

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

Inhalts: Vom Tonfilm / Die Wetterkarte entsteht / Das elektrische Auge zählt Autos / Universitätsvorlesungen durch Mikrophon / Fernsehapparate für den praktischen Hausegebrauch / „Es muß immer noch besser werden...“ / Leid und Freud mit der Wechselstromanode / Die Verstärkerröhre bei der Arbeit / Der Gegentakt-Dynamische / In der Röhrenliste lesen wir: Steilheit... / Schallplatten für den Techniker / Man schreibt uns

Aus den nächsten Heften:

Revue der Welt-Radiopresse / Bandfiltervorsatz / Gleichstromnetzanode / Ein selbstgebauter Lautsprecher / Schirmgittervorsatz mit Netzbetrieb.

vom tonfilm

Tonfilmaufnahme im Freien; im Hintergrund der Mikrophonverstärker.
Phot. Behrens.



Oben: Der Grammophonschrank steht unmittelbar neben dem Filmprojektor.
Eine tragbare Anordnung zur Vorführung von Tonfilmen.
Phot. I. F. P.



Die Wetterkarte entsteht

In manchen Tageszeitungen erscheinen täglich die graphischen Darstellungen der Wetterlage. Auch dem Rundfunkhörer wird eine ähnliche Mitteilung geboten. Er „hört“, sogar mehrmals am Tage, von den „Depressionen, die von England her auf den Kontinent übergreifen“: Diese Vorhersagen sind für den Landwirt oder den Reiselustigen oft von unschätzbarem Wert, denn sie können ihm Zeit und Geld bedeuten. Daher wird es von Interesse sein, wenn wir in nachfolgendem über die Vorarbeiten plaudern, die erforderlich sind, bevor die Zeichnungen im Druck erscheinen oder die Wetterübersichten auf Radiowellen an das Ohr des Hörers gelangen können.

Es war in der Zeit, als die Flugzeuge zu bedeutsamen Verkehrsmitteln heranwuchsen. Da schossen die Wetterbeobachtungsstellen schnell wie Pilze nach einem warmen Gewitterregen aus dem Boden. Denn die in höheren Regionen schwebenden Luftfahrzeuge sind naturgemäß viel mehr von den immer wechselnden Störungen in der Atmosphäre bedroht, als irgendein anderes Vehikel. Zur Erhöhung der Verkehrssicherheit wurde das frühzeitige Erkennen solcher unliebsamer Überraschungen in der Luft unbedingte Notwendigkeit. Die Mittel, diesen rechtzeitig aus dem Wege zu gehen, fand man in den Wetterbeobachtungsstellen, die nun allorts errichtet wurden. Heute gibt es wohl keinen Kulturstaat, der entsprechend seiner Größe nicht über eine Anzahl Wetterwarten verfügte. Sie erhielten die Aufgabe, mehrmals am Tage an Ort und Stelle den Stand des Barometers und des Thermometers, sowie die Beobachtungen über Windrichtung, Wolkenhöhe und dergl. aufzuzeichnen. Die örtlichen Messungen gewinnen aber erst dann an allgemeinem Wert, wenn sie auf kürzestem Wege einer Sammelstelle zugeleitet werden.

Für Deutschland haben wir als derartige Zentrale die Seewarte in Hamburg. Sie erhält dreimal täglich aus allen Teilen des Reiches die Wetterbeobachtungen telegraphisch übermittelt. Die Seewarte sendet nun ihrerseits zu bestimmten Zeiten die erhaltenen Meldungen durch Fernastattung über den Großsender Königswusterhausen in alle Welt hinaus. Die Energien, die dort in die riesigen Antennen geschickt werden, sind so groß, daß alle europäischen Länder, auch die entfernt liegenden, die Ausstrahlungen gut aufzunehmen vermögen.

Zum Zeichnen der Wetterkarte und zur Aufstellung der Vorhersage genügen aber nicht die Wetterbeobachtungen des eigenen Gebietes allein, vielmehr müssen solche aus anderen Ländern gleichzeitig zur Verfügung stehen. Einrichtungen zur funktetelegraphischen Abgabe von Wettermeldungen finden sich daher auch außerhalb Deutschlands vor. So sendet anschließend an die Ausstrahlungen von Königswusterhausen nach dem internationalen Funkwetterplan die Funkstelle Lyngby die Beobachtungen von Dänemark. Nach Beendigung dieser Sendung folgt Schweden und Norwegen. Ihr schließt sich die Funkstation von England an. Darauf setzt der Eiffelturm in Paris mit der Verbreitung der französischen Beobachtungen ein. Den Schluß des Funkwetterprogramms, das sich am Nachmittag und Abend in der gleichen Reihenfolge wiederholt, bildet Italien. Die Sendungen kleinerer Länder, wie Ungarn, Finnland und anderer, sollen hier nur nebenher erwähnt sein.

Da beispielsweise ein Regengebiet sich vorwiegend in der Richtung von West nach Ost vorwärts schiebt, so ist es für die Bewohner Europas wissenschaftlich, auch regelmäßig die Nachrichten von der Wetterlage über dem Atlantik zu erhalten. Diese Beobachtungen werden von den in Fahrt befindlichen Dampfern der verschiedenen Schifffahrtslinien wahrgenommen und ebenso registriert wie bei den Wetterwarten an Land. Sie leiten die Meldungen unter Angabe

ihrer jeweiligen Position auf dem Funkwege der Seewarte zu.

Aufgabe der Funkempfangsstellen, die allen größeren Wetterwarten angegliedert sind, ist es nun, das vorerwähnte Wetterprogramm abzuhearschen. Hierbei soll gleich bemerkt werden, daß die von den Großfunkstationen abgegebenen Wettermeldungen nicht etwa im Klartext gefunkt werden. Ihre Verwertung würde alsdann vielsprachige Kenntnisse an den empfangenden Wetterwarten voraussetzen und die Höraufnahme um beträchtliche Zeit verlängern. Vielmehr müssen diese, einem internationalen Übereinkommen zufolge, in verschlüsselten Gruppen zu je fünf Zahlen abgefaßt sein.

Vor dem Wetterwart liegt jetzt eine große Karte ausbreitet, die beinahe den ganzen Tisch bedeckt. In ihr sehen wir Europa und einen Teil des Atlantik dargestellt. Mit Tuschkfeder und Farbstiften bewaffnet, beginnt er nun mit der Eintragung der empfangenen internationalen Wettermeldungen. Für jeden Ort werden Barometerstand, Tendenz, Windrichtung usw. eingezeichnet.

Die Gebiete, in denen der Barometerdruck annähernd gleich ist, werden durch Linien verbunden — Isobaren genannt. Je nachdem, ob es sich um ein Hochdruckgebiet oder ein solches mit niederem Druck handelt, erhält es mit großen Buchstaben die Bezeichnung Hoch bzw. Tief. Durch tägliches Zeichnen der Karte ist aber der Wetterwart über die Bewegungen derselben genau unterrichtet und daher stellt er in seiner Wetterübersicht bei einem „Übergreifen der Depression auf den Kontinent“ auch für unser Gebiet Niederschläge — dagegen beim Herannahen eines „Hochs“ Bewölkungsabnahme und schönes Wetter in Aussicht. *A. Wutke.*

DAS ELEKTRISCHE AUGE ZÄHLT AUTOS

Unfehlbar und unermüdet zählt ein elektrischer Registrierapparat den Verkehr durch den Holland-Tunnel bei Neuyork. Er ist am Ausgang des zwei Meilen langen Doppeltunnels, der unter dem Hudson-Fluß hinwegführt, aufgestellt und zeigt die Zahl der passierenden Fahrzeuge unmittelbar auf einer Skala im Neuyorker Geschäftsgebäude der Tunnelverwaltung an. Der Apparat besteht aus einem kleinen Scheinwerfer, der an geeigneter Stelle über dem Fahrdamm angeordnet ist. Ein dünner, scharfer Lichtstrahl fällt quer über die Fahrstraße auf eine Linse, die in einem Kasten unter dem Fußweg auf der gegenüberliegenden Seite untergebracht ist. Der Kasten selbst enthält eine photoelektrische Zelle, einen Verstärker und ein elektrisches Relais.

Jedesmal, wenn ein Fahrzeug vorbeifährt, wird der auf die Zelle fallende Lichtstrahl unterbrochen, wodurch in der Zelle ein schwacher elektrischer Impuls hervorgerufen wird. Dieser Stromimpuls wird in einem Röhrenverstärker verstärkt und betätigt dann ein Relais, das über eine Leitung mit dem Anzeigegerät im Verwaltungsgebäude verbunden ist. Der Anzeigegerät besteht aus einem Zählwerk, das durch die von dem Tunnelrelais kommenden Stromimpulse fortlaufend die in den Tunnel einfahrenden Fahrzeuge zählt.

Man ist der Meinung, daß sich an Hand dieser dauernden Zählungen der Tunnelverkehr sehr gut überwachen und sichern läßt. Man

Universitätsvorlesungen durch Mikrophon

Die Leipziger Universität hat im Wintersemester über 6000 Studierende immatrikuliert, eine Zahl, für die die vorhandenen Hörsäle nicht im entferntesten ausreichen. Für ein Kolleg von Professor Driesch reichte nicht einmal die Aula der Universität aus, so daß man einen städtischen Saal mieten mußte. Da auch an Vorlesungen von anderen Personen etwa ein Drittel der Hörer wegen Raummangels nicht teilnehmen konnte, sucht man sich jetzt so zu helfen, daß man die Vorlesungen durch ein Mikrophon auf einen zweiten Saal überträgt. Der Versuch verlief durchaus befriedigend, so daß in Zukunft alle überfüllten Vorlesungen mittels Lautsprechers auf andere Hörsäle übertragen werden. *(I. F. P.)*

Fernsehapparate für den praktischen Hausgebrauch

Die amerikanische „Jenkins Television Corporation“ hat jetzt die laufende Fabrikation praktischer und preiswerter Fernsehapparate für den Hausgebrauch aufgenommen. Die Apparate sind im äußeren Aufbau sehr praktisch und übersichtlich ausgeführt. Die einzelnen Teile sind leicht zugänglich auf einem kleinen Aluminiumgerüst montiert. Die wichtigsten Einzelheiten der Apparate sind folgende: Die Verteilerscheibe, ein besonderer Antrieb dafür mit Synchronisiervorrichtung, die Neonlampe, ein Linsensystem, Einstellvorrichtungen und der Motorregulator. Die Welle der Rotations-scheibe läuft in Kugellagern, so daß die Reibungsverluste sehr gering sind. Der ganze Mechanismus arbeitet sehr geräuschlos. *(I. F. P.)*



Eben unterbricht ein vorbeifahrendes Auto den Lichtstrahl, der auf die Selenzelle fällt. *Phot. J. F. P.*

will nämlich den Tunnel in einige Abschnitte einteilen und den Verkehr jedes Abschnittes einzeln zählen. Das hört sich zwar sehr komisch an, weil jeder meint, daß jedes Zählwerk dann gleich zählen müsse. Doch wenn man die einzelnen Zählwerke zu einem Differenz-Zähl-system zusammenfaßt, dann kann man damit nicht nur feststellen, wieviel Fahrzeuge sich im ganzen Tunnel überhaupt befinden, sondern man kann darauf auch jederzeit ablesen, wie sich der Verkehr auf die einzelnen Abschnitte verteilt.

Ein weiterer, wenn auch weniger wichtiger Vorteil einer solchen Zählanlage wäre der, daß man ohne weiteres feststellen könnte, wie sich der Verkehr auf die verschiedenen Tages- und Jahreszeiten verteilt, und wie groß der jährliche Gesamtverkehr ist. Es wäre ein solcher Apparat das einzige Mittel, die mit 15 Millionen angegebene Zahl der den Tunnel in einem Jahre passierenden Fahrzeuge auf ihre Genauigkeit hin zu prüfen.

A. Meyer Schwencke, Haag.

„Es muss immer noch besser werden!“

Es ist schwer zu sagen, von wem die größeren Ansprüche gestellt werden: vom Publikum oder von den Technikern. Gewiß, der Techniker ist in dem Augenblick zufrieden, in dem er einsieht, daß es eine bessere Lösung, eine weitere Vervollkommnung nicht gibt, weil wir an der Grenze des heute technisch Erreichbaren stehen, während das Publikum auch dann noch Qualitätsverbesserung verlangt, weil es die Grenze nicht sieht und nicht kennt. Sobald sich dem Techniker aber irgendeine kleine Möglichkeit bietet, die Sache von anderen Gesichtspunkten aus anzupacken, irgendwo etwas weiter zu kommen, ist er viel unzufriedener als das Publikum. Seine Wünsche sind erst dann gestillt, wenn er ein unerbitliches „Bis hierher und nicht weiter!“ vernimmt.

Geradeso ist es bei den Lautsprechersystemen. Wir hatten die Zungensysteme, die recht gut waren. Den Technikern genügten sie nicht; sie bauten Relaisysteme mit entlastetem Anker. Sie waren mit ihnen nicht lange zufrieden; die Systeme mußten vier Pole haben, damit die Entlastung des Ankers eine vollständige wird. Bald sah man, daß die verpönte Vormagnetisierung selbst dann noch nicht beseitigt war, denn der Anodengleichstrom belastete den Anker einseitig. Um diesem Nachteil zu begegnen, machte man den Anker einstellbar; dadurch sollte der Anodengleichstrom kompensiert werden. Bald ersahen der induktor-dynamische Lautsprecher als weitere Vervollkommnung, weil der Anker bei ihm tatsächlich gar keine Vorspannung benötigt¹⁾. Dafür ist dieses System aber recht kompliziert und sehr schwer zu fabrizieren. Die Techniker hatten keine Ruhe, es mußte etwas ebenso gutes und doch einfacheres geschaffen werden.

Unsere Bilder zeigen dieses Einfachere. Das Prinzip ist verblüffend; genau so, wie sich die Pole des Ankers im Feld des Elektromotors bewegen, bewegt sich der Anker dieses neuen

Systems im konstanten Magnetfeld. Die Polschuhe werden hohl ausgeschliffen; die Schleiffläche ist kreisförmig, und der Mittelpunkt dieser Fläche ist gleichzeitig der Drehpunkt des außerhalb der Polschuhe angeordneten Ankers. Es ist klar: der Anker mag sich um seinen Mittelpunkt noch so sehr drehen, er mag Amplituden von mehreren Millimetern ausführen, stets wird seine Entfernung von den Polschuhen genau die gleiche bleiben. Sie ändert sich auch nicht um ein Hundertstel Millimeter. Da man den Abstand Polschuhe-Anker nun außerordentlich gering machen kann — der Luftspalt beträgt nur 0,05 mm gegen etwa 0,2 mm bei den üblichen Ankersystemen —,



Außerlich sieht er einem dynamischen Lautsprecher sehr ähnlich.



Das System links ohne, rechts mit Magneten.

den kräftigen Hufeisenmagnete später nur aufgesetzt zu werden brauchen. Ähnlich einem dynamischen wird das System mit Konus chassis und Fuß versehen.

Der Techniker, der dieses neue System erfand und konstruierte, scheint nun wirklich zufriedengestellt. Er ist beglückt: in der Wiedergabe kommt es dem dynamischen nahe, in der Leistung füllt es die bisher unbesetzte Mittelstellung zwischen den gewöhnlichen magnetischen und den dynamischen Lautsprechern aus, außerdem braucht es keine Erregung, ist stabiler und leichter als der dynamische, und vor allem gegen Witterungseinflüsse völlig unempfindlich. So wird das neue Prinzip wahrscheinlich auch geschäftlich seinen Weg machen. E. S.

Schallplatten für den Techniker

Ultraphon E. 264. Aus dem „Capriccio Italien“, I u. II. Vorführungsplatte ersten Ranges, die aber zur makellosen Wiedergabe eine ganz mangelfreie Apparatur erfordert und in diesem Sinne zur Prüfung benutzt werden kann. Besonders zu rühmen ist die Klarheit der Töne und die Durchführung der dynamischen Übergänge. Man vergleiche die Wiedergabe der Paukenschläge beim dynamischen und beim magnetischen Lautsprecher.

Ultraphon E. 216. Toccata und Fuga. Eine Orgelplatte, die mit einer unerhörten Wucht und Tiefe der Töne aufwartet, wie sie sonst kaum bei irgendeiner Platte zu finden sind, vorzüglich geeignet, um festzustellen, ob der Konus des Lautsprechers zum Scheppern und der Tonabnehmer zum Springen neigt. Der Charakter der Orgel kommt wunderbar zum Ausdruck.

Ultraphon F. 253. „Und ob die Wolke sie verhülle“ und „Leise, leise fromme Weise“ aus „Der Freischütz“. Die beste Sopranplatte, die es bis jetzt geben dürfte, die nicht schreit und nicht klirrt, mit nur ganz kleinen, kaum feststellbaren Übersteuerungen. An einigen Stellen klingt die Stimme nur leider etwas gepreßt, weil die Sängerin offenbar zu nahe am Mikrophon gestanden hat.

Ultraphon E. 197. „Einen Doktor melnesgleichen“ und „Die Verleumdung, sie ist ein Lüftchen“, aus „Der Barbier von Sevilla“. Da der Sänger im Vordergrund, also vor der Musik, steht, so traten alle Feinheiten des Vortrages und der Stimme in Erscheinung: Eine Steigerung der Freude, Leo Schützendorf zu hören.

Ultraphon F. 205 u. 206. Wotans Abschied und Feuerzauber. So hat man den Wotan noch nie gehört, weil uns in der Oper seine Stimme viel zu stark durch das Orchester verdeckt wird. Der Feuerzauber steigt vom rollenden Paukendonner zu den höchsten Geigentönen und stellt daher äußerste Anforderungen an die Wiedergabe-Einrichtung.

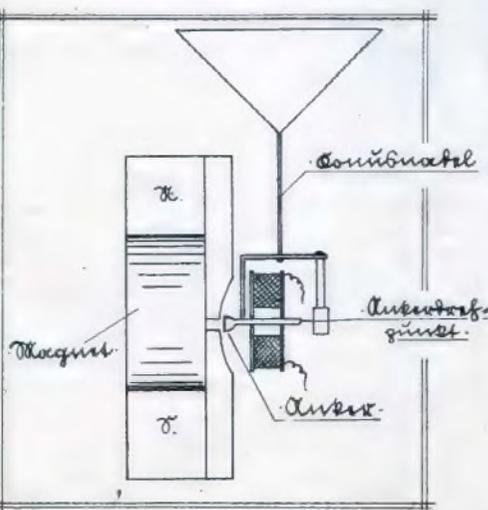
Ultraphon A. 281. „Madonna in Seide“ und „Ist es ein Rauch?“, Orchester Julian Fuhs mit Rafraingeang. Ein Slow-Fox und ein Foxtrot, die recht tanzbar sind und sich durch sehr schöne tiefe Saxophontöne und ein Duo in Jazzmanier auszeichnen. F. Gabriel.

muß das System eine gute Wirtschaftlichkeit besitzen und auch bei geringen elektrischen Leistungen eine hervorragende Lautstärke liefern. Es ist denn auch tatsächlich erheblich lauter, als beispielsweise das induktor-dynamische, dem man es in der Güte der Wiedergabe gleichzustellen hat.

Der bei großen und kleinen Ankeramplituden konstante Luftspalt ist ein sehr großer Vorzug des neuen Systems; es ist undenkbar, daß dieses System jemals klirren könnte, daß ein Anschlagen des Ankers an die Polschuhe stattfinden kann. Man kann ihm bis 4 Watt zuleiten; niemals tritt ein Klirren ein. Bei allzu großen Energien erfährt der Anker höchstens keine größere Kraft, als bei der Grenzenergie, so daß noch größere elektrische Leistungen eben wertlos sind. Aber mit 4 Watt kann man den neuen Lautsprecher ohne weiteres belasten!

Der zweite sehr wichtige Vorteil besteht darin, daß der Anker ohne jede mechanische Stellkraft in der Schwebe zwischen den beiden Polschuhen gehalten wird. Er weist infolgedessen keine mechanische Vorspannung auf, und die gefürchteten nichtlinearen Verzerrungen, die in diesen Vorspannungen begründet sind, müssen unterbleiben. Das ist der Grund, weshalb das neue System völlig frei von Oberschwingungen ist und eine so überraschend natürliche Wiedergabe liefert, warum es dem dynamischen Lautsprecher in seiner Wirkung so nahe kommt. Auch der dynamische ist infolge der lockeren, mechanisch nicht vorgespannten Anordnung seiner Schwingspule frei von nichtlinearen Verzerrungen.

Die Eigenart der Konstruktion des neuen Systems gestattet es, einen sehr stabilen geschlossenen Block herzustellen, der ohne Magnete fertigmontiert wird, und auf den die bei-



Der neue Lautsprecher in schematischer Darstellung.

¹⁾ Vergl. 1. Augustheft (Revue) „Funkschau“ 1929.

Leid und Freud MIT DER WECHSELSTROMANODE

Das Wechselstromnetz hat gegenüber dem Gleichstromnetz bedeutende Vorteile, so vor allem die Transformierungsmöglichkeit. Es ist damit möglich, auch bei 110 Volt Wechselstrom durch Transformierung eine bedeutend höhere Spannung zu erzielen, also bis zu 160 Volt und mehr für das Empfangsgerät dem Netz zu entnehmen. Ein weiterer Vorzug ist die vollständige Trennung des Gerätes vom Netz, im Gegensatz zum Gleichstromnetz ist hier der Apparat nur über den Transformator induktiv mit dem Netz verbunden, also fällt auch die oft störend wirkende Unselektivität in den meisten Fällen weg. Durch den letztgenannten Umstand sind wir beim Wechselstromnetz daher in viel weitgehendem Maße unabhängig von den jeweils herrschenden örtlichen Verhältnissen. Es

manchmal Anlaß zu unliebsamen Überraschungen. Sind auch die heute gebräuchlichen Gleichrichterröhren, so die Telefunkenröhren RGN 1054 und 2004 und die neu erschienenen Valvo-Gleichrichterröhren G 3140 und G 4200, besonders die letztere (der Telefunken RGN 2004 entsprechend, mit 125 MA. Emission) dem gegenwärtigen Stand der Technik voll entsprechend und sehr leistungsfähig, so sind sie immer noch gegen Kurzschlüsse der Netzanoden und Geräte sehr empfindlich. Jeder Besitzer eines Netzgerätes muß also besonders darauf achten, daß er Kurzschlüsse unbedingt vermeidet. Trotz alledem aber kommen Kurzschlüsse innerhalb der Anode gelegentlich dadurch vor, daß infolge einer plötzlich auftretenden Spannungsschwankung ein starker Stromstoß ent-

fort abschalten muß, und nicht eher weiter arbeiten darf, bis nicht ein guter Fachmann das Gerät geprüft hat.

Während beim Gleichstromnetz die auftretenden Überspannungen sich im langsamen Ansteigen mit längerer Dauer bemerkbar machen und ebenso langsam wieder in den Normalzustand zurückgehen, treten beim Wechselstromnetz momentane Stöße auf, die sich durch die Transformierung auf der Sekundärseite eines Netzgerätes unter Umständen sehr unangenehm auswirken können. Gerade Überlandwerke und kleinere Elektrizitätswerke halten ihre Spannung selten konstant, kein Besitzer eines Netzgerätes sollte diesen Umstand als unabwendbar einfach hinnehmen und lieber das Geld aufwenden und sich einen sogenannten Spannungsregler kaufen, eine Vorsichtsmaßnahme, die stets am Platze ist, denn die eintretenden Überspannungen sind nur zu häufig Ursache an den geschilderten Defekten der Gleichrichterröhren, die bekanntlich nicht billig sind. Solche Spannungsregler, die z. B. die Firma Dr. Dietz und Ritter in Leipzig herstellt, gestatten das Einregulieren der Spannung in ziemlich weiten Grenzen; für Gleichstrom ist ein einfacher



Warum nicht auch so?
Phot. Keystone.



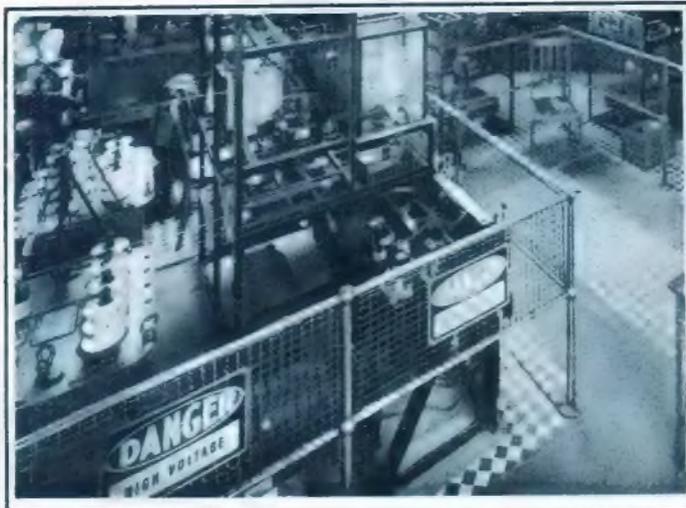
Der Fahrdienstleiter braucht die warme Stube nicht mehr zu verlassen.
Phot. Keystone.

gibt keinen geerdeten Leiter, der störend wirken kann und irgendwelche Kurzschlußgefahr durch die Erdleitung ist recht gering.

Dagegen stehen nun wieder einige Nachteile. Bedenken wir, daß wir für unsere Empfänger Gleichstrom benötigen, wenigstens als Anodenstrom, so ist eine spezielle Gleichrichteranlage notwendig. Außer den auch hier nötigen guten Drosselspulen und Blockkondensatoren zur Beruhigung des gleichgerichteten Stromes ist also auch ein Netztransformator und eine Gleichrichterröhre nötig. Diese Anordnungen verteuern naturgemäß diese Netzanodengeräte für Wechselstrom nicht unbeträchtlich. Dazu kommt der Röhrenverschleiß, der bei regelmäßig starker Benützung auch in Anrechnung zu bringen ist.

Vielfach werden Netzstörungen auf das Gerät geschoben, man sagt, das Netzgerät knattert, es spuckt oder so ähnlich. Was aber ist der tatsächliche Grund dieser sonderbaren Geräusche? Wie schon beim Gleichstromnetz erwähnt, ergeben alle Schaltmaßnahmen in einem gewissen Umkreis von dem betreffenden Standort des Gerätes Stromstöße, Abreißfunken, oder gar laufend auftretende Funkenbildungen. Diese Störungen kommen nun über die Netzanode in unseren Empfangsapparat. Also auch hier können wir den Versuch mit dem Lichtabschalten machen und werden das gleiche wahrnehmen, wie bei Gleichstrom.

Beim Wechselstromnetz sind außerdem aber noch weitere Störungsmöglichkeiten zu berücksichtigen. So geben die Gleichrichterröhren



Stark- oder Schwachstrom?
Ein Blick in den Londoner Sender.
Phot. B. B. C.

steht, der irgendeinen evtl. mit schadhafte gewordenen Isolation ausgerüsteten Blockkondensator durchschlägt. In einem solchen Falle ist natürlich mit weiten Defekten zu rechnen, das Gerät muß unbedingt einer Reparatur unterzogen werden, um weiterem Unheil vorzubeugen. Besonders dann, wenn infolge einer schadhafte Gleichrichterröhre, welche durch irgendeinen Umstand Schluß zwischen Kathode und Anode erhalten hat, der Netztransformator anfängt zu schmoren, also ein unangenehmer Geruch sich im Zimmer verbreitet, muß ein Wechselstromgerätesbesitzer wissen, daß er so-

Schiebewiderstand mit einem danach eingebauten Voltmeter ebenfalls ein guter Regulator.

Vielfach geben auch Überlastungen der Anode durch zu starke Entnahme, d. h. also Anschluß von Geräten mit mehr als fünf Röhren oder mit Kraftverstärkerröhren, die eine wesentlich höhere Emission haben und darum die Gleichrichterröhre überbeanspruchen, Anlaß zu Klagen. Gerade bei solchen Geräten, die einen anormal hohen Stromverbrauch haben, liegt ja der Gedanke nahe, sie an das vorhandene Netz anzuschließen, da die verwendeten Anodenbatterien schon nach kurzer Zeit zu Ende gehen. Eben deswegen aber sollte vor Anschaffung der Netzanode stets der Fachmann gehört werden, denn die heute gebräuchlichen Netzanoden, besonders die Gleichrichterröhren, sind selten in der Lage, Ströme über 120 MA. zu liefern. Für besondere Fälle können Spezialgeräte gebaut werden, die mit sogenannten Großgleichrichterröhren ausgerüstet, auch entsprechende Ströme abzugeben in der Lage sind; derartige Geräte sind aber natürlich entsprechend teuer.

R. Wittwer.

Man schreibt uns:

Habe nach Ihrer Baumappe Nr. 45 den billigen Vierer nach der Baulaufpause aufgebaut. Der Apparat funktioniert sofort tadellos. Ich erhalte mit einer Antenne 8 m lang und 6 m hoch dasselbe, als mit einer 25 m langen und 16 m hohen; in den Hauptempfangszeiten kommen die Sender nur so geschneit.
E. V., Hof.

Die Röhrencharakteristiken im Röhren-ABC.

In diesem Bildchen habe ich die Gitterspannung nach rechts hin aufgetragen und nach links hin vom Nullpunkt aus. Nach rechts liegen die positiven Gitterspannungen, nach links vom Nullpunkt die negativen. Das hat man ein für allemal so ausgemacht. Wir haben es hier immer nur mit negativen Gitterspannungen zu tun, weshalb wir den wagrechten Strich vom Nullpunkt nach rechts gleich weglassen können.

Nun zur Schaltung zurück!

Wir legen die Anodenstromquelle mit ihrer konstanten Spannung (von beispielsweise 150 Volt) an die Röhre. Die Gitterspannung lassen wir zunächst auf Null. Jetzt fließt also der zur Gitterspannung Null gehörige Anodenstrom. Dieser Strom muß also senkrecht über Null Volt Gitterspannung aufgetragen werden (Bild c von Streifen 1 — hier sind es z. B. 40 Milliampere).

Jetzt machen wir die Gitterspannung etwas negativ. Sie wirkt dann der Anodenspannung

Nicht wahr, so eine Abbildung — wie hier Abb. 2 — ist ihnen wenig sympathisch? —

Vorerst! — Aber lesen Sie diesen Aufsatz! Sie werden dann finden, daß derartige Bilder dem, der damit Freundschaft geschlossen hat — und wie leicht ist das! —, einen außerordentlich klaren Einblick in die dargestellten Zusammenhänge geben.

... Haben Sie übrigens seinerzeit den Aufsatz „Achtung Kurven“ gelesen?¹⁾ Es wäre gut, wenn Sie dort noch einmal nachschlagen.

Zentimeter einem Milliampere und wieviel Zentimeter einem Volt entsprechen sollen. Diese „Maßstäbe“ darf man an sich ganz willkürlich wählen. Aus praktischen Gründen trifft man die Festsetzungen aber derart, daß die Kennlinie auf dem Papier eine brauchbare Größe bekommt.

Sind die Maßstäbe festgelegt, so fertigen wir eine senkrechte Einteilung für den Anodenstrom an und eine wagrechte Einteilung für die Gitterspannung. Diese zwei Einteilungen setzt man so zusammen, daß die beiden Nullpunkte aufeinanderfallen (a in Streifen 1).

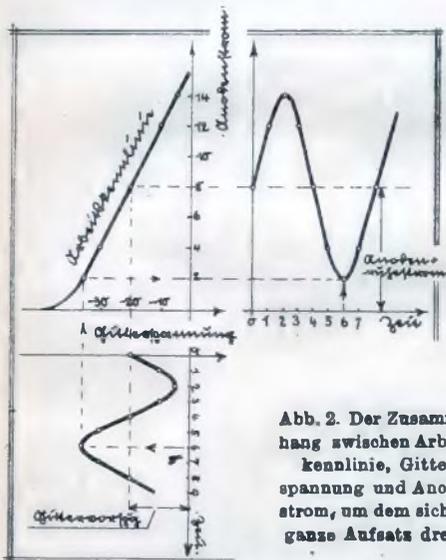


Abb. 2. Der Zusammenhang zwischen Arbeitskennlinie, Gitterspannung und Anodenstrom, um dem sich der ganze Aufsatz dreht.

Schaltung.

Wir nehmen die in Abb. 1 gezeichnete Schaltung vor. In dieser Abbildung bekommt die Röhre von links her (aus der Transformator-Spule) eine Gitterwechselspannung, die sich der Gittervorspannung überlagert. Rechts ist an der Röhre der Stromzweig angeschlossen, in dem der Anodenstrom zustandekommt (Transformator- bzw. Lautsprecherspule und Anodenstromquelle).

Ändern wir die Gitterspannung, so ändert sich auch der Anodenstrom. Das wissen wir.²⁾ Was die Kennlinie dabei für eine Rolle spielt, das wollen wir uns jetzt ansehen.

Kennlinie.

Die Röhrenkennlinie dient dazu, den Zusammenhang zwischen Anodenstrom und Gitterspannung zu zeigen. Das gilt in gleicher Weise für die Preislistenkennlinie wie für die Arbeitskennlinie.³⁾

Für die Schaltung nach Abb. 1 brauchen wir eine Arbeitskennlinie, weil hier die Röhre Arbeit leisten muß, und zwar in der Spule, die in dem Anodenzweig als Belastung enthalten ist.

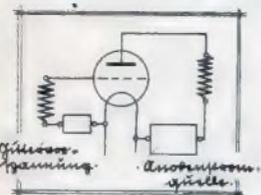
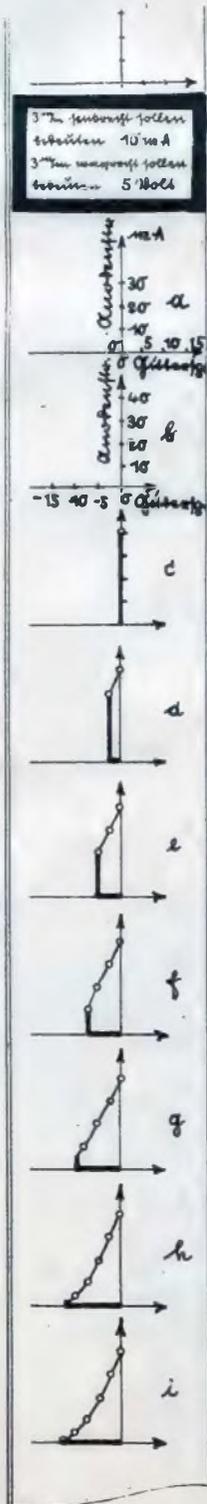


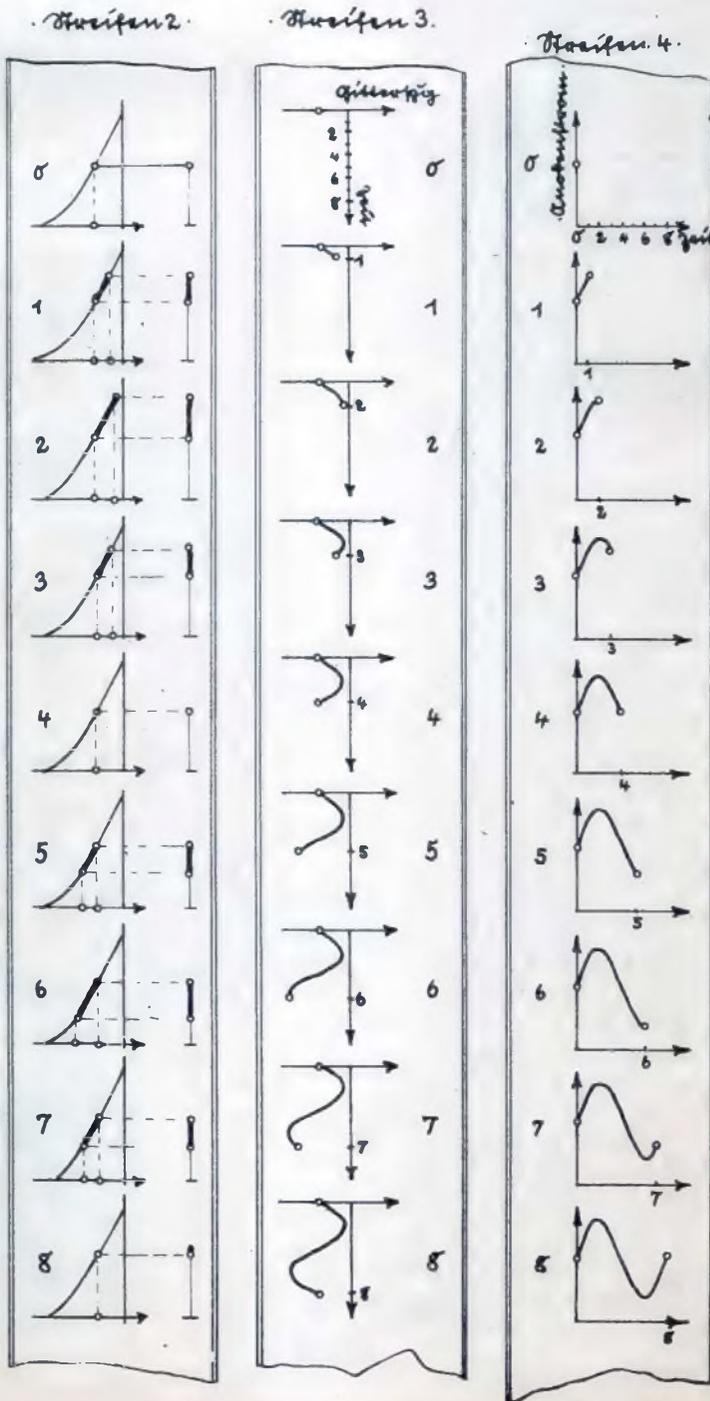
Abb. 1. Schaltung einer Röhre mit angeschalteten Stromquellen.

Um die Abhängigkeit des Anodenstromes von der Gitterspannung zu zeigen, macht man eine Zeichnung und bestimmt zunächst, wieviel

¹⁾ Funkschau 1928, Seite 227.
²⁾ Vgl. „Gestatten Sie, daß ich vorstelle: „Die Röhre“, 2. Februarheft 1929; und „Die grundlegenden Röhrendaten“, 4. Februarheft 1929.
³⁾ Was das ist, steht im 2. Januarheft 1930.



Die konstante Kennlinie



entgegen und verkleinert dadurch den Anodenstrom. Bild d in Streifen 1 zeigt, wie der Anodenstrom durch das Negativwerden der Gitterspannung herunterrutscht.

Wir lassen die Gitterspannung weiterhin in immer der gleichen Weise nach der negativen Seite anwachsen. Das entspricht den Bildern e bis i. In Bild i ist der Anodenstrom ganz zu Null geworden. Wir sind folglich — dort angelangt — bereits die gesamte Kennlinie entlang gerutscht.

Gitterwechselspannung und Anodenwechselstrom.

Wir nehmen den Streifen 2 vor. Zunächst wird eine Anodenstromquelle mit bestimmter Spannung an die Röhre angelegt (Abb. 1). Dazu erhalten wir auf die vorhin beschriebene Weise die Kennlinie, die in jedem Einzelbild des Streifens 2 vorkommt.

Nun bekommt die Röhre eine Gittervorspannung, die konstant bleibt und die auf der Gitterspannungsachse in Bild 0 und in sämtlichen übrigen Bildern des Streifens 2 durch einen kleinen Kreis markiert ist.

Wie Bild Null am deutlichsten zeigt, gehört zu dieser konstanten Gittervorspannung noch ein unveränderlicher Anodenstrom, der Anodenruhestrom heißt. Der Strom ist rechtswärts herausgezeichnet. Seine Größe entspricht der (senkrechten) Entfernung des Punktes von der Gitterspannungsachse (wagrecht).

Der Gittervorspannung wird jetzt eine Gitterwechselspannung überlagert. Diese Wechselspannung ist im Augenblick, der zu Abb. 0 gehört, gerade auch Null.

Alle Einzelbilder des Streifens 2 stellen gewissermaßen Momentaufnahmen dar, wobei die Zeitspannen, die zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Bildern liegen, stets gleich lang sind.⁴⁾

Die Numerierung der Bilder stellt gleichzeitig die Bezifferung der einzelnen Zeitpunkte oder die Zahlen der bis zu jedem Zeitpunkt verflossenen Zeitspannen dar.

Vom Zeitpunkt Null bis Zeitpunkt Zwei wird die Gitterwechselspannung nach der positiven Seite größer. Die gesamte (negative) Gitterspannung nimmt also ab. Der Gitterspannungspunkt wandert nach links, also nach der Gitterspannung Null hin. Der Anodenstrom steigt dabei in dem durch die Kennlinie vorgeschriebenen Maß.

Von Zeitpunkt 2 bis Zeitpunkt 4 nimmt die positive Gitterwechselspannung wieder auf Null ab. Der Anodenstrom geht dementsprechend wieder auf den Wert des Anodenruhestromes zurück.

Nach Zeitpunkt 4 wird die Gitterwechselspannung negativ. Der Gitterspannungspunkt wandert nach links, der Anodenstrom nach unten: Der Anodenwechselstrom wird negativ, der gesamte Anodenstrom also kleiner als der Anodenruhestrom.

Die weiteren Bilder erklären sich in der gleichen Weise. Wir können deshalb hier gleich auf die Streifen 3 und 4 übergehen. Hier ist noch einmal der Verlauf der Gitterspannung und noch einmal der Verlauf des Anodenstromes dargestellt, aber diesmal nicht abhängig von einander, sondern abhängig von der Zeit. Daß ich die Gitterspannung wagrecht, den Anodenstrom dagegen senkrecht aufgetragen habe, hat seinen Grund in den Bildern des Streifens 2. Dort ist es ebenso. Durch diese Anordnung kommt natürlich auch die Zeit einmal senkrecht und einmal wagrecht zu liegen.

Abbildung 2.

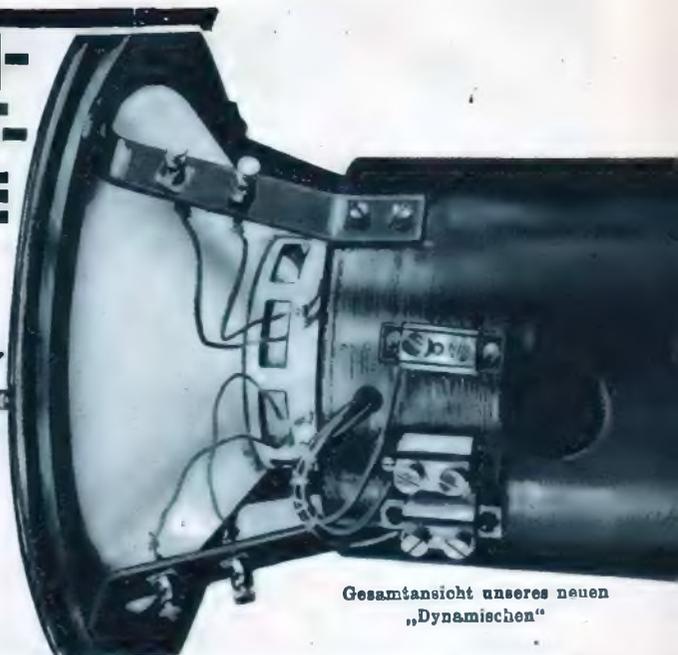
Über diese Abbildung haben wir nun eigentlich nichts mehr zu besprechen. Sie versteht sich aus dem vorhergehenden von selbst. Für den Zeitpunkt 6 ist der Zusammenhang zwischen Gitterspannungsverlauf und Anodenstromverlauf durch die mit Pfeilen markierten Verbindungslinien nochmals deutlich gezeigt.

F. Bergtold.

⁴⁾ Die Zeitspanne beträgt genau $\frac{1}{4}$ der Periodendauer der Gitterwechselspannung.

DER GEGENTAKT-DYNAMISCHE

OHNE AUSGANGS-TRAFO
||
GROSSTE-SCHALLLEISTUNG



Gesamtansicht unseres neuen „Dynamischen“

Seine Vorteile.

Der Name sagt es schon, wir haben es hier mit einem durchaus neuartigen Lautsprecher zu tun. Der sonst immer unentbehrliche Ausgangstransformator ist vollkommen überflüssig geworden, auch braucht man keine elektrische Weiche mehr. Ein Lautsprecher, der, wenn auch nicht so empfindlich wie unsere selbstgebaute Riffelfalte, selbst große Säle mit einwandfreier Musik zu füllen imstande ist. Ein ausgesprochener Großlautsprecher, der jedoch auch mit zwei kleinen gegentaktgeschalteten Lautsprecherröhren auf reichliche Zimmerlautstärke gebracht werden kann. Ein Großlautsprecher auch schon deswegen, weil sein Fertiggewicht nicht viel unter einem halben Zentner beträgt.

Unser neuer Lautsprecher arbeitet also, wie gesagt, ohne irgendeine Ausgangsschaltung. Wenn wir eine runde Zahl nennen dürfen, können wir sagen, daß wir dadurch etwa 30 RM. bereits am Verstärker sparen. Selbstverständlich könnte man den Lautsprecher ohne weiteres auch an einen Trafo hängen, aber man wird das schon deshalb nicht machen, weil im Trafo Verluste auftreten, welche die Lautstärke beeinträchtigen.

Bei Verwendung eines Verstärkers mit einer einzigen oder mehreren parallel geschalteten Endröhren läßt sich zwar ein Ausgangstrafo oder eine elektrische Weiche nicht vermeiden. Doch sogar hier bietet unser neuer Lautsprecher sehr beachtliche Vorteile. Wir haben es nämlich ganz in der Hand, drei verschiedene Anpassungsmöglichkeiten wahlweise zu schaf-

fen. Wir möchten z. B. gerne verschiedene Endröhren oder eine kräftigere Endröhre ausprobieren; das geht jedoch nicht ohne weiteres, da die Anpassung nicht stimmt. Es kann so passieren, daß ein Rohr, das an sich viel besser wie ein anderes ist, sehr viel weniger scheinbar wie das andere leistet. All dieser Sorgen entbehrt der Gegentakt-Dynamische. Wie wird das gemacht und wie ist der neue Gegentakt-Dynamische eingerichtet?

Das Magnetsystem.

Aus der Abbildung sehen wir, daß es sich um einen Topfmagneten handelt. Die Ausmaße sind freilich ganz andere, als wir sie bisher gewohnt waren. Was uns sofort auffällt, ist die riesige Triebspule, die als solche kaum mehr wiederzuerkennen ist, doch davon später. Das Magnetsystem besteht ganz aus Schmiedeeisen und ist so reichlich bemessen, um nicht zu sagen, überdimensioniert, daß die Erregerspule beinahe einzig und allein für die überaus kräftige Ausbildung des Magnetfeldes im nutzbaren Luftraume zu sorgen hat. Bei den sonst üblichen Lautsprechersystemen ist es so, daß sich der ringförmige Luftspalt unmittelbar an den Zapfen anschließt. Durch diese magnetisch sehr ungünstige Anordnung entsteht jedoch ein ziemlich großer Verlust an wirksamem Magnetfeld.¹⁾

Wie sich aus Messungen ergibt, macht der Verlust bis zu einem Viertel aus, also ein Betrag, der sehr beachtlich ist. Es war daher nahelegend, diesen Verlust kleiner zu machen. Das ist auch bei diesem Lautsprecher gelungen. Den Luftspalt sitzt nämlich genau zwischen Zapfen und Magnetwandung. Dadurch ist automatisch der zur Verfügung stehende Wicklungsraum größer geworden und ganz ebenso haben sich die übrigen Ausmaße vergrößert.²⁾

Nun einige Details. (Vgl. auch die Blaupause.) Der Mantel des Topfmagneten ist aus einem 15 mm starken Flacheisen warm zu einem Zylinder zusammengebogen, an der Stoßstelle geschweißt und auf Maß abgedreht. An der Unterseite des Zylindermantels sitzt der scheibenförmige Boden von ebenfalls 15 mm Stärke, in dessen genauer Mitte der abgesetzte Erregerzapfen mit 60 mm Durchmesser eingeschraubt ist. Das freie Ende des Zapfens — und das ist mit die Eigenart dieses Lautsprechers — trägt eine pilzförmige (30 mm Durchmesser) Scheibe, die am Rand nach Vorschrift profiliert ist (man erreicht dadurch eine weitgehende magnetische Entlastung des übrigen Eisens). Nun folgt der ringförmige Luftspalt mit 90 mm Durchmesser und 1,5 mm Weite, auf den schließlich ein ringförmiges Eisen



Im Mittelgrund ist die pilzförmige Scheibe, die auf dem Erregerzapfen sitzt, sichtbar.

¹⁾ „Streifenfeld“.

²⁾ Es ergibt sich die für Topfmagnete sehr hohe Kraftlinienzahl von 12000/cm² im Luftspalt.

kommt, das so der magnetischen Schluß mit dem Magnetmantel herstellt.⁵⁾

Die Erregerspule

füllt den sehr reichlichen Wicklungsraum fast völlig aus. Sie ist für 110 Volt wie 220 Volt Erregerspannung wahlweise gebaut und benötigt für 220 Volt ungefähr 60 Watt Leistung. Im übrigen ist sie in Drahtstärken und -Mengen auch in ihrer sonstigen Ausführung dieselbe wie die für die selbstgebaute Riffelfalte.⁴⁾ Um gute Kühlungsverhältnisse zu schaffen, ist hier nichts anderes übrig geblieben, als an zwei diametralen Punkten im Magnetmantel Lüftungslöcher von ca. 3—4 cm Durchmesser vorzusehen. Die Erregeranschlüsse werden an 3 Klemmen am Mantel herausgeführt, von denen die beiden linken für 110 Volt und die beiden äußersten für 220 Volt Erregerspannung gehören.

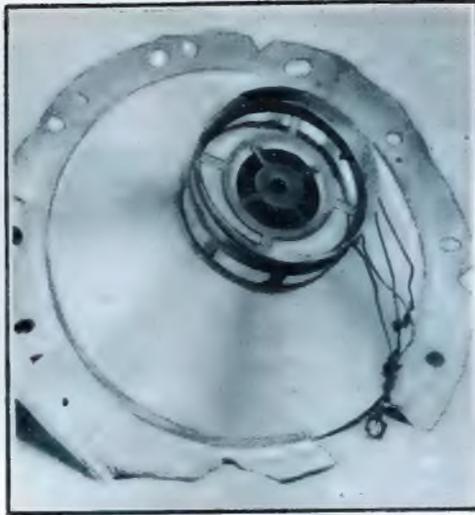
Die Triebspule

ist mit Hilfe eines Holzdorns von 90,4 mm Durchmesser aus 5 cm breiten Papierstreifen zusammengeleimt und zwar so, daß am einen Ende der Triebspule ein kleiner 7 mm langer Absatz entsteht, der die Wicklung aufnimmt. Die Wicklung der Schwingspule — und das ist das Eigenartige — besteht nicht aus einer, sondern aus zwei genau gleichen, doch zunächst elektrisch getrennten Wicklungsteilen. Man hat nichts anderes zu tun, als zu dem Zweck den gesamten Draht zweier gewöhnlicher Telephonspulen von je 2000 Ohm gleichzeitig auf den Spulenkörper aufzuspulen. Man muß aber dabei sehr behutsam verfahren, sonst reißt der Draht und das darf nicht sein, da ein Löten bei solch dünnen Drähten unbedingt zu vermeiden ist. Ist der ganze Draht untergebracht, so werden die beiden Anfänge und die beiden Enden mit Kolophoniumlot an flexible umspinnene Litzenstücke angelötet, die dann ihrerseits später an 4 Klemmen an den Messingmembranhalter kommen. Der Triebspule wird mit Aceton-Zelluloid in bekannter Weise die nötige Festigkeit gegeben; auch die 4 Lötstellen werden hinreichend mit diesem Klebstoff fixiert.

Die Geradföhrung erfolgt diesmal wegen der Größe der Triebspule und auch der größeren Stabilität halber nicht außen, sondern innen. Man kann das auf verschiedene Weise machen, z. B. aus einem Stück 1 mm starken Zelluloid, das mit der Laubsäge auf den Triebspulennennendurchmesser ausgeschnitten wird. Es werden dann noch 4 Segmente, gleichmäßig verteilt, ausgeschnitten. Die fertige Geradföhrung sieht wie ein Kreuz mit einem schmalen runden Ring an den Enden aus. In der Mitte erfolgt über eine 5 mm hohe Beilage die Verschraubung am Zapfen. Die Geradföhrung wird in solcher Höhe im Innern der Triebspule mit Aceton befestigt, daß die ganze 7 mm lange Schwingspulenwicklung völlig in den Luftspalt getaucht ist.

Der Membranhalter besteht aus vier entsprechend gebogenen Flachmessingstücken, die direkt mit dem Magnetmantel auf der einen und mit einem Gußeisenring (Herdring, 22 cm Innendurchmesser) auf der anderen Seite verschraubt sind. Darauf kommt ein zweiter Gußeisenring von gleicher Größe. Zwischen die beiden Ringe ist das Membranleder geklemmt, das so zwischen Ring und Membran ein nachgiebiges Zwischenmedium von 1 cm Breite schafft.

Die Membran fertigen wir aus etwa ein Fünftel Millimeter starkem Papier mit einem größten Durchmesser von 20 cm. Die Konusspitze ist ausgeschnitten, um die Triebspule bequem zentrieren zu können. Membran und Triebspule werden nun mit Zelluloid-Aceton-Lösung innig verleimt und aus dem Triebspulenhals in regelmäßigen Abständen mit einer Photofeder kleine Fenster herausgeschnitten. Es sollen zur Kraftübertragung etwa 6 Streben (1 cm breit) stehen bleiben. Durch das Aus-



Die Triebspule mit der Membran und an ihrem Rand das Membranleder.

scheiden kann die komprimierte Luft sofort nach außen entweichen; auf diese Weise verhindert man die Entstehung eines dämpfenden Luftkissens.

Nun noch kurz

Schaltung und Wirkungsweise.

Bei einer Gegentaktstufe müssen die beiden Triebspulentwicklungen hintereinander geschaltet werden. Anfang der ersten Wicklung an die Anode I. Ende der ersten Wicklung an den Anfang der zweiten Wicklung und an den Pluspol der Anodenstromquelle, Ende der zweiten Wicklung an die Anode II.⁵⁾

Macht man es verkehrt, so hört man gar nichts, also in diesem Fall die Zuleitungen einer Wicklung vertauschen! Die Wirkungsweise ist bei der Gegentaktstufe die, daß der Anodenruhestrom im Symmetriepunkt der un-

⁵⁾ Man beachte, daß die Spule bifilar gewickelt ist und deshalb die tatsächlich gewickelten Anfänge nicht mit den hier allein in Betracht kommenden elektrischen Anfängen übereinstimmen.

teilten Lautsprecherwicklung zufließt und mit entgegengesetztem Umlaufssinn den beiden Anoden zuströmt. Der Gleichstromteil ist somit kompensiert, er wirkt sich lediglich innerhalb der Wicklung der Triebspule aus und zwar so, daß er die beiden Wicklungshälften auseinanderzuzerren sucht.⁶⁾ Der modulierte Sprechstrom durchfließt dagegen die Teilwicklungen im selben Sinn und bringt die Membran ins Schwingen.

Breibt man den Lautsprecher mit einer elektrischen Weiche, so kann man die beiden Teilwicklungen hintereinander schalten und erhält so die erste Widerstands Anpassung, die für Röhren mit einem inneren Widerstand von 3000 bis 4000 Ohm gefordert ist. (Die inneren Röhrenwiderstände ersieht man aus jeder Röhrenliste!) Verwendet man nur eine Wicklung, so entsteht die zweite Anpassung, nämlich an Röhren mit einem Innenwiderstand von 1000 bis 1500 Ohm. Die dritte Anpassung bekommt man durch Parallelschaltung der zwei Triebspulenwicklungen. Passend ist sie für Röhren mit einem Eigenwiderstand von 500 bis 750 Ohm. Je nach der verwendeten Anodenspannung kann aber eventuell die nächst höhere Anpassung in Anwendung kommen. Durch einen einfachen Versuch wird man schnell dahinter kommen, welche Anpassung bezüglich Lautstärke am günstigsten ist.

Der Lautsprecher kostet insgesamt etwa RM. 85.—. H. Eckmiller.

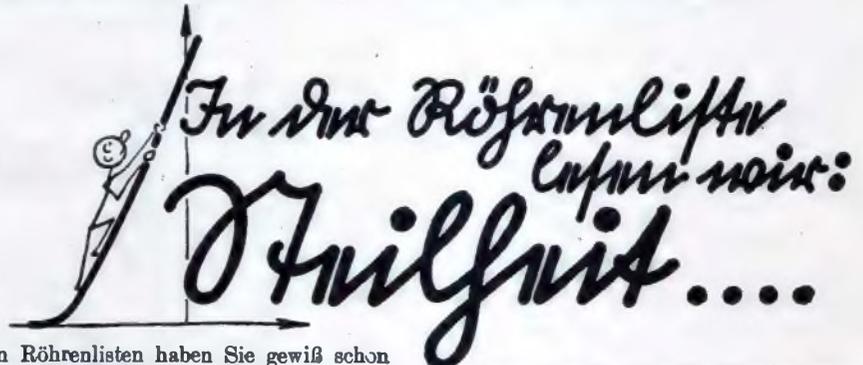
Stückliste und Preisaufstellung

1. Magnetsystem	50.—
2. Draht f. Erregg.	20.—
3. Messing f. Erregerpule u. Membranhalter	8.—
4. 2 Gußringe	1.50
5. Klemmen	2.50
6. Isolationsteile, Rüscheschlauch, Cu-Kurzschlußring, Azeton, Litzen, Zelluloid usw., Draht f. Triebspule	5.—

Komplett in bester Ausführung RM. 85.—

Man beachte, daß dabei ca. RM. 30.— (Transformatorkosten) am Verstärker gespart werden können.

⁶⁾ Die deformierende Kraft beträgt in der Gegend von 1,5 bis 2 kg, ist also wohl zu beachten; daher die Triebspule tadellos verleimen.



In den Röhrenlisten haben Sie gewiß schon oft gelesen Steilheit — beispielsweise —: 1,5 mA/V. Die Größe der Steilheit ist nämlich für die Beurteilung von Röhren sehr wesentlich.

Was Steilheit eigentlich ist.

In Abb. 1 krabbelt einer eine Kennlinie hinauf. Der merkt schon, was Steilheit ist. — Aber er kann sich täuschen.

Wenn wir die Kennlinie einer Röhre einfach dadurch steiler machen, daß wir 1 Milliampere

etwa doppelt so groß hinzeichnen als zuvor — dann meint der Mann, die Steilheit der Kennlinie wäre aufs Zweifache gestiegen.

Ein solcher Zustand ist aber offensichtlich unhaltbar. Es darf die Kennlinie nicht derart von den Maßstäben der Zeichnung abhängen.

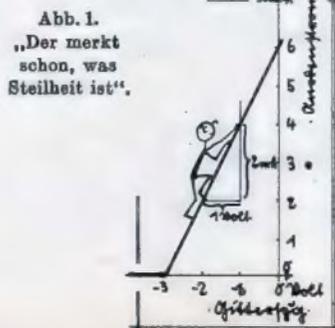
Die Röhrenlisten vermeiden diese Unsicherheit dadurch, daß die Steilheit gar nicht auf die Zentimeter-Höhe und -Breite der Zeichnung bezogen wird. Man gibt die Steilheit vielmehr in Milliampere je Zentimeter (abgekürzt in mA/V) an. Wie groß man ein Milliampere und ein Volt hinzeichnet, ist dann ganz egal.

Beträgt die Steilheit beispielsweise 2 mA/V, so muß unser Mann jedesmal wieder, wenn er um 1 Volt in wagerechter Richtung weiterkommen will, 2 Milliampere „hoch“-klimmen.

Technischer ausgedrückt lautet das: 1 Volt Gitterspannungsänderung entspricht bei einer Steilheit von 2 mA/V einer Anodenstromänderung von 2 Milliampere.

Zeichnerische Darstellung der Steilheit — und was das soll.

Wir betrachten der besseren Übersicht halber zunächst eine ganz ideale Kennlinie



⁴⁾ Für Interessenten kann das Magnetsystem um ca. 60 RM. nach meinen Angaben geliefert werden. Bezugsquelle weist die Schriftleitung nach.

⁵⁾ Vergl. 3. u. 4. Januarheft 1930.

(Abb. 2) und eine solche, die es beinahe wäre (Abb. 3).

Also zunächst Abb. 2. Die Steilheit ist hier ganz konstant. Geht die Gitterspannung von -15 auf -10 Volt zurück, so bedeutet das den Anstieg des Anodenstromes von 0 auf 10 Milliampere. Sinkt die Gitterspannung weiter von -10 Volt auf -5 Volt zurück, dann steigt der Anodenstrom von 10 auf 20 Milliampere. Vermindern wir die Gitterspannung schließlich noch von -5 auf 0 Volt, so wächst der Anodenstrom von 20 auf 30 Milliampere.

Also: Jeweils 10 mA Anodenstrom-Zunahme je 5 V Gitterspannungs-Abnahme. — Das ist eine Steilheit von 10 mA je 5 V oder 2 mA je 1 V oder 2 mA/V.

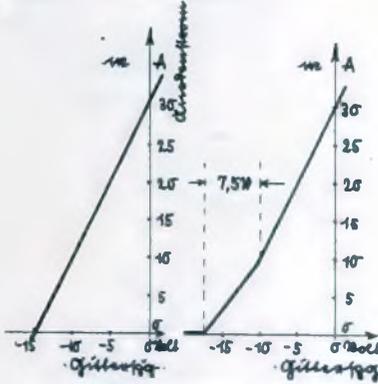


Abb. 2. Die ideale Kennlinie. Abb. 3. Eine beinahe ideale Kennlinie.

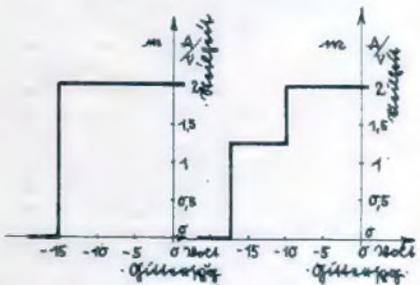


Abb. 4. Die Steilheit der Kennlinie Abb. 2 abhängig von der Gitterspannung. Abb. 5. Die bildliche Darstellung der Kennliniensteilheit von Abb. 3.

Das kann man nun zeichnen. In dem Gitterspannungsbereich zwischen -15 und 0 Volt ist die Steilheit immer die gleiche und zwar 2 mA/V. Für negative Gitterspannungen größer als -15 V ist die Steilheit Null, denn die Kennlinie steigt hier überhaupt noch nicht an. Für positive Gitterspannungen ist uns der Verlauf der Kennlinie aus Abb. 2 nicht bekannt. Deshalb können wir für diesen Gitterspannungsbereich über die Steilheit auch nichts sagen.

Also zur Zeichnung: Wir machen aus, 1 mA/V Steilheit entspreche so und soviel Millimeter und ebenso auch 1 Volt Gitterspannung. Dann wird hier — genau so wie der Anodenstrom bei der Röhrenkennlinie — die Steilheit abhängig von der Gitterspannung aufgetragen. Das gibt Abb. 4.

Nun die Kennlinie von Abb. 3. Sie hat einen Knick. Unterhalb des Knicks (negative Gitterspannung größer als -10 Volt) ist die Steilheit 10 Milliampere je 7,5 Volt oder 1,25 mA/V. Zwischen 0 und -10 Volt Gitterspannung errechnet sich die Steilheit wieder wie für Abb. 2 zu 2 mA/V. Die bildliche Darstellung der Kennliniensteilheit von Abb. 3 ist in Abb. 5 zu sehen. Wir bemerken, wie sehr sich der Knick der Kennlinie von Abb. 3 hier zeigt. Den Knick könnte man vielleicht übersehen. Den Unterschied der Steilheiten in Abb. 4 jedoch muß man unbedingt wahrnehmen.

Die bildliche Darstellung der Steilheit zeigt somit die Schwächen der Kennlinie viel deutlicher als eine Zeichnung der Kennlinie selbst das vermag.

Wir betrachten jetzt eine wirkliche Kennlinie. Da die Steilheitskurve gewissermaßen viel genauer ist wie die Kennlinie, so kann man diese für vorliegenden Zweck nicht aus einer

gedruckten Röhrenliste entnehmen. Die Abbildungen sind dort zu klein, um sehr exakte Werte entnehmen zu können. Ich habe deshalb eine Kennlinie ganz genau nachgemessen. Dazu wählte ich die neu herausgekommene Telefunken-Endröhre RE 304.

Abb. 6 zeigt das Meßresultat. Wie ist's nun mit dieser Kennlinie? Hat sie ein gerades Stück? Wo fängt die Krümmung an?

Wenn ich die gleiche Kennlinie in Abb. 7 nochmals mit einem andern Maßstab für die Gitterspannung zeichne, so sieht es so aus, als hätten wir der Röhre damit andere Eigenschaften gegeben. Die Kennlinie scheint in Abb. 7 gerader zu sein.

In den Abb. 8 und 9 sind die Steilheiten

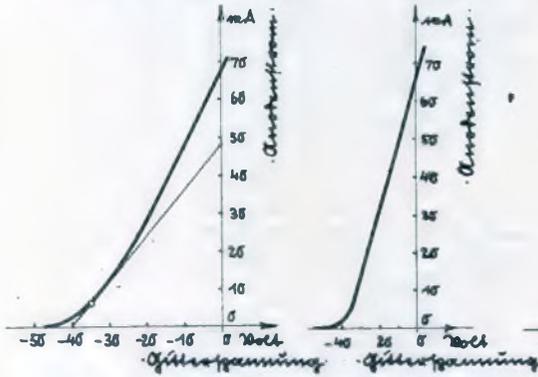


Abb. 6. Kennlinie der RE 304 für 220 Volt Anodenspannung. Abb. 7. Dieselbe Kennlinie wie in Abb. 6, aber unter anderem Maßstab aufgetragen.

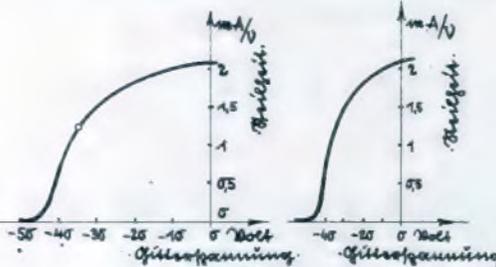


Abb. 8 (links) und 9 (rechts). Die Steilheiten für die Kennlinien 6 und 7.

abhängig von der Gitterspannung aufgetragen. Diese Bilder täuschen nicht. Sie zeigen unbarmherzig, daß die Kennlinie der RE 304 — übrigens genau, wie die Kennlinien aller anderen Röhren — kein genau gerades Stück enthalten.

Gerades Stück der Kennlinie würde nämlich bedeuten, daß die Steilheitskurve für einen entsprechenden Bereich der Gitterspannung genau wagerecht verlief (wie in Abb. 4).

Hier ist aber die ganze Steilheitskurve gekrümmt. Die Kennlinie hat kein gerades Stück. Die Frage:

Wo längt die Krümmung an?

wird dadurch dem genaueren Wortlaut nach hoffällig. Wir müssen uns vielmehr — den Umständen gemäß — darüber Rechenschaft geben, von welchem Punkt der Kennlinie ab deren Krümmung für die Wiedergabe gefährlich wird.

Hierzu ist, um das gleich vorweg zu bemerken, die normale Kennlinie nicht die richtige Grundlage. Der Außenwiderstand im Anodenstrom der Röhre ändert die Kennlinie ganz wesentlich. Die normale Kennlinie wird durch den Außenwiderstand zur Arbeitskennlinie (vgl. Abb. 6 mit Abb. 10) ¹⁾.

Schon der Kennlinienvergleich zeigt den genaueren Verlauf der Arbeitskennlinie. Noch mehr aber tritt der Unterschied bei den Steilheitskurven (Abb. 8 und Abb. 11) hervor.

Nun zur Frage der Krümmung selbst. So ganz ungefähr darf die geringste Steilheit nicht unter 60% der höchsten Steilheit sinken. Die

höchste Steilheit ist hier 0,41 mA/V. Die untere Grenze beträgt folglich 60% von 0,41 = 0,25 mA/V. Die Arbeitskennlinie darf folglich für Gitterspannungen von 0 bis -90 Volt benutzt werden (siehe Abb. 11 und 10).

Die Gewinnung der Steilheitskurve aus der gekrümmten Kennlinie.

Wir nehmen Abb. 6 vor und betrachten beispielsweise die Kennlinie an dem Punkt, der zu -35 Volt Gitterspannung gehört. In dem betrachteten Punkt legen wir an die Kennlinie die Gerade, die die Kurve gerade berührt (die Gerade in Abb. 6). Für diese Gerade lesen wir dann ab: -40 Volt Gitterspannung, 48 mA Anodenstrom. In dem gezeichneten Punkt entspricht also eine Gitterspannungsänderung von 40 Volt einer Anodenstromänderung um 48 mA. Die Steilheit ist also 48:40 = 1,2 mA/V (vgl. Abb. 8).

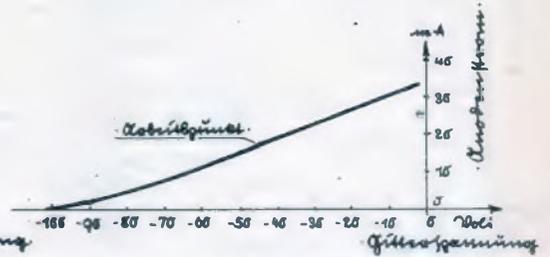


Abb. 10. Arbeitskennlinie der RE 304 für 5 Watt Anodenverlust im Arbeitspunkt, für 10000 Ohm Außenwiderstand und für 310 Volt Anodenspannung.

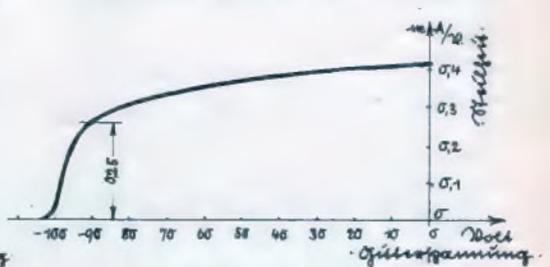


Abb. 11. Steilheitskurve zur Abb. 10.

Und wie groß sind die üblichen Steilheiten?

Von einer guten Röhre verlangt man genügende Steilheit. Nachstehende Tabelle zeigt, wieviel das in jedem Falle etwa ist:

Verwendungsart der Röhre	Heizungsart	Steilheit mA/V
Hochfrequenzverstärkung u. Widerstands-Niederfrequenzverstärkung	Batterie	0,8...1,2
	Wechselstrom, indirekt	1...2
Gleichrichterstufe (Audion)	Batterie	2
	Wechselstrom, indirekt	2...3,5
Trafo-Niederfrequenz- u. Lautsprecherstufe	Batterie	1,4...2
	Wechselstrom, indirekt	2,5...3
Kraft-Endstufe	Allgemein	2...5

Daß die indirekt beheizten Wechselstromröhren ganz allgemein höhere Steilheiten aufweisen als die Batterieröhren, liegt in ihrer Konstruktion begründet. Der eigentliche Heizfaden ist hier mit einer Masse umgeben, die erst wieder die die Elektronen abgebende Schicht trägt. Daraus bedingt sich eine größere Oberfläche, die ihrerseits die bedeutendere Steilheit bedingt.

F. Berthold.

Neue Broschüren

- Netzanschluß (Vollständ. Neubearbeit.) — 95
- Fernsehen 1,60
- Schaltbuch — 90
- Mehr Trennschärfe — 95

¹⁾ Wir erinnern an den Aufsatz: „Arbeitskennlinien“, 2. Januarheft 1930.