

FUNKSEHAU

ZWEITES MAIHEFT 1929

NEUES VOM FUNK · DER BASTLER · DER FERNEMPfang · EINZELPREIS 10 PF.

Inhalt: Der Bildfunk als Polizist / Achtung! Netzanschluß! / Wechselstrom-Netzempfänger mit zwei u. drei Röhren / Heize mit Hochfrequenz / Ihr Lautsprecherempfang! / Ri u. Ra bei Ausgangsrafo u. elektrischer Weiche / Röhren u. was sie leisten können / Der Lautsprecher am Klavier / Ein bequemer Radio-Wegweiser für Flugzeuge / Eine Photozelle mit flüssiger Füllung

Aus den nächsten Heften:

Ähnlichkeiten und Unterschiede des spannungsfreien elektromagnetischen und des dynamischen Lautsprechersystems / Winkef. die Störfreie am Empfänger Schließt Freundschaft mit dem Heizakku / Vorspann

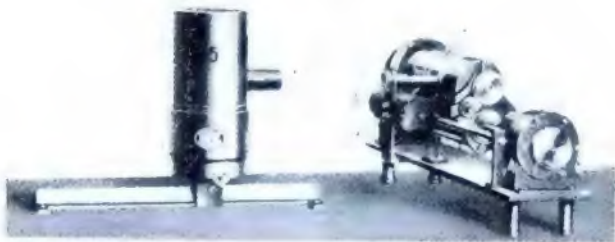
DER BILDFUNK ALS POLIZIST

DER BILDFUNK =
FUNKTE STECKE-
BRIEF -
PHOTO,
FINGERABDRÜCKE
UND PERSONALBESCHREIBUNG
DES GESUCHTEN
IN ZWEI MINUTEN
ÜBERALL HIN
VERBREITET!



dem aufgespannten Bild, um dieses auf dem Weg einer Spirale abzutasten. Und das von den betreffenden Punkten zurückgeworfene Licht gelangt dann zu einem lichtempfindlichen Organ, das eine mit Edelgas gefüllte Kaliumzelle ist, die zur Umsetzung von Licht in elektrische Energie dient.

Was nun die Bilder anbetrifft, die telegraphiert werden sollen, so handelt es sich hier



Bildaender. 1. Walze. 2. Röhre zur Abtastung des Bildes durch Licht. 3 u. 4. Optische Einrichtung zur Umsetzung von Licht in elektr. Wellen. 5. Lampe.

Der Bildfunk hat sich ein neues Gebiet erobert! Die Polizei braucht seine Dienste für die Zwecke der Fahndung, wo es gilt, bildliches Material schnell von irgendeiner Stelle aus in die Ferne zu verbreiten.

Schon seit einiger Zeit hat man Versuche mit dem „Polizeibildfunk“ angestellt, die bestens verlaufen sind. Zur Anwendung kommt der Bildtelegraph von Professor Arthur Korn, dem bekannten Pionier auf dem Gebiet der elektrischen Bildübertragung. Es liegt die technische Herstellung der Apparate in den Händen der C. Lorenz A.-G. in Berlin-Tempelhof. Bei den angedeuteten Versuchen haben Herr Oberregierungsrat Paetsch und Herr Polizeihauptmann Dr. Rüstow mannigfach Gelegenheit gefunden, Wünsche zu äußern und wertvolle Weisungen zu erteilen.

Die gelungenen Versuche mit einem Bildfunk im Dienst der Kriminalistik haben nun die Behörde ermutigt, den „Kripo“- (Kriminalpolizei-) Rundfunk einzuführen. Zunächst kommen für diese Übertragungen allerdings nur die Städte Breslau und Berlin — bez. Adlershof — in Betracht¹⁾. Es ist jedoch, wie dem

¹⁾ Es dürfte wenig bekannt sein, dass in Deutschland über 100 Funkstationen gibt, die der Polizei dienen; der Sender in Adlershof z. B. hat eine Leistung, die eine so große Reichweite sichert, als sie nur überhaupt in Deutschland für den Bildfunk gebraucht wird.



Bildempfänger.
1 Seitengalvanometer mit links vorgesetzter Optik.
3. Motor. 15. Bildwalze.

Schreiber dieser Zeilen mitgeteilt worden ist, nur eine Frage der Zeit, daß auch andere polizeiliche Funkstationen für den Kripo-Betrieb eingerichtet werden.

Die Abb. 1 zeigt den Sender

für den Polizeibildfunk schaubildlich. Man erkennt die Walze, die sich dreht und dabei langsam mittels Spindel und Schraubenmutter seitlich verschoben wird. Ihre Einrichtung ist hinlänglich bekannt, und auch betreffs der optischen Einrichtung genügt ein kurzer Hinweis. Die durch eine Linse gesammelte Strahlung einer Leuchte fällt fast punktförmig auf die Walze mit



Prof. Korn (rechts) am Apparat

ausschließlich um Schwarz-Weiß-Bilder, also um solche, bei denen jede Stelle entweder rein schwarz oder rein weiß ist. Es müssen daher Photographien von Personen usw. erst mittels eines Strichrasters in Bilder verwandelt werden, die lediglich aus breiten und schmalen senkrechten schwarzen Strichen auf weißem Grunde bestehen. Betrachtet man irgendein

kein Hindernis für sie darstellt. Die Strahlen gelangen dann hinter den Öffnungen auf eine Linse, die das Licht in Form eines breiten Bandes auf einen vor der Walze liegenden Schlitz schickt, nach dessen Durchdringung die neuerdings gesammelte Strahlung ein Flächenelement

Bislang mußte man alles Bildliche für den Erkennungsdienst in vervielfältigten Photos herumschicken, was natürlich selbst bei rascher Postbeförderung geraume Zeit in Anspruch nahm. Der Krijo vermag weit rascher zu arbeiten! Originale im Ausmaß von 13×18 lassen sich in zwei bis drei Minuten abspielen; etwa 150 Sekunden nach Beginn des Abspielens ist

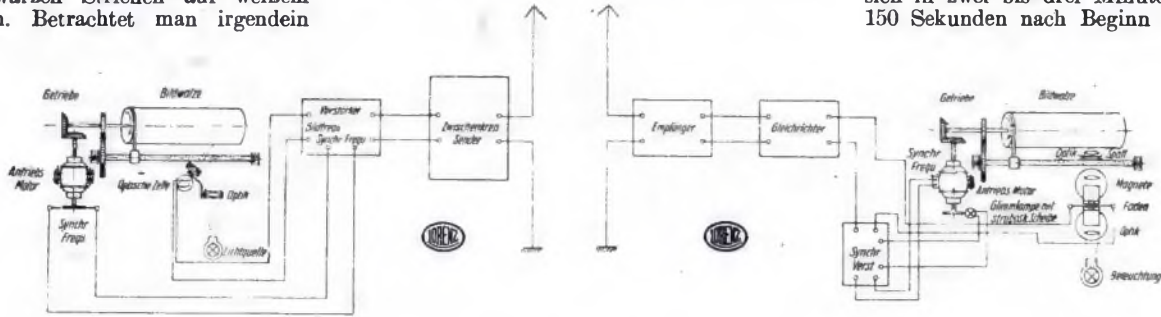


Abb. 1 und 2. Sender und Empfänger des Polizeibildfunka.

Porträt, das durch den Betrieb des polizeilichen Bildfunks gegangen ist, so bemerkt man auch deutlich, daß man kein getöntes, sondern eben nur ein schwarz-weißes Bild vor sich hat. Es ist auch leicht verständlich, welchen Vorteil die Beschränkung auf Bilder hat, die nicht zahllose verschieden helle Stellen aufweisen. Die Aufgabe der Übertragung wird dadurch sozusagen grobzügiger, und kleine Amplitudenschwankungen, die beim Übertragen echter Photos als Störungen auftreten können, spielen hier nur eine geringe Rolle. Beim Polizeifunk werden Bilder bis zum Ausmaß von 13 mal 18 cm übertragen.

Beim Abspielen der Bilder macht die Walze in der Sekunde drei Umdrehungen; sie rückt bei jeder um 0,25 mm vor. Der Lichtpunkt umfaßt nur $\frac{1}{16}$ mm², wobei in der Sekunde 2400 Bildelemente getastet und übertragen werden. Die Photozelle steht über einen Verstärker und einen Zwischenkreissender mit der Antenne in Verbindung; die Anlage ist so eingestellt, daß ein weißer Punkt bei dessen Rückstrahlung die Zelle stark anspricht, gleichmäßige und kräftige elektrische Wellen auslöst, während beim Abspielen eines schwarzen Punktes überhaupt keine Wellen vom Sender geliefert werden.

Wenden wir uns jetzt dem in Abb. 2 skizzierten

Empfänger

zu.

Auch hier erübrigt es sich, bei der Walzeinrichtung zu verweilen. Betrachtenswert ist dagegen das von Professor Korn angewendete Saitengalvanometer und dessen Dienst. Die beiden kleinen Kreise rechts bedeuten die Pole eines ständig erregten Elektromagneten, der zwei viereckige Polschuhe trägt. Diese letzteren haben nun an den einander zugekehrten Seiten zwei brettchenartige, emporrage Ansätze, und in diesen befinden sich zwei gleiche, einander gegenüberliegende Fensterchen, durch welche Licht fallen kann. Wie man aus der Skizze sieht, ist weiter ein Draht als feiner Faden zwischen den Fenstern ausgespannt. In der „Arbeitslage“ verläuft dieser zwischen den Fenstermittelpunkten; er nimmt dabei also eine Mittellage ein. In der „Ruhelage“ liegt er etwas höher; er befindet sich dann in der Hochlage.

Ankommende elektrische Wellen gelangen auf einem leicht zu verfolgenden Wege über Antenne, Empfänger und Gleichrichter zum Draht des Saitengalvanometers, wodurch dieser in dem magnetischen Felde zwischen den Polschuhen so verschoben wird, daß er aus der Hochlage in die Mittellage übergeht.

Jetzt wird sich leicht die Übertragung eines schwarzen und eines weißen Punktes verstehen lassen. Beim Abspielen eines schwarzen Punktes gehen also gar keine Wellen zum Empfänger, und der Galvanometerfaden bleibt in seiner normalen Hochlage. Nun sieht man rechts unten auf der Abbildung eine Lampe, und die gestrichelten Linien lassen das Bestreben ihres Lichtes erkennen, durch die beiden Öffnungen mitten hindurchzuschlüpfen. Das ist ihnen jetzt auch völlig möglich, da der hoch liegende Draht

von $\frac{1}{16}$ mm² Größe beleuchtet. Die Walze ist mit lichtempfindlichem Papier bespannt, das sich an der betreffenden Stelle schwärzt, so daß also der schwarze Originalpunkt wieder in Schwarz abgebildet wird. Wird dagegen ein weißer Punkt im Sender abgetastet, so drängen die ausgesendeten Wellen den Faden in die Mittellage hinab, und es kann darum kein Licht durch die Mittelpunkte der Fenster gehen. Da aber der erwähnte Schlitz nur dann beleuchtet werden kann, wenn das Licht freie Bahn in der Mittelhöhe der Öffnungen hat, so findet jetzt keine Belichtung der Walze statt und das Papier bleibt an der betreffenden Stelle weiß. Drehen sich also die Walzen mit der nötigen Übereinstimmung, so entsteht im Empfänger nach und nach ein schwarz-weißes Positivbild.

Werfen wir nun einen kurzen Blick auf die Einrichtung zum Synchronisieren.

In Abb. 1 sieht man, daß auf der Antriebsmotor-Welle ein Unterbrecher sitzt; dieser löst in der Sekunde 1000 kleine Wellenimpulse aus. Sie lagern sich dem für die Bildübertragung bestimmten Wellenspiel über, stören dieses jedoch bei ihrer verhältnismäßig geringen Stärke nicht. Die Synchronisierungsvorgänge im Empfänger sind in Abb. 2 nur angedeutet. Die betreffenden Frequenzen werden dort durch eine Siebkette aus den Bildfrequenzen herausgefiltert, um dann wirksam zu werden. Zu diesem Zweck ist auf der Achse des Empfängsmotors ein — nicht abgebildeter — Wechselstrom-Generator angebracht, der irgendeine Frequenz F_1 erzeugt. Nun wird der Wicklung dieses Stromerzeugers auch noch die Synchronisierungsfrequenz F_2 zugeführt. Wenn dann bei einer bestimmten erreichten Drehzahl der Achse F_1 und F_2 übereinstimmen, so tritt ein Gleichlaufeffekt auf, der den Synchronismus zwischen Sender und Empfänger sichert. Zur Prüfung des Laufes der Empfängermaschine wird die bekannte stroboskopische Methode angewendet, wobei auf einer Scheibe umlaufende Striche festzuliegen scheinen, wenn die nötige Übereinstimmung vorhanden ist. Bei einer anderen Methode findet eine „örtliche“ Synchronisierung statt. Dabei schwingt auf den beiden Stationen je eine Stimmgabel mit einer bestimmten Frequenz f ; es halten dann die beiderseitigen Schwingungen das Tempo des Sendemotors und des Empfängsmotors in Übereinstimmung.

Die übermittelten Fahndungsbilder stellen im allgemeinen Dreierlei vor. Rechts zeigt sich ein reichlich vergrößerter Fingerabdruck; links ist das Bild der gesuchten Person zu sehen; unten kann man einen Text lesen, der die nötigen Weisungen und Beschreibungen enthält, die ebenfalls mit elektrischen Wellen übertragen werden. Handelt es sich um einen „alten Bekannten“, so wird sich im Verbrecheralbum schnell ein Abdruck und ein Photo finden, ein Fingerabdruck kann auch am Tatort sichtbar gemacht werden, wenn man eine kritische Stelle mit einem bestimmten Pulver bestreut.

ein Bild von einer Stelle Deutschlands nach beliebig vielen anderen deutschen Plätzen fertig übertragen. H. Bourquin.

Achtung! Netzanschluß!

„Nichtbeachtung dieser Vorschriften wird mit Gefängnis nicht unter 2 Monaten bestraft.“ D. Schriftlgt.

Daß man einen Lichtnetzempfänger nicht an die Gasleitung anschließen kann, sondern daß man elektrischen Strom zu seinem Betrieb braucht, genau wie zum Staubsauger, dürfte jeder wissen. Daß man aber ein Gleichstromgerät nicht an die Wechselstromleitung anschließen darf, ist weniger bekannt. Und dabei ist es viel wichtiger.

Ein Lichtnetzempfänger kostet 89.50 Mark. Oder 120.—. Oder 200.—. Also einen netten Betrag, den man nicht ausgibt, ohne sich die Sache reiflich zu überlegen. Ehe Sie das Gerät kaufen, tun Sie bitte ein übriges und sehen Sie auf dem Zähler Ihrer Lichtleitung nach, ob Sie Gleich- oder Wechselstrom und 110, 125 oder 220 Volt oder noch eine andere Spannung haben. Die Amperes interessieren hier nicht. Und nur für die Stromart und für die Spannung, die auf Ihrem Zähler steht, kaufen Sie das Gerät. Ein nicht passendes ist beinahe lebensgefährlich!

Eine Gleichstrom-Netz-anode ist kein Platt-eisen. Sie können es nicht so ohne weiteres kaufen und anschließen, sondern müßten zunächst in die Erd- und Antennenleitung Ihres Empfängers Schutzkondensatoren und vor die Lautsprecherklemmen einen Ausgangstransformator einbauen lassen.

Gleichstrom-Netzanschlußgeräte kaufe man nur auf Grund einer Vorführung im eigenen Heim am eigenen Empfänger. Es kann vorkommen, daß der Plusleiter des Netzes geerdet ist; dann kann man manchmal mit dem besten Gerät keinen Empfang bekommen.

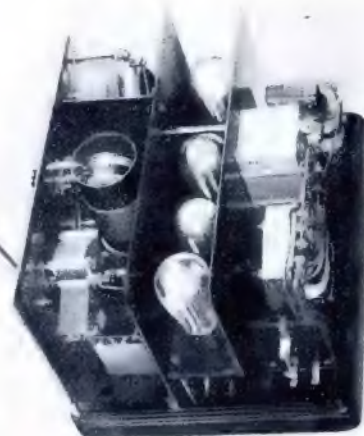
Schließt man das neugekaufte Netzgerät an, und gibt es dann einen Knack im Lautsprecher, und darauf ist es aus bzw. ganz leise, so drehe man einmal an der Stellvorrichtung des Lautsprechers. Durch das Netzanschlußgerät bekommt die Endröhre oft eine bedeutend höhere Anodenspannung, der Lautsprecher eine entsprechend stärkere Vormagnetisierung, und die Folge ist, daß sich der Anker an die Polschuhe legt. Neueinstellen beseitigt das Übel.

E. Schwandt.

(Fortsetzung folgt).

Rechts:
Siemens-3-Röhren-Gerät
Preis einschl. Röhren RM 247.50

Unten:
„Standard 3“, 3-Röhren-Empfänger
der Staßfurter Licht- und Kraftwerke
Preis einschl. Röhren RM 292.50



Oben:
„Tefagon 4“, 3-Röhren-Gerät von Tefag
Preis einschl. Röhren RM. 247.50

Links:
Siemens-Protos-Nutzempfänger
mit eingebautem Lautsprecher
Preis einschl. Röhren RM 297.50



„Elektro“ von Monette, 2 Röhren



Blaupunkt-Bezirksnetzstation, 2 Röhren
mit eingebautem Lautsprecher
Preis einschl. Röhren RM. 165.50



Kramolin-Empfänger, Modell 55,
2 Röhren, Preis einschl. Röhren
RM. 128.50
Modell 56, 3 Röhren, Preis einschl.
Röhren RM. 177.50



„Geatron 3 W“
3-Röhren-Gerät der A.E.G.
Preis einschl. Röhren RM. 198.—

Neufeld & Kuhnke, der kleine Ortsempfänger,
2 Röhren RM 148.—
mit Röhren

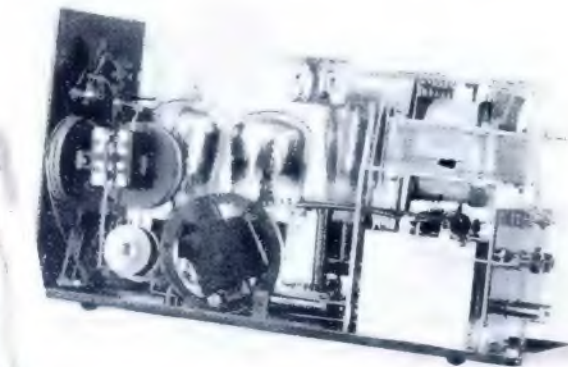


Oben:
„Arcolette 3 W“ von Telefunken,
3-Röhren-Empfänger
Preis einschl. Röhren RM. 194.—

Links:
Telefunken 1Q und kleines Netz-
anschlußgerät W von Telefunken
Preis komplett RM. 136.—



Nora-3-Röhren-Empfänger,
Preis einschl. Röhren RM. 185.—



Wechselstrom-Netzempfänger

(BILDER SIEHE AUCH DIE VORIGE SEITE)

mit zwei und drei Röhren

Wir haben schon neulich, als wir die Gleichstromnetzempfänger mit zwei und drei Röhren besprachen¹⁾, darauf hingewiesen, daß die Auswahl an entsprechenden Geräten für Wechselstromnetzanschluß größer ist als für Gleichstrom, wir haben auch die Gründe dafür angegeben und in Summa festgestellt, daß die Forderung, einen Empfänger an Gleichstromnetze anzuschließen, zu ihrer Erfüllung die Überwindung erheblicher Schwierigkeiten seitens der herstellenden Firmen nötig machte.

Aber auch der Wechselstromnetzanschluß macht Schwierigkeiten und besitzt Nachteile. Zwar gelingt es hier leicht, Empfänger zu bauen, die mit einem Minimum an Stromkosten arbeiten, weil sich Wechselstrom in jede

kerröhre, wie wir sie von Batteriegeräten her kennen. Die oben erwähnten netzgeheizten Röhren erreichen heute ebenfalls in ihrer Lebensdauer die batteriegeheizten und das — wie von Telefunken angegeben — sogar bei einer Überheizung um + 100%. Da die Röhren auch um — 10% unterheizt werden dürfen, ohne an Leistung einzubüßen, so darf das Wechselstromnetz in seiner Spannung um 20% insgesamt schwanken, bis es für die Röhren bedenklich wird. So starke Schwankungen sind jedoch eine Seltenheit.

Ein wesentlicher Bestandteil eines jeden Wechselstromnetzempfängers, von dem wir indirekt oben schon gesprochen haben, ist der

Transformator,

eben jener Apparat, dem die Aufgabe zufällt, aus der vorhandenen Netzspannung die für den Betrieb der Verstärkeröhren benötigten hohen Anoden- und verhältnismäßig niedrigen Heizspannungen herzustellen. Da die Spannungen nach Belieben gewählt werden können, je nach der Windungszahl der auf dem Transformator aufgebrauchten Wicklung, so sind heute fast alle Wechselstromnetzempfänger mit einer einfachen, das Gerät kaum irgendwie verteuernden Umschaltvorrichtung versehen, die es gestattet, jeden Wechselstromempfänger zum

Seibt-2-Röhren-Gerät mit eingebautem Lautsprecher.
Preis einschl. Röhren Mk. 259.—

„Über Land u. Mehr“, 2-Röhren-Empfänger mit Röhren Mk. 193.50



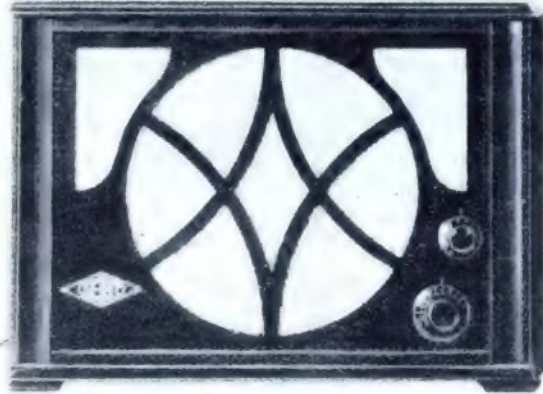
Spannung verlustlos umformen und somit sowohl auf die verlangten hohen Anodenspannungen wie auf die niederen Heizspannungen für die Röhren bringen läßt; dagegen sind Wechselstrom-Netzempfänger komplizierter und damit auch teurer als Gleichstromnetzgeräte.

Das auffallendste Kennzeichen aller Netzgeräte ist

die Gleichrichterröhre,

ein rein äußerlich den bekannten Verstärkeröhren sehr ähnlicher Glaskörper mit Sockel; die Gleichrichterröhre hat nicht die Aufgabe zu verstärken, sondern nur die, den Wechselstrom in Gleichstrom umzuformen. Verstärkeröhren können nämlich nur Gleichstrom verarbeiten; das gilt sowohl für den Anodenstrom wie für den Heizstrom. Beim Heizstrom muß allerdings eine Einschränkung insofern gemacht werden, als es der Industrie gelungen ist, Röhren zu schaffen, die direkt mit Wechselstrom geheizt werden können (direkt oder indirekt geheizte Wechselstromröhren) und die trotzdem völlig ruhig arbeiten, d. h. kein Brummgeräusch im Kopfhörer oder gar im Lautsprecher auftreten lassen. Die letzte Röhre eines jeden Gerätes kann sogar eine normale Röhre sein, wie sie sonst nur in Batteriegeräten verwendet wird; sie wird trotzdem störungsfrei arbeiten, da die auftretenden schwachen Brummgeräusche in der letzten Stufe ja nicht mehr weiter verstärkt und jedenfalls von der überwiegenden Lautstärke der Musik oder Sprache im Lautsprecher völlig zugedeckt werden.

Die Gleichrichterröhre ist sowohl bei den Anschaffungskosten, wie bei den Betriebskosten mit in Rücksicht zu ziehen. Es ist ja klar, daß auch eine Gleichrichterröhre nur beschränkte Lebensdauer haben kann und gelegentlich durch eine neue ersetzt werden muß. Die Lebensdauer entspricht etwa der einer normalen Verstär-



Anschluß an jede der gebräuchlichen Netzspannungen einzurichten. Man heißt das „Umschaltbarkeit auf verschiedene Netzspannungen“. Übereinstimmend besitzen außerdem fast alle Netzempfänger irgendwo eine Schraube, die mit Schraubenzieher zu bedienen ist, oder einen Knopf, durch dessen Drehung man etwa auftretende restliche Brummgeräusche auf ein Minimum reduzieren kann. Diese Einstellung braucht nur bei der erstmaligen Aufstellung des Gerätes vorgenommen zu werden; sie bleibt dann dauernd ungeändert.

Das Äußere der Netzempfänger ist häufig dem der Gleichstromnetzempfänger vollkommen gleich. Die meisten Firmen bauen in dasselbe Gehäuse entweder Gleichstromnetzempfänger oder Wechselstromnetzempfänger ein, so Neufeldt & Kuhnke bei seinem „kleinen Netzempfänger“ und seinem „Überland- und Mehr“-Empfänger, bei welchem die Gleichrichterröhre den Platz einnimmt, den beim Gleichstromgerät die Vorschaltlampe inne hat. Auch der Teleg-Wechselstrom-Netzempfänger entspricht äußerlich genau dem Gleichstromempfänger. Nur im Innern ist ein Unterschied zu erkennen; der Wechselstromempfänger besitzt 4 Röhren (einschl. der Gleichrichterröhre) statt

3 beim Gleichstromempfänger (siehe Photo). Billige Geräte sind unter anderen der Zweiröhrenempfänger von Huth M. 89.50 und Fernfunk M. 154.50. Nora, eine Firma, die sich ebenfalls durch besondere Preiswürdigkeit bei sehr guten Leistungen auszeichnet, liefert sowohl einen Zwei- wie einen Dreiröhren-Wechselstromempfänger, den letzteren in der bekannten typischen Form mit gemusterter Troilitplatte. (Preis komplett 144.70 bzw. 175.70.) Da das Äußere die Apparate nicht einwandfrei kennzeichnet, tut man also gut daran, vor Anschluß eines Netzempfängers noch einmal das Firmenschild, das am Apparat angebracht ist, zu überlesen.

Andere Firmen vergrößern ihre für Batterieempfänger geschaffene Gehäuse nach hinten oder nach der Seite und bringen dort den Wechselstromnetzanschlußteil unter. So Telefunken mit seiner Arcolette 3 W.

Auch Wechselstromnetzempfänger werden vom Publikum gerne als komplette Stationen mit eingebautem Lautsprecher gekauft. Diesem Wunsche kommen Blaupunkt, Seibt und Siemens & Halske entgegen. Während die beiden ersten ihre Station in der gleichen Ausführung (siehe oben) auch für Gleichstromnetzanschluß liefern, hat Siemens & Halske seinen Dreiröhren-Protosnetzempfänger nur für Wechselstromnetzanschluß geschaffen. Letzteres Gerät ist außerordentlich beliebt.

Auch andere Firmen beschränken sich beim Bau von Netzempfängern auf Wechselstromnetzanschluß. Wir nennen hier Koch & Sterzel (diese Firma soll allerdings demnächst auch für Gleichstrom Empfänger herausbringen), Staßfurter Licht- & Kraftwerke, Lumophon & Monette.

In diesem Zusammenhange müssen wir noch auf eine besondere Art von Geräten aufmerksam machen, die unter dem Namen „Alternativ-Geräte“ bekannt geworden sind. Ursprünglich hatte Telefunken einige seiner Geräte so gebaut, daß sie sowohl für Batteriebetrieb verwendet werden, wie später, nach Hinzukauf eines besonderen Netzanschlußgerätes und besonderer Röhren, auch für Voll-Wechselstromnetzanschluß hergerichtet werden konnten. Einer der bekanntesten Vertreter ist der Telefunken 10. Andere Firmen folgten dem Beispiel, in größerem Umfange vor allem Lumophon mit seiner ganzen Apparat-Serie. *kw.*

Der Lautsprecher am Klavier. Wenn man einen Lautsprecher, der Klaviermusik überträgt, in die Nähe eines Klaviers bringt, so kann man die Töne besonders klar und schön hören. Man mag dazu den Lautsprecher oben auf den geschlossenen Deckel des Instrumentes stellen, oder man öffnet den Deckel und ordnet den Lautsprecher so an, daß seine Schallwellen den Klaviersaiten möglichst unmittelbar zuströmen können. Gibt der Lautsprecher nun beispielsweise ein a, so wird die betreffende a-Saite im Klavier leise mitschwingen, und es entstehen dabei alle Obertöne, die zu diesem a des Klaviers gehören. Liefert also der Lautsprecher diese nicht oder nicht ausreichend, so bieten die Klaviersaiten einen Ersatz, und man wird — wenigstens in der Nähe des Instrumentes — den Ton so hören, wie er beim Spielen auf einem Instrument vernommen werden will. *H. B.*

Ein bequemer Radio-Wegweiser für Flugzeuge. Wenn Flugzeuge auf ihrem Wege zum Ziel durch elektrische Wellen geleitet werden sollen, so strömen von einem Turm an der Endstation elektrische Wellen aus, und der Pilot pflegt dann mittels eines Kopfhörers aus dem Unterschied der beiderseitigen Geräusche zu ermitteln, ob er die rechte Richtung inne hat, bezüglich wie er sie wieder finden kann. Es ist nun für den Zweck der Richtungsbestimmung eine bequemere Einrichtung erfunden worden. Der Pilot hat dabei dicht vor dem Gesicht einen kleinen, auf einem Stab montierten Zeigerapparat, der seinem Auge deutlich Weisung betreffs der Fahrtrichtung gibt, indem der Zeiger nach der einen oder anderen Seite ausschlägt, wenn der Kurs geändert werden muß. Auf diese Art wird der Flieger vollständig unabhängig von jedem Störgeräusch, und seine Orientierung kann bequem und angenehm erfolgen. *H. B.*

Heize mit Hochfrequenz!

„HEIZ-STROM AUS DEM GLEICH-STROMNETZ OHNE LEITENDE VERBINDUNG?“

Die meisten der Leser werden das wohl für eine glatte Unmöglichkeit halten. Man wird sagen: Bei Wechselstrom kann ich die Röhren ohne leitende Verbindung mit dem Netz betreiben, weil man hier ja im Anschlußtransformator eine Vorrichtung besitzt, die von der Primär- auf die Sekundärseite Energie überführt, aber keine leitende Verbindung zwischen Heizkreis und dem Lichtnetz herstellt. Wollen wir, wie wir es seither gewohnt waren, unsere Röhren aus dem Gleichstromnetz heizen, so müßten wir die sogenannte Restspannung, hier 106 oder 216 Volt mal dem Heizstrom, also eine ganz ansehnliche Leistung nutzlos in Vorschaltwiderständen vernichten!

Außer diesem Nachteil müssen wir noch mit

der Möglichkeit von Beschädigungen usw. rechnen, weil wir ja die volle Netzspannung in die Apparatur einbringen. Der V.D.E. hat sich aus diesem Grunde nicht dazu verstehen können, gesonderte Netzanschlußgeräte zum Anschluß an Gleichstromnetze für die Industrie freizugeben, sondern er hat lediglich seine Einwilligung erklärt, wenn es sich um einen organischen Zusammenbau von Empfänger und Netzanschlußgerät handelt. Nur dann lassen sich Schädigungen auf jeden Fall vermeiden, weil eine Kontrolle dafür besteht, daß zwischen Antenne und Apparat einerseits und zwischen Apparat und Erde andererseits durchschlags-sichere Blockkondensatoren fest eingebaut sind und daß die Lautsprecherleitung über einen

Ausgangstransformator angeschlossen ist. Dieser Sachlage entsprechend hat es denn auch nicht an Versuchen gefehlt, Netzanschlußgeräte — insbesondere für die Entnahme des Heizstromes — zu entwickeln, welche die erwähnten Schwierigkeiten vermeiden. Wir wollen im folgenden zwei Konstruktionen kennenlernen, die deshalb außerordentlich interessant sind, weil sie eine Heizung der Empfängerröhren gestatten, ohne daß der Heizkreis leitend mit dem Lichtnetz verbunden ist!

Die eine Ausführungsform arbeitet nach dem sog.

thermo-elektrischen Prinzip.

Thermoelemente, also die Lötstellen zwischen einem edlen und einem unedlen Metall, werden mittels des Lichtstromes auf der einen Seite kräftig erwärmt, auf der anderen Seite durch die umgebende Luft gekühlt. Der dabei entstehende Strom ist ein reiner Gleichstrom, die Spannung der Thermoelemente aber so niedrig, daß man eine ganze Batterie von solchen Elementen verwenden und in Serie schalten muß, um die gewünschte Heizspannung zu erzielen. Eine leitende Verbindung zwischen Lichtnetz und dem Heizkreis besteht bei diesem Verfahren nicht, weil ja die Energie in Gestalt von Wärme übergeleitet wird. So werden auch alle Störungen die dem Gleichstrom des Lichtnetzes in Gestalt von Wechselstromkomponenten überlagert sind, vom Heizkreis ferngehalten. Weil es lediglich auf die Wärmewirkung des Netzstromes ankommt, so kann zur Beheizung der Thermoelemente selbstverständlich auch Wechselstrom benutzt werden.

Man könnte diesen Ausführungen zufolge nun glauben, wir besäßen in einer derartigen Anordnung ein ideales Mittel zur Netzbeheizung unserer Empfangsgeräte! In Wirklichkeit ist dem aber nicht so. Der Anschaffungspreis von solchen Heizgeräten bewegt sich um RM. 50.— bis 60.—, der Wirkungsgrad ist außerordentlich schlecht! Bei einer Gleichstrom-Abgabe von etwa 2 Watt beträgt die erforderliche Heizleistung, die dem Lichtnetz entnommen wird, rund 500 Watt! Im Durchschnitt stellt sich demnach die Betriebsstunde auf rund 20 Pfennige; bei täglich 3 Stunden macht dies im Monat RM. 18.—! Ein zweizelliger Akkumulator von mittlerer Größe stellt sich auf etwa RM. 20.— in der Anschaffung, seine Aufladung kostet pro Monat vielleicht RM. 1.50, wenn wir dies nicht selbst für viel weniger durchführen wollen, indem wir die Batterie bei Gleichstromnetzen unseren Verbrauchern vorschalten oder bei Wechselstrom einen Heimplader benutzen. Noch einen bedeutenden Nachteil besitzen die thermo-elektrischen Anordnungen: Nach Anschluß an die Lichtleitung dauert es einige Minuten, bis das Gerät die volle Heizleistung liefert. Man wird nicht immer in der Lage sein oder auch daran denken, rechtzeitig einzuschalten.

Die andere Anordnung, die wir heute kennenlernen wollen, erscheint zweckmäßiger! Hier wird zur Beheizung der Empfängerröhren —

Hochfrequenzenergie

benutzt, die von einer an das Gleichstromlichtnetz angeschalteten Vorrichtung geliefert wird. Die diesem Verfahren zugrunde liegenden Überlegungen sind die folgenden: Wenn man den Heizakkumulator einmal durch einen an das Wechselstromnetz angeschlossenen Klingeltransformator ersetzt, dann beobachtet man wohl,

! IHR LAUTSPRECHEREMPFÄNG! VERBESSERUNGS-BEDÜRFTIG ■ EINE ERGÄNZUNG ■ VERBESSERUNGS-FÄHIG. ZU DEM AUFSATZ IN HEFT NO 14

Es ist den wenigsten Funkfreunden bekannt, daß es sehr unwirtschaftlich ist, sich für ein Mehrrohrengerät eine 90- oder 120-Volt-Anodenbatterie zu kaufen. Wie man wirtschaftlicher arbeitet, das sollen die nachfolgenden Zeilen erhellen.

Bei den meisten Mehrrohrenempfängern brauchen die einzelnen Röhren bzw. Stufen verschiedene Anodenspannungen. So finden wir beispielsweise bei einem Drei-Röhren-Empfänger meist die Vorschrift für eine Anodenspannung von 40—60 Volt, 70 Volt und für die Endverstärkung 90 bis 100 Volt. Das bedeutet, daß für alle drei Röhren zunächst einmal die Spannung von 0—60 Volt in Anspruch genommen wird, bis zu 70 Volt indessen nur von zweien und schließlich von 70 bis 90 Volt

einen 120-Volt-Batterie zwei à 60 Volt und koppelt sie, wie unten dargestellt, zusammen. Ist nun der untere Teil verbraucht, so bedarf es nur der Neuanschaffung einer 60-Volt-Batterie, die man mit dem noch brauchbaren Ober- teil zusammenkoppelt. Ist nun einmal der Ober- teil aufgebraucht, so nimmt man den bisherigen unteren Teil an seine Stelle und ersetzt den Unterteil, so daß also die neue Batterie immer unterer Teil wird, weil ja hier die Belastung stärker ist. Man kann aber noch in anderer Beziehung sparsam sein. In den meisten Fällen wird vorgeschrieben, die Gittervorspannung von der Anodenbatterie abzunehmen. Der Strombedarf hierfür ist aber so gering, daß auch dieser Teil meist noch nicht völlig verbraucht ist, wenn der übrige Teil bereits den



Ein Vorschlag, wie man bei Mehrrohrengeräten trotz hoher Anodenspannungen sehr wirtschaftlich arbeiten kann

nur von einer Röhre. Die Belastung einer 90-Volt-Batterie ist also im unteren Teile so groß, daß sie in diesem schon verbraucht ist, während der obere Teil noch brauchbar ist. Noch unwirtschaftlicher ist die Sache dort, wo als Endspannung 120 Volt verlangt werden. Es bleibt einem nichts weiter übrig, als auf den noch brauchbaren „Oberteil“ zu verzichten und eine neue Batterie zu kaufen, um dann später wieder einige 20 noch brauchbare Volt wegzwerfen. Rechnet man den Jahresbedarf zusammen, so hat man unter Umständen in einem Jahre ca. 90 Volt unverbraucht in die Aschegrube oder sonstwohin geworfen. Hiergegen gibt es ein sehr einfaches Mittel. Angenommen, es wird eine Endspannung von 100 bis 120 Volt verlangt, so kauft man sich statt der

Dienst versagt. Auch hier wirft man dann zwangsläufig einige noch nicht völlig verbrauchte Volt weg, während man besser fahren würde, wenn hierfür eine besondere Vorspannbatterie, wie sie ja im Handel erhältlich sind, Verwendung finden würde. Handelt es sich nur um eine Gittervorspannung von 4,5 Volt, so genügt schon eine Taschenlampenbatterie¹⁾, deren langer Streifen minus und der kurze plus ist. Wird nur eine Endspannung von 90 Volt verlangt, so erleidet vorstehend Gesagtes insofern eine Änderung, als an Stelle von zwei 120-Volt-Batterien eine mit 60 und eine mit 30 Volt zusammengekoppelt werden.

Mendelsohn.

¹⁾ Vorauszusetzen ist dabei allerdings größte La-gefähigkeit des gewählten Fabrikats. (D. Schriftltg.)

daß die Röhren normal brennen, aber gleichzeitig hören wir im Lautsprecher ein metallisches Dröhnen und Brummen, das jeden Emp-

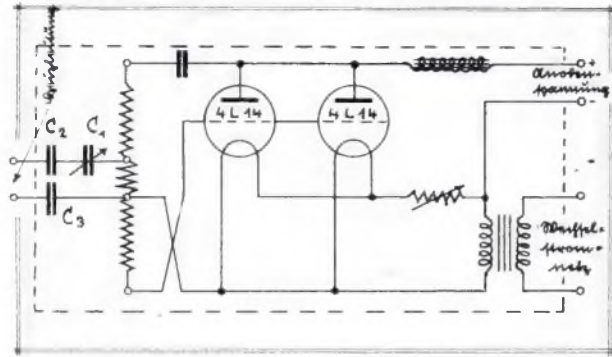


Abb. 1 Eine Dreipunktschaltung eignet sich zur Heizung der Verstärkerröhren mit Hochfrequenz

fang unmöglich macht. Es ist der 50-periodische Wechselstrom-Ton. Steigert man auf irgendeine Weise die Frequenz dieses Wechselstromes, dann geht damit auch die Tonhöhe hinauf; oberhalb von etwa 20 000 Perioden (20 KHz.) verschwindet der Ton, weil dann die Hörbarkeitsgrenze unseres Ohres überschritten ist!

Diesen Umstand benutzen wir bei der Beheizung mit Hochfrequenzenergie. Die Erzeugung dieser Energie geschieht in einfacher Weise mittels einer oder zweier parallelgeschalteter Röhren in einer Rückkopplungsanordnung, hier meist der Dreipunktschaltung. Abb. 1 zeigt uns eine derartige Schaltung. Die Beheizung der beiden Schwingröhren erfolgt mittels eines Transformators aus dem Wechselstromnetz. Zur Speisung der Anoden muß ja bekanntlich Gleichstrom verwandt werden, der evtl. durch

eine Netzanode geliefert werden könnte. Der im Anodenkreis schwingenden Energie wird ein Teil mittels der im Schema dick ausgezogenen Windungen zur Beheizung der Empfängerröhren entnommen. Um mit größtmöglicher Energie arbeiten zu können, muß man den Heizkreis mittels des Drehkondensators C 1 auf Resonanz bringen. Zur Sicherung gegen alle Zufälligkeiten werden wir in die Heizleitung noch zwei durchschlagsichere Blockkondensatoren von etwa 2 MF. einlegen. Da es sich bei dem Heizstrom um Wechselstrom mit einer hohen Frequenz handelt, können wir dies ja ohne weiteres tun. Insbesondere wird man zu dieser Maßnahme greifen, wenn die beschriebene Anordnung nicht mit Wechselstrom, sondern

mit Netzgleichstrom arbeiten soll. Der Heizkreis ist also galvanisch vollkommen vom Lichtnetz getrennt! (Außerdem ist ein Störgeräusch, hervorgerufen durch Heizung der Verstärkerröhren aus dem Netz, völlig unmöglich. D. S.)

Da es sich um Hochfrequenz handelt, können wir die Heizspannung nicht mit den üblichen Meßinstrumenten, sondern nur mit Hitzdrahtmeßgeräten messen. In den meisten Fällen wird man sich jedoch damit begnügen, den Grad der Beheizung mit dem Auge zu prüfen, was bei unverspiegelten Röhren, wie sie z. B. die Firma TE KA DE liefert, ohne weiteres möglich ist.

Eine nach diesem Prinzip arbeitende Aufmachung für Gleichstromnetze wurde m. W. erstmalig auf der diesjährigen Frühjahrsmesse in Leipzig gezeigt. Es handelt sich um den bereits best eingeführten „Generator“ der Firma

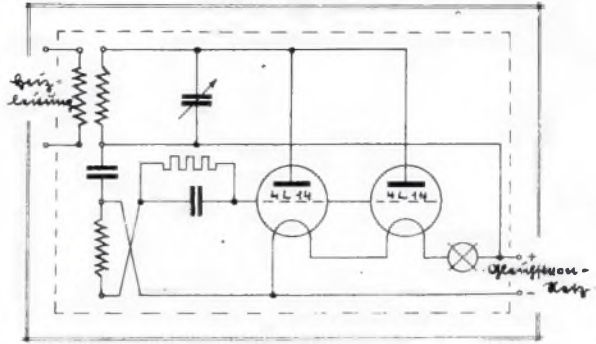
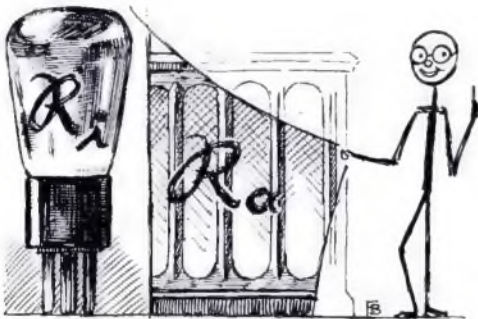


Abb. 2 Die Schaltung des „Generator“ der Elektro-Triumph, Berlin

Elektro-Triumph, Berlin. Dieser Apparat liefert einen einstellbaren Heizstrom von max. 0,65 Amp.; gleichzeitig gibt das Gerät noch Anodenspannung und Gittervorspannung ab. In Abb. 2 sehen wir das Schaltschema, wenigstens soweit es sich um die Anordnung zur Schaffung des Heizstromes handelt. Die beiden parallelgeschalteten Röhren 4L14 werden aus dem Gleichstromnetz unter Vorschaltung eines entsprechenden Widerstandes beheizt, wobei zum Zwecke der Stromersparnis die beiden Heizfäden in Serie geschaltet sind. Auch hier haben wir die Dreipunktanordnung. Die Hochfrequenzenergie bildet sich im Resonanzkreis aus, mit dem die Heizleitung des Empfangsgerätes induktiv gekoppelt ist. Am Anodenkreis der Generatorröhren liegt die volle Spannung des Gleichstromnetzes.

Aus den beschriebenen Anordnungen ersieht man, daß die Technik bemüht ist, die bei Gleichstromnetz-Heizgeräten auftretenden Schwierigkeiten zu beheben. Die Lösungen sind recht interessant und können wohl auch manchem Bastler Anregungen geben. H. Schwan.



Bei Anodengleichstrom und induktivem Dröhnen.

Zunächst die elektrische Weiche.

Sie wissen doch¹⁾: Die elektrische Weiche besteht aus einer Drossel und aus einem Kondensator (Abb. 1).

Die Drosselspule bietet dem Gleichstrom einen sehr bequemen Weg am Lautsprecher vorbei. Gleichzeitig setzt die Drosselspule dem Wechselstrom einen außerordentlich hohen Widerstand entgegen.

Der Kondensator hingegen gibt dem Wechselstrom Gelegenheit, zum Lautsprecher zu gelangen und versperrt dabei dem Gleichstrom den Weg dorthin.

Wir sehen: Der Wechselstrom, auf den es uns ja ankommt, weil er den Lautsprecher zum Sprechen und Musizieren bringt, — dieser Wechselstrom geht nach wie vor in seiner vollen Stärke durch den Lautsprecher. Der Gleichstrom dagegen, der geht nicht auch durch die Lautsprecherwindungen. Das ist ja der eigentliche Zweck der Weiche. Sie soll die Gleichstromvormagnetisierung des Lautsprecher-eisens verhindern. — Doch dies nur nebenbei. Wir brauchen uns jetzt nicht damit zu befassen, ob der Gleichstrom durch den Lautsprecher geht oder nicht. Nicht er, sondern nur der Wechselstrom setzt sich ja in Töne um.

Wir erkennen also: Die elektrische Weiche ändert nichts an der im vo-

rigen Aufsatz²⁾ auseinandergesetzten Bedeutung von Verlust- und Arbeitswiderstand. Damit ist die elektrische Weiche in diesem Zusammenhang erledigt.

Der Ausgangstransformator.

Seine Aufgaben: erstens einmal verhindert der Transformator — genau so wie die elektrische Weiche — die Vormagnetisierung des Lautsprechers (Abb. 2).

Allerdings bekommt dafür der Transformator den Anodengleichstrom zum Schlucken. Doch ist die Vormagnetisierung des Transformators lange nicht so störend, wie die des Lautspre-

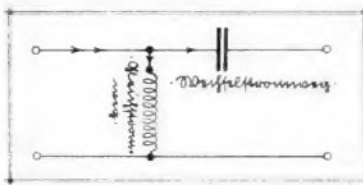


Abb. 1 Die elektrische Weiche

chers, denn das Transformatoreisen ist in dieser Beziehung viel robuster, wie Lautsprecherpole und Lautsprecherzunge.

Übrigens ließe sich die Gleichstromvormagnetisierung des Transformators genau so durch

eine vorgeschaltete Weiche verhindern, wie die Vormagnetisierung des Lautsprechers (Abb. 3).

Der Transformator hat aber noch eine zweite — wichtigere — Aufgabe: Es gibt eine Möglichkeit, den Lautsprecherwiderstand gewissermaßen willkürlich zu ändern und ihn so den übrigen Widerständen anzupassen.

Das Verhältnis der Spannungen.

Wir überlegen uns: Der Transformator hat zwei Wicklungen. Die eine Wicklung heißt Primärwicklung. Diese liegt an einer Spannung. Die andere Wicklung wird Sekundärwicklung genannt. An die Sekundärwicklung wird die Belastung angeschlossen. — Belastung — das ist in unserm Fall der Lautsprecher.

Die an die Primärwicklung angelegte Spannung überträgt sich auf die Sekundärwicklung. Diese Spannungsübertragung geschieht Windung um Windung.

Hat etwa die Primärwicklung 100 Windungen und die zugehörige Spannung 220 Volt, so überträgt jede einzelne Windung den hundertsten Teil von diesen 220 Volt. Das sind 2,2 Volt. Und jede der Sekundärwindungen nimmt auch wieder 2,2 Volt an.

Damit ist das klar geworden: Die Sekundärwicklung hat dann eine höhere bzw. kleinere Spannung, wenn sie dementsprechend die größere bzw. geringere Windungszahl aufweist.

1) Funkschau, 3. Novemberheft.

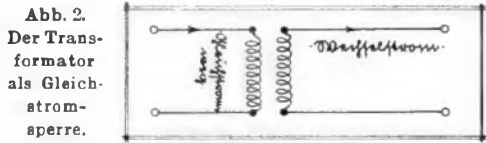
2) Funkschau, 2. Aprilheft.

Mit andern Worten heißt das: Die Spannungen verhalten sich wie die Windungszahlen. Deshalb nennt man übrigens das Verhältnis der Windungszahlen auch einfach das Übersetzungsverhältnis des Transformators.

Wir wollen auf die Widerstände kommen und kennen uns nun mit den Spannungen aus. Es fehlt also nur noch die Betrachtung der Ströme. Hiermit wollen wir uns nun befassen.

Primär- und Sekundärstrom.

Am einfachsten ist es wohl, wenn wir folgenden Umweg machen: Angenommen bei uns daheim wird die Spannung von 110 Volt auf



220 Volt umgestellt. Da, wo wir vorher eine 110-Volt-40-Watt-Lampe benutzt hatten, kommt jetzt eine 220-Volt-40-Watt-Lampe hin. Sie leuchtet ebenso hell wie ihre Vorgängerin. Watt ist aber Volt mal Ampere. Damit bei 220 Volt genau so wie bei 110 Volt 40 Watt Leistung herauskommen, muß der Strom für 220 Volt genau halb so groß sein wie für 110 Volt. Nun ist es bekannt, daß man — abgesehen von den Verlusten — überall gerade soviel an Leistung irgendwo herausbekommt, als man hineinsteckt. Wenn wir also aus einem Transformator 40 Watt herausholen, so gehen — natürlich wiederum abgesehen von den Verlusten 40 Watt in den Transformator hinein.

Ist die Spannung auf der Sekundärseite ein Zehntel so groß wie die Primärspannung, so

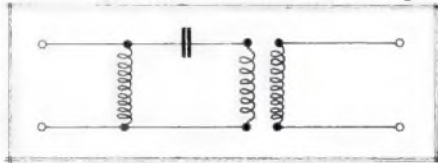


Abb. 3. Der Transformator als Weiche.

ist der Sekundärstrom zehnmal so stark wie der Primärstrom.

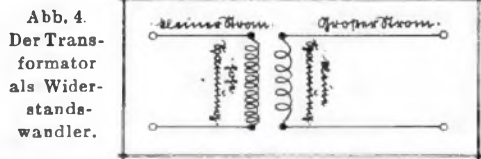
Anderes Beispiel: Übersetzungsverhältnis 1:2. Hier ist die Sekundärspannung doppelt so hoch, der Sekundärstrom halb so stark wie die entsprechenden Primärgrößen.

Die Widerstandswandlung.

Jetzt haben wir Klarheit über Spannung und Strom und können uns deshalb an die Widerstände heranwagen (Abb. 4).

Der Transformator soll nach wie vor verlustlos sein und deshalb keine Widerstände aufweisen.

Wir behalten gleich das Übersetzungsverhältnis



1:2 als Beispiel bei. Dafür ist: Die Primärspannung halb so hoch wie die Sekundärspannung, der Primärstrom doppelt so stark wie der Sekundärstrom.

Das Verhältnis zwischen Spannung und Strom wird damit auf der Primärseite ein Viertel von dem auf der Sekundärseite.

Verhältnis zwischen Spannung und Strom ist aber nichts anderes als das, was Widerstand heißt³⁾. Damit haben wir nun das Ergebnis.

Für unser Beispiel ist der Belastungswiderstand durch einen Transformator mit dem Übersetzungsverhältnis 1:2 auf $\frac{1}{2 \cdot 2} = \frac{1}{4}$ d. h. auf den vierten Teil des eigentlichen Wertes geändert worden. Haben wir sekundär nur

ein Zehntel der Primärwindungszahl (d. h. Übersetzungsverhältnis 10:1), so wird der sekundär angeschlossene Belastungswiderstand auf der Primärseite mit dem $10 \times 10 =$ hundertfachen Werte wirksam.

Wie wir aus diesen beiden Beispielen jetzt schon gesehen haben, gilt allgemein:

Auf der Primärseite wirksamer Widerstand = tatsächlicher Belastungswiderstand \times Übersetzungsverhältnis².

Das Übersetzungsverhältnis eines Transformators läßt sich prinzipiell ganz beliebig wählen. Jeder Belastungswiderstand kann demzufolge für Wechselstrom mittels eines Transformators dem Widerstand der vorangehenden Röhre beliebig angeglichen werden. — Es ist übrigens klar, daß das so nur für Wechselstrom geht. Gleichstromtransformatoren gibt es ja nicht.

Wir haben uns jetzt davon überzeugt, daß der Transformator die Widerstands Anpassung durch entsprechende Wahl des Übersetzungsverhältnisses sehr bequem gestaltet.

Eine wichtige Angelegenheit bleibt aber jetzt noch zu klären. Jeder Transformator weist nämlich Verluste auf und diese haben wir vor-

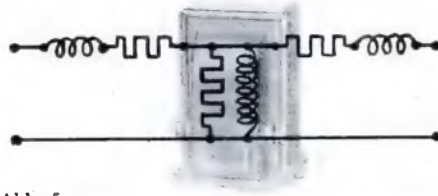


Abb. 5. Wie der Wechselstrom einen Transformator sieht.

erst ganz außer acht gelassen. Um ihnen auf die Spur zu kommen, achten wir darauf, wie der Wechselstrom den Transformator sieht.

Wir denken uns die zweite Wicklung samt den an ihr angeschlossenen Widerständen auf das Übersetzungsverhältnis 1 zu 1 umgerechnet. Durch diese Umrechnung wird erreicht, daß — abgesehen von den Verlusten — Strom und Spannung auf beiden Seiten des Transformators gleich sind.

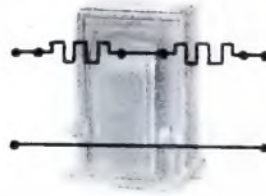


Abb. 6. Was für uns aus Abb. 1 wichtig ist.

Nun sind aber Verluste da — und diese Verluste interessieren uns.

Zunächst einmal tritt an jedem Transformator ein Spannungsabfall auf. Beide Wicklungen haben nämlich genau wie alle andern Spulen einen induktiven⁴⁾ und einen ohmschen Widerstand. Der letztere ist einfach der Gleichstromwiderstand des aufgewickelten Drahtes.

Außer Spannung geht im Transformator noch Strom verloren. Es fließt nämlich durch



Abb. 7. Noch ein Schritt weiter in der Vereinfachung.

die Primärwicklung ein Strom auch dann, wenn sekundär keine Belastung angeschaltet ist. Dieser Strom durchfließt die Widerstände der Primärwicklung und hat dabei außerdem noch die Widerstände zu überwinden, die ihm die wechselnde Magnetisierung des Transformator Eisens bietet.

⁴⁾ Siehe Funkschau, 2. Januarheft: Grundlegendes über Spulen.

Abb. 5 zeigt uns demnach, was für einen Eindruck der Wechselstrom von einem Transformator hat. Daß die Abb. 5 nur für ein Übersetzungsverhältnis von 1:1 gilt, ist hier von keiner besonderen Bedeutung, denn wir haben ja die Sekundärwiderstände entsprechend umgerechnet.

Die Abb. 5 ist uns jedoch zu kompliziert. Wir wollen uns deshalb auf das hier Wesentliche beschränken. Das sind die Gleichstromwiderstände von Primär- und Sekundärspule. Alles übrige lassen wir weg (Abb. 6).

Weil wir jetzt gerade beim Vereinfachen sind, so fassen wir die beiden eben genannten Widerstände noch zu einem einzigen zusammen (Abb. 7).

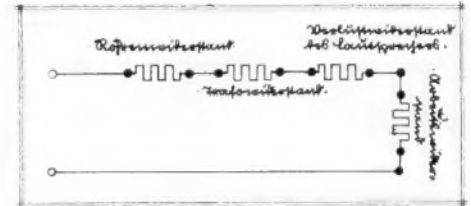


Abb. 8. Die uns wichtigen Widerstände.

Röhrenwiderstand und der eben besprochene Widerstand des Transformators (Abb. 8) zeigt diese für uns wichtigen Widerstände. Röhren-, Transformator- und Lautsprecherverlustwiderstände liegen in Abb. 8 ganz gleichberechtigt nebeneinander. Diese drei Zweige sind alle nichts anderes als Verlustwiderstände. Wir können sie deshalb in einen einzigen großen Verlustwiderstand zusammenfassen (Abb. 9). Damit nun sind wir wieder bei der gleichen Schaltung angelangt, über die das vorigemale ausgiebig die Rede war.

Die Widerstands Anpassung selbst.

Wenn zur maximalen Ausnutzung der Anodenspannung der Außenwiderstand zweimal so groß wie der Innenwiderstand zu machen ist, so heißt das jetzt für uns: Der Arbeitswiderstand des Lautsprechers soll zweimal so groß sein wie die Summe aus Röhren-, Trafo- und Lautsprecherverlustwiderstand.

Wir gehen folgendermaßen vor: Zunächst verschaffen wir uns die Widerstände von der Röhre, von dem Lautsprecher und von den Wicklungen der in Betracht gezogenen Transformatorart. Dann rechnen wir den Transformatorwiderstand bezogen auf die Primärseite aus und zählen den Röhrenwiderstand dazu. Zu dem Übersetzungsverhältnis des gewählten Transformators rechnen wir uns die Lautsprecherwiderstände auf die Primärseite um und probieren auf diese Weise mit verschie-

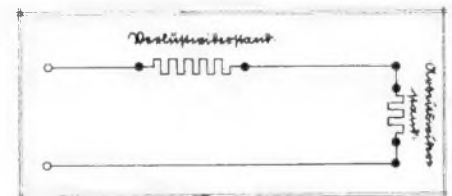


Abb. 9. Verlust- und Arbeitswiderstand.

den Transformatoren solange, bis wir das Übersetzungsverhältnis gefunden haben, das die gewünschte Widerstands Anpassung hinreichend genau ergibt. F. Bergtold.

Eine Photozelle mit flüssiger Füllung. Für das Fernsehen sind äußerst empfindliche Photozellen erforderlich, die schnell auf die geringsten Lichtwechsel ansprechen. Neuerdings ist nun eine Zelle herausgebracht worden, die mit einer grünlichen Flüssigkeit gefüllt ist, und die einer großen Radioröhre ähnlich sieht. Nach dem „Scientific American“ soll sie so empfindlich sein, „daß ihre Leitungsfähigkeit sich bereits wesentlich ändert, wenn man mit der Hand zwischen ihr und einer Lichtquelle hindurchfährt“. Solche lichtempfindliche Zellen zum Steuern von Strömen besitzen wir aber auch in Deutschland; die Photozellen, wie sie zum Beispiel bei dem Fernseher nach Karolus-Telefunken, bei der Kornschon Bildtelegraphie und bei dem Fernkino von Mihaly gebraucht werden, sprechen so rasch auf Belichtungsänderungen an, daß kaum mehr etwas zu wünschen übrig bleibt. H. B.

³⁾ Siehe Funkschau: Von Widerständen und deren Schaltungen, 4. Novemberheft.

RÖHREN UND WAS SIE LEISTEN KÖNNEN

Interessantes vom Gegentaktverstärker. — Wie man ihn prüft, wenn er verzerrt.

Eigentlich ist es ja selbstverständlich: Haben wir uns mal teure Endröhren gekauft, so wollen wir auch aus ihnen so viel wie nur irgend möglich herausholen. Wie wir das anzufangen haben, ersieht man aus einem der letzten Funkschauhefte.¹⁾

Wie wir eine Einzelröhre am besten ausnützen

Wir legen der Röhre einfach eine bestimmte Anodenruhestromleistung zugrunde, die wir aus Erwärmungsrücksichten nicht überschreiten wollen. Als Faustregel können wir uns merken, daß für die Röhren mit der ungefähren Leistung einer RE 134 4 Watt als Anodenruhestromleistung und für die größeren Röhren wie z. B. RE 601 10—13 Watt als Höchstwert zu nehmen ist. Wir brauchen also nichts anderes zu tun, als unsere Anodenspannung zu erhöhen, den Anodenruhestrom durch größere Gittervorspannung kleiner zu machen derart, daß Anodenblechspannung \times Anodenruhestrom den oben angegebenen Wert für die zulässige Anodenbelastung der betreffenden Röhre nicht überschreitet. Wir betreiben z. B. zurzeit unsere RE 134 mit 200 Volt am Anodenblech und mit einem Ruhestrom von 20 Milliampere, haben ein Wechselstromnetzgerät und könnten dem Rohr also bequem höhere Spannung geben; nun wir werden uns die Gelegenheit nicht entgehen lassen und unserer RE 134 sagen wir 400 Volt anlegen; damit sie uns das aber nicht übel nimmt, regulieren wir den Anodenruhestrom auf die Hälfte von vorher, also 10 Milliampere mit Hilfe der Gitterspannung ein. Erfolg: Die Röhre erwärmt sich durch diese Maßnahme nicht mehr als zuerst, sie arbeitet unter normalen Bedingungen, gibt aber nun an unseren Lautsprecher 80% mehr Wechselstromleistung ab, d. h. der Lautsprecher wird etwas lauter gehen.

Mit steigender Anodenspannung wird freilich der Arbeitspunkt bereits in gekrümmte Teile der Röhrenkennlinie verlegt, doch kann das durch die sogenannte Überanpassung, d. h. Erhöhung des Anodenaußenwiderstandes ausgeglichen werden. Man braucht sich deswegen aber keine grauen Haare wachsen zu lassen, zum Glück erfolgt diese Überanpassung bei Verwendung eines Ausgangstrafos in gewissen Grenzen automatisch.

Wie nun Bartels in der ENT, Januarheft 1929 zeigt, ist die größere Wechselstromleistung nicht der einzige und nicht mal der wesentliche Vorzug der Anodenspannungserhöhung. Wichtig ist für uns vor allem die Tatsache, daß der sog. Klirrfaktor mit höherer Anodenspannung kleiner wird. Mit anderen Worten, wir können unseren Verstärker viel weiter aufdrehen als bisher, ohne merkliche Röhrenverzerrungen zu bekommen. Das war das zweite; die dritte, für musikalische Kreise wohl wichtigste Tatsache: das übertragene Frequenzband des Ausgangstrafos wird immer breiter. Die ganz hohen und ganz tiefen Töne werden also bei höherer Anodenspannung in immer natürlicherem Tonvolumen wiedergegeben.

Eine Erhöhung der Anodenspannung über das Doppelte der auf der Röhrenpackung als Höchstwert angegebenen Anodenspannung kann nicht als rentabel empfohlen werden. Was wir mit noch höherer Anodenspannung mehr bekommen könnten, ist nicht nennenswert und somit nicht mehr lohnend.

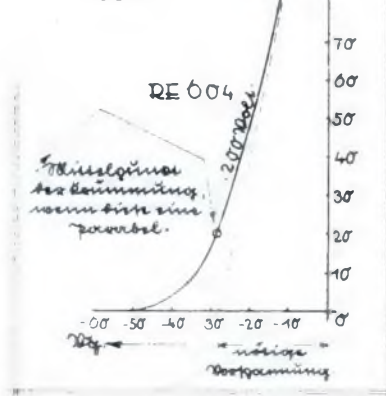
¹⁾ Das wären kurz umrissen die Möglichkeiten.
1) Kleine Röhre — Große Leistung, 1. März-Heft.

einer Einzelröhre die Höchstwechselstromleistung zu entnehmen. Der oben gezeigte Weg ist im allgemeinen bei Wechselstromanschluß leicht gangbar und sollte auch immer beschränkt werden. Ist dagegen eine Steigerung der Anodenspannung nicht ohne weiteres oder nur schwer möglich, so müssen wir uns nach Methoden umsehen, die auf ähnlich einfache Weise eine Erhöhung der abgegebenen Wechselstromleistung bewirken, es wäre uns auch nicht unangenehm, wenn wir noch andere Vorteile gratis dazu bekämen.

All das leistet die Gegentakt-schaltung.

Auch hier scheint die Leistungserhöhung erst an zweiter Stelle zu kommen. Das Wesen der Gegentakt-schaltung ist sie jedenfalls nicht. Was diese Art Schaltung heute zu solchem Ansehen gebracht hat, ist neben dem absolut konstanten Anodenstromverbrauch, der vor allem Trockenbatterien eine weitaus längere Lebensdauer sichert, die infolge der eigenartigen gegensymmetrischen Schaltweise bedingte fehlende Gleichstromvormagnetisierung des Ausgangstrafos. Dieser Umstand ist für die Übertragung und Wiedergabe der ganz tiefen Töne von ausschlaggebender Bedeutung. In Bastlerkreisen wird auf diese Tatsache noch nicht der ihr eigentlich gebührende Wert gelegt; natürlich bekommt auch diese Kunstschaltung erst ihren eigentlichen Sinn bei Verwendung ganz hochwertiger entspannter magnetischer Lautsprecher. Beim Be-

Abb. 1.



trieb von dynamischen Lautsprechern ist sie heute, man kann sagen, allgemein üblich.

Wieso kann man einem Gegentaktverstärker größere Wechselstromleistung für unseren Lautsprecher entnehmen? Durch geeignete Wahl der Gittervorspannung ist es in diesem Verstärker möglich, nicht nur den geradlinigen Teil der Röhrenkennlinie, sondern überhaupt die ganze Kennlinie, soweit sie sich in negativen Gitterspannungsgebieten bewegt, zur Aussteuerung und damit zur Leistungsabgabe heranzuziehen. Es müssen allerdings einige Bedingungen erfüllt werden, deren Befriedigung vielleicht in manchen Fällen nicht ganz einfach sein wird.²⁾

Das Rezept heißt so:

Wir brauchen zwei Röhren völlig gleicher Charakteristik.

²⁾ Warum das so ist und aus welchen Gründen man das so machen kann, soll später noch gezeigt werden.

1. Haben wir zwei Röhren gleichen Typs und Heizleistung, so werden im allgemeinen die Kennlinien nicht sehr stark verschieden sein. Evtl. auftretende Abweichungen in der Lage und Steilheit können durch gesonderte Heizregulierung für jede Röhre in guter Annäherung angeglichen werden. Dieses Mittel ist aber nur dann brauchbar, wenn die größten Abweichungen nicht mehr als 1—2% des jeweiligen Anodenstroms betragen. Bei großer Ungleichheit würde die Gesamtemission der unterheizten Röhre stark herabsetzen, was wir selbstverständlich vermeiden wollen. Man prüft die beiden Röhren praktisch mit Hilfe eines Milliampereometers. Wir regulieren für eine beliebige Gittervorspannung mit der Heizung auf gleiche Emission beider Röhren ein und vergleichen nun bei in weiten Grenzen geänderter Vorspannung die Anodenruhestrome der beiden Röhren. Sind sie völlig dieselben, so sind unsere Röhren gut brauchbar. Sind jetzt noch 1% Abweichungen vorhanden, so wird das selbst bei Anwendung elektrodynamischer Lautsprecher nicht viel schaden. Mehr jedoch dürfen wir nicht zulassen. Was wir in solchen Fällen zu tun haben, werden wir später noch sehen.

2. Haben wir ein Milliampereometer zur Verfügung, so wird man sich jetzt die statische Röhrenkennlinie aufnehmen, die den Zusammenhang zwischen Anodenstrom und Gitterspannung vermittelt und den geraden Teil der Kennlinie zum Schnitt mit der Abszisse bringen, d. h. mit der Linie, auf der wir unsere Gitterspannung eintragen haben; der Schnittpunkt gibt uns die gewünschte in Anwendung kommende Vorspannung. Dieser Punkt liegt genau in der Mitte der Krümmung der Kennlinie, siehe Abb. 1, wenigstens soweit die normalen in Deutschland käuflichen Röhren in Frage kommen. (Wir haben in letzterem eine genaue Kontrolle der parabolischen Gestalt der Krümmung. Was das zu bedeuten hat, wollen wir später noch sehen.) Stellt uns keine Kennlinie der verwendeten Röhre zur Verfügung, so genügt notfalls auch die der Röhre beigegebene Charakteristik. Auch in diesem Fall verlängern wir den geraden Teil bis zum Schnitt mit der Gitterspannungssache und lesen die erforderliche Spannung ab. Dabei kann sich die Vorspannung in diesem Fall noch etwa um 10% nach unten, also in Richtung der größeren Vorspannung ändern müssen.

Um nun auch in der Praxis verzerrungsfreies Arbeiten unseres Verstärkers bei dieser erhöhten Leistungsabgabe feststellen zu können, gibt es verschiedene Mittel. Die Einschaltung eines Milliampereometers in die gemeinsame Anodenzuleitung ist beim symmetrischen Gegentaktverstärker unzweckmäßig. Dagegen wissen wir, daß die Summenströme, die in jedem Augenblick die gemeinsame Anodenzuleitung durchfließen, denselben konstanten Betrag haben müssen. Schalten wir also in diese Anodenleitung einen Trafo ein und an dessen Sekundärseite einen Kopfhörer, so darf, wenn der Verstärker richtig abgeglichen ist, nur ein ganz leises Durchklingen von Sprache oder Musik zu hören sein (bedingt durch die innere Röhrenkapazität), auf keinen Fall aber ein bei lauten Stellen hervortretendes krachendes Geräusch. Haben wir diese Erscheinung festgestellt, so liegt eine Unsymmetrie vor, die zu Verzerrungen Anlaß gibt. Hilft auch eine Änderung der Gittervorspannung in engen Grenzen nichts, so besteht eine größere Röhrenverschiedenheit, die wir dadurch wirkungslos machen können, daß wir der steileren Röhre eine kleinere Wechselspannung, der weniger steilen dagegen eine größere zuführen.

(Schluß folgt.)