstandsverstärker in der Endstufe entweder 2 Röhren vom Typ RE 124 in Parallelschaltung, oder 1 Röhre vom Typ RE 604. Beim Transformatorverstärker bilden wir die Endstufe als normale Gegentaktschaltung aus und verwenden hier 2 Röhren vom Typ RE 124. Die Röhren der Vorstufen sind in beiden Fällen die gleichen, wie beim 0,5-Watt-Verstärker. Auch beim Widerstandsverstärker wollen wir hier, um den Anodengleichstrom vom Lautsprecher fernzuhalten, einen Ausgangstransformator verwenden; bei der Gegentaktschaltung ist er ja wegen der Schaltung ohnedies notwendig. Durch die Parallelschaltung der Endröhren beim Widerstandsverstärker wird die Gitterkapazität ziemlich stark vergrößert, so daß wir im Interesse einer reinen Wiedergabe den Gitterableitwiderstand verkleinern müssen (ca. 0,1 MΩ). Dies hat aber, wenn wir die Größe des Kopplungskondensators (10000 cm) unverändert lassen, eine Benachteiligung der tiefen Frequenzen zur Folge; wir werden deshalb den Kopplungskondensator zweckmäßigerweise auf ca. 30000 cm vergrößern. Die Bedingung, daß der Wechselstromwiderstand des Kopplungskondensators auch bei tiefen Frequenzen kleiner als der Gitterableitwiderstand sein muß, ist dann wieder erfüllt. Die Zusammenstellung der Preise für die benötigten Einzelteile und Röhren ergibt hier für den

Widerstandsverstärker M. 90.—,  
Transformatorverstärker M. 122.—.

Das Verhältnis der Preise für Widerstands- und Transformatorverstärker mit 1 Watt Ausgangsleistung ist 100:135.

Für 2 Watt Ausgangsleistung verwenden wir bei gleicher Schaltung wie im vorhergehenden Beispiel beim Widerstandsverstärker in der Endstufe 4 parallelgeschaltete Röhren vom Typ RE 124 oder 2 parallelgeschaltete vom Typ RE 604; beim Transformatorverstärker in der Gegentaktschaltung 2 Röhren Typ RE 604. Die Zusammenstellung ergibt als Gesamtpreis für den

Widerstandsverstärker M. 130.—,  
Transformatorverstärker M. 159.—.

Das Verhältnis der Preise beim 2-Watt-Verstärker ist also 100:122.

Aus den Beispielen ersehen wir, daß in allen 3 Fällen der Widerstandsverstärker bei in jeder Hinsicht mindestens gleicher Leistung wesentlich billiger ist. Der Preisunterschied zugunsten des Widerstandsverstärkers ist bei kleinen Leistungen am größten und verringert sich, je höher die verlangte Leistung wird, da bei großen Leistungen der Preis der Endröhren, die in beiden Fällen die gleichen sind, den Löwenanteil am Gesamtpreis des Verstärkers ausmacht. Die wirtschaftliche

Überlegenheit des Widerstandsverstärkers kommt noch mehr zur Geltung, wenn außer Schallplattenmusik auch noch Radiomusik des Ortssenders wiedergegeben werden soll. Hierzu ist beim Transformatorverstärker die Zuschaltung eines vollständigen Empfängers (Detektorempfänger oder Audion) notwendig, während beim Widerstandsverstärker lediglich durch Zuschaltung eines Abstimm- und Rückkopplungskreises die erste Röhre als Audion verwendet werden kann.

Wenn auch diese Anordnung an sich natürlich nicht die Verstärkungsziffer ergibt, wie ein vor den Transformatorverstärker geschaltetes Audion, so ist sie doch für Ortsempfang in allen Fällen ausreichend, da die Endstufe damit vollständig angesteuert werden kann. Größere Lautstärke, als die, die der angesteuerten Endstufe entspricht können wir auch beim Transformatorverstärker nicht unverzerrt herausholen; die an sich größere Verstärkungsziffer der Schaltung kann deshalb in diesem Fall gar nicht ausgenutzt werden.

Wilhelm Hasel.

# REVUE DER WELT-RADIOPRESSE.

für die Monate November/Dezember  
1929

## Empfangsschaltungen.

Unter einer Pentode — abgeleitet von Pente (Griechisch Fünf) und Elektrode — versteht man in England eine Röhre, die außer Kathode und Anode noch drei Gitter enthält, nämlich zunächst der Kathode das Steuergitter, dem die Wechselspannungen zugeführt werden, dann weiterhin ein Schutznetzgitter, dem positive Spannung zu erteilen ist, und schließlich ein Zerstreungsgitter, das mit der Kathode Verbindung hat. Röhren dieser Art, die neuerdings auch in Deutschland hergestellt werden, beispielsweise die Valvo L 415 D, L 425 D und L 490 D und die Telefunken Res 164 d, finden gewöhnlich als Endröhren (Lautsprecherröhren) Verwendung, da sie sich bei erheblicher Leistung durch einen großen inneren Widerstand auszeichnen, der neben dem Vorteil hoher Spannungsverstärkung — es kann eventuell eine

Anodenspannung so klein zu bemessen, daß der Arbeitspunkt wie bei jedem Anodengleichrichter an den Beginn der unteren Kennlinienkrümmung zu liegen kommt. Dies hängt im übrigen von der Schutznetzgitterspannung ab, die 20 Volt kaum überschreiten soll. Anode und Kathode müssen über einen Blockkondensator von 100 bis 200 cm miteinander verbunden werden. Besonders günstig erweist sich die Verwendung einer Pentode, bei der der innere Widerstand nicht allzu hoch ist.

In demselben Heft der erwähnten englischen Zeitschrift (S. 523) wird die Schaltung (Abb. 2) eines neuen Empfängers, des „New Q Three“<sup>1)</sup> angegeben. Dieser Empfänger enthält als mittlere Röhre eine Pentode, die als Detektor dient und — das ist nun hervorzuheben — zugleich Rückkopplung besitzt. Diese Rückkopplung erfolgt induktiv-kapazitiv über einen sogenannten

Gleichrichtung durch einen Kristalldetektor bewirkt wird. Es können beliebige Kristalle, nur nicht Karborundum, verwendet werden. Letzten Endes ist natürlich die Neutralisierung, die hier über einen Autotransformator im Anodenkreise, der den Primärteil des H.F.-Transformators T 1 bildet, und einen Neutralisationskondensator erfolgt, auch als eine Art Rückkopplung aufzu-

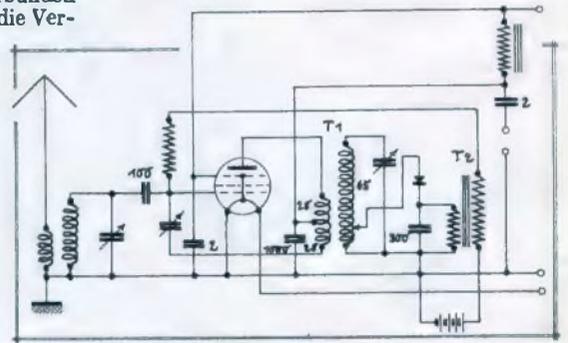


Abb. 3

Sogar in Reflexschaltungen läßt sich eine Pentode verwenden.

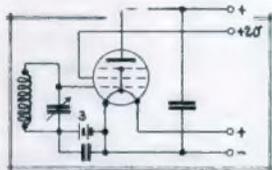


Abb. 1  
Eine Pentode in einer Audion-schaltung.

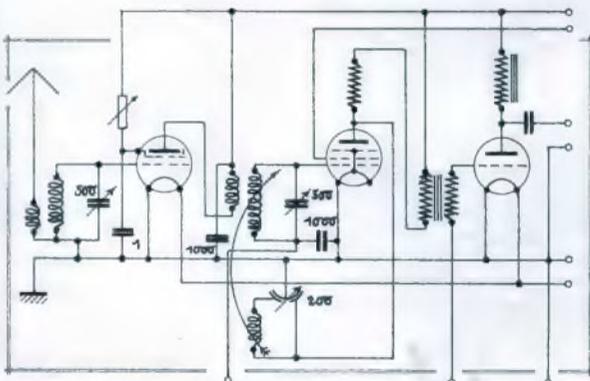


Abb. 2  
Die Schaltung des „New Q Three“.

Vorverstärkungsröhre fortfallen — unter Umständen den einer sehr gleichmäßigen Verstärkung der verschiedenen Frequenzen gewährt. Diese Pentoden können aber auch, wie der Engländer Sowerby jüngst festgestellt hat, sehr gut als Detektor benutzt werden. In der Anodengleichrichtungs-Schaltung ist eine Pentode nämlich wegen ihrer hohen Verstärkungsziffer viel empfindlicher als eine gewöhnliche Dreielektrodenröhre, ja sogar empfindlicher als eine Dreielektrodenröhre in Gittergleichrichtungs-Schaltung (Audion). Andererseits hat die Dreielektrodenröhre, und namentlich in der Gittergleichrichtungs-Schaltung, den Nachteil einer erheblichen Dämpfung des Schwingkreises und daher verminderter Selektivität. Diese Dämpfung fällt bei der Pentode wegen ihres geringen Durchgriffes und der dadurch bedingten kleinen Anoderrückwirkung fort. Sowerby hat die Pentode genau studiert und gibt für ihre Verwendung als Detektor folgende im „Wireless Magazine“ (London), 29, 59, S. 570, unter Bezugnahme auf Abb. 1 zusammengestellten Regeln. Bei einer Gittervorspannung von ungefähr 3 Volt ist die

Differentialkondensator von nur 200 cm. Ein Differentialkondensator ist ein solcher, bei dem ein System beweglicher Platten aus einem System feststehender Platten heraus in ein zweites System feststehender Platten hinein bewegt werden kann. Derartige Drehkondensatoren sind auch bei uns käuflich. Die Anodenstromzuführung geschieht über eine Drosselspule. Die erste Röhre ist eine Schirmgitterröhre. In der Spannungszuführung zu ihrem Schirmgitter liegt ein veränderlicher Hochohmwiderstand. Er dient als Lautstärkeregel, da mit ihm die Schirmgitterspannung und somit die Verstärkung der ersten Röhre geändert werden kann.

Eine ganz andersartige Verwendung einer Pentode bringt der Aufsatz „Pentode possibilities“<sup>2)</sup> der „Wireless World“ (London), XXV, 533, S. 546. Die hier behandelte Schaltung (Abb. 3) ist eine Reflexschaltung; die Pentode ist zugleich neutralisierter Hochfrequenzverstärker und Niederfrequenzverstärker, während die

fassen oder jedenfalls als solche zu handhaben. Sekundärseitig ist der H.F.-Transformator bei der fünften, zehnten oder zwanzigsten Windung angezapft, um dem geringen Widerstand des Detektors Rechnung zu tragen. Aus demselben Grunde und weil das Steuergitter der Pentode selbstverständlich sehr hohen Widerstand aufweist, muß der N.F.-Transformator T 2 ein sehr hohes Übersetzungsverhältnis haben, etwa 1:15 bei 10 Henry Primärinduktion. Es ist nicht jeder Lautsprecher in dieser Schaltung zu verwenden, sondern nur ein dynamischer Lautsprecher mit niedrigohmiger Antriebsspeule, weil nur er wegen seines auch bei hohen Tönen geringen Scheinwiderstandes der Pentode ohne üble Nebenerscheinungen soviel Energie zu entnehmen gestattet, als für eine gute Lautstärke notwendig ist.

Im Zusammenhang mit dem Vorstehenden ist hier ein anderer Artikel der „Wireless

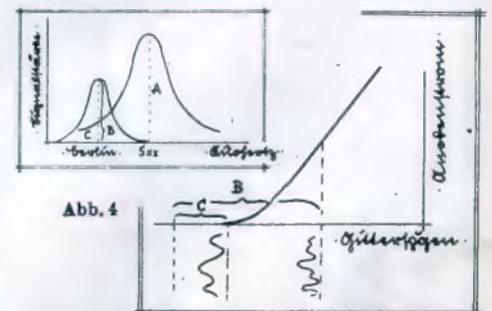


Abb. 4

Abb. 5. Vermindere die Anodenspannung am Audion, wenn du eine Station neben einem starken Störer hören willst.

World“, XXV, 535, S. 588, zu erwähnen, weil er sich ebenfalls um die Röhre als Detektor dreht. Er behandelt das Selektivitäts-Qualitäts-Problem. Wenn die Qualität der Wiedergabe

1) Der neue Q-Dreier.

2) Pentoden-Möglichkeiten.

Verschiedenes.

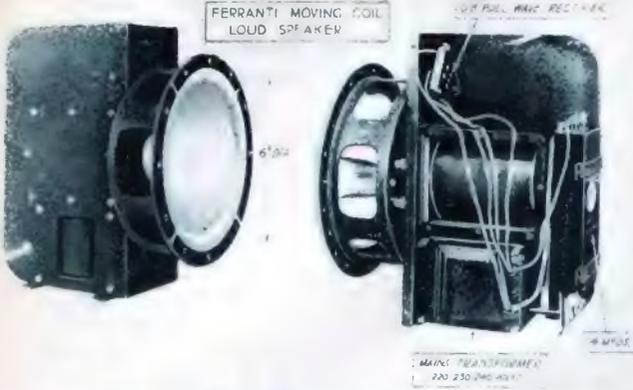
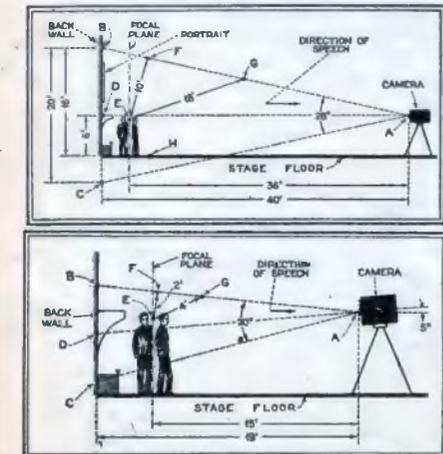


Abb. 7. Lautsprecher und Gleichrichter für die Erregung sind in einem Gehäuse untergebracht.

bei einem Empfänger wirklich gut sein soll, wenn die hohen Töne richtig mitkommen sollen, so darf die Selektivität des Empfängers ein gewisses Maß nicht überschreiten. Dementsprechend sei vorausgesetzt, daß der Empfänger eine genügende Bandbreite der durchgelassenen Frequenzen besitzt. Will man nun eine entfernte Station hören, während eine sehr starke Station benachbarter Wellenlänge in der Nähe ist, so kann sich eine Situation gemäß Abb. 4 ergeben. Empfangsort London. Stellt man auf die englische Station 5 XX ein, so kommt diese mit einer Lautstärke, die der Länge der gestrichelten Linie A entspricht. Wird dagegen auf Berlin abgestimmt, so erhält man hier die Lautstärke B, zugleich aber auch 5 XX mit der geringeren Lautstärke C. Was kann man tun, um Berlin allein zu hören, ohne aber die Selektivität zu erhöhen und dadurch die Qualität zu verschlechtern? Hierfür gibt der Verfasser des Artikels, Bertram Hoyle, einen sehr hübschen Trick an. Man erniedrige die Anodenspannung der Detektorröhre, bis sich die Sachlage ergibt, die Abb. 5 zeigt. Die Kennlinie der Röhre ist durch die Verminderung der Anodenspannung gegenüber dem Arbeitspunkt, den die Gittervorspannung bestimmt, so weit nach rechts gerückt, daß die Modulationen der Schwingungen C von 5 XX nicht mehr bis in den geraden Teil der Kennlinien hineinreichen und infolgedessen keine Gleichrichtung erfahren. Wohl aber werden die Modulationen der Schwingungen B von Berlin gleichgerichtet, weil sie infolge der größeren Wechselspannungen, mit denen sie an das Gitter der Detektorröhre gelangen, viel weiter vom Arbeitspunkt ab im Bereich des geraden Kennlinienteiles liegen. Der Erfolg ist der, daß der Empfang von A, das ist 5 XX, völlig neben dem Empfang von B, Berlin, verschwindet, daß also nur Berlin gehört wird. Praktisch wird die Herabsetzung der Anodenspannung am besten durch einen veränderlichen Hochohmwidstand im Anodenkreis der Detektorröhre bewerkstelligt.



Oben Abb. 8a. Bei dieser Anordnung kommt bei einer Tonfilmaufnahme immer das Mikro mit auf den Film.

Unten Abb. 8b. Auf diese Weise läßt sich der Mißstand beseitigen.

Zum Schluß einige interessante Lichtbilder, Reproduktionen aus verschiedenen Zeitschriften der Welt-Radiopresse. Abb. 6 („Wireless World“ XXV, 533, S. 531) zeigt einen in die Wand eingebauten dynamischen Lautsprecher; das Loch in der Wand ist mit verzinnem Eisenblech und dieses wiederum mit Zement verkleidet. Eine akustisch wie ästhetisch wunderschöne Lösung. Abb. 7 („Wireless World“ XXV, 533) mag dem Leser zeigen, daß man jetzt auch in England die dynamischen Lautsprecher vielfach mit Röhrengleichrichtern zur Feldspeisung versieht, die dann, wie das hier geschehen ist, zweckmäßigerweise zusammen mit dem Lautsprecher ein gemeinsames Blechgehäuse erhalten. Abb. 8a und b („Radio News“, 29, 12, S. 505) bringt die Schwierigkeiten bei der Tonfilmaufnahme sehr anschaulich zur Darstellung. Eine Aufnahme gemäß 8a ist deswegen unmöglich, weil hier das Mikrophon wenigstens 10 Fuß von den spielenden Personen entfernt sein



Abb. 6. Gute Wirkung erzielt man mit einem Dynamischen, der in die Wand eingelassen ist.

müßte, wenn es nicht auf dem Film mitphotographiert werden soll. Es bleibt deshalb nur übrig, die Aufnahme nach 8b zu machen, wo die Entfernung des Mikrophons nur zwei oder vier Fuß zu betragen braucht, um außerhalb des Bildfeldes zu liegen. Hierbei entsteht aber den Nachteil, daß nur die Oberkörper der Personen im Bilde erscheinen können. Es fehlt noch das überempfindliche Fernmikrophon, das die Sprache aus derselben Entfernung wie das Bild aufzunehmen gestattet. F. Gabriel.

# Die selbstgebaute

## RIFFELFALTE

DER MODERNSTE u. BESTE DYNAMISCHE.

Frontansicht.

Durch freundliches Entgegenkommen der technischen Schriftleitung der Funkschau ist es mir möglich gewesen, einen dynamischen Lautsprecher zu bauen, der hauptsächlich auf eine ganz ausgezeichnete Klangwiedergabe des ganzen Frequenzbandes und auf höchst erreichbare Empfindlichkeit hin durchkonstruiert ist.

Das sind im wesentlichen die beiden Hauptvorteile unseres neuen dynamischen Lautsprechers. Erreicht wurden sie nach langwierigen Versuchen durch das bisher weniger bekannte und nur von der Firma Siemens & Halske in den Blatthallen und ihrem Riffellautsprecher benutzte Prinzip des Zangenmagnetlautsprechers. Hier ist das nutzbare Magnetfeld nicht ringförmig angeordnet, sondern es verläuft völlig geradlinig. In diesem Magnetfeld nun sind nicht viele Drähte untergebracht, wie bei den üblichen Lautsprechern mit ihren zirka 100 Windungen auf der Triebspule, sondern nur ein einziger massiver Kupferstab. In diesem Stab pulsieren die auf sehr hohe Stromstärken transformierten tonfrequenten Verstärkerströme, die mit einem geeigneten Ausgangstransformator erzielt werden. Die Folge ist eine schwingende Bewegung des Kupferstabes im genau gleichen Rhythmus der aufgedrückten Tonfrequenz. Durch mechanische Kupplung dieses Schwingstabes mit einer entsprechend ausgebildeten Membran wird die Schwingung auf die umgebende Luft übertragen, und so für das Ohr vernehmbar. Dies mit ein paar Worten das

Prinzip unseres Lautsprechers. Das seinerzeit über den Riffellautsprecher Gesagte gilt auch hier grundsätzlich. (Vergleiche 4. August-Heft 1929).

Ein Zangenlautsprecher wurde gewählt, weil sich bei ihm durch konstruktive Maßnahmen das gesamte schwingende System so leicht wie irgendmöglich bauen läßt. Erfahrungsgemäß kann bei den gewöhnlichen Ausführungen mit Topfmagneten das ganze schwingende System kaum, oder nur mit sehr großer Mühe unter 15 g erniedrigt werden. Anders bei unserem Lautsprecher, bei dem sich Gewichte von 7 g und weniger ohne besondere Schwierigkeiten erreichen lassen. Weiterhin läßt sich bei einem Zangenmagnetlautsprecher das Magnetfeld im Luftspalt auf ganz gewaltige Werte bringen.<sup>1)</sup> Da nun die Lautstärke ganz wesentlich von der Intensität dieses Magnetfeldes abhängt, wird man leicht einsehen, daß die Empfindlichkeit dieses Lautsprechers größer sein wird als jedes andere in der bekannten Magnettopfausführung. Zu all diesen Vorteilen gesellt sich noch ein weiterer, nämlich die vorzügliche Wiedergabe der ganz hohen Töne und Oberschwingungen. Wie bekannt, fallen bei den gewöhnlichen dynamischen Lautsprechern die höchsten Töne infolge der Selbstinduktion der Schwingspule in ihrer Stärke beträchtlich ab, bei dem neuen Schwingstablautsprecher dagegen kann das nicht in dem Maße eintreten, da ein einziger gerader Leiter ein Minimum von Selbstinduktion besitzt.

<sup>1)</sup> Um einen kleinen Anhaltspunkt zu geben, möchte ich erwähnen, daß Felddichten von 12 000 Kraftlinien pro qcm im Lufttraum bei Magnettopfausführungen schon beinahe das maximal Erreichbare darstellen. Bei unserem Lautsprecher dagegen können Induktionen im Luftspalt bis zu 20 000 Kraftlinien unschwer erreicht werden.



11,5 cm Länge und einem lichten Innendurchmesser von 60 mm werden auf die Enden zwei runde Messingflanschen aufgeschoben und verlötet. Die Messingscheiben sind 1,5 mm stark, haben einen Außendurchmesser von 13 cm und werden nun mit einer Metallabsäge so ausgeschnitten, daß das Messingrohr genau in das Innere paßt. Die Fuge wird mit Zinn verlötet und man hat darauf zu achten, daß die Messingflanschen rechtwinklig zur Rohrachse zu sitzen kommen. Die Innenseite der Spule wird mit Zeichenkarton mehrmals ausgeklebt, um bei der fertigen Spule Körperschluß infolge der hohen Abschaltspannung sicher zu vermeiden. Man isoliere vor allem die Stoßstelle gut und reichlich, evtl. noch mit Isolierband. Nun läßt man auf der Drehbank zuerst 3 kg 0,35 mm starken emaillelackisolierten Kupferdrahtes auflaufen. Man wickle nicht zu locker und achte darauf, daß der Draht an einzelnen Stellen nicht zu stark aufträgt. Windung an Windung jedoch zu wickeln wäre völlig überflüssig. Anfang und Ende der Wicklung wird in doppelten Rüscheschlauch gelegt und sofort, also ohne erst an der Wicklung hochzugehen, aus dem Messingflansch getrennt herausgeführt. Die Wicklung wird mit einer Lage Öl papier von der unmittelbar darauffolgenden zweiten getrennt. Man wickelt sie im selben Windungssinn aus 1,5 Kilo 0,2 mm starken Lackdrahtes; auch für diese Wicklung gilt das nämliche wie für die vorige. Anfang und Ende werden auch hier getrennt herausgeführt. Das Zusammenschalten der beiden Wicklungen erfolgt nun so, daß für 110 Volt Erregerspannung die beiden Wicklungen parallel liegen, d. h. Anfang mit Anfang und Ende mit Ende verbunden werden. Bei 220 Volt Netzspannung werden sie in Reihe geschaltet. Der Anfang der ersten Wicklung kommt also an das Netz, das Ende der ersten Wicklung wird mit dem Anfang der zweiten verbunden und das Ende der zweiten Wicklung kommt an den anderen Pol des Netzes zu liegen<sup>3)</sup>.

Die auftretenden sehr hohen Abschaltspannungen (etwa 1000 Volt) und der Brummtön der Erregung müssen unschädlich gemacht werden. Es empfiehlt sich, hiezu auf die fertige Wicklung einen zusammengelöteten Kupfermantel zu bringen, der mindestens 1 mm Stärke haben soll und der isoliert aufsitzt. Die Enden überlappen sich gut und müssen sorgfältigst verlötet werden. Dieser Kurzschlußmantel sucht stets Feldänderungen zu verzögern und wirkt somit stets so, wie wir es gerne möchten. Wir schieben die Spule nun auf den Flußeisenzapfen, schalten die Enden der Wicklungen entsprechend zusammen und führen sie aus dem Magnetsystem über ein kurzes, angelötetes Litzenstück an zwei Bananenweibchen.

#### Nun der Erregerstab.

Er besteht aus  $\frac{1}{2}$  mm starkem Kupfer und trägt in regelmäßigen Abständen an der Ober- und Unterseite geeignete Fahnen, die es ermöglichen, die schwingende Bewegung auf die Membran zu übertragen und den Schwingstab in dem äußerst schmalen Luftspalt genau zu zentrieren. Zu seiner Herstellung brauchen wir  $\frac{1}{2}$  mm starkes Kupferblech von 29 cm Länge und etwa 4 cm Breite, das wir nach obenstehender Abbildung mit einer Schere genau zurechtschneiden. Die Fahnen, die die Geradföhrung besorgen, laufen nach oben etwas spitz zu und sind an ihrem Fuß so zu schneiden, daß keine Kerbe entsteht. Sie würden sonst bei dauernder Benützung des Lautsprechers abbrechen. An den breiten Fahnen, die an den beiden Enden nach unten gehen, erfolgt später die Stromzuföhrung zum Schwingstab. Der fertig ausgeschnittene Schwingstab muß nun mehrmals gut ausgeglöht und sorgfältig ausgerichtet werden. Am besten macht man das auf einer eisernen Richtplatte. Über den Schwingstab legt man ein Pertinaxstück, das man nun mit leichten Hammerschlägen so bearbeitet, daß der Schwingstab schließlich völlig gerade wird. Leichte Abweichungen machen nicht viel aus; sie können durch die spätere Zentrierung leicht korrigiert

werden. Dieser Schwingstab soll, selbst bei großen Lautstärken, völlig frei und ohne zu klirren, im Luftspalt sich bewegen können. Erreichen läßt sich das durch Geradföhrung des Stabes mittels dauerhafter Zwirnfäden. Um die oberen und unteren Fahnen des Schwingstabes werden diese Fäden mit einer Knotenschleife geschlungen und die abstehenden Enden über zwei hölzerne Klemmleisten links und rechts vom Luftspalt so unten festgeklemmt, daß beim Festschrauben dieser Leisten die Fäden für immer festsitzen. Sie können ruhig ziemlich fest angezogen werden, um ein Anschlagen zu vermeiden.

Die Kraftübertragung auf die Membran geschieht über das sogenannte Arbeitsprisma, das aus starkem Zeichenpapier besteht und im Querschnitt wie ein Dreieck mit ungefähr 1 cm Seitenlänge aussieht. Das Arbeitsprisma ist 30 cm lang und wird mit den Schwingstabfahnen mit einer Aceton-Celluloidlösung reichlich verklebt und zwar so, daß eine Dreiecksfläche wagrecht oben liegt.

Damit wäre unser Lautsprecher schon beinahe fertig, es fehlen uns nur noch die Stromzuföhrungen zum Schwingstab und die Membran. Die Stromzuföhrung darf auf gar keinen

Fall mit Drähten oder Litzen gewöhnlichen Querschnitts erfolgen. Es fließen hier Ströme von 30—50 Ampere, die einen sehr hohen Leistungsverlust in den Zuleitungen herbeiföhren würden. Das wollen wir selbstverständlich vermeiden. Die ganze, zur Verfügung stehende Leistung soll möglichst einzig und allein im Schwingstab umgesetzt werden. Wir werden also die Leitungsföhrung außerhalb des Schwingstabes im Querschnitt so groß wie möglich ausföhren. Als Zuleitungen verwenden wir massive Flachkupferschienen von  $3 \times 12$  mm Querschnitt. Sie werden an der Unterseite des Lautsprechers über den Holzleisten isoliert verschraubt. Die eine Schiene geht parallel zum Luftspalt ganz durch und wird mit ungefähr fünf parallel geschalteten flexiblen Litzen tadellos mit der einen breiten Fahne des Schwingstabes verlötet. Die andere Zuföhrung hat nur einige Zentimeter Länge und wird ebenfalls über fünf Litzen mit dem anderen breiten Fahnenende verlötet. Die Anfänge der beiden Zuleitungen werden hakenförmig umgebogen und mit einer Bohrung von 4 mm zum späteren Anschrauben der Transformator-Sekundärwicklung versehen. Es empfiehlt sich, diese Anschlußstelle plan zu feilen und gut zu verzinnen.

H. Eckmüller.

(Fortsetzung folgt)

# Nun Zwischentransfo.

Was er soll.

Der Zwischentransformator hat die Aufgabe, das was aus einer vorhergehenden Röhre kommt, der nachfolgenden Röhre zu vermitteln. Nachdem wir uns das Gitter der Röhre gewissermaßen als ihren Eingangspunkt und die Anode als ihren Ausgang vorstellen können, liegt es nahe, die gewünschte Übertragung von Röhre zu Röhre dadurch herzustellen, daß man einfach die Anode der vorhergehenden Röhre mit dem Gitter der nachfolgenden Röhre verbindet. Leider aber geht das so einfach nicht. Die Notwendigkeit einer Anodenstromquelle verhindert das. Man muß den Gitterzweig für Gleichstrom vom vorangehenden Anodenzweig abtrennen. Der Transformator besorgt das vollkommen. Der Gitterzweig liegt an der Sekundärwicklung. In den Anodenstromkreis ist die Primärwicklung

seite wirkt, aufs Doppelte, Vierfache bzw. Sechsfache erhöhen.

#### Widerstand der vorhergehenden Röhre.

Wenn wir nun der Wirkung des Transformators näher auf die Spur kommen wollen, so müssen wir berücksichtigen, daß der Strom, der die erste Wicklung durchfließt, den Anodenstromkreis der vorhergehenden Röhre passieren muß. Die Röhre hat einen Widerstand. Dieser Widerstand ist dem Transformator vorgeschaltet. Die Abb. 1 zeigt das richtige Schaltbild. Die Abb. 2 stellt das dar, was wir uns an Stelle von Abb. 1 zu denken haben. Wir sehen in Abb. 2 links an Stelle der Röhre und der Anodenbatterie einen Wechselspannungserzeuger, der nicht den geringsten Widerstand aufweist. Gehen wir oben aus dem Wechselspannungserzeuger heraus (also Richtung Heizfaden—Anodenblech), so kommen wir an einen Widerstand. Dieser Widerstand sitzt in Abb. 1 in der Röhre. Wir haben ihn heraus verlegt, damit wir ihn nicht vergessen.

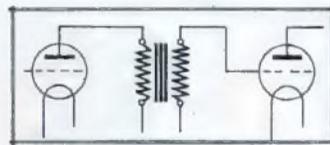
#### Tralo-Ersatzschaltung.

Ein Transformator mit seinen zwei getrennten Wicklungen und seinem Eisenkern ist in einer Schaltung immer dann unangenehm, wenn man das Verhalten der Schaltung näher ins Auge fassen will. Deshalb modelln wir die Abb. 2 weiter um. Wir zeichnen in Abb. 3 an Stelle des Transformators dessen Ersatzschaltung.

Um uns mit dieser Ersatzschaltung bekanntzumachen, gehen wir wieder in Richtung Anodenblech durch den herausgezeichneten Röhrenwiderstand hindurch und treffen als ersten Teil der Ersatzschaltung einen Widerstand. Das ist der Widerstand der Transformator-Primärwicklung. Dann kommen wir durch eine Drosselspule. Diese Drossel entspricht der Selbstinduktion, die die Spannung des Transformators in der Primärwicklung in ähnlicher Weise heruntersetzt, wie es der Wicklungswiderstand der Primärwicklung tut.

Jetzt sind wir auch durch diesen Teil der Ersatzschaltung hindurchgekommen und treffen nun auf einen Verzweigungspunkt. Nach rechts zweigen zwei Wege ab (das ist in Abb. 3 nach unten). Der eine durch eine Drosselspule, der andere durch einen Widerstand. Drosselspule und Wirkungswiderstand lassen je einen

Abb. 1.

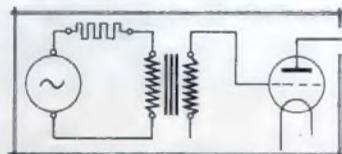


Links und rechts eine Röhre dazwischen ein Zwischentrafo.

eingeschaltet. Beide Wicklungen haben keinerlei leitende Verbindung. Sie sind voneinander vollkommen isoliert.

Die zweite Aufgabe des Transformators — die Nebenaufgabe gewissermaßen — ist die, die Anodenwechselspannung hinauf zu transformieren. Man wählt nämlich Transformator, die ein Übersetzungsverhältnis von 1:2, 1:4 oder 1:6 aufweisen. Das bedeutet, daß diese Transformator die Spannung, die auf die Primär-

Abb. 2.



Wir haben die linke Röhre einschließlich der Anodenbatterie als Reihenschaltung eines idealen Wechselstromerzeugers mit dem Röhrenwiderstand aufgefaßt.

<sup>3)</sup> Wickelt man die Erregerspule mit einer gewöhnlichen Bohrwinde, so beträgt die hierfür benötigte Zeit etwa zwei Stunden.

Strom von der einen Primärklemme des Transformators nach der andern Primärklemme hin-

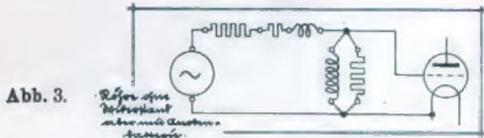


Abb. 3.

Statt des Trafos von Abb. 2 sehen wir nun dessen Ersatzschaltung.

überfließen. Diese beiden Ströme sind im richtigen Transformator dazu vorhanden, seinen Eisenkern zu magnetisieren.

Lassen wir nun die beiden Stromwege rechter Hand liegen, so kommen wir über einen einfachen Draht nach dem Gitter der nächsten Röhre!).

### Ströme und Spannungen in der Trafostufe.

Wir überlegen nun, was die von der Röhre gelieferte Wechselspannung in unserer Schaltung bewirkt. Trotzdem der Gitterzweig der zweiten Röhre nichts aufnimmt, fließt doch ein Strom. Er geht durch die Röhre, durch ihren Innenwiderstand, durch Widerstand und Drossel der Primärwicklung, dann durch die beiden Zweige, die dem Magnetisierungsstrom entsprechen und schließlich zur Anodenbatterie und zur Röhre zurück (Abb. 3). Der Strom verbraucht im Röhrenwiderstand und in den beiden zur Primärwicklung gehörenden Teilen der Ersatzschaltung Spannung. Dort, wo die Leitung nach dem Gitterzweig der nächsten Röhre führt, ist nicht mehr die Spannung vorhanden, die wir in der ersten Röhre hatten.

Es ist klar, daß die Größen der einzelnen Widerstände mit ausschlaggebend sind für den Teil der Gesamtspannung, der an das Gitter der zweiten Röhre geliefert wird. Offenbar liegen die Verhältnisse um so günstiger, je kleiner der Innenwiderstand der Röhre und die beiden Widerstände der Primärwicklung, sowie je größer die Widerstände der dem Magnetisierungsstrom entsprechenden Zweige. Sind die letzteren groß, so lassen sie wenig Strom hindurch. Geringer Strom verursacht aber in den drei anderen Widerständen kleine Spannungsabfälle. Sind diese drei Widerstände klein, so wird in ihnen sogar bei einem größeren Strom nicht allzuviel Spannung verbraucht.

### Trafo- und Widerstandsstufe.

Wir sehen: der Innenwiderstand der Röhre soll nicht groß sein. Dadurch verbieten sich Röhren mit geringem Durchgriff, d. h. Röhren, die an sich hoch verstärken würden. Röhren mit geringem Durchgriff weisen nämlich fast stets einen sehr hohen Innenwiderstand auf.

Das, was der Transformatorverstärker also durch das Übersetzungsverhältnis der Transformatoren gegenüber einem Widerstandsverstärker besser macht — das Hinaufsetzen der vom Anodenzweig gelieferten Wechselspannung der vorhergehenden Röhre — gleicht sich, wenigstens zum Teil, dadurch wieder aus, daß man Röhren mit größerem Durchgriff nehmen muß, als in Widerstandsstufen.

### Windungszahlen und Eisenquerschnitt.

Bezüglich des Transformators stehen sich zwei Forderungen entgegen. Einmal sollen die Widerstände der Primärwicklung klein sein und dann sollen aber auch die Zweige, die dem Magnetisierungsstrom entsprechen, möglichst hohen Widerstand aufweisen. Steigert man unter sonst gleichen Bedingungen die Windungszahl der Primärwicklung, so werden alle Widerstände größer. Das wäre nun an sich noch nicht so schlimm. Denn der Röhrenwiderstand wird dadurch ja nicht geändert. Infolgedessen würde die Erhöhung der Windungszahl

<sup>1)</sup> In Wirklichkeit ist es allerdings nicht ganz so einfach nach dem Gitter der Röhre hinzukommen. Zunächst müßte man den Wicklungswiderstand und dann die Drossel der zweiten Wicklung passieren. Diese beiden Teile aber brauchen wir hier nicht zu berücksichtigen, weil der Gitterkreis der an die zweite Wicklung angeschlossenen Röhre keinen Strom aufnimmt. Und — solange durch einen Widerstand oder eine Drossel kein Strom fließt, wird dort auch keine Spannung verbraucht. Hier fließt kein Strom. Widerstand und Drossel sind deshalb an dieser Stelle belanglos.

die Widerstände, die zum Magnetisierungsstrom gehören, stärker vergrößern als den Gesamtwiderstand der in Abb. 3 wagerecht liegenden Reihe.

Aber man kann aus einem anderen Grund mit der primären Windungszahl nicht beliebig weit hinaufgehen: Ein Übersetzungsverhältnis von 1:4 verlangt, daß die Windungszahl der zweiten Spule viermal so groß ist, wie die der ersten. Nimmt man keinen abnorm großen Eisenkern, so ist der Gesamtquerschnitt der Wicklung stark begrenzt. Hohe Sekundärwindungszahl läßt sich also nur durch sehr kleinen Drahtquerschnitt ermöglichen. Die Drähte können aber wieder nicht beliebig dünn fabriziert und vor allen Dingen nicht verarbeitet werden. Dadurch ist der Erhöhung der sekundären und dadurch auch der primären Windungszahl bald eine Grenze gesetzt.

Die Erhöhung der beiden Magnetisierungsstrom-Widerstände kann jedoch auch auf eine andere Art geschehen. Man braucht nur den Querschnitt des Eisenkerns größer zu machen. Dann bildet sich das Magnetfeld leichter aus und es ist infolgedessen weniger Strom wie vorher notwendig, um das Feld hervorzurufen. Wir erkennen, warum die Eisenkerne der besten modernen Transformatorentypen viel dicker sind, als man es bei den früheren Transformatoren zu sehen gewohnt war. Mit der Vergrößerung des Eisenquerschnittes wurde soweit gegangen, daß sogar die Windungszahlen heruntergesetzt werden konnten.

### Trafo und Frequenz.

Bis hierher wurde auf die Frequenz der zu übertragenden Wechselspannung und damit auf die Höhe der zugehörigen Töne noch gar keine Rücksicht genommen. Da unsere Ersatzschaltung aber zum Teil aus Drosselspulen besteht, ist zu vermuten, daß die Frequenz einen wesentlichen Einfluß auf die Spannungsübertragung ausübt.

Die ganz hohen Frequenzen stören sich an der Drossel, die zur Primärwicklung gehört und vor allem werden die hohen Frequenzen durch den Magnetisierungsstrom-Wirkwiderstand weggefressen. Dieser Widerstand ist nämlich für die hohen Frequenzen kleiner als für mittlere und tiefe Frequenzen.

In noch stärkerem Maße werden aber die ganz tiefen Frequenzen mitgenommen. Je tiefer die Frequenz, desto geringer der Widerstand, den eine Drosselspule ihr entgegensetzt<sup>2)</sup>. Die Magnetisierungsstromdrossel läßt den Wechselstrom also um so lieber durch sich hindurch, je geringer seine Frequenz. Vor allem im Röhrenwiderstand entsteht dann ein großer Spannungsabfall, der die zu übertragende Spannung stark vermindert. Die tiefen Frequenzen werden von der Magnetisierungsstromdrossel also weggeschluckt, bevor sie in das Gitter der folgenden Röhre gelangen können.

In Preislisten findet man häufig Transformatorcurven. Sie zeigen, wie sich die übertragene Spannung mit Änderung der Frequenz ändert, aber unter der Voraussetzung, daß die Primärspannung bei allen Frequenzen gleich hoch ist. Daraus läßt sich aber, wie aus dem Vorhergehenden hervorgeht, nicht ohne weiteres schließen, wie sich der Transformator im Betrieb verhält. Der Röhrenwiderstand ist, wie wir gesehen haben, von entscheidendem Einfluß. Er verschlechtert die Übertragung bei hohen Frequenzen. Er vermindert zwar den Einfluß der zur Primärwicklung gehörigen Drosselspule, aber er bewirkt bei hohen Frequenzen dadurch einen hohen Spannungsabfall, daß ja hier der Magnetisierungs-Wirkwiderstand bestrebt ist, viel Strom durch sich hindurchzulassen. Der Röhrenwiderstand verschlechtert aber vor allem die Übertragung der ganz tiefen Frequenzen. Nicht nur, daß der Transformator hier von sich aus recht schlecht arbeitet; er bekommt jetzt bei tiefen Frequenzen statt der vollen Spannung nur mehr eine — um den in dem Röhrenwiderstand auftretenden jetzt sehr großen Spannungsabfall — verminderte Primärspannung geliefert. (Vergl. oben!)

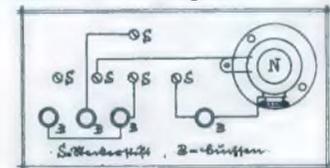
<sup>2)</sup> Vergl. „Grundlegendes über Spulen“, 2. Januarheft 1920.

### Der geringe Einfluß des Übersetzungsverhältnisses.

Es wird sich schon mancher Bastler gefragt haben, warum das Übersetzungsverhältnis des Transformators in der Praxis nur von ganz untergeordneter Bedeutung ist. Wendet man statt eines Verhältnisses 1:3 ein solches von 1:6 an, so läßt sich in der Regel kein Unterschied in der Lautstärke feststellen. Warum das so ist, hat verschiedene Gründe. Der eine liegt an uns selbst. Das Ohr läßt Lautstärke-Unterschiede nur sehr schlecht erkennen. Die Verdopplung der Lautstärke merken wir höchstens als eine Erhöhung um vielleicht 20%. Zehnfache Lautstärke klingt uns erst doppelt so stark. Aber, auch wenn wir uns anstrengen, wir hören bei einer Verdopplung des Übersetzungsverhältnisses nicht einmal die 20% mehr. Ein Blick auf Abb. 3 sagt uns warum. Das erhöhte Übersetzungsverhältnis bedingt — damit der Draht der Sekundärwicklung nicht zu dünn wird — eine Herabsetzung der primären Wicklungszahl. Die Magnetisierungsstrom-Widerstände fallen geringer aus. Die Folge ist eine Verkleinerung der nach dem Gitter der zweiten Röhre übertragenen Spannung. Das, was das Übersetzungsverhältnis verbessern sollte, ist durch die Verkleinerung der Magnetisierungsstrom-Widerstände — wenigstens zum Teil — wieder zunichte gemacht. F. Bergtold.

### Kurzwellen im Solodyne und billigen Vierer

Der Aufbau des Audions sowie der Niederfrequenzverstärkung der beiden Geräte ist sehr gut brauchbar, hinderlich waren nur die Sockel der Radix-Bechertransformatoren, in welche keine normalen Steckspulen passen. Die Radix-Kurzwellenspule Modell I eignet sich sehr gut für unsere Zwecke. Die Stecker dieser Spule passen aber nicht in den Audionsockel, deshalb müssen wir uns einen kleinen Zwischensockel anfertigen, auf welchem das zum Ankoppeln der Antenne nötige Neutrodon befestigt wird. Eine Isolierplatte von 10 cm Länge und 5 cm Breite erhält 5 Steckerstifte für den Sockel und 4 Buchsen für die Spule sowie das Radix-Neutrodon, welches mit zwei Montageschrauben oben aufgeschraubt wird (siehe Skizze). Die Antenne wird an Klemme 5 des Audiontrafosockels angeschlossen, was bei den meisten Geräten bereits für Ortsempfang erfolgt. Die HF-Röhren werden abgeschaltet.



So muß der Zwischensockel angefertigt werden.

Nun muß noch die Rückkopplungswicklung der Radixspule um eine Windung vergrößert werden. Wir schneiden zuerst die zwei Windungen von dem Zelluloidstreifen ab, wickeln auf einen Pappzylinder von 6,8 cm Durchmesser drei Windungen 0,2 Seidendraht, Lage neben Lage, bestreichen fest mit Zaponlack und lassen trocknen. Nach dem Trocknen wird der Pappzylinder zusammengebogen, die freitragende Spule springt ab und wird ebenfalls mit Zaponlack auf die Zelluloidstreifen aufgeklebt und genau wie die alte Spule angeschlossen. Nun kann der Empfang losgehen. Die Spule wird in den Zwischensockel und dieser in den Empfänger eingesteckt. (Achtung! Sicherungslämpchen einsetzen!) Antenne an Klemme 5, Erde bleibt. HF-Röhren aus. Eventuell die Rückkopplung mit Anodenspannung oder Gitterableitpotentiometer am Audion regulieren. Abstimmung ganz langsam durchdrehen. Sollten Schwinglöcher auftreten, so kann mit dem Neutrodon abgeholfen werden, langsam einstellen durch Drehen des Knopfes. Mit Hilfe dieser einzigen Spule und des Sockels kann jeder Solodyn und billiger Vierer ohne große Unkosten und Umbauten zum Kurzwellenempfang brauchbar gemacht werden. A. Kneffel.