

FUNK BASTLER

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E.V.

Drahtloses Echo aus dem Weltenraum

In der Zeitschrift „Die Naturwissenschaften“, Verlag Julius Springer, Berlin, 1929, Heft 33, S. 643 ff., spricht Carl Störmer, Oslo, über „Kurzwellenechos, die mehrere Sekunden nach dem Hauptsignal eintreffen, und wie sie sich aus der Theorie des Polarlichtes erklären lassen“. Wir geben nachstehend diesen Aufsatz auszugsweise wieder.

Wie unsere Leser sich erinnern werden, erregten Mitteilungen über Versuche des norwegischen Forschers Prof. Störmer, die etwa vor einem Jahre bekannt wurden, lebhaft Aufmerksamkeit. Es handelte sich um Beobachtungen, bei denen Kurzwellensignale z. B. des Senders in Eindhoven von bestimmten Empfangsstationen nicht nur einmal, sondern mehrfach, und zwar in zeitlichen Abständen von mehreren Sekunden empfangen wurden. Es fehlte damals nicht an mannigfachen Erklärungsversuchen, aber auch nicht an skeptischen Stimmen, die zur Vorsicht gegenüber diesen Nachrichten mahnten. Im „Funk-Bastler“ wurde damals schon darauf hingewiesen, daß Erklärungsversuche unter zur Hilfenahme der Heaviside-Schicht nicht sehr aussichtsreich seien. Nunmehr liegen seit einiger Zeit authentische Mitteilungen Störmers vor, aus denen hervorgeht, daß er selbst lange Zeit seinen eigenen Beobachtungen gegenüber äußerst skeptisch war, und daß erst spätere Versuche eine Bestätigung erbracht haben.

Prof. Störmer beschäftigte sich seit langer Zeit mit der Erforschung der Nordlichterscheinungen, die nach der Theorie von Birkeland durch Kathodenstrahlen hervorgerufen werden, die von der Sonne ausgehen und in den höchsten Atmosphärenschichten Leuchterscheinungen hervorrufen, wobei sie vom magnetischen Feld der Erde beeinflusst werden. Störmer richtete sein Augenmerk besonders darauf, ob nicht diese Erscheinungen auch auf die Ausbreitung elektrischer Wellen von Einfluß seien. Unter den Mitarbeitern, die ihn mit Berichten über Empfangsbeobachtungen während der Nordlichtperioden versahen, gehörte auch der Radio-Amateur Jörgen Hals aus Bygdö bei Oslo. Dieser machte ihm Mitteilung über das Auftreten von Echosignalen.

Versuche, die daraufhin in der Zeit von Sommer 1927 bis Anfang 1928 angestellt wurden, führten zu sehr widersprechenden Resultaten. Nach vielen vergeblichen Versuchen war Störmer nahe daran, das Ganze aufzugeben, nahm aber die Gelegenheit einer Reise nach Holland zu einer Unterredung mit Prof. Dr. van der Pol, der in Eindhoven ist, wahr. Wir geben nachstehend einen Bericht Prof. Störmers über seine Versuche und Arbeiten wieder, wie sie in dem oben zitierten Aufsatz niedergelegt sind.

Am 12. und 13. Juli 1928 konnte ich auch von der Pol aufsuchen; wir nahmen einige Versuche in Eindhoven vor, doch mit negativem Ergebnis. Aber doch beschlossen wir, die Versuche im Herbst wieder aufzunehmen und bestimmten gleichzeitig, daß die Station PCJJ, statt modulierte Signale zu schicken, alle 20 Sekunden Telegraphiesignale von ungedämpften Wellen, drei Striche dicht hintereinander, aussenden sollte. Zwischen den einzelnen Signalen seien dann keine Wellen zu senden.

Ferner entschloß ich mich, um dem Telegraphenamte durch die vergebliche Aufnahme von Oszillogrammen keine unnötigen Ausgaben zu verursachen, die Signale vorläufig nur abzuhören. Da die Wohnung von Ingenieur Hals in Bygdö nur wenige Minuten von der meinen entfernt liegt und er im Besitz eines sehr empfindlichen Empfängers mit

Lautsprecher ist, verabredete ich, daß er mich telephonisch benachrichtigen solle, sobald er Echos höre, worauf ich mich sofort bei ihm einfinden würde.

Die Sendungen von der Station PCJJ nahmen ihren Anfang am 25. September. Anfangs machten sich einige Mißverständnisse betreffs Aussendung und Empfang geltend, aber am 11. Oktober hörte ich zum erstenmal nicht anzuzweifelnde Echos.

Die Station PCJJ entsandte an diesem Tage 15.30 bis 16.00 Uhr G.M.Z. die verabredeten Signale, drei Striche in der Gesamtdauer von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Sekunden von ungedämpften Wellen mit der Wellenlänge 31,4 m. Die Signale wurden von einem oszillierenden Empfänger aufgefangen, so daß der entstehende Kombinationston wie der starke Laut einer bestimmten Tonhöhe anzuhören war. Die Entsendung der Signale erfolgte alle 20 Sekunden, und zwischen den Signalen wurden keine Wellen gesandt. Eine Weile

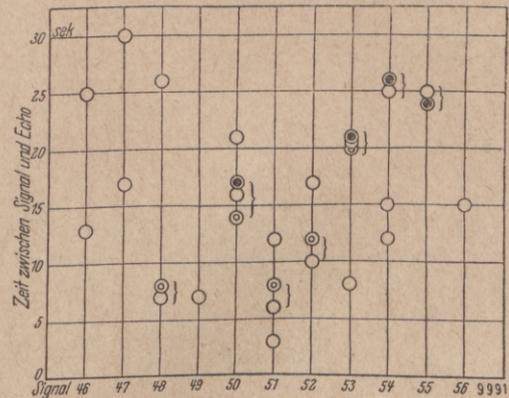


Abb. 1. Echobeobachtungen von Bygdö und von zwei Stationen in Eindhoven am 24. Oktober 1928, nach Dr. van der Pol.

nach Beginn der Sendungen kam von Herrn Hals der Telephonbescheid, daß schöne Echos zu hören wären, worauf ich sofort zu ihm eilte. Als ich seine Wohnung betrat, waren nicht nur die Signale, sondern auch die Echos aus dem Lautsprecher so stark, daß man sie über das ganze Haus hörte. Ich beobachtete nun die Erscheinung in der letzten Viertelstunde zusammen mit Herrn Hals und notierte ungefähr die Zeitintervalle zwischen Signal und Echo. In der Regel gab jedes Signal ein Echo, ab und zu aber auch mehrere. Gewöhnlich hatte das Echo, wie das Signal, drei Striche, bisweilen flossen aber die Striche zusammen, und es kam auch vor, daß das Echo zu einem längeren Ton verzogen war als das Signal. Die Tonhöhe war die nämliche wie im Signal. Ich notierte in Sekunden folgende Zeitintervalle zwischen Signal und Echo: 15, 9, 4, 8, 13, 8, 12, 10, 9, 5, 8, 7, 6 und 12, 14, 14, 12, 8 und 12, 5, 8 und 12, 8, 5, 14, 14, 15, 12, 7, 5, 5, 13, 8, 8, 8, 13, 9, 10, 7, 14, 6, 9, 5 und 9.

Betreffs der Stärke waren die Signale so kräftig, daß einem die Ohren weh taten, und auch die Echos waren kräftig, wenn auch bei weitem nicht in dem Maße wie die Signale. Die atmosphärischen Störungen waren minimal, so daß der Lautsprecher erheblich verstärkt werden konnte,

Die von mir notierten Zeiten machen keinen Anspruch auf größere Genauigkeit, da ich nicht genügend vorbereitet war; man bekommt aber durch sie wenigstens eine qualitative Idee des Phänomens. Wie mir Ingenieur Hals erzählte, hatte er, ehe ich kam, einige Echos von 3 Sekunden beobachtet.

Nun despeschierte ich das Ereignis sofort an Dr. van der Pol und bat ihn, das Ergebnis selbst zu kontrollieren und zu bestätigen. Am nächsten Tage bekam ich seine Depesche, daß er den Versuch an dem nämlichen Abend wiederholt und dabei eine Reihe Echos wahrgenommen habe. Die Resultate und seine theoretische Deutung der Phänomene, die von meiner ganz verschieden ist, hat Dr. van der Pol in „Nature“, 8. Dezember 1928, publiziert, woraus ich folgendes entnehme:

„Am 11. Oktober erhielt ich ein Telegramm von Prof. Störmer mit der Mitteilung, daß an dem Nachmittag sehr deutliche Echos gehört worden waren. Daraufhin traf ich sofort Anordnungen, um noch in derselben Nacht eine Reihe von Versuchszeichen auszusenden, die aus drei kurzen Punkten in schneller Aufeinanderfolge bestanden und alle 30 Sekunden zwischen 22.00 und 23.00 Uhr G. M. Z. ausgesandt wurden. Ich hörte mit meinem Assistenten die 120 Zeichen ab. Wir nahmen beide vierzehn Echos wahr; zwischen den Zeichen und den Echos verlief eine Zeit von: 8, 11, 15, 8, 13, 3, 8, 8, 8, 12, 15, 13, 8, 8 Sekunden.

Die Frequenz eines Echos war stets der Frequenz des Zeichens gleich, was sich leicht feststellen ließ, weil die Zeichen nicht moduliert waren und der Empfänger daher in schwingendem Zustand gehalten wurde. Der so entstehende Ton hatte sowohl beim Empfang des ursprünglichen Zeichens wie beim Auffangen des Echos dieselbe Höhe. Die Frequenz des örtlichen Oszillators wurde nach Empfang eines Zeichens etwas geändert, und dann rief das Echo eine etwas abweichende Höhe des Kombinationstones hervor. Wenn der Empfänger daraufhin unverändert gelassen wurde, so entstand beim Eintreffen des nächsten Zeichens genau dieselbe Tonhöhe im Empfänger wie beim Empfang des letzten Echos.

Die Echos, die ich hörte, waren ziemlich schwach, und obgleich leicht erkannt werden konnte, daß ihre Schwingungsfrequenz dieselbe war wie die Frequenz der eigentlichen Zeichen, konnten die drei Punkte des ursprünglichen Zeichens im Echo nicht wiedererkannt werden, weil letz-

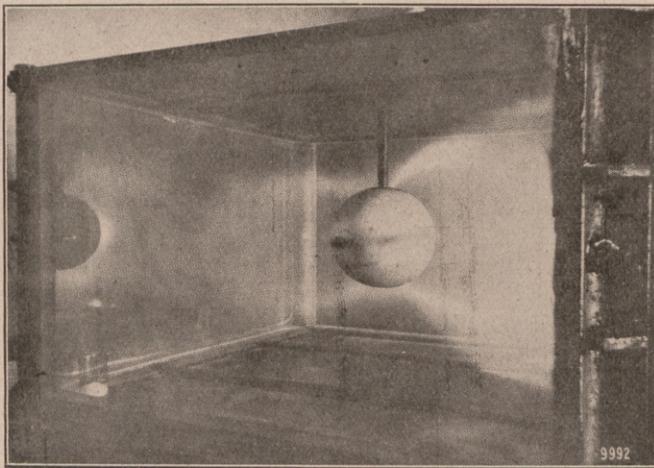


Abb. 2. Ein Experiment von Kristian Birkeland, wo Kathodenstrahlen auf eine magnetische Kugel gerichtet werden. Ein Teil des torusähnlichen Raumes T ist deutlich sichtbar, wie auch die den Polarlichtern entsprechenden Niederschläge in den Polargegenden der Kugel.

teres verschleiert war, ausgenommen in dem einen Fall, daß das Echo drei Sekunden nach dem Zeichen eintraf. In dem Falle waren auch im Echo die drei Punkte sehr deutlich hörbar.

Daraufhin machte ich Prof. Störmer den Vorschlag, die Zeichen in den weiteren Versuchen zu zählen, damit in Oslo und in Eindhoven gehörte Echos vielleicht als dieselben erkannt werden könnten.“

Auf diesen Vorschlag hin wurden die Zeichen nun nummeriert, aber es wurden keine neuen Echos wahrgenommen vor dem 24. Oktober, als die Signale nachmittags eine ganze Stunde lang alle halbe Minute ausgesendet wurden. Anfangs war Herr Hals allein um die Beobachtungen, als aber Echos hörbar wurden, rief er mich telephonisch herbei; als ich mich eiligst bei ihm einfand, hatten jedoch die Echos nach einer Periode starker atmosphärischer Störungen aufgehört und kamen nicht wieder. Ich teilte nun die von Herrn Hals gemachten Beobachtungen Dr. van der Pol mit; aus seinem oben erwähnten Bericht in „Nature“ führe ich jetzt das Untenstehende an:

„Bis zum 24. Oktober wurden weder in Oslo noch in Eindhoven Echos wahrgenommen. An dem Tage jedoch wurden zwischen 16.00 bis 17.00 Uhr G. M. Z. sowohl in Oslo wie auch an zwei verschiedenen Stellen (3 km auseinander) in Eindhoven wieder Echos gehört. Die Frequenzen der beiden schwingenden Empfänger in Eindhoven wurden auf verschiedene Seiten der Trägerfrequenz des Zeichens abgestimmt, um die Möglichkeit, anderweitig ausgesandte Zeichen als Echos anzusehen, soviel wie möglich auszuschalten. Prof. Strömer war so freundlich, mir die an dem Tage in Oslo gemachten Beobachtungen mitzuteilen, wo 48 Echos aufgenommen wurden. Empfänger Nr. 1 in Eindhoven (mit zwei Beobachtern) stellte 4 sehr schwache Echos fest, und Empfänger Nr. 2 in Eindhoven nahm 5 Echos auf. Ein Teil der gleichzeitigen Beobachtung ist in die beigefügte Graphik (Abb. 1) eingezeichnet worden. Die Zeit der Beobachtungen \odot wurde mit einer Stoppuhr gemessen, während man sich für die Beobachtungen \odot auf den Sekundenzeiger einer gewöhnlichen Uhr verließ. Da die Echos häufig länger als 1,5 Sekunden anhielten, kann kein Zweifel darüber bestehen, daß einige Echos praktisch gleichzeitig an den drei oben erwähnten Stellen bemerkt wurden. Mithin steht es ganz außer Frage, daß die Echos, wenn sie auch oft schwer aufgefangen werden können, wirklich bestehen, weil sie von mehreren Beobachtern an verschiedenen Stellen, und einigemal sogar zu gleicher Zeit, gehört wurden.“

Wie man sieht, war die zwischen Signal und Echo liegende Zeit diesmal länger und betrug bis zu 20 bis 30 Sekunden.

Nach dem 24. Oktober wurde das Abhören liebenswürdigerweise von dem norwegischen Telegraphenamte übernommen. In gemeinschaftlicher Arbeit mit Oberingenieur Hermod Petersen konnte ich eine Reihe von Hörstationen vom südlichen Norwegen bis nach Spitzbergen hinauf organisieren, während mir auch mehrere Amateure, darunter Ingenieur Hals, ihren Beistand leisteten. Es wurde abermals ein Oszillograph aufgestellt, um die Echos, wenn sie eintreffen sollten, registrieren zu können.

Aus später noch zu erörternden theoretischen Gründen war es jedoch wenig wahrscheinlich, daß man neue Echos vor etwa Mitte Februar hören würde. Und obwohl Eindhoven die Zeichen wenigstens zweimal wöchentlich zu den verschiedensten Tageszeiten aussandte, hörte man denn auch die Echos vor dieser Zeit weder in Norwegen noch in Holland.

Am 14. Februar wurde wiederum eine Reihe von Echos von Ingenieur Hals gemeldet; am 18. Februar hörte Herr Andreas Kleve Echos an der Hörstation des Telegraphenamts in Bodö, worüber das Telegraphenamt folgenden Bericht erhalten hat:

„Wie Abteilungsingenieur Birkeland telephonisch mitgeteilt wurde, hörte man Echosignale am Montag, dem 18. Februar, um 17.00 Uhr (16.00 Uhr G. M. T.). Man hörte das Echo der beiden letzten x, also des 44. und 45. x der Sendung sowie von dem letzten einhalbminütlichen Strich. Das erste x war sehr schwach, das zweite x und der Strich dagegen deutlicher. Ganz besonders deutlich war der Strich. Diese Echos hörte man etwa 12 bis 13 Sekunden nach Abschluß des Hauptzeichens. Die Stärke wurde auf R 3 geschätzt, während die Signalstärke sonst R 9 betrug. Bei dieser Gelegenheit waren Außen- und Innenantenne (parallel) zusammengeschaltet, da hierdurch größere Lautstärke als nur mit einer Antenne erzielt wird.“

Am 19. Februar nahmen Appleton und Borrow am Kings College, London, eine Reihe von Echos wahr, wo die Zeitspanne zwischen Signal und Echo bis zu 25 Sekunden be-

trug. Der mir hierüber zugegangene Bericht lautet in der Übersetzung wie folgt:

„Am 19. Februar zwischen 15.30 Uhr und 16.30 Uhr, als R. A. L. Borrow und ich auf Sondersignale von PCJ horchten, hörten wir Echos nach einer Zwischenzeit bis zu 25 Sekunden. Die Echos waren außerordentlich distinkt und dauerten über 2 Sekunden. Es war uns von großem Interesse, daß wir, die wir vor diesem Tage keine Echos gehört hatten, sie nun im Februar, so, wie von Prof. Störmer vorausgesagt, hören sollten.“

Am 5. April 1929.

E. V. Appleton.“

Am 20. Februar, zwischen 15.30 Uhr und 16.30 Uhr, hörte man, gemäß einem Bericht aus Eindhoven, dort zwei Echos nach dem 23. Signal, und zwar das eine nach Verlauf von 8 Sekunden, das andere nach 18 Sekunden. Die Echos bestanden aus distinkten Strichen ziemlich großer Stärke und dauerten etwa 2 Sekunden lang. Schließlich teilte mir Ingenieur Hals noch mit, daß er Echos am 15., 18., 19., 20., und 28. Februar gehört habe. Hiernach scheint man jeden Zweifel an der Echtheit des Phänomens als hinfällig betrachten zu müssen.

Es erhebt sich nunmehr die Frage, wie das Zustandekommen dieser merkwürdigen Echos zu erklären ist. Hierzu wäre es eigentlich nötig, sich eingehender mit der Theorie des Nordlichtes zu befassen. Wir wollen aber von eingehenderen mathematischen Erörterungen Abstand nehmen und müssen diejenigen Leser, die sich einen Einblick in die mathematischen Gedankengänge der Theorie zu verschaffen wünschen, auf den Aufsatz von Prof. Störmer verweisen. Statt der Theorie wollen wir einen Versuch schildern, den der Begründer der Theorie, Prof. Birkeland, zum Zweck experimenteller Bestätigung angestellt hat. Er stellte eine magnetische Kugel her und ließ Kathodenstrahlen von einer Kathode ausgehen, die in der magnetischen Äquatorebene der Kugel aufgestellt war.

Die Abb. 2 veranschaulicht diesen Versuch und zeigt, wie dabei eine eigenartige Lichterscheinung auftritt. Es bildet sich eine leuchtende Fläche, die in Form eines hohlen Ringes die magnetisierte Kugel umgibt. Im Innern der Leuchterscheinung liegt ein von Leuchterscheinungen freier torusartiger Raum. Das Auftreten der Leuchterscheinungen beweist, daß an den leuchtenden Stellen das Gas ionisiert und daher elektrisch leitend ist. Es läßt sich im einzelnen nachweisen, daß die auf diese Weise erzeugten Leuchterscheinungen hinsichtlich ihrer Form und ihrer Lage auf der Kugel durchaus denjenigen ähneln, wie man sie auf der Erde beim Auftreten von Polarlichtern beobachtet.

Auch wenn man die Vorgänge rechnerisch verfolgt, kommt man zu den gleichen Ergebnissen. Die Rechnung ergibt außerdem nähere Aufschlüsse über die Größenabmessungen des leuchtenden Torus, wie er nach der Theorie unter Einwirkung der von der Sonne ausgehenden Kathodenstrahlen und des magnetischen Feldes der Erde auftreten muß. In Abb. 3 ist das durch Experiment und Rechnung sich ergebende Resultat noch einmal schematisch veranschaulicht. Die Rechnung ergibt als Maß für die Größe des torusförmigen Raumes einen Wert von 600 000 km, für den Durchmesser d in Abb. 3.

Untersucht man nun die Schlüsse, die sich aus der in Abb. 3 dargestellten Erscheinung für die Ausbreitung drahtloser Wellen ergeben können, so ist zunächst festzustellen, daß die Erde von einem torusförmigen Gebilde umgeben ist, dessen Wände wie ein elektrischer Leiter wirken. Elektrische Wellen, die von der Erde ausgehen, müssen also an der leitenden Wand dieses Raumes reflektiert werden. Der einfachste Fall ist der, daß von der Äquatorebene ausgehende Wellen sich in der Äquatorebene geradlinig ausbreiten, an der leitenden Wand reflektiert werden und zur Erde zurückgelangen. Dabei durchlaufen sie einen Weg von zweimal 600 000 km, also 1 200 000 km. Bei einer Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektrischen Wellen von 300 000 km pro Sekunde ergibt sich also eine Echozeit von 4 Sekunden, die in der Größenordnung der beobachteten Werte liegt.

Es wäre aber auch denkbar, daß die Wellen einer mehrfachen Reflektion von den Wänden der Fläche T unterliegen und die Echozeit dadurch erhöht wird. Es wäre weiter denkbar, daß sie in der Nähe der magnetischen Äquatorebene hin- und zurückgeworfen werden und jedesmal, wenn sie zur Erde kommen, ein Echo geben, so daß wir von einem Zeichen mehrere Echos hintereinander hören können, so wie es ja auch beobachtet worden ist. Denkbar wäre es

auch, daß sie, ehe sie zurückgeworfen werden, größere oder kleinere Strecken an der Torusfläche zurücklegen, in derselben Weise, wie die Wellen an der Kennelly-Heaviside-Schicht entlang gehen.

Vergleicht man die beobachteten und die berechneten Echozeiten miteinander, ersieht man, daß sie dieselbe Größenordnung haben. Daß die Echos so kräftig sein können, wie sie tatsächlich sind, erklärt sich aus der Gestalt der reflektierenden Wand der Fläche T in der Nähe der Äquatorebene, die als ein Hohlspiegel die Wellen zurück zur Erde konzentriert.

Zu einer weiteren guten Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment gelangt man, wenn man die Gründe

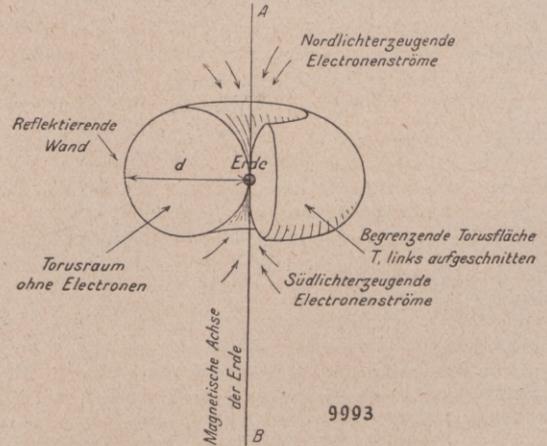


Abb. 3. Schematische Erklärung der Echophänomene.

untersucht, warum diese Echoerscheinungen so selten beobachtet werden. Für das Zustandekommen der Erscheinung muß eine ganze Reihe von günstigen Bedingungen erfüllt sein.

Die Wellenlänge muß günstig sein, und die Wellen müssen nach der richtigen Richtung und mit hinreichender Energie entsandt werden. Die Heaviside-Schicht muß sich von den Wellen, wenn sie ausgehen und wenn sie zurückkommen, durchdringen lassen, und die Schicht muß für die Beobachtung sowohl der Zeichen wie der Echos wohlgeeignet sein, und die atmosphärischen Störungen dürfen nicht zu stark sein. Auch muß der Empfänger empfindlich genug und zum Abhören richtig eingestellt sein.

Von besonderer Wichtigkeit aber ist folgendes: Voraussetzung für das Auftreten der Erscheinungen ist, daß die Kathodenstrahlen von einem Punkt der Äquatorebene ausgehen, d. h. auf die Erde übertragen: die Erscheinungen sind dann zu erwarten, wenn die Sonne senkrecht zur magnetischen Erdachse steht. Diese Zeiten lassen sich einfach astronomisch berechnen, und Voraussagen über das Auftreten und Nichtauftreten der Echowirkungen auf Grund solcher Berechnungen haben sich ebenfalls bewahrheitet.

Zusammenfassend kann man wohl sagen, daß wir es hier mit einer neuen Methode zu tun haben, um die Bewegung der Copularströme weit außerhalb der Erde erforschen zu können.

London eröffnet seinen neuen Sender.

Die Eröffnung des Senders in Brookmans Park in London wird in der Nacht vom 16. zum 17. September stattfinden. Der Sender wird auf der jetzigen Londoner Welle 356,3 mit einer Leistung von 30 kW arbeiten. Die Versuchssendungen sollen täglich nachts von 0.00 bis 1 Uhr, und zwar in der Zeit vom 16. bis 30. September, vorgenommen werden.

Ein neuer Schweizer 12 kW-Sender.

Für den neuen Schweizer 12 kW-Sender, der in Sottens errichtet werden soll, sind Vorversuche mit einem 200 Watt-Militärsender aufgenommen worden. Es wird von dem Ausfall der Feldstärkemessungen abhängen, ob man an dem beabsichtigten Standort festhält. Bei gutem Ausfall der Messungen soll bereits Ende dieses Jahres mit dem Bau des Senders begonnen werden.

Die Grenzen der Verstärkung bei Schirmgitterröhren

Von Dr.-Ing. P. Hermanspann.

Die Grenzverstärkung einer Schirmgitterröhre.

Die Schirmgitterröhre vereinigt zwei Vorteile in sich: Sie ist eine Röhre mit extrem kleinem Durchgriff, d. h. ihre Verstärkung ist an und für sich außerordentlich hoch. Und dadurch, daß man mit Hilfe des hochfrequenzmäßig gedrehten Schirmgitters die wirksame Gitter-Anode-Kapazität auf einen sehr kleinen Wert reduziert, ist eine große Hochfrequenzverstärkung möglich ohne Selbsterregung.

Bei normalen Hochfrequenzverstärkern koppelt man den Anodenkreis so an, daß der Widerstand des Anodenkreises auf den Röhrenwiderstand heruntertransformiert wird. Man spricht dabei von „Anpassung durch Transformation“. Wegen des hohen Innenwiderstandes der Schirmgitterröhre hat es aber keinen Zweck, durch Transformation anzupassen. Diese Anpassung hätte nur dann Zweck, wenn die Schwungradwiderstände der Anodenkreise wesentlich größer wären als der Innenwiderstand der Schirmgitterröhre. Man legt vielmehr einen Schwingungskreis direkt in die Anodenleitung. Dann ist die Verstärkung um so höher, je kleiner die Dämpfung dieses Kreises ist, d. h. je größer der Schwungradwiderstand ist. Da man insbesondere bei langen Wellen gute Kreise leicht herstellen kann, so eignet sich die Schirmgitterröhre sehr gut zur Verstärkung langer Wellen (Verwendung für Zwischenfrequenzstufen).

Es fragt sich nun, welche Verstärkungen man erzielen kann, und wodurch diese begrenzt sind. Welche Verstärkung läßt sich aus einer Schirmgitterröhre herausholen?

Die Grenze für die Verstärkung liegt darin, daß die Gitter-Anode-Kapazität der Schirmgitterröhre nicht beliebig klein gemacht werden kann. Sie beträgt bei den heute auf dem Markt erhältlichen Schirmgitterröhren etwa $20 \cdot 10^{-3}$ cm. Wird nun die Verstärkung immer größer, so genügt schließlich die Rückkopplung über die kleine Gitter-Anode-Kapazität, um Selbsterregung herbeizuführen. Der Empfänger schwingt dann, und der Empfang ist durch Überlagerungspfeifen gestört.

Eine Rechnung zeigt, daß die Grenzverstärkung um so kleiner ist, je größer die Gitter-Anode-Kapazität und je kleiner die Welle ist¹⁾.

In der folgenden Tabelle ist für verschiedene Wellenlängen die Grenzverstärkung einer Schirmgitterröhre wiedergegeben. Dabei sind zugrunde gelegt die Daten der Röhre RES 044, die eine Steilheit von $0,3 \cdot 10^{-3}$ Amp/Volt, einen Innenwiderstand von 0,5 Megohm und eine Gitter-Anode-Kapazität von etwa $20 \cdot 10^{-3}$ cm hat.

λ	Grenzverstärkung	λ	Grenzverstärkung
200	38	500	53
300	44	1000	65

Überschreitet man die hier angegebenen Verstärkungen, indem man die Kreise „zu gut“ macht, so pfeift der Empfänger. Voraussetzung für die Gültigkeit dieser Berechnung ist aber, daß durch die Leitungsführung die wirksame Gitter-Anode-Kapazität nicht vergrößert wird. Diese Voraussetzung wird wohl nie ganz erfüllt werden können, so daß die oben angegebenen Grenzverstärkungen etwas zu hoch sind.

Die Begrenzung der Verstärkung bei mehreren Stufen.

Die Verstärkung einer Schirmgitterstufe ist, wie wir sahen, dadurch begrenzt, daß bei zu großen Verstärkungen

¹⁾ Derartige Stabilitätsbetrachtungen finden sich bei: Hull, Physical Review, Vol. 27, S. 432, 1926; Beatty, Experimental Wireless and The Wireless Engineer, Vol. 5, S. 3, 1928.

die schwache Rückkopplung über die Gitter-Anode-Kapazität genügt, um Selbsterregung herbeizuführen. Aber dadurch, daß man mehrere Schirmgitterstufen hintereinanderschaltet, könnte man leicht außerordentlich hohe Gesamtverstärkungen erzielen.

Es läßt sich allerdings zeigen, daß die Grenzverstärkung, von der oben die Rede war, bei der Reihenschaltung mehrerer Röhren etwas kleiner wird als früher angegeben. Trotzdem ist die erzielbare Gesamtverstärkung mit mehreren Schirmgitterstufen außerordentlich hoch. Die Gesamtverstärkung von vier Schirmgitterröhren mit einer Einzelverstärkung von 50 wäre schon größer als eine Million. Zum Vergleich sei gesagt, daß moderne, hochempfindliche Empfänger eine Hochfrequenzverstärkung von etwa 1000 haben.

Man gab früher als Grenze der Verstärkung das Störungsniveau an. Ist nämlich die Verstärkung eines Empfängers so groß, daß die normalen Störgeräusche den Empfang merklich beeinträchtigen, so hat es keinen Sinn, die Verstärkung noch weiter zu erhöhen.

Es hat sich aber gezeigt, daß diese durch das Störungsniveau bedingte Grenze erst bei viel größeren Verstärkungen erreicht wird als eine andere, die vom sogenannten „Schrot-Effekt“ abhängt. Bei Vierröhrengeräten hört man selbst ohne angeschlossene Antenne ein gleichmäßiges Rauschen, das von dem Elektronenübergang in der ersten Röhre abhängt. Man spricht dabei von Stoßerregung durch die einzelnen Elektronen, doch ist das Wesen dieser Erscheinung noch nicht hinreichend geklärt. Sicher ist nur, daß das Schrotgeräusch um so größer ist, je größer die Verstärkung hinter der ersten Röhre ist, und es hat keinen Zweck, eine beliebig hohe Verstärkung aufzubauen, wenn dabei der Empfang von dem Schrotgeräusch übertönt wird.

Nach einem Bericht von Hull ist eine Hochfrequenzverstärkung von 10^6 hinter der ersten Röhre nötig, um 1 Volt „Schrotspannung“ am Gitter des Gleichrichters zu erhalten. Es scheint jedoch, daß diese Angabe noch zu günstig ist. Denn jede einfallende Trägerwelle wird vom Schrotgeräusch moduliert, so daß die Störung viel erheblicher sein kann. Zahlenangaben über die zulässige Gesamtverstärkung sind bis jetzt nicht bekannt. Doch ist das Schrotgeräusch bei 3 Schirmgitterstufen im allgemeinen schon stark störend.

Das hier über die Begrenzung der Gesamtverstärkung Gesagte gilt natürlich nicht nur für Schirmgitterröhren, sondern auch für andere Röhren. Wegen der großen Verstärkung der Schirmgitterröhren erreicht man aber damit viel leichter die angegebenen Grenzen.

Bastel-Preisausschreiben in England.

Im Rahmen der Manchester Funkausstellung, die im Oktober stattfindet, ist ein Bastler-Wettbewerb mit Preisen in Höhe von 4000 M. vorgesehen. Die Einteilung der Geräte erfolgt nach vier Klassen: Dreiröhrenempfänger für Fernempfang, Dreiröhrenempfänger für einwandfreien Qualitätsempfang, dieselbe Empfängerart für Daventry und die Ortsstation, schließlich als vierte Klasse eine Hochfrequenzstufe. Die einzelnen Preise schwanken zwischen 43 und 536 M.; das Preisausschreiben erstreckt sich nur auf englische Bastler.

Auch England hat Empfangsschwierigkeiten.

Die durch den Prager Wellenplan auch im Ausland bedingte Herabsetzung der Wellenlängen einzelner Sender hat nicht nur in Deutschland, sondern auch in England zu Empfangsschwierigkeiten geführt. So hat sich besonders der Empfang des irischen Senders Belfast wesentlich verschlechtert, und die englische Rundfunkgesellschaft bemüht sich, durch technische Aufklärung der Hörer Abhilfe zu schaffen.

Moderne Mittel zur Unterdrückung von hochfrequenten Empfangsstörungen

Von
Dr. F. Conrad.

Während der Funkausstellung hielt Dr. F. Conrad vor den Mitgliedern der Funktechnischen Vereinigung E. V. einen Vortrag über das Thema „Wie entstehen Rundfunkstörungen und durch welche Mittel werden sie beseitigt?“ Ähnliche Gedanken, wie sie der Vortrag des Verfassers enthielt, liegen dem nachfolgenden Aufsatz zugrunde.

Es hat eine Zeit in der Entwicklung der technischen Hilfsmittel des Rundfunks gegeben, die das Empfangsgerät ganz in den Vordergrund des Interesses stellte. Man hat jedoch erkannt, längst ehe die Sender und Empfänger ihren Ausbau unter wechselseitigem Einfluß bis zu einem gewissen Grad abgeschlossen hatten, daß die technische Feinarbeit mit dem Endziel der Verwirklichung einer völlig naturgetreuen Wiedergabe akustischer Sendung auf drahtlosem Wege nicht bei der Vervollkommnung von Send- und Empfangsseite haltmachen darf. Leider besteht eine technische Unmöglichkeit, eine ganz eindeutige Kopplung zwischen Empfänger und Sender herbeizuführen, wie sie bei einer Verbindung über reine Fernleitungen verwirklicht ist.

Solange der Empfänger das reine Abstimmprinzip eines Schwingungskreises benutzt, um eine drahtlose Sendung wiederzugeben, bleibt die Möglichkeit einer gleichzeitigen Kopplung mit beliebig vielen fremden Sendern bestehen. Wenn nun auch den Sendern des privaten und öffentlichen Nachrichtenverkehrs und der großen Zahl von Rundfunksendern durch zwischenstaatliches Übereinkommen je ein bestimmtes Frequenzband zugewiesen ist, dessen Innehaltung überwacht wird, so macht bekanntlich die Betätigung von unzähligen parasitären „Sendern“ den störungsfreien Empfang unter gewissen Umständen unmöglich. Diese Stör-

sam genug, um eine praktisch störungsfreie Wiedergabe der Funksendung zu erreichen.

Wie die Esse einer unsachgemäß geheizten Dampfmaschine undurchdringlichen Qualm erzeugt, der das Atmen erschwert, so werden parasitäre Schwingungen, die von hochfrequent unsachgemäß verwendeten Geräten ausgehen, als uner-

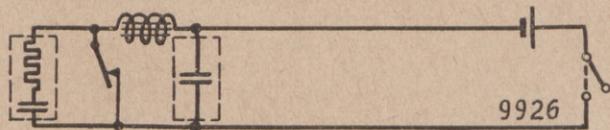


Abb. 2.

wünschte Beimengungen empfunden, die, wenn sie mit großer Intensität auftreten, die Durchführung des Rundfunkempfangs vollständig in Frage stellen. Die Berechtigung eines Massenempfangs anerkennen, wie er beim Rundfunk notwendig ist, heißt aber, gleichzeitig die Möglichkeit einer störungsfreien Wiedergabe der Sendung bejahen. Diese Aufgabe ist eine rein physikalisch-technische, und die Verschiedenartigkeit ihrer Lösungsmöglichkeit beeinflusst anschließende Probleme rechtlicher und wirtschaftlicher Art. Wenn die Rundfunkstörungen empfangsseitig auf einfache Weise zu beseitigen wären, so blieben jene Probleme gegenstandslos. Ob eine Pflicht besteht, Rundfunkstörungen zu vermeiden, und ob diese Pflicht sich auf den Störer oder auf den Rundfunkhörer bezieht, diese Frage wurde in ein neues Licht gerückt, nachdem die Möglichkeit einer wirksamen Unterdrückung der Störungen nur direkt an der Störquelle gegeben war.

Die Forderungen, die vom Standpunkt des Rundfunkteilnehmers an die Störfreiemittel gestellt werden, sind einfach zu formulieren: die Wiedergabe der Rundfunk-sendung muß so weit von störenden akustischen Beimengungen gereinigt werden, daß sie vom Ohr nicht mehr als solche empfunden werden können. Physikalisch formuliert heißt das aber, daß die Empfangsintensität der in irgendwelchen Kreisen angeregten Störschwingungen so weit zu vermindern ist, daß die jeweilig in einer Empfangsantenne von einem Sender erzeugte Feldstärke genügend hoch über der Störungsintensität liegt. Die für den genannten Effekt in jedem Fall notwendige ziffernmäßige Störungsverminderung bewegt sich natürlich innerhalb sehr weiter Grenzen. Sie hängt ab von der Stärke des Senders, von seiner Entfernung vom Empfangsort, von meteorologischen Bedingungen, schließlich von der Art des Empfangsgerätes und seiner Antenne und nicht in geringem Maße von der Größe

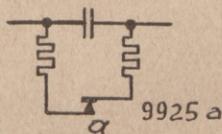


Abb. 1a.

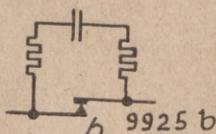


Abb. 1b.

sender haben in ihrer äußeren Form mit den Sendern der drahtlosen Telegraphie und Telephonie nicht die mindeste Ähnlichkeit. Hochfrequente Schwingungen, die innerhalb eines großen Frequenzbereichs Empfangsstörungen zur Folge haben, entstehen bekanntlich dann, wenn Potentialdifferenzen, die auf irgendwelche Art erzeugt werden, sich über Leitergebilde mit verteilter Kapazität und Induktivität ausgleichen können, so daß sich gedämpfte Schwingungen ausbilden. Die Einwirkung auf Empfangsantennen, die vermöge irgendwelcher direkter Kopplung oder vermöge abgestrahlter hochfrequenter Energie erfolgen kann, ist oft so stark, daß die Wiedergabe der Sendung auf beliebigem Frequenzbereich entweder gestört oder auch völlig von der parasitären Energie des Störsenders überdeckt wird. Solche Potentialdifferenzen, die sich hochfrequent ausgleichen können, entstehen bei allen Umwandlungsprozessen elektrischer Energie in technischen Geräten, deren Betrieb die Betätigung von Stromunterbrechern oder die primäre Erzeugung von hohen Spannungen bedingt. Bei den meisten elektrischen Geräten der Stark- und Schwachstromindustrie ist darum die Möglichkeit hochfrequenter Schwingungserzeugung und damit Störung des Funkempfangs gegeben, wenn nicht besondere Vorkehrungen getroffen werden.

Die zahlreichen Bemühungen, zur Lösung des Störungsproblems den sehr naheliegenden Weg einzuschlagen, empfangsseitig durch Benutzung von Kompensationseffekten, durch Auszeichnung gewisser Empfangsrichtungen usw. die Gefahr einer Störung durch gedämpfte Schwingungen abzuwenden, haben praktisch nur geringen Erfolg gehabt. Die vorhandenen Mittel sind zur Zeit entweder in ihrer Anwendbarkeit beschränkt oder erfordern eine schwierige empfangsseitige Bedienung und sind vor allem nur selten wirk-

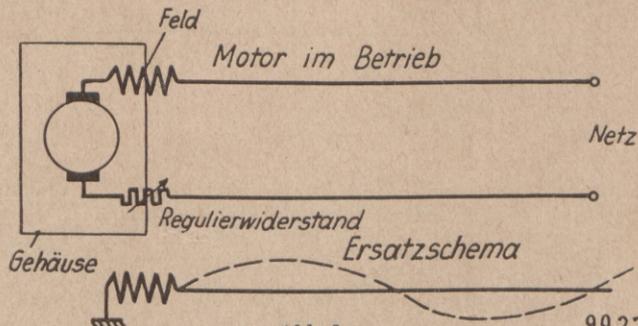


Abb. 3.

der wiedergegebenen akustischen Leistung im Lautsprecher. Unter Berücksichtigung dieser Tatsachen wird es nicht überraschen, wenn die Benutzung ein und desselben Störfreiemittels die Qualität des Funkempfangs nicht ganz einheitlich beeinflusst. Rein empirische Feststellungen haben die Wirksamkeit gewisser Störfreiemittel erwiesen. Da

jedoch Ergebnisse über bisher angestellte systematische Untersuchungen in weiten Kreisen noch unbekannt geblieben sind und im wesentlichen nur Mitteilungen den Weg in die Öffentlichkeit gefunden haben, die nicht über den Rahmen der Schilderung rein zufällig erzielter Störfreiung durch gewisse Mittel hinausgehen, so enthält die Literatur im allgemeinen widersprechende Angaben, sowohl über die Art der Störfreiungsmittel als auch über den Grad der mit ihrer Hilfe erreichten Störungsreduktion.

Es ist ganz allgemein das Prinzip jeder Störbeseitigung, die physikalischen Vorbedingungen für das Zustandekommen einer hochfrequenten Schwingung möglichst am Ort der Entstehung zu zerstören. Da nun die meisten Schwingungsvorgänge durch Schaltprozesse in Stromkreisen ausgelöst werden, so sind in erster Linie Schaltmittel direkt an den Unterbrechungsstellen der Stromkreise anzuwenden. Ist diese Unterdrückung von Spannungsdifferenzen an den Unterbrechungsstellen nicht möglich, so muß die Ausbreitung der Schwingungen in weitere Umgebung durch Kurzschließung gewisser Spannungspunkte, durch Vermeidung der Schwingfähigkeit der Leiterteile, schließlich durch Verwendung der offenen in geschlossene, strahlungsschwache Kreise unterbunden werden. Örtlich abgegrenzte Schwingungskreise, in denen jene Mittel aus technischen Gründen nicht anzuwenden sind, können endlich durch statische an festem Potential liegende Abschirmung an der Abstrahlung hochfrequenter Energie gehindert werden.

Jene eben geschilderten drei verschiedenen Möglichkeiten, Empfangsstörungen zu unterbinden, geben eine definierte Zielsetzung für die Aufgabe der verschiedenen Arten von Störfreiungsmitteln. Da es sich im folgenden um Störfreiungsmittel für elektrische Geräte handelt, so kommt neben den besonderen hochfrequenten Aufgaben noch die besondere Bedingung hinzu, daß die normale Funktion des störbefreiten elektrischen Geräts nicht beeinträchtigt werden darf.

Die erste Gruppe von Störfreiungsmitteln ist bei allen Stromunterbrechern anzuwenden, die keine rotierenden Teile enthalten, also bei allen Relaiskontakten, Weckern, Polwechslern, Schaltern usw. Das Störfreiungsmittel besteht aus einer Kombination von Kondensator und Widerstand zur Reduktion der beim Unterbrechen des Stromkreises entstehenden Spannung sowie zur Glättung des hochfrequenten Ausgleichsvorgangs. Das Mittel kann entweder entsprechend der Abb. 1a ausgebildet werden¹⁾, wobei der Betriebsstrom den Widerstand durchfließt, oder es kann entsprechend der Abb. 1b geschaltet sein²⁾, wo es nur hochfrequente Schwingungen beim Schaltvorgang abflacht. Die Belastbarkeit des Widerstandes richtet sich im Falle der Schaltung nach 1a vollständig nach der Stärke des Betriebsstromes. Man hat das Störfreiungsmittel nach 1b bereits früher als sogenannte Funkenlöschung benutzt und

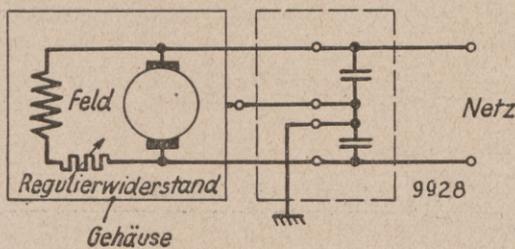


Abb. 4.

verwendet es jetzt mit großem Erfolg bei den meisten Schwachstromgeräten. Der Kondensator muß so groß sein, daß die an den Kontakten auftretende Überspannung bei Stromunterbrechung durch Aufladen dieses Kondensators während des Unterbrechungsvorganges gering bleibt; sein Wert wird dadurch begrenzt, daß die Entladungsstromstärke bei Stromschluß den Kontakt durch zu große Wärmeentwicklung nicht gefährdet. Die Größe von $1\mu\text{F}$ genügt praktisch diesen Anforderungen. Der eine geschaltete Vorwiderstand von wenigen Ohm bewirkt nicht nur eine Dämp-

fung der hochfrequenten Schwingungen beim Schaltprozeß, sondern schützt auch den Kontakt vor zu hohen Beanspruchungen durch den Einschaltstrom. Die Unterbrechung des Betriebsstromes kann bei Vorhandensein von gewisser Induktivität in den Zuführungsleitungen das Zustandekommen der Empfangsstörungen stark begünstigen. Die Einschaltung eines Kondensators zwischen die beiden Zuführungsleitungen glättet die Stromkurve und ist als zusätzlich anzuwendendes Störfreiungsmittel gedacht. Die

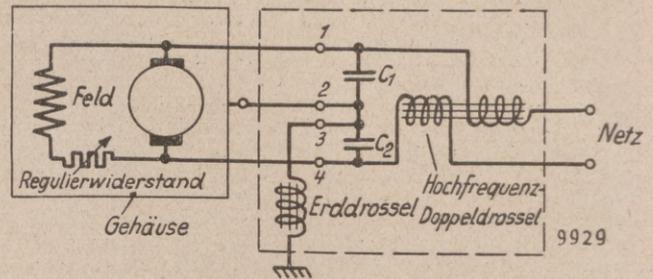


Abb. 5.

Abb. 2 enthält die beiden Schaltmittel, die bei einem elektrischen Wecker anzuwenden sind; praktisch ist die zusätzliche Einschaltung des Querkondensators meist nicht notwendig. Die Kontaktstöße der Wählscheibe eines automatischen Fernsprechanchlusses, ferner die Betätigung eines Polwechslers in den Fernsprechzentralen sind von ähnlichen Störungen begleitet, deren Beseitigung auf dieselbe Weise gelingt. Die Störungen durch Polwechsler (Abb. 7) unterdrückt man praktisch durch die Anwendung noch eines weiteren Mittels, das zu der vorher erwähnten zweiten Gruppe gehört.

Die an den Unterbrechungsstellen von Kontakten auftretenden parasitären Spannungen und die durch sie eingeleiteten Ausgleichsvorgänge sind nur dann durch die Mittel der Gruppe 1 hochfrequent unschädlich zu machen, wenn die Unterbrechungsstellen feste Verbindungen mit dem Schaltmittel zulassen. Rotierende Kollektoren von kleinen und großen Motoren, von Generatoren, Umformern usw. schließen dementsprechend die Benutzung von Mitteln der Gruppe 1 vollständig aus. Die Ausbildung der parasitären Spannung, die meist die Bildung eines Funkens zur Folge hat, wird in diesen Geräten also nicht gehemmt werden können. Die entsprechend anzuwendenden Störfreiungsmittel müssen sich darauf beschränken, die Schwingung auf deren nächste Umgebung abzugrenzen. Ihre sinnmäßige Anwendung wird übrigens nur verständlich, wenn man die Art des Zustandekommens von Empfangsstörungen durch den eben genannten Typ elektrischer Geräte näher ins Auge faßt.

Beim Auftreten eines Kollektorfunkens an der Bürste des Motors wird ein Schwingungskreis angeregt, der einerseits aus der leitenden Verbindung des Kollektors über Gehäuse nach Erde, andererseits aus der mit der entsprechenden Bürste in Verbindung stehenden Betriebszuleitung und deren Erdkapazität gebildet wird. Die beiden Zuführungsleitungen sind infolge ihrer großen gegenseitigen Kapazität bezüglich der Ausbreitung der hochfrequenten Schwingungen völlig gleichwertig, denn jede Störung, an welcher Bürste sie auch zustande kommt, breitet sich gleichphasig in beiden Betriebsstromzuführungen aus.

Es ist ein weitverbreiteter Irrtum, die Ausbildung einer solchen Störungswelle in den Betriebsstromzuführungsleitungen eines Motors in Analogie mit der Fortpflanzung von niederfrequenten Schwingungen, z. B. längs einer Fernsprechdoppelleitung, zu bringen. Aus dieser Feststellung folgen übrigens wichtige Schlüsse für den Bau der zweckmäßig anzuwendenden Störfreiungsmittel. Die für Elektromotoren (und Diathermie-Apparate) geeigneten Mittel zur Unterdrückung von Empfangsstörungen werden in der Literatur sehr unterschiedlich dargestellt. Für die Praxis haben Angaben natürlich nur geringen Wert, die die Wirksamkeit von Drosseln im einen, von Kondensatoren im anderen Falle, von noch anderen Schaltmaßnahmen in besonderen Fällen feststellen. Die Beachtung von physikalischen Grundregeln hat jedoch auch hier zur Durchbildung

¹⁾ A. Larsen: Om Radioforstyrrelser og Midler Derimod, Radio Presseverlag, Kopenhagen 1928.

²⁾ F. Conrad: Die Methoden zur Störfreiung, „Funk-Bastler“ Jahr 1928, Heft 38, Seite 584.

von gewissen Schaltmitteln geführt, die generell anwendbar sind.

Die Abb. 3 stellt einen Motor mit angeschlossener Netzleitung dar. Darunter ist das hochfrequente Ersatzschema angedeutet; beide Zuführungsleitungen sind hier als Einzelleitung dargestellt. Das Prinzip, die angeregten Schwingungen auf den Ort des Störers zu beschränken, erfordert eine kapazitive Verbindung der Zuführungsleitungen mit dem geerdeten Gehäuse. So entsteht das Schutzmittel der Abb. 4, das aus einem Doppelkondensator besteht.

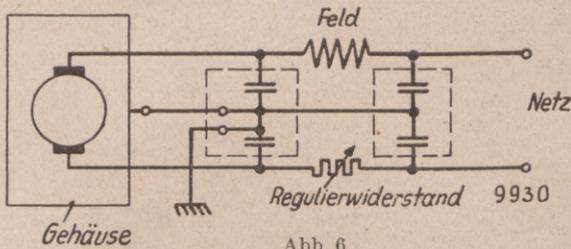


Abb. 6.

Ein höherer Grad der Störfreiung erfordert sinngemäß auch eine erhöhte Zahl der Schutzmittel. Wenn also z. B. zur Wiedergabe ferner Sender die Notwendigkeit besteht, den Störspiegel sehr weit herabzusetzen, so müssen auch die Zuführungsleitungen für den Speisestrom schwingunfähig gemacht werden. Man erreicht das in recht vollkommener Weise durch Hochfrequenzdrosseln, die hochfrequente Schwingungen von beiden Zuführungsleitungen fernhalten. Nachdem man festgestellt hat, daß sowohl die Einschaltung hochfrequenten Wirkwiderstandes als auch hohen Blindwiderstandes die Indifferenz der Leitungen gegen kürzere Wellen erhöht, war die Vereinigung beider Eigenschaften in geeigneten Hochfrequenzdrosseln naheliegend. Man findet häufig die irrije Ansicht vertreten, daß die Füllung von Hochfrequenzdrosseln mit einem permeablen Stoff die Wirksamkeit der Drosseln herabsetzt oder gar aufhebt. Das Gegenteil ist der Fall; die Stopfung der Drosseln mit Eisen in Draht- und Blechform erhöht die Induktivität von Drosseln und deren Wirkwiderstand ganz erheblich. Natürlich muß die Eigenkapazität der Drosseln durch geeigneten Abstand der Windungen vom Kern gerade so bemessen werden, daß die Eigenwelle der Drossel innerhalb desjenigen Frequenzbereichs rückt, innerhalb dessen man eine Sperrwirkung erzielen will. Praktisch brauchbare Werte von 1000 Ohm und darüber werden ohne Schwierig-

führungsleitungen erzielt zwar denselben hochfrequenten Effekt, verursacht jedoch, zumal bei starken Betriebsstromstärken, nennenswerte schädliche Spannungsverluste an den Klemmen des Betriebsgerätes; wenn Gleichstrom verwendet wird, so ist die getrennte Beschaltung beider Zuführungsleitungen zwar unbedenklich, bleibt aber unwirtschaftlich.

Man muß leider mit einer schlechten Erdleitung zumeist rechnen; sie erfordert die Absperrung auch dieser Strombahnen gegenüber hochfrequenten Schwingungen durch eine Erddrossel (Abb. 5); bei Hauptstrommotoren wendet man mit Vorteil einen doppelten kapazitiven Kurzschluß der Zuführungsleitungen an, und zwar unmittelbar an den Bürsten sowie jenseits von Feld und Vorschaltwiderstand an der Netzseite (Abb. 6). Ein Gerät, das mit Störfreiungsmitteln der Gruppen 1 und 2 (siehe oben) beschaltet ist, stellt Abb. 7 dar. In dem hier schematisch abgebildeten Polwechsler wird nämlich neben der Funkenlöschung direkt am Wechselkontakt der hochfrequente Kurzschluß der nach außen zu führenden Gleich- und Wechselstromleitungen nach Gehäuse sowie deren Belastung mit einer Hochfrequenzdrossel (hier als Dreifachdrossel ausgebildet) angewandt.

Die steigende Verwendung der Netzanschlußgeräte und Netzempfänger hat die hochfrequente Empfindlichkeit der Empfänger stark erhöht, denn das durch ungezählte Zapfstellen elektromagnetisch verseuchte Speisernetz wird hierbei in unmittelbare Nähe der Empfangsantenne geführt. Die zur Störfreiung erforderliche Netzdämpfung wird in vollkommener Weise durch eine zwischen Netz und Netzgerät geschaltete Doppeldrossel erreicht, die wegen des geringen Betriebsstromes nur kleine Ausmaße annimmt.

Ein Beispiel für die Anwendung von Störfreiungsmitteln der Gruppe 3 ist in Abb. 8 angedeutet. Hier ist der Stromlauf eines Hochfrequenzheilgerätes skizziert. Das heftig störende Gerät ist mit Kurzschlußkondensator und Doppeldrossel beschaltet, außerdem aber zur Absperrung direkter Strahlung mit einem Schutzblech umgeben, das kapazitiv geerdet ist; die schädliche rückwärtige Abstrahlung hochfrequenter Energie wird hierdurch weitgehend gehemmt. Die Heftigkeit der von Geräten dieser Art ausgehenden Störungen ist oft so groß, daß in gewisser Empfangsnähe des Heilgerätes noch ein zweiter Strahlungsschirm angewandt werden muß. Zu diesem Zweck ist der Raum, in dem die Heilgerätbehandlung erfolgt, mit einem metallischen geerdeten Schutz zu umgeben. Die gleichzeitig entsprechende Abb. 8 angewandte doppelpolige Behandlung unterstützt die genannten Störfreiungsmittel.

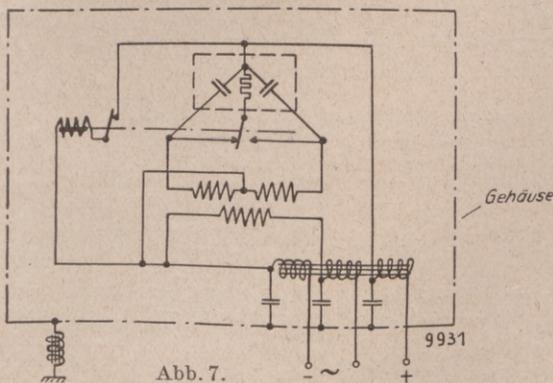


Abb. 7.

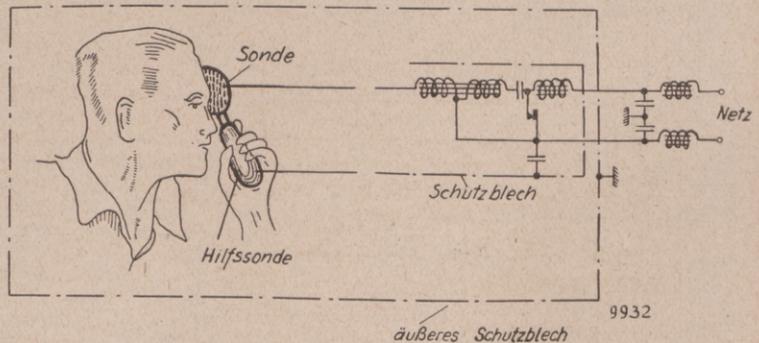


Abb. 8.

keiten von solchen Drosseln im Rundfunkwellenbereich erzielt. Jenseits der Eigenwelle der Drossel bei höheren Frequenzen ist deren Blindwiderstand kapazitiv. Zweierlei typischen Eigenschaften trägt die Wickelart der in Abb. 5 dargestellten Hochfrequenzdrossel Rechnung; der Gleichphasigkeit der Hochfrequenzschwingungen, die längs der Zuführungsleitungen verlaufen, sowie der Gegenphasigkeit des Betriebswechselstromes in beiden Einzelleitern. Beide Wicklungen sind in demselben Sinne auf gemeinsamen Kern gewickelt. Sie sperren demnach hochfrequente Schwingungen, setzen aber dem Betriebsstrom keinerlei Widerstand entgegen, da die Restinduktivität der Wicklungen bei enger Kopplung praktisch verschwindet. Die Einschaltung je einer Hochfrequenzdrossel in die Zu-

Die sinngemäße Anbringung der beschriebenen drei Gruppen von Störschutzmitteln reduziert die Empfangsstörungen amplitudenmäßig auf etwa 1 bis 2 v. H. ihres Ursprungswertes; sie ermöglicht also die Verwirklichung von Fernempfang in sehr großer Nähe des Störers. Die Störschutzmittel sind teils so beschaffen, daß sie von außen elektrisch mit dem Störer verbunden werden können. Die Strahlungsschutzmittel müssen jedoch zweckmäßig beim konstruktiven Aufbau des Geräts gleich mitberücksichtigt werden. Im übrigen besteht die Möglichkeit, auch andere Schutzmittel in das Gerät von vornherein einzubauen.

Die Zukunft wird lehren, ob die eine oder die andere Form der Störschutzmittel sich durchsetzt, eines aber wird sie sicher bringen: deren allgemeine Anwendung!

Die Fernschaltung von Empfängern durch Fernsprechrelais

Im „Funk-Bastler“, Heft 27, waren einige Vorschläge zur Fernschaltung von Empfängern gemacht, die im Aufbau recht kompliziert und in der Unterhaltung so unbequem sind, daß sich wohl nur sehr wenige an den Nachbau wagen können. Es werden dort für die Relais meist Betriebs-

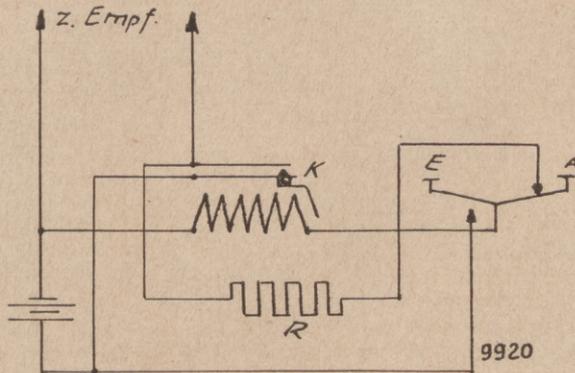


Abb. 1.

spannungen von über 4 Volt verlangt; man ist also gezwungen, zu der vorhandenen Heizbatterie Zusatzbatterien zu schalten. Das ist jedoch bei geeigneter Wahl der Relaiswicklungen durchaus nicht nötig. Auch gibt es Schaltungen, bei denen man mit nur einem Relais dieselben Schaltvorgänge erledigen kann, wofür in der genannten Arbeit bis zu drei Relais benutzt wurden.

Eine sehr einfache Anordnung ist in Abb. 1 dargestellt. Es wird hierzu ein Relais verwendet, das eine Wicklung mit etwa 30 Ohm bei etwa 2500 Windungen hat und einen einfachen Schließkontakt besitzt. Die Steuerung erfolgt durch die Tasten E und A, wobei A ein Trennkontakt ist. — Es lassen sich die Kontakte in den gewöhnlichen Klingelknöpfen leicht durch Umbiegen der Federn in Trennkontakte verwandeln. — Beim Druck auf die Einschalttaste E zieht das Relais an, schaltet über den Kontakt K den Heizkreis ein und legt dabei gleichzeitig die Wicklung über A nochmals an die Batterie. Wenn man jetzt E losläßt, bleibt das Relais kleben. Durch Druck auf die Taste A kann der Haltestrom unterbrochen werden, und der Anker fällt ab, wobei der Heizstrom wieder ausgeschaltet wird. Es ist hier zwischen K und A ein Widerstand R eingeschaltet, da zum Halten des Relais nur ein Bruchteil des Anziehstroms nötig ist.

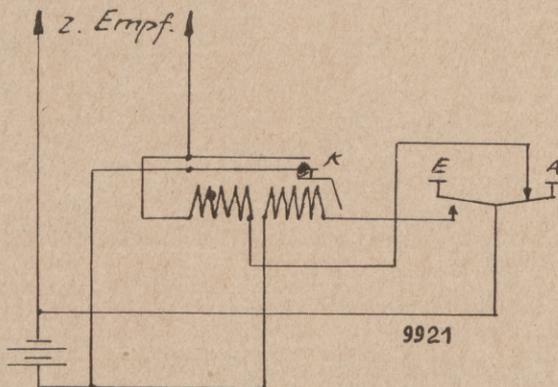


Abb. 2.

Man kann die Größe dieses Widerstandes leicht folgendermaßen bestimmen: Man kommt zum Festhalten des Relais auf jeden Fall mit 50 Amperewindungen aus. Das angewandte Relais hat 2500 Windungen und hält also bei einem Stromdurchgang von $50/2500 = 0,02$ Amp noch unbedingt fest. Bei 4 Volt braucht man für 0,02 Amp einen Gesamtwiderstand von 200 Ohm. Hiervon muß man den Widerstand der Relaiswicklung und der Steuerleitung (z. B. 20 Ohm) abziehen, so daß der Vorschaltwiderstand R in diesem Falle 150 Ohm betragen müßte. Es fließen also

während des Betriebes im Relaiskreis dauernd 20 mA, die gegenüber dem Röhrenheizstrom kaum eine Rolle spielen.

In Abb. 2 ist diese Schaltung etwas abgeändert. Es wird hier ein Relais mit zwei Wicklungen verwandt. Die eine dient zum Anziehen, die andere zum Festhalten des Ankers. Die Daten sind beispielsweise 20 Ohm, 1500 Windungen für die erste und 500 Ohm, 6500 Windungen für die zweite. Der Kontakt K dient gleichzeitig zum Einschalten des Heizkreises und der Haltewicklung. Diese Schaltung hat den Vorteil, daß man mit sehr geringen Halteströmen auskommt. Es fließen hier etwa 8 mA Ruhestrom, was besonders dann

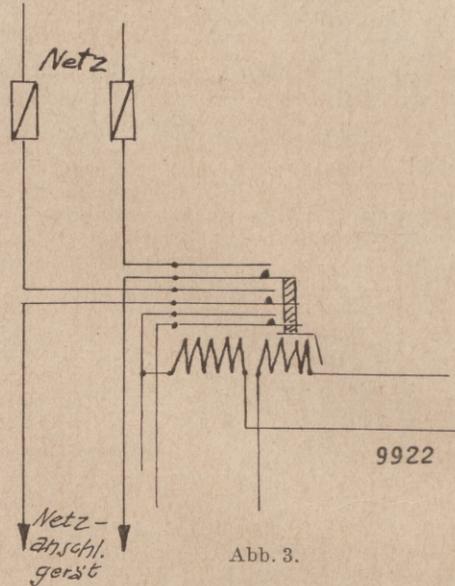


Abb. 3.

günstig ist, wenn man bei batterielosen Anlagen das Relais mit einer Taschenlampenbatterie speisen will.

Will man gleichzeitig die Starkstromseite des Netzanschlusses einschalten, so kann man auf dem Relais noch zwei weitere Schließkontakte anbringen und schaltet damit beide Pole des Netzes gleichzeitig (Abb. 3). Man

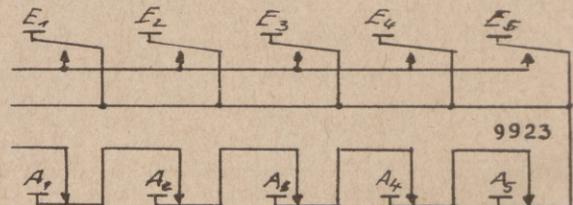


Abb. 4.

spart auf diese Weise Quecksilberkontakte, da bei doppelpoliger Schaltung besonders bei Wechselstrom von einer Funkenbildung kaum die Rede ist, sofern der Strom nicht über etwa 0,6 Amp beträgt. Diese Grenze wird aber höchst selten erreicht.

Sollten die Relais von mehreren Stellen aus bedient werden, so muß man eine Ringleitung bilden, in der sämtliche Ausschaltkontakte in Serie liegen (Abb. 4). Man kann bei dieser Anlage, wenn der Lautsprecher über einen Ausgangstransformator betrieben wird, eine Ader der Lautsprecherleitung mit als Steuerleitung benutzen.

Von dem Versuch, die Fernsprechrelais mit Wechselstrom zu speisen, wie es in dem anfangs genannten Artikel angeregt wurde, ist abzuraten, da sie sich dafür nicht eignen.

E. Graff.

Der Eiffelturm auf Welle 31,5 m.

Die Pariser Eiffelturmstation hat ihre Versuche auf Welle 49,5 m aufgegeben und macht zur Zeit Versuche auf Welle 31,5 m. Die Versuche dienen zur Erprobung der besten Wellenlänge für einen französischen Weltrundfunk.

Röhrenneuerungen 1929

Von Erich Schwandt und Fritz Kunze.

Die Funkindustrie huldigt heute nicht mehr so allgemein der Auffassung, daß Neukonstruktionen unbedingt zur Funkausstellung herausgebracht und deshalb bis dahin „aufbewahrt“ werden müssen. Ist eine Konstruktion ausgereift, die Entwicklung eines Apparates oder einer Röhre abgeschlossen, so beginnt man mit Fabrikation und Lieferung, ohne Rücksicht auf die vorhandene Jahreszeit. Auch in diesem Sommer sind deshalb wieder mehrere Röhrenneuerungen auf den Markt gebracht worden; einige weitere sind zur Funkausstellung erschienen. In Ergänzung des „Funk“-Sonderdruckes „Die Röhren der Gegenwart“ und unserer letzten Nachtrags-Zusammenstellung, die in Heft 12 des „Funk-Bastler“ 1929 erschienen ist, sollen deshalb nachstehend die neuen Röhren zusammengestellt werden, die bis zum 10. September 1929 auf den Markt gebracht bzw. von den Fabriken angekündigt waren.

Auch in Deutschland macht sich auf dem Röhrengebiete eine ähnliche Entwicklung wie in Amerika geltend. Dort gibt es wohl viele Röhrenfabriken, aber nur wenige Röhrentypen. Alle Röhrenfabriken beschränken sich darauf, dieselben Röhrentypen zu fabrizieren wie die Radio Corporation. Auch die deutschen Röhrenfabriken gehen immer mehr dazu über, ihren Röhren nicht nur die Heizdaten, sondern auch die Steilheit und den Durchgriff der Telefonröhren und der Philipsröhren zu geben. Die auf dem Markt befindlichen Industrieeräte haben fast ausschließlich eingebaute feste Heizwiderstände, die den Röhrentypen von Telefonen angepaßt sind. Und damit besteht für die Röhrenfabrikanten immer mehr der Zwang, ihren Röhren die gleichen Daten zu geben, wie sie die Telefonröhren besitzen, damit ein Ersatz der Röhren eines Fabrikgerätes durch ihr Fabrikat möglich ist. Man sieht diese Entwicklung bei Valvo, bei der Tekade, bei Ultra u. a. m. Im Interesse der Normalisierung ist diese Umstellung zu begrüßen; eine Neu- und Weiterentwicklung der Röhren ist dadurch ja doch nicht unterbunden.

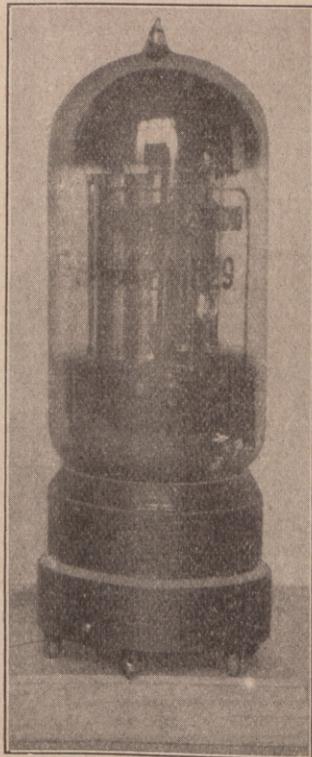


Abb. 1. Loewe HF 29.

Mehrfache der vorher gewohnten. Besonders bei niedrigen Anodenspannungen liefert diese Röhre gute Resultate, während bei Spannungen um 150 Volt herum die RE 054 überlegen ist. Neu ist ferner die RE 804, eine indirekt beheizte Spezial-Audionröhre, die in Daten und Eigenschaften etwa der RE 084 entspricht; sie ist im Gegenteil noch etwas besser. Als RES 094 wurde auf der Funkausstellung eine neue Schirmgitterröhre ausgezeichneter Daten herausgebracht, als RE 304 eine neue Lautsprecherröhre, die in Daten und Leistung zwischen RE 134 und RE 604 liegt und somit einem großen Bedürfnis abhilft¹⁾. Die RES 094 und

¹⁾ Vgl. Rhein: „Dinge, die zu denken geben,“ „Funk-Bastler“, Heft 23, S. 354.

auch die beiden anderen Telefonen-Schirmgitterröhren werden jetzt mit einer nach dem Schoopschen Metallspritzverfahren aufgetragenen Außen-Metallisierung versehen; durch diese zusätzliche Abschirmung läßt sich die Röhre besser ausnutzen, die Leistung im Empfänger heraufsetzen.

Die batteriegeheizten Röhren RE 034, 074, 084, 114, 134, RES 044, 094 und RES 164 d werden neuerdings auch mit dem Zusatz „Serie“ mit genau aufeinander abgeglichenem Heizstrom geliefert, so daß sie in Serienschaltung vom Gleichstromnetz bzw. aus einem Gleichrichter geheizt werden können.

Die Tekade hat ihre Röhrenproduktion insofern völlig umgestellt, als sie die Daten der neuen Typen denen der Telefonröhren vollständig gleichmachte, so daß ein direkter Austausch möglich ist. Diese Maßnahme ist im Sinne der Röhrennormalisierung sehr zu begrüßen; auf diese Weise wird endlich mit den zahlreichen Sonderkonstruktionen aufgeräumt, und wir nähern uns dem Zustand, daß eine Röhre ganz bestimmter Eigenschaften von mehreren Firmen in genau übereinstimmender Leistung geliefert wird. Will man wissen, welcher Telefonröhre die vorhandene Tekaderöhre entspricht, so braucht man die Ziffer, die in der Tekadebezeichnung vor dem Buchstaben steht, nur ans Ende der Typenbezeichnung zu setzen; aus 4H 07 wird dann 074, aus 4H 08 nun 084 usw. Um es genau zu sagen: die 4H 07 entspricht der RE 074, die 4A 08 der RE 084, die 4W 03 der RE 034, die 4L 11 der RE 114, die 4L 12 der RE 124, die 4L 13 der RE 134, die 4H 80 der REN 804, die 1W 50 der REN 501, die 1N 51 der REN 511, die 1L 61 der REN 601. Etwas abweichend liegen die Daten der Lautsprecherröhre 4L 29, die sich durch die große Steilheit von 3,6 mA/V auszeichnet, der 4A 10 und der 4L 14; die letztere ist eine vorzügliche Lautsprecherröhre, die etwas kleiner ist als die 4L 29. Für die neuen Typen ist eine Anzahl der alten Tekaderöhren in Fortfall gekommen. Die VT 107, 111, 112, 121, 128, 129, 143 und Tekadon werden nicht mehr hergestellt. Alle neuen Tekaderöhren sind mit einem spitzenlosen Glaskolben ausgerüstet, und sie sind wie alle anderen Röhren des Marktes verspiegelt.

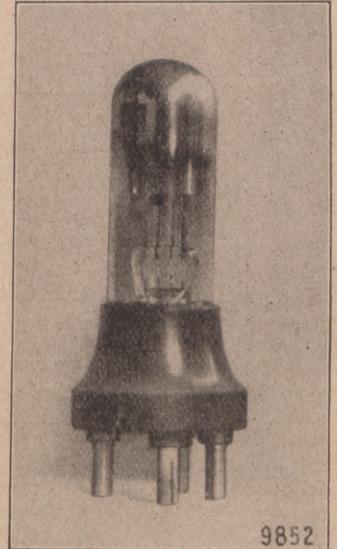


Abb. 2. Ultra-Zwergröhre in natürlicher Größe.

Valvo hat zunächst die L 425 D und die L 490 D herausgebracht, zwei Schirmgitter-Endröhren, die für den Betrieb mit höheren Anodenspannungen bestimmt sind. Die günstigste Gittervorspannung richtet sich hier bekanntlich nicht nach der Anoden-, sondern nach der Schutzgitterspannung; sie soll bei der L 425 D bei 150 Volt Schutzgitterspannung — 16 Volt betragen, bei 200 Volt — 18 Volt. Die Röhre liefert die besten Ergebnisse, wenn sie 300 Volt Anodenspannung, 200 Volt Schutzgitterspannung und — 18 Volt Gitterspannung erhält. Bei der L 490 D entsprechen 300 Volt Schutzgitterspannung — 35 Volt Steuergitterspannung, 200 Volt dagegen — 24 Volt. Neu ist außerdem die indirekt geheizte Audionröhre A 4110, die bei 3,5 mA/V Steilheit nur 4 v. H. Durchgriff besitzt, und die in der Audionfassung eine sehr große Lautstärke entwickelt. Sie eignet sich ferner für die widerstandgekoppelte Niederfrequenzverstärkung. Für den Bastler besonders interessant ist schließlich die U 4100 D, eine indirekt beheizte Doppelgitterröhre mit Raumladungsgitter für Wechselstrombetrieb. Die Daten der Charakteristik stimmen genau mit denen der bekannten Doppelgitterröhre U 409 D überein. Die Röhre

Tabelle der Empfänger- und Verstärkerröhren

Abgeschlossen am 10. September 1929.

Nachdruck verboten.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Firma und Typ	Heizstrom	Heizspannung	Heizennergie	Widerstand des Heizfadens	Heizwiderstand Anoden	Charakteristik	Anoden- spannung	Spezifische Brunnstrom	Nullstrom	Innerer Widerstand	Stellhöhe	Spezifische Stellhöhe	Durchgriff	Güte	Absolute Güte	N_{max}	Verstärkungsfaktor	Mittlere Gittervor- spannung	Sockel	Verwendungs- zweck	Preis der Röhre	Röhrenart, Bemerkungen	
	A	V	W	Ω	Nr.	Abb	V	mA/W	mA	Ω	mA/V	mA/V/W	v. H.			mW		V			M.		
Tele- funken	RE 034..... REN 804..... RES 094 ^{1, 2} .. RE 304.....	0,065 1,1 0,063 0,3	4,0 4,0 4,0 4,0	0,26 4,4 0,25 1,2	61 3,6 63 13	8134 — 8134 —	7 8 — —	40-200 40-200 100-200 max. 200	60 9 — —	3,4 23,3 — 20	20 800 7 000 400 000 2 000	1,2 2,3 0,8 2,0	4,6 0,8 3,2 1,7	4 6 0,3 2,0	30 38 267 10	700 209 — —	— — 1100 —	25 16,7 333 5	1,5 6 — —	1 4, 5 1 1	H W A A N H L E	6, 14, — —	Wechs R Sch G R
Tele- funken	4 H 07..... 4 A 08..... 4 W 03..... 4 L 11..... 4 L 12..... 4 L 13..... 4 L 29..... 4 A 10..... 4 L 14..... 4 H 80..... 1 W 50..... 1 N 51..... 1 L 61..... Drillingsatz.....	0,06 0,08 0,065 0,15 0,15 0,15 0,30 0,10 0,14 1,2 0,5 0,5 0,6 0,24	4,0 4,0 4,0 4,0 4,0 4,0 4,0 4,0 4,0 4,0 1,0 1,0 1,0 4,0	0,24 0,32 0,26 0,6 0,6 0,6 1,2 0,4 0,55 4,8 0,5 0,5 0,6 0,96	66 50 62 26 26 26 13 28 28 3,3 2,0 2,0 1,6 —	8131 8121 8134 8116 8116 8116 8101 8121 8116 — — — — —	58 59 39 51 41 41 56 — — 38 60 61 62 —	30-150 30-150 40-200 40-150 40-150 40-200 1 0-200 30-150 30-200 30-200 100-200 60-120 40-150 90-150	80 90 65 80 80 40 60 80 20 20 20 70 —	6 6 — 36 20 10 — — — — 0,05 3 15 —	10 000 9 000 — 3 500 2 500 5 000 2 800 7 000 4 500 7 500 20 000 5 600	1,1 1,8 0,01 1,4 2,0 3,3 3,0 1,8 2,2 2,0 0,02 0,5 1,2	4,5 5,5 — 2,3 3,3 3,3 3,0 4,5 4,2 0,4 1,0 2,0	10 6 4 20 20 10 10 8 22 30 3,0 10 15	11 30 — 7 10 20 36 22 22 30 — 5 8	300 1280 — 420 615 640 445 800 500 300 — 40 334	125 138 — 358 500 445 800 180 500 300 — 30 220	10 16 25 5 5 10 10 12,5 10 16 33 10 6,6	—3 —1,5 —1,5 —12 —6 —4 —15 — —6 —1 —3 —6 —	1 1 1 1 1 1 1 1 1 4 1 1 1 1	HA A ON A W NL NL NL NL NL HAN NL HA ON W AHN NL	7,50 10, 6, 8, 12,50 10,50 15, 8, 10,50 14, 8,50 8,50 12, 15, —	Wechs R Wechs K R I u. II: 4 W 08, III: 4 N 08
Ultra	UL 405 W..... UL 409 A..... UL 411 A..... UL 412 E..... UL 408 H..... Orchestron 4..... UL 440 L..... UL 208 A..... UL 209 E..... Orchestron 2..... Duotron 2 ¹⁾ Duotron 4 ²⁾ Sinus A..... Sinus W.....	0,06 0,08 0,15 0,15 0,15 0,15 0,6 0,15 0,15 0,3 0,3 0,15 1,1 1,1	3,8 3,8 3,8 3,8 3,8 3,8 3,8 1,8 1,8 1,8 1,8 4,0 4,0	0,23 0,3 0,57 0,57 0,57 0,57 2,3 0,27 0,27 0,54 0,54 0,57 4,4 4,4	64 48 25 25 25 25 6 12 12 6 6 2,5 4 4	8131 8127 8116 8116 8116 8116 — 8106 8106 8101 8101 8116 — —	30 31 32 33 34 27 28 28 35 27 — — 37 57	90-200 20-150 20-150 60-150 60-150 60-150 150-200 20-150 60-150 60-150 20-150 20-150 20-150 90-200	— — — — — — — — — — — — — —	1,6 12,6 11,5 29,0 7,3 34,0 140 12,5 17,5 34,0 16,5 9,5 3,5	43 000 5 600 6 700 4 600 18 000 3 100 1 000 5 600 6 200 3 100 7 000 6 600 33 000	0,8 1,8 1,5 1,2 0,8 1,8 3,5 1,8 0,9 1,8 0,8 1,5 1,0	3 10 2,6 2,1 1,4 3,4 1,5 7,0 3,5 3,4 1,5 1,8 0,8	27 18 15 7 11 10 13 18 5 10 4 15 33	133 750 300 356 140 600 780 325 200 400 122 111 —	— 225 120 293 — 400 2300 225 200 400 180 180 —	33 10 10 6 14 6 3,6 10 6 6 6 10 33	—2 —6 —6 —12 —4 —12 —30 —7 —14 —15 —12 —12 —6 —3	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	WA AOHN AOHN EL HZAN L L K HANOZ EL L GE GE HAN W	6, 9,50 7, 7, 7,50 10,50 21,50 8, 8, 10,50 12, 14, 14, —	WR WR WR WR WR WR WR WR WR WR WR WR WR WR	

Ultra	0,065	1,9	0,13	30	8134	9	40-150	—	3,0	150	33 000	0,5	3,0	5-7	8	80	—	16	—2	150	1	HAN	8,—
Zwerg- röhren	0,065	1,9	0,13	30	8134	10	90-150	—	1,5	150	50 000	0,5	4,2	3-5	12	—	—	25	-1	150	1	W	7,—
	0,8	2,0	0,31	46	8121	11	60-150	—	21	150	4 400	1,5	4,9	15	10	120	285	6,6	-5	150	1	EL	9,—
Dreiklang-Satz	0,3	3,8	1,14	—	—	—	90-150	—	6,0	12	{ 18 000 43 000 4 600	0,8 0,8 1,2	3,3 2,1	3 18	27 7	133 356	—	33	-1	120	1	W	15,—
																		6	-10	120	1	EL	
Loe- we	0,17	4,0	0,68	24	8111	{ 5 6	90-150 90-150 100-200	—	8,8 2,2 60	150 150 200	10 000 44 000 1 900	1,2 0,25 2,4	1,8 — —	9 9 22	14 — 11	70 — 11	—	11 11	0 0	— 200	—	H L	20,—
Valvo	0,25	4,0	1,0	16	8111	47	150-300	100	55	300	67 000	1,5	1,5	1	—	—	—	100	-18	300	13	L	22,—
	0,9	4,0	3,6	4,5	—	48	300-400	100	120	400	33 000	1,8	0,5	1,7	—	—	—	60	-35	300	13	L	24,—
	1,0	4,0	4,0	4,0	—	49	50-150	10	18	150	6 900	3,5	0,9	4	88	396	—	25	-2	150	4	AW	19,—
	0,1	4,0	4,0	4,0	—	50	2-20	10	2,5	20	4 500	1,0	0,25	22	5	3,1	—	4,5	-3	20	2,4	AHN	18,—
	0,1	4,0	0,4	4,0	8121	—	150-200	—	—	—	—	0,7	1,75	—	—	—	—	—	—	—	3	H	16,50
	0,1	5,5	0,55	55	8121	—	20-150	—	—	—	7 500	2,0	5,0	6,7	30	—	165	15	—	—	1	ANH	10,50
	0,3	4,0	1,2	13	8101	—	50-150	—	—	—	50 000	1,2	2,2	1,7	70	—	965	60	—	—	13	L	19,50
	0,6	4,0	2,4	6,5	—	—	100-200	80	—	—	2 300	2,2	1,8	20	11	—	2220	5	—	—	1	L	—
							100-200	80	—	—	1 000	3,5	1,5	25	14	—	—	4	—	—	1	L	25,—
Arion	0,1	4,0	0,4	40	8121	25	30-120	—	7,8	150	11 000	0,65	1,6	14	4	78	70	7	-6	150	1	HANZ	—
	0,175	3,8	0,67	22	—	26	50-150	—	16	150	5 300	0,75	1,1	25	3	72	235	4	-8	150	1	L	—
Kremenezky	0,22	4,0	0,88	15	8111	24	50-150	—	64	150	1 400	3,6	4,3	20	18	1300	900	5	-8	150	1	L	—
Neo-Bario (Votron Wien)	0,1	2,0	0,2	20	8121	—	20-150	125	—	—	66 000	1,0	5,0	3	33	—	—	17	—	—	1	WH	In Deutschland nicht erhältlich
	0,1	2,0	0,2	20	8121	—	20-150	125	—	—	15 000	1,0	5,0	12	8,5	—	—	9	—	—	1	AHN	
	0,15	2,0	0,3	13	8116	—	80-150	120	—	—	1 050	1,8	5,5	20	9	—	—	3	—	—	1	LE	
	0,1	4,0	0,4	40	8121	—	50-150	75	—	—	7 500	1,4	3,5	11	13	—	—	9	—	—	1	AOZ	
	0,1	4,0	0,4	40	8121	—	50-150	75	—	—	28 800	1,4	3,5	17	35	—	—	25	—	—	1	WH	
	0,15	4,0	0,6	26	8116	—	50-200	80	—	—	4 300	1,4	3,5	14	8,2	—	—	6	—	—	1	AHN	
Power-Tone-Valves (Valv)	0,08	2,0	0,16	25	8127	—	60-150	120	—	—	66 000	1,0	6,0	3	33	—	—	33	—	—	1	AL	In Deutschland nicht erhältlich
	0,08	2,0	0,16	25	8127	—	40-150	120	—	—	9 000	1,0	6,0	11	9	—	—	9	—	—	1	AHN	
	0,12	2,0	0,24	17	8117	—	60-150	120	—	—	2 500	1,8	7,2	17	10,5	—	—	6	—	—	1	L	
	0,08	4,0	0,32	50	8121	—	60-150	90	—	—	22 000	1,2	3,6	4	30	—	—	25	—	—	1	WA	
	0,08	4,0	0,32	50	8121	—	40-150	90	—	—	20 000	1,2	3,6	6	20	—	—	16	—	—	1	HN	
	0,08	4,0	0,32	50	8121	—	40-150	90	—	—	8 000	1,2	3,6	12	10	—	—	8	—	—	1	AHN	
	0,08	4,0	0,32	50	8121	—	60-150	100	—	—	6 000	1,5	4,5	14	10,7	—	—	7	—	—	1	AN	
	0,08	4,0	0,32	50	8121	—	60-150	120	—	—	4 000	1,5	4,5	17	9	—	—	6	—	—	1	L	
	0,12	4,0	0,48	33	8117	—	60-150	100	—	—	3 000	2,0	4,0	17	12	—	—	6	—	—	1	LE	
Spezial-Detektor	0,08	4,0	0,32	50	8121	—	40-150	120	—	—	12 000	2,0	6,0	6	33	—	—	16	—	—	1	A	
215 Bi	0,06	4,0	0,24	66	8131	—	2-40	120	—	—	4 000	1,0	4,0	20	5	—	—	5	—	—	1	AHN	

1) Anodenzuleitung an der Spitze; Hilfsgitterspannung = halbe Anodenspannung
2) Außen metallisiert.
3) Hilfsgitterspannung = Anodenspannung.
4) Hilfsgitterspannung = Anodenspannung, höchstens aber 200 V.
5) Die Angaben der Spalten 7 bis 21 gelten für jedes der beiden Röhrensysteme.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Firma und Typ	Heizstrom	Heizspannung	Heizenergie	Widerstand des Heizfadens	Heizwiderstand Aut. Nr.	Charakteristik	Anodenspannung	Spezifische Emission	Nullstrom	Innerer Widerstand	Steilheit	Spezifische Steilheit	Durchgriff	Güte	Absolute Güte	N_{max}	Verstärkungsfaktor	Mittlere Gittervorspannung	Sockel	Verwendungszweck	Preis der Röhre	Röhrenart, Bemerkungen
	A	V	W	Ω	Nr.	Abb	V	mA/W	mA	Ω	mA/V	mA/VW	v. H.			mW		V	V		M.	
Philips	C 109	0,25	1,0	0,25	4	12	50-150	80	16,1	9 000	1,0	4,0	11	9	36	140	9	4	150	AHNE		Wechs K R
	C 135	0,25	1,0	0,25	4	13	50-150	—	1,8	59 000	0,6	2,4	2,8	21	9	—	3,5	1	150	HWZ		Wechs W K R
	C 443 ⁴⁾	0,25	4,0	1,0	16	14	150-300	—	52	67 000	1,5	1,5	1	150	7800	—	100	12	300	L		W Sch H G K R
	D 105	0,6	1,0	0,6	1,7	15	50-150	85	28	2 500	2,0	3,3	20	10	470	500	5	5	150	L		Wechs K R
	E 409	0,9	4,0	3,6	3,3	16	50-150	—	33	3 000	3,0	0,8	11	27	264	420	9	5	150	L		Wechs R
	E 415	0,9	4,0	4,0	4	17	50-150	8	12	100	8 300	2,0	0,5	6	34	170	16	5	100	L		Wechs R
	E 424	0,9	4,0	3,6	3,3	17	50-150	80	18	150	6 900	3,5	0,9	4	88	1760	24	3	150	AONE		Wechs W R
	E 430	0,9	4,0	3,6	3,3	18	50-150	—	5,8	150	20 000	1,5	0,4	3,3	45	72	30	1	150	AW		Wechs W R
	E 435	0,9	4,0	3,6	3,3	19	100-150	—	1,8	150	59 000	0,6	0,2	2,8	21	11	35	1	150	HWZ		Wechs W R
	E 441 ³⁾	0,9	4,0	3,6	3,3	20	2-20	—	2,2	20	7 500	0,6	0,2	2,2	3	2	4,5	1,5	20	H		Wechs D G R
	E 442 ¹⁾	0,9	4,0	3,6	3,3	21	150-200	—	4,1	200	830 000	1,2	0,4	0,1	1200	1400	1000	0,75	200	OE A		Wechs Sch G R
	F 109	1,25	1,5	1,9	1,1	22	50-150	—	16,2	150	7 500	1,2	0,6	11	94	170	9	6	150	HAN		Wechs K R
	F 209	1,75	2,5	4,4	1,4	23	20-150	—	15,8	150	9 000	1,0	0,2	11	32	140	9	7	150	HANO		Wechs R
	F 215	1,5	2,5	3,75	1,7	—	—	50-150	10	9	8 000	2,8	0,75	6	47	250	155	2	100	AHNOE		Wechs R
	Radio-Rekord	Dn 404	1,2	4,0	4,8	3	52	50-200	25	6	25 400	1,3	0,3	3	43	55	—	33	3	200	W	
Dn 64		1,2	4,0	4,8	3	53	50-200	50	38	3 300	1,8	0,4	17	11	88	700	6	12	200	L		Wechs R
Dn 1004 ³⁾		1,0	4,0	4,0	4	54	50-200	180	68	200	45 400	2,2	0,5	1	220	374	100	12	200	L		Sch H G R
AR 4100		1,0	4,0	4,0	4	64	50-200	—	11,2	200	17 000	2,0	0,6	3	66	184	130	2	200	HW		Wechs R
AG 4100		1,1	4,0	4,4	3,6	65	50-150	—	15,8	150	8 000	2,0	0,4	6	33	1023	156	3	150	AN		Wechs R
Tungsram, Ufest	R 150	0,5	1,0	0,5	2,0	—	50-200	—	—	18 000	1,4	2,8	4	35	—	124	25	—	1	HW		Wechs K R
	G 115	0,15	1,0	0,15	6,6	—	50-150	—	—	20 000	0,5	3,5	10	5	—	62	10	—	1	HAN		Wechs K R
	G 150	0,5	1,0	0,5	2	8101	50-150	—	—	20 000	0,5	1,0	10	5	—	62	10	—	1	AN		Wechs K R
	L 190	0,9	1,0	0,9	1,1	—	50-150	—	—	4 200	2,4	2,7	10	24	—	298	10	—	1	NL		Wechs K R
	P 190	0,9	1,0	0,9	1,1	—	50-150	—	—	4 200	2,4	2,7	16,6	14	—	500	6	—	1	LE		Wechs K R
	SP 230	0,3	2,0	0,6	6,5	8101	45	50-150	100	45	150	2,0	3,3	20	10	750	500	5	150	LE		Wechs K R
	H 210	0,1	2,0	0,2	20	8121	46	50-200	100	15	25 000	1,0	5,0	4	25	625	88	3	1	HAW		Wechs K R
	G 607	0,07	6,0	0,42	85	8134	42	50-150	140	11,4	9 000	1,8	4,0	6	30	840	140	16,5	1	HANO		Wechs K R
	DG 210 ²⁾	0,1	2,0	0,2	20	8121	44	2-20	100	2,3	5 000	1,0	5,0	20	5	60	5	5	18	ANH		Dopp G R
	DG 407 ²⁾	0,07	4,0	0,28	57	8134	43	2-20	80	2,5	5 000	1,0	4,0	20	5	45	—	5	18	ANH		Dopp G R
Mars (Radio-elektra) Prag	2,0	6,0	12,0	3	—	—	max. 600	25	—	2 800	1,7	0,15	23	7,5	—	7100	4	—	LK		In Dtschl. nicht erhältlich.	
Vatea HX 406	0,06	4,0	0,24	66	8131	63	40-150	160	12	8 350	2,0	8,4	6	33	—	—	17	3	HAN		—	

1) Anodenzuleitung an der Spitze; Hilfsgitterspannung = halbe Anodenspannung.

2) Mit Raumladegitter.

3) Hilfsgitterspannung = Anodenspannung.

4) Hilfsgitterspannung = Anodenspannung, höchstens aber 200 V.

kommt für wechselstrombetriebene Superhets mit Doppelgitterröhren-Eingangsschaltung sehr gelegen. Für Serienheizung, also in Gleichstrom-Netzempfängern, sollen die Röhren H 410 D (eine Hochfrequenz-Schirmgitterröhre), A 410 (eine Audion- und Niederfrequenzröhre, auch zur gewöhnlichen Hochfrequenzverstärkung brauchbar) und L 510 D (eine Dreigitter-Endröhre) gebraucht werden. Die LK 430 entspricht der neuen Telefunkenröhre RE 304; es ist also eine Lautsprecherröhre, die zwischen der RE 134 und der RE 604 liegt. Mit der letzteren identisch ist die Kraftverstärkeröhre LK 460.

Von Loewe-Radio ist eine neue Hochfrequenz-Zweifachröhre HF 29 herausgebracht worden; sie enthält zwei Eingittersysteme, die durch Widerstände und Blockkondensator miteinander gekoppelt sind. Diese neuen Röhren kann man bis zu drei hintereinanderschalten und somit eine bis sechsmalige Hochfrequenzverstärkung vornehmen; die Kopplung der Röhren untereinander geschieht aperiodisch durch Widerstände und Kondensatoren (vgl. die Bauanleitung von E. Rhein im „Funk-Bastler“, Heft 27, 28 und 29, aus der auch Einzelheiten über die Verwendung der HF 29 ersichtlich sind).

Bei den neuen Röhren HF 29 wird das zweite Gitter nicht mehr nach außen geführt, sondern endigt (über den Gitterwiderstand) innerhalb des Röhrenkolbens an der Mitte des Heizfadens, also an dem Nullpotential seines Systems. Das zweite System kann jetzt zwar nicht mehr von außen durch Veränderung der Gitterspannung beeinflusst werden, es

neuen Typen waren aber noch keine genauen Angaben und Charakteristiken zu erhalten.

Loewe bringt demnächst auch 2NF-Röhren für indirekte Heizung mit Wechselstrom heraus; sie enthalten eine Spannungsverstärkerstufe, für die bei 200 bis 1000 Volt ein Verstärkungsfaktor von 300 bis 800 angegeben wird, und eine Endstufe, deren Daten und Charakteristik abgedruckt werden.

Das Radio-Röhren-Laboratorium, Dr. Nickel G. m. b. H., die Fabrikantin der Ultraröhren, stellt bekanntlich gasgefüllte Röhren mit Hydridkathoden her. Das Erdalkaliumhydrid, das Emissionsmaterial, war auf Platinfäden aufgestrichen, die durch den Akku zur Rotglut erhitzt wurden und dadurch das Emissionsmaterial zur Aussendung von Elektronen veranlaßten. Bei unvorsichtigen Funkfreunden kam es nun öfter vor, daß die Heizspannung nicht eingehalten wurde und die Röhren dann durchbrannten. Um diesem Übelstand zu begegnen, hat die Firma einen neuen Heizfaden geschaffen, der eine große mechanische Festigkeit besitzt und erst bei ganz hohen Temperaturen schmilzt. Der Schmelzpunkt der neuen „W³-Kathode“ einer vier-voltigen Röhre liegt erst bei einer Heizfadenspannung von über 20 Volt. Es ist also praktisch nicht möglich, eine neue Ultraröhre mit einem Heizakkumulator durchzubrennen oder zu überheizen. Auch ein Zerreißen des Heizfadens durch mechanische Einwirkungen ist ausgeschlossen.

Im einzelnen wäre noch folgendes zu sagen: Die UL 409 A ist eine ausgezeichnete Universalröhre. In der UL 411 A

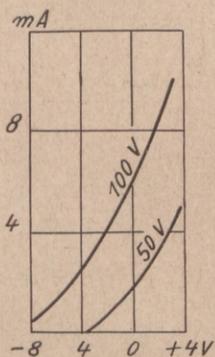


Abb. 58. 4 H 07.

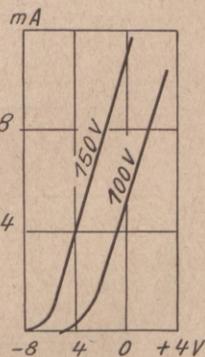


Abb. 59. 4 A 08.

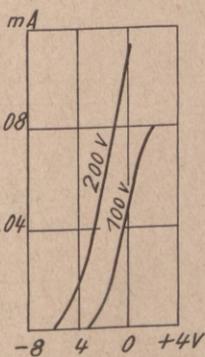


Abb. 60. 1 W 50.

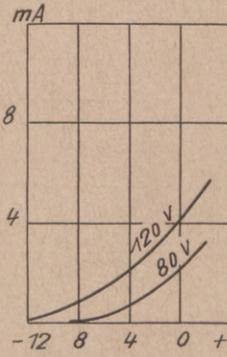


Abb. 61. 1 N 51.

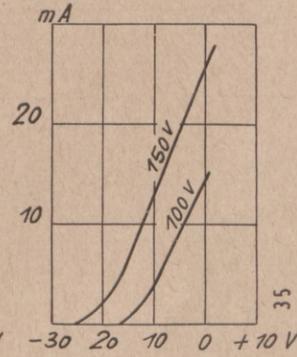


Abb. 62. 1 L 61.

herrschen aber in bezug auf das Gitterpotential geordnete Verhältnisse. Man kann übrigens die HF 29 auch mit 2 Volt heizen; die Mitte des Heizfadens ist in den Sockelfuß hinausgeführt und nach Lösen der Sockelplatte zugänglich. Man muß dann die Heizfadenmitte zum negativen Pol und die bisherigen Heizfadenenden zum positiven Pol des Akkumulators leiten. Abb. 1 zeigt eine Außenansicht der Röhre, Abb. 3 den Sockel der ersten Röhren (von oben gesehen) mit eingezeichnetem Röhrensystem, Abb. 4 den Sockel der neueren Röhren. In Abb. 5 endlich sehen wir die statischen Kennlinien eines Röhrensystems der jetzigen Loewe-HF 29-Röhre, in Abb. 6 die dynamischen Kennlinien.

Als Fortentwicklung der HF 29 wurde die HF 30 geschaffen. Ihr Glaskolben ist von außen, ähnlich wie bei den Telefunken-Schirmgitterröhren, metallisiert. Es gibt hiervon drei Typen: HF 30 b mit einem Heizstrom von 0,12 A für Batteriebetrieb, HF 30 g mit einem Heizstrom von 0,15 A für direkte Gleichstromheizung und einen indirekt beheizten Typ HF 30 w mit einem Heizstrom von 0,3 A für Heizung mit Wechselstrom. Die beiden ersten Typen sind für 4 Volt Heizspannung, die HF 30 w dagegen verlangt 8 Volt Heizspannung. — Für ein Kurzwellenvorsatzgerät wird eine besondere Röhre — H 29 — hergestellt, die ungefähr der HF 29 entspricht. — Die bekannte 3-NF-Röhre ist bedeutend verbessert worden. Sie liefert jetzt insgesamt eine 2500fache Verstärkung. Das letzte System, die Endstufe, hat eine Steilheit von 2,5 bis 3,0 mA/V bei einem Durchgriff von 25 bis 28 v. H. Es verbraucht bei 200 Volt Anodenspannung und — 25 Volt Gittervorspannung etwa 20 mA Anodenstrom. Auch hiervon gibt es drei Typen: 3NF b (Heizstrom 0,15 A) für Batteriebetrieb, 3NF g (Heizstrom 0,15 A) für direkte Gleichstromheizung und 3NF w (Heizstrom 0,4 A) für indirekte Wechselstromheizung. Alle drei Typen verlangen 4 Volt Heizspannung. Von all diesen

wird eine gute Universalröhre zu einem billigen Preise auf den Markt gebracht. Die Orchestronröhren sind fast unverändert, an Stelle der UL 430 L ist jedoch die UL 440 L getreten mit einem Durchgriff von 28 v. H. und einer Steilheit von 3,5 mA/V. Sie entspricht jetzt der RE 604. Die Duotron-Doppelröhren sind noch unverändert und haben noch nicht die neue Stabkathode. Für die beliebten Dreiröhren-Bezirkempfänger sind die Röhren UL 408 H, UL 405 W und UL 412 E zu dem billigen „Dreiklang“-Satz zusammengestellt. An wechselstromgeheizten Röhren erscheinen die neue Sinus A als gute Universalröhre für die Anfangsstufen (H, A, N) und die Sinus W für Widerstands-

Um Reiseempfänger möglichst klein und handlich zu gestalten, ist das Radio-Röhren-Laboratorium Dr. Nickel G. m. b. H. mit den „Ultra-Zwergröhren“ herausgekommen. Der Sockel der Röhre hat an der stärksten Stelle einen Durchmesser von etwa 25 mm, der Glaskolben von nur 16 mm, der Sockel eine Höhe von 18 mm. Die Steckerstifte überragen ihn um 15—17 mm. Die Röhren selbst haben vom inneren Sockelkolben bis zur Spitze gemessen bei den Typen I 2 und II 2 eine Höhe von 54 bis 56 mm, bei dem anderen Typ eine solche von 58 bis 60 mm. Kleiner wird man eine Röhre kaum machen können. Abb. 2 zeigt eine Ultra-Zwergröhre in natürlicher Größe. Auch die Zwergröhren haben die neue „W³-Kathode“.

Über die Philipsröhren, die allerdings in Deutschland nicht erhältlich sind, konnten in den letzten Aufstellungen keine vollständigen Angaben gebracht werden. In der neuen Tabelle sind die bisher fehlenden und die inzwischen neu erschienenen Philipsröhren für indirekte Wechselstromheizung gebracht worden. Um diese Aufstellung vollständig zu halten, wurden auch die beiden schon in Heft 12 des „Funk“ beschriebenen Typen in

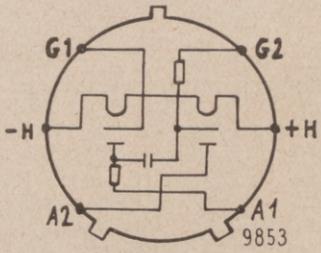


Abb. 3. Sockel der Loewe HF 29, alter Typ.

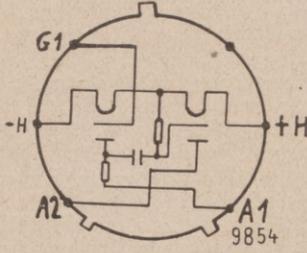


Abb. 4. Sockel der HF 29, neuer Typ.

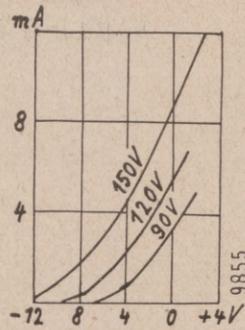


Abb. 5. Loewe HF 29, statische Kennlinie.

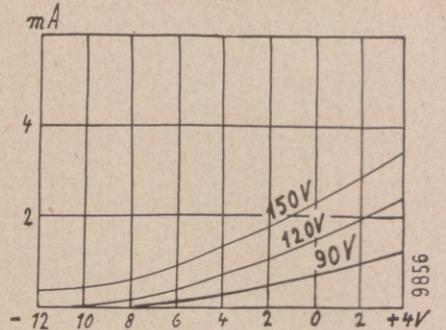


Abb. 6. Loewe HF 29, Arbeitskennlinie.

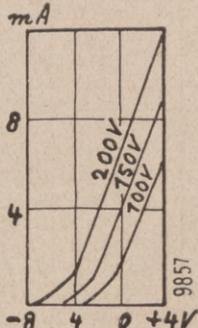


Abb. 7. RE 034.

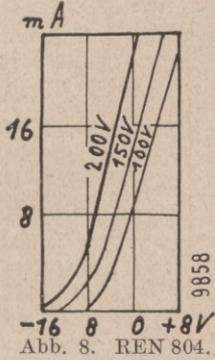


Abb. 8. REN 804.

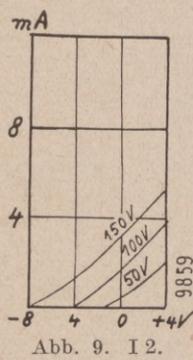


Abb. 9. I 2.

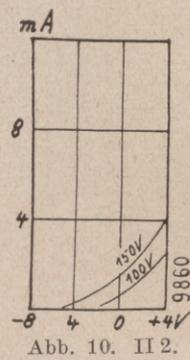


Abb. 10. II 2.

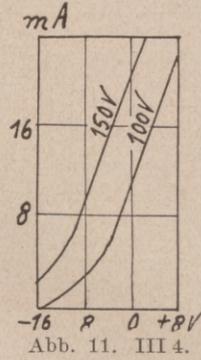


Abb. 11. III 4.

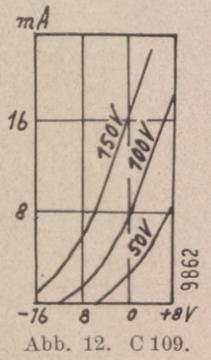


Abb. 12. C 109.

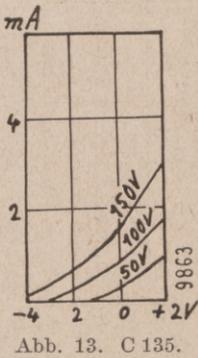


Abb. 13. C 135.

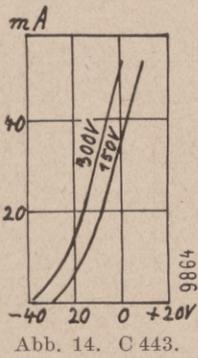


Abb. 14. C 443.

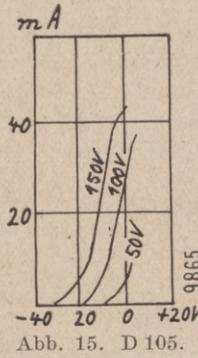


Abb. 15. D 105.

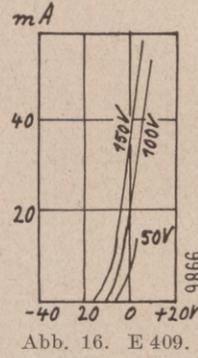


Abb. 16. E 409.

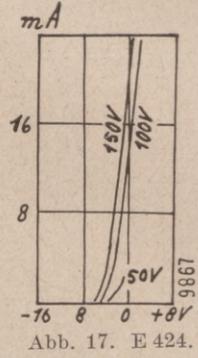


Abb. 17. E 424.

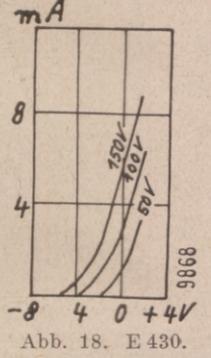


Abb. 18. E 430.

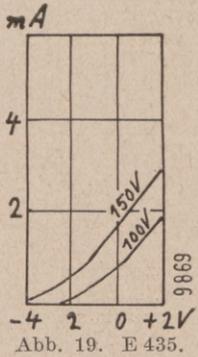


Abb. 19. E 435.

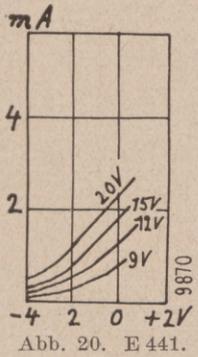


Abb. 20. E 441.

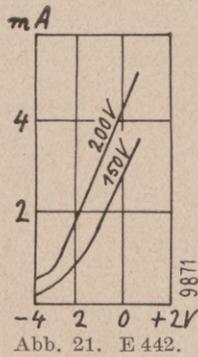


Abb. 21. E 442.

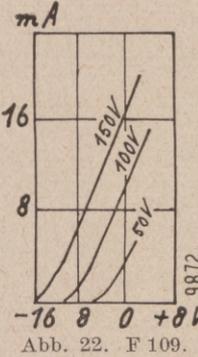


Abb. 22. F 109.

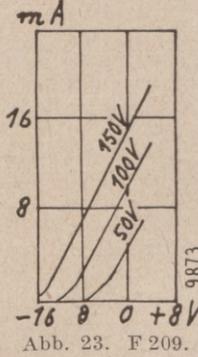


Abb. 23. F 209.

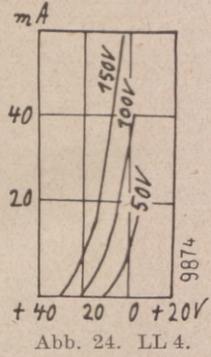


Abb. 24. LL 4.

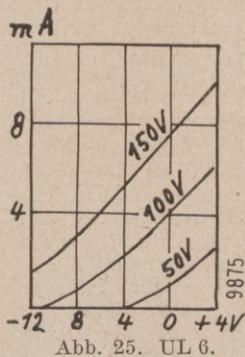


Abb. 25. UL 6.

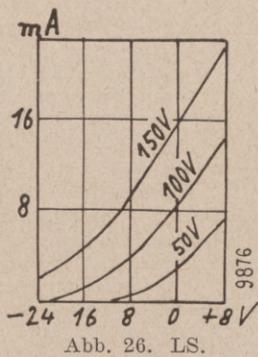


Abb. 26. LS.

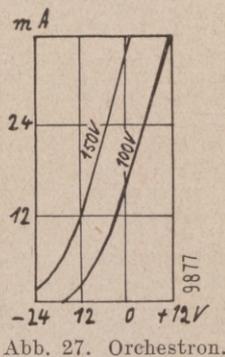


Abb. 27. Orchestron.

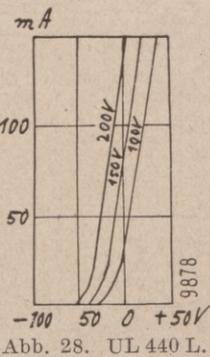


Abb. 28. UL 440 L.

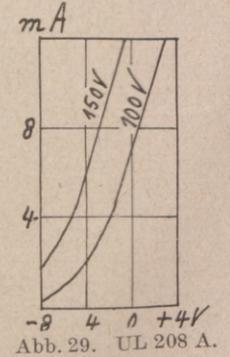
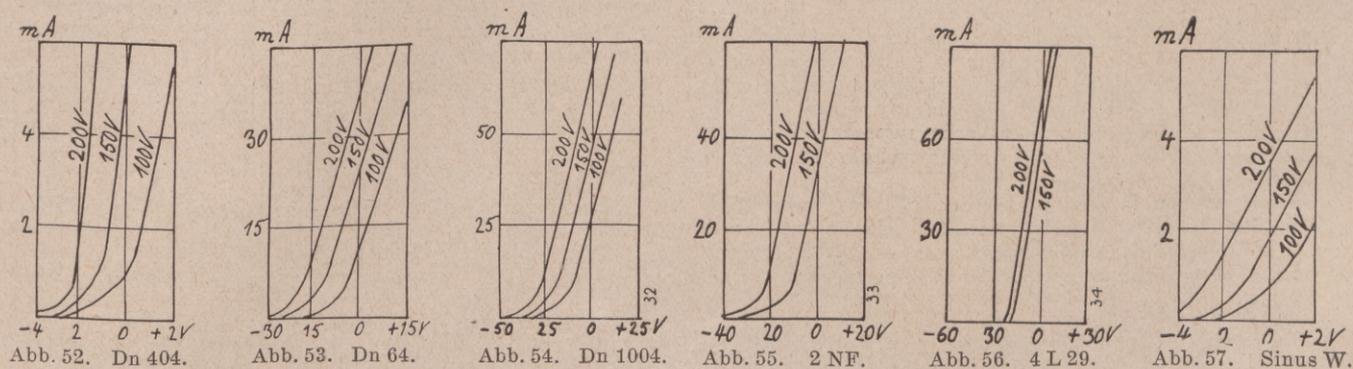
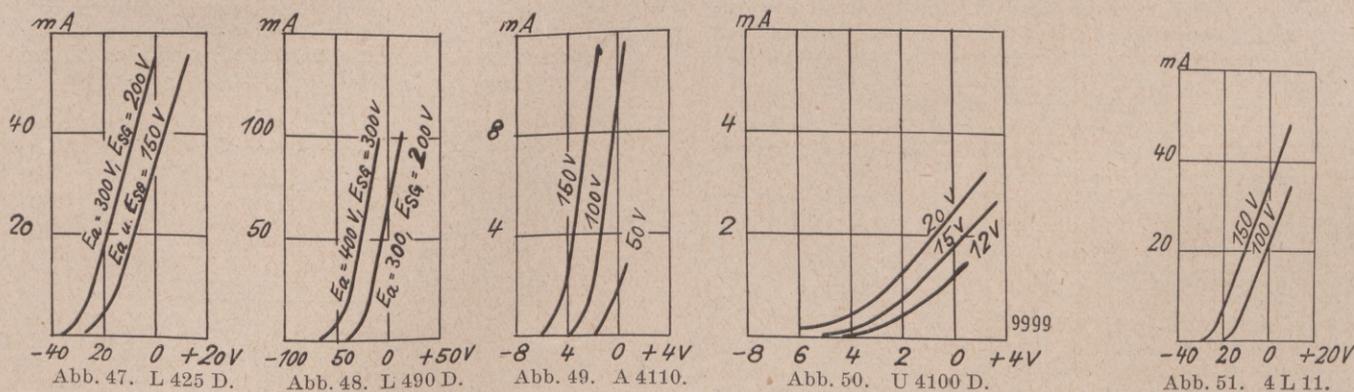
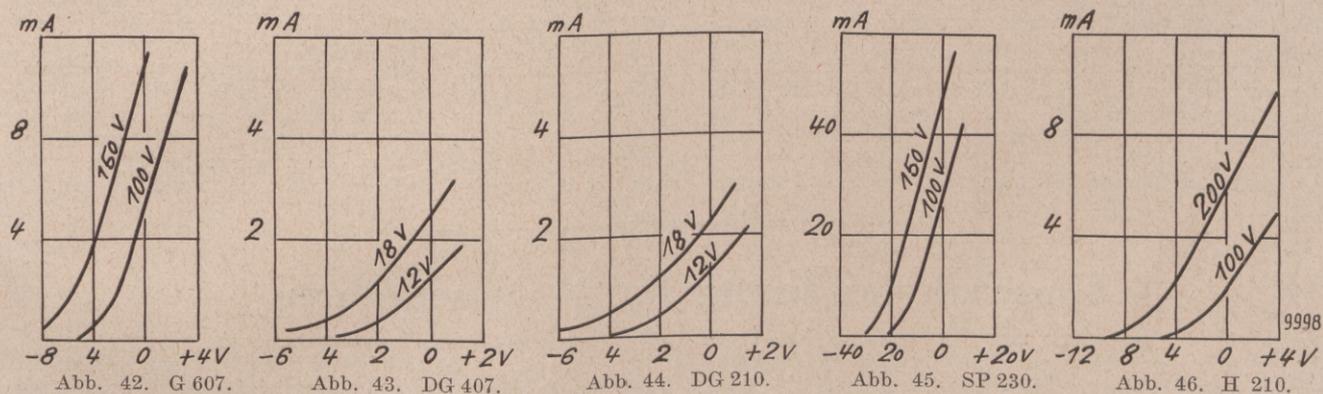
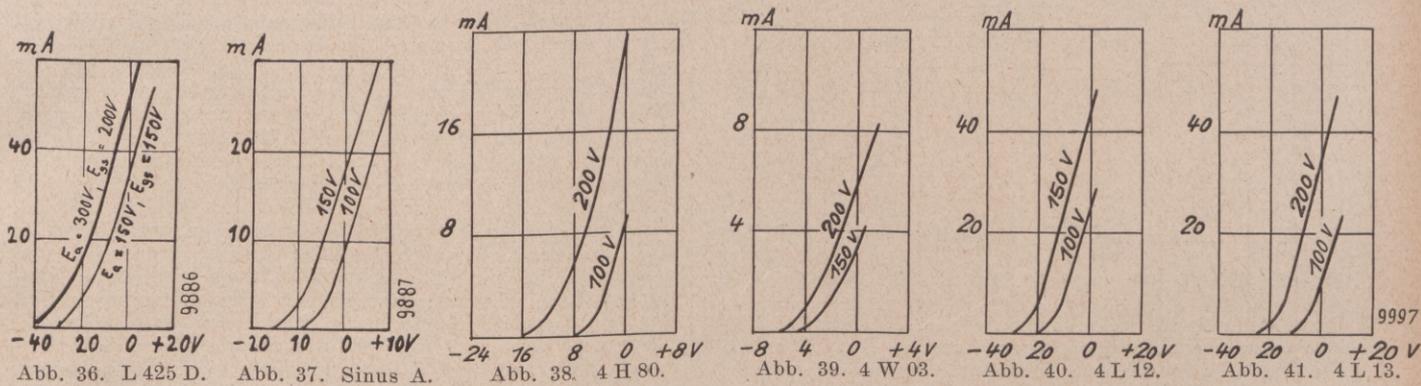
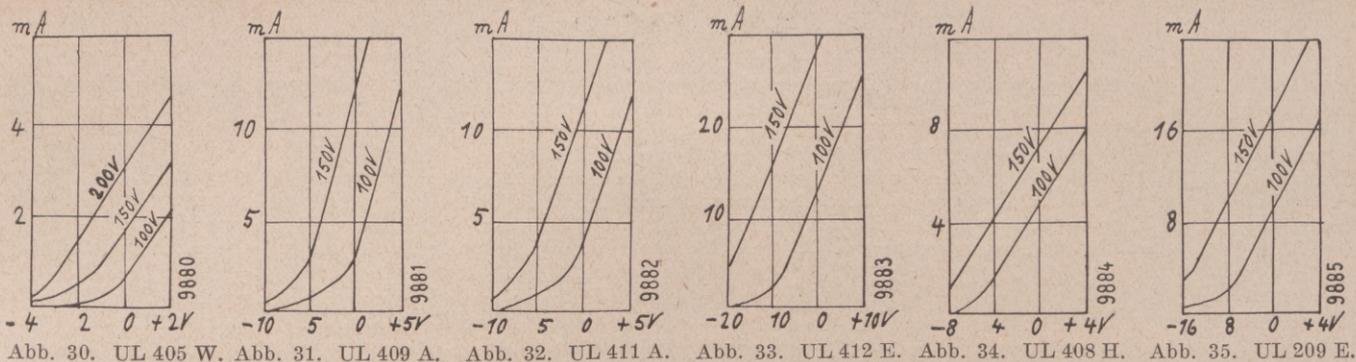


Abb. 29. UL 208 A.



der Tabelle noch einmal aufgeführt, ihre Charakteristiken sind aus Heft 12 zu ersehen. Unter den Wechselstromröhren sind besonders zu nennen: die E 442, eine Schirmgitterröhre mit einem Verstärkungsfaktor von 1000 bei einer Steilheit von 1,2 mA/V; die E 409, eine Endröhre mit einer Steilheit von 3 mA/V, und die E 424, eine Widerstandsverstärkeröhre (auch für die Anfangsstufen von geschickten Bastlern gut zu verwenden) mit einer Steilheit von 3,5 mA/V.

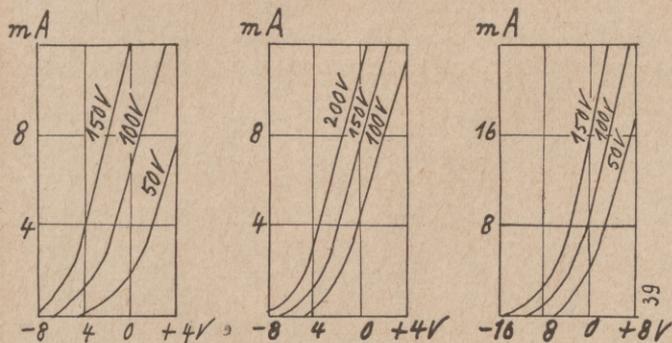


Abb. 63. HX 406. Abb. 64. AR 4100. Abb. 65. AG 4100.

Die holländische Gloeilampenfabrik „Radium“ bringt einige neue Wechselstromröhren heraus. Die „Radio-Rekord“ Dn 64 bestand schon früher, ist aber grundlegend in ihren Daten geändert worden. Neu sind die Dn 404, eine Spezial-Widerstandsverstärker-Wechselstromröhre, und die Dn 1004, eine ausgezeichnete direkt beheizte Schutzgitter-Endröhre mit Hilfsgitter, die bei 200 Volt Anodenspannung und 0 Volt Gitterspannung einen Verstärkungsfaktor von 100 und einen Anodenstrom von 68 mA hat und dabei Gitterwechselspannungen von ± 12 Volt aussteuert.

Die ungarische Röhrenfabrik „V a t e a“ stellt als Thorium-

röhren nur noch ihre verschiedenen Mehrgitterröhren her (siehe Sonderdruck). Die Serie der Kolloidröhren ist um einen Typ bereichert worden. Wechselstromröhren sind in Vorbereitung.

Die österreichische Röhrenfabrik Kremenezky bringt eine leistungsfähige Endröhre mit einer Steilheit von 3,6 mA/V heraus. Eine derartige Röhre kommt natürlich nicht für Batteriebetrieb in Frage, sondern nur für Netzanschluß.

Endlich noch zwei Röhren einer österreichischen Röhrenfabrik: die Arion UL 6 und LS, zwei brauchbare Durchschnittsröhren.

Auch Tungsram hat eine ganze Reihe neuer Röhren herausgebracht, die in der Mehrzahl für Netzheizung bestimmt sind, und zwar sind die Typen AR 4100 und AG 4100 indirekt beheizte, die Typen R 150, G 115, G 150, L 190 und P 190 Kurzfadentypen. Die Zweivoltserie batteriegeheizter Röhren ist durch drei Bariumtypen bereichert worden: SP 230, eine Endverstärkeröhre, H 210, eine Hochfrequenzröhre, und G 607, eine Universalröhre. Schließlich sind zwei Doppelgitterröhren mit Raumladungsgitter zu nennen, ein Zweivolttyp DG 210 und ein solcher für 4 Volt, DG 407. Unter den Mars-Röhren ist als Neuerscheinung die M 7 A, eine Kraftverstärkeröhre für hohe Anodenspannungen, neu erschienen, während die Firma Voltron sogenannte Neo-Bario-Röhren neu aufgenommen hat. Die Röhrenproduktion der in unseren Tabellen stets enthaltenen Firma Grünberger, Wien, ist mit der der Power-Tone-Valves, Wien, zusammengelegt worden; diese Firma bringt eine Reihe Dunkelstrahler mit Bariumfäden, deren Daten aus der Tabelle ersichtlich sind. Charakteristiken der Tungsram-, Mars-, Neo-Bario- und Power-Tone-Röhren waren noch nicht zu erhalten, und mehrere nur aus der Charakteristik herauszulesende bzw. nach ihr zu berechnende Daten der Tabelle konnten deshalb nicht angegeben werden. In Deutschland werden diese Fabrikate sämtlich nicht gehandelt; die Wiedergabe der Daten wurde jedoch im Interesse der zahlreichen ausländischen Leser vorgenommen.

Umschaltanordnung für Mehrfachröhren

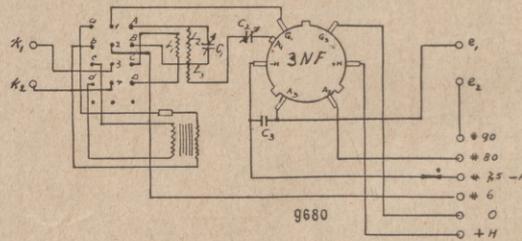
Mehrfachröhren gestatten ihre Verwendung im Ortsempfänger, ebensogut aber auch als Verstärker für Empfangsgeräte verschiedenster Art. Unter Benutzung eines zuverlässigen Mehrfachumschalters ist leicht ein Universalgerät zusammenzustellen, das ohne jeden Umbau den verschiedenen Verwendungszwecken dienen kann. Die Schaltung dürfte zwar bekannt sein; trotzdem sei ihre Ausführungsform nochmals dargestellt (siehe Abbildung).

Zugrunde gelegt sind eine Loewe-Dreifach-Niederfrequenzröhre mit herausgeführtem Anschluß der siebenten Elektrode und ein Mehrfachumschalter.

Auf der linken Seite des Schaltbrettes befinden sich die Anschlußklemmen (oder -buchsen) k_1 und k_2 ; sie haben unmittelbar Verbindung mit den mittleren Klemmen 3 und 4 des Mehrfachumschalters. Legt man den Umschalter nach rechts um, so sind die Punkte 1 und A, 2 und B, 3 und C, 4 und D miteinander verbunden. Es liegt dann an den Anschlußklemmen die Spule L_1 , die mit dem Schwingungskreis $L_2 C_1$ gekoppelt ist. Werden an die Anschlußklemmen k_1 und k_2 Antenne und Erde angelegt, so hat man ein aperiodisch gekoppeltes Audion mit zwei Niederfrequenzstufen zur Verfügung, bei dem an die Anode A_1 eine kapazitiv-induktive Rückkopplung über den Kondensator C_2 und die Spule L_3 angelegt ist. — Die Spulen L_1, L_2, L_3 sind Ledionspulen; L_1 eine Spule mit zwei Steckern, L_2, L_3 eine Spule mit Abgriff und drei Steckern. Da die Spulen leicht auswechselbar sind, kann mit zwei Sätzen der Wellenbereich zwischen $\lambda = 200$ m bis 2000 m bestrichen werden.

An die Klemmen k_1 und k_2 können aber auch bei der gleichen Stellung des Umschalters eine oder zwei Hochfrequenzstufen angeschaltet werden, etwa eine 2 HF-Röhre, oder die Zwischenfrequenzstufe eines Überlagerungsempfängers usw.

Legt man den Mehrfachumschalter nach links um, so daß 1 mit a, 2 mit b, 3 mit c, 4 mit d verbunden sind, so sind die Anschlußklemmen k_1 und k_2 über die Kontakte 3 und 4 an der Primärwindung eines eisengeschlossenen Transformators angelegt, während dessen Sekundärwindung an dem Gitter G_1 und an der Gittervorspannung liegt; die kapazitiv-induktive Rückkopplung von der Anode A_1 ist jetzt abgeschaltet. In



dieser Stellung ist das Gerät als reiner Niederfrequenzverstärker für ein Audion oder für einen Überlagerungsempfänger hinter dessen Audion benutzbar.

An die Klemmen (oder Buchsen) e_1 und e_2 wird der Kopfhörer oder der Lautsprecher angeschlossen. lx.

*

Neuer Kurzwellensender.

Die französische Zeitschrift „Radio Magazine“ veranstaltet jetzt mit einem Kurzwellensender Versuche in Telegraphie und Telephonie auf 20 und 40 m. Das Rufzeichen der Station ist F 8 DM. Empfangsbestätigungen sind zu richten nach: Paris, Rue Beaubourg 61.