

FUNK BASTLER

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E. V.

Der Einfluß der Atmosphäre auf die Wellenausbreitung

Die Natur der Störungen: Temperaturunterschiede in den Luftschichten und Feuchtigkeitskomplexe. — Beseitigungsmaßnahmen am Empfänger.

Von

Dr. Paul Duckert, Observatorium Lindenberg.

Wir setzen hier unsere in den letzten Heften begonnene Aufsatzreihe über die Störungen des Rundfunks und ihre Beseitigung mit den folgenden Ausführungen fort; sie skizzieren das Ergebnis wissenschaftlicher Untersuchungen über die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen und den Einfluß der Atmosphäre.

Wohl ebenso alt wie die Technik der Ausnutzung der elektromagnetischen Wellen für die Telegraphie und Telephonie ohne Draht ist auch das Problem der Einschränkung oder gar der Beseitigung der schädlichen Einflüsse der Atmosphäre auf die drahtlose Nachrichtenübermittlung.

Die verschiedensten Wege sind zur Lösung dieses Problems beschritten worden. Firmen, Reichs- und Staatsinstitute haben Versuche aller Art angestellt. Die meisten dieser Untersuchungen haben gezeigt, daß uns in der Atmosphäre insofern ein mächtiger Gegner gegenübersteht, als er wie durch eine Tarnkappe unsichtbar und unangreifbar gemacht, Angriffe auf die Nachrichtenübermittlung ausübt, seine Art, sein Wesen und Entstehen uns aber auf das sorgsamste geheimhält.

Wie schwer es ist, etwas zu bekämpfen, von dem man so gut wie nichts weiß, leuchtet wohl ohne weiteres ein. Um dem Problem näherzukommen, blieb daher zunächst nichts übrig, als zu fragen, wie sich denn das Treiben dieses unangenehmen Störenfriedes äußere. Damit endlich kommen wir auf ein Gebiet, auf dem man sich etwas sicherer bewegen kann, auf dem schon eine ganze Reihe von Arbeiten vorliegen.

Wenn wir die Beobachtungen der atmosphärischen Einflüsse klassifizieren wollen, tun wir gut, zunächst drei fundamentale Gruppen zu unterscheiden: es gibt Störungen in der Atmosphäre, die sich darin zeigen, daß den Zeichen, d. h. den gewollten elektromagnetischen Schwingungen, ungewollte Spektren von Störgeräuschen beigefügt werden; es gibt aber auch solche, die nur die gewollten Effekte selbst beeinflussen, sie schwächen oder stärken, sie ganz zum Verschwinden bringen oder zu ungeahnter Lautstärke und Energie anschwellen lassen. Als letzte Kategorie sind die Einflüsse zu nennen, die darin sich auswirken, daß die Richtung, aus der die Zeichen empfangen werden, plötzlich und scheinbar ganz willkürliche Änderungen erfährt.

Die Zusammenhänge aller drei Störungsarten mit den jeweiligen meteorologischen Verhältnissen herauszuarbeiten, um überhaupt erst einmal das Wesen der Störungen kennenzulernen, war ebenso wie bei anderen Instituten eine der Hauptaufgaben des drahtlos-luftelektrischen Laboratoriums des preußischen aeronautischen Observatoriums zu Linden-

berg. Dank der tatkräftigen Unterstützung durch den Direktor des Observatoriums, Herrn Geheimrat Hergesell, sind die Mittel zu den Untersuchungen von verschiedenen Seiten bereitgestellt worden, und sie konnten schnell gefördert werden. In einer Reihe von Beiträgen zu den „Arbeiten des preußischen aeronautischen Observatoriums Lindenberg“ und den „Mitteilungen des Observatoriums“ sind von den Sachbearbeitern die grundlegenden Anschauungen, die aus den Untersuchungen im Laufe der Zeit sich herauskristallisiert haben, niedergelegt¹⁾.

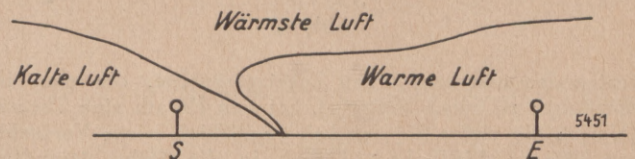


Abb. 1.

Ich will kurz einen Abriß der Arbeiten und ihrer Ergebnisse skizzieren und dann auf einige neuere Arbeiten hinweisen.

Die Beobachtung des Transozeanverkehrs und die Durchsicht des vom Telegraphentechnischen Reichsamt gewonnenen Materials über die Lautstärken der amerikanischen Großstationen brachten F. Herath auf die Spur interessanter Abhängigkeiten der Lautstärken von der Lage der Gleitflächen in der Atmosphäre, d. h. von der Lage der Trennungsschichten warmer und kälterer Luftmassen, wie sie sich in unserer Atmosphäre in mehr oder weniger größerer Zahl dauernd finden und auch nachweisen lassen. Eine derartige Trennungsschicht oder Gleitfläche kann auf die verschiedensten Arten entstehen und damit auch den verschiedenartigsten Charakter annehmen. Es hat an dieser Stelle keinen Zweck, auf diese Unterschiede des näheren einzugehen, da sie auf die von Herath aufgestellten Thesen keinen Einfluß haben. Erwähnt sei nur kurz, daß diese Gleitflächen eine relativ geringe Neigung gegen

¹⁾ F. Herath, Meteorologie und Wellentelegraphie. Beeinflussungen des Funkverkehrs durch die Gleitflächen in der Atmosphäre. 1922. — F. Herath, Zwei Beispiele zur Stütze der Anschauung von der Beeinflussung des Funkverkehrs durch die Gleitflächen in der Atmosphäre. 1923. — P. Duckert, Über einige Zusammenhänge zwischen der Wetterlage und der Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen. 1925. — P. Duckert, Einiges über atmosphärische Störungen der elektromagnetischen Energieübertragung. 1925. — P. Duckert, Atmosphärische Störungen der Radiopeilung. 1926.

den Erdboden besitzen, als deren stärkste wohl eine der Größenordnung 1:100 angenommen werden kann. Dies ist unbedingt zu berücksichtigen, wenn man die nachfolgenden Abbildungen, die sehr stark überhöht gezeichnet sind, richtig deuten will.

Herath stellte nun fest, daß für den Fall, daß die Sendevon der Empfangsstelle durch eine zu Boden oder in Bodennähe kommende Gleitfläche getrennt wäre, eine erhebliche Schwächung der Lautstärke gegenüber dem normalen Wert zustande kommt. Grob schematisiert würde also etwa Abb. 1 die Verhältnisse in diesem Fall wiedergeben.

Andererseits stellt er auch die weitere Behauptung auf, daß für den Fall einer Gleitfläche über Sender und Empfänger, ohne daß eine Trennung der beiden Stationen stattfindet, etwa entsprechend der Abb. 2 eine übernormale Lautstärke auftreten muß, die auf eine Art Reflektorwirkung zurückzuführen sein müsse.

Im großen und ganzen sind diese Behauptungen später von dem Verfasser dieser Zeilen und anderen auf anderem Wege bestätigt worden, wenn sie auch natürlich in dieser krassen Form nicht immer haltbar waren. Darauf komme ich noch zurück. Diese Andeutungen mögen vorläufig für die zweite Art von Störungen genügen.

Auch über die vorn als erstes bezeichnete Art der atmosphärischen Einflüsse, über das Entstehen der krachenden,

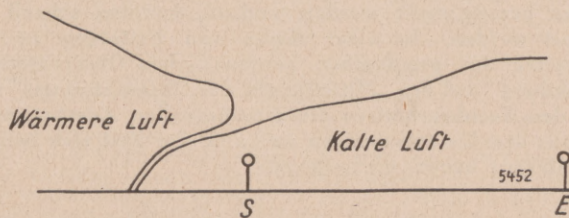


Abb. 2.

kratzenden und brodelnden Zusatzgeräusche, die man im Empfänger zu hören bekommt, hat sich Herath eine Theorie geformt, die vieles für sich hat. Anlässlich seiner Versuche, von den in Lindenberg täglich in die Höhe gesandten Drachengespannen dergestalt Gebrauch zu machen, daß er den durch die oben und unten gegeneinander bestehende Potentialdifferenz hervorgerufenen Ausgleichstrom zum Rückschluß auf die Verhältnisse elektrischer Natur in der Höhe heranzuziehen, fand er Übereinstimmungen insofern, als gewisse derartige Störungen gebunden zu sein schienen an das Vorhandensein von Gleitflächen bestimmter Art. Das einfachste mögliche Postulat, das er daraus ableitete, war daher das: die Herde dieser Geräusche liegen in der Gleitfläche, die dafür charakteristisch ist, selbst; diese Annahme hat auch rein theoretisch recht viel für sich, besonders da dort Unstetigkeiten recht wahrscheinlich in allen möglichen Verhältnissen eintreten.

P. Duckert hat das Hauptaugenmerk bei seinen Untersuchungen aller genannten Faktoren hauptsächlich auf kurzperiodischere Vorgänge gerichtet, und demgemäß die Beobachtungen so angelegt, daß längstens alle fünf Minuten eine Messung der verschiedensten Arten gewonnen wurde. Hierbei zeigte sich zunächst, die anfangs an zweiter Stelle genannten Lautstärkeschwankungen betreffend, wiederum ein auffälliger Zusammenhang zwischen Zuständen meteorologischer Art in der Atmosphäre und der Lautstärke elektromagnetischer Zeichen. Der Durchgang der tiefsten Furchen, der Talwege von abgehobenen Warmluftmassen über die Richtung Sender—Empfänger prägt sich in einer immerhin recht beträchtlichen kurzperiodischen Störung der Empfangsintensität aus. Stimmt die Richtung der Furche, des Talweges, für einen Moment recht genau mit der Empfangsrichtung überein, so verschluckt der Effekt fast die gesamte vorhandene Energie. Die Stärke der Stö-

rung an sich hängt dann noch von einer ganzen Zahl anderer meteorologischer Elemente ab, von denen das Verhalten der Feuchtigkeit mit der Höhe eine ganz hervorragende Rolle spielt. Neben den von Herath postulierten primären Schwächungen, die bedeutend länger periodischer Natur sind, geben diese sekundären Empfangsbeeinflussungen ein ganz vorzügliches Mittel ab, um die meteorologischen Verhältnisse in der Höhe in groben Zügen auch ohne Aufstiege zu erkennen.

Um die Verhältnisse klarer zu machen, möchte ich die Abb. 3 und 4 zu Hilfe nehmen. In Abb. 3 gebe ich den rohen Isobarenverlauf eines für die Messungen benutzten Tages wieder. Außerdem sind eingezeichnet die mittleren Richtungen, aus denen Empfangsstichproben gemacht wurden; weiter ist eingezeichnet die Spur einer abgehobenen warmen Luftmasse. Die ausgefüllten schwarzen westlich gelegenen Striche deuten an, daß die kalte Luft von Westen her sich unter die wärmere östlich gelegene Luft pflügt. Daneben bringt Abb. 4 die in den drei Hauptempfangsrichtungen erhaltenen Schwächungen des Empfangs. Man sieht deutlich die starke Beeinflussung in der mit a bezeichneten Richtung, während die anderen nur Andeutungen erkennen lassen.

Dies eine Beispiel mag genügen, um den Gang der Untersuchungen dieser Art zu kennzeichnen. Als vielleicht kennzeichnend für diese Art der Fadings möchte ich noch folgendes erwähnen: Gelegentlich von Übertragungen ferner Sender über einen anderen Sender habe ich jetzt schon wiederholt bei beiden Sendern ganz anders geartete Ausprägung von Fadingerscheinungen beobachtet. Das beste Beispiel dieser Art gab ein Vortrag über den Berliner Sender. Der Vortragende experimentierte von Döberitz aus durch ein Kabel auf den Sender Berlin. Er führte London vor. Hier in Lindenberg wurde London sowohl direkt als auch über Berlin gleichzeitig beobachtet. Da bemerkte ich plötzlich einen starken Fadingeffekt in der direkten Aufnahme, der von Berlin nicht wiedergegeben wurde. Die von mir an Hand anderer Beobachtungen angenommene Erklärung, daß auf der Strecke Berlin—Döberitz, die von der Sendung über Berlin durch Kabel zurückgelegt wurde, in der Höhe eine Störung durchgegangen sei, erwies sich durch den Aufstieg vom nächsten Tage als bestätigt.

Ganz analog, wie Änderungen der Lautstärke, wurden auch Änderungen der Empfangsrichtung, also Peilstörungen beobachtet, zunächst naturgemäß an Tagen, an denen mit starken Störungen zu rechnen war. Auch die hierbei aus längeren Versuchsreihen gewonnenen Ergebnisse geben recht interessante Zusammenhänge zu den meteorologischen Verhältnissen wieder. Ganz und gar absehen will ich dabei von den Störungen dieser Art, die sich beim Sonnenauf- und -untergang sehr erheblich bemerkbar machen. Besonders starke Gegner einer ungestörten und unabgelenkten Ausstrahlung zeigten sich hierbei jeweils durch den Beobachtungsort selbst, oder aber auch durch die Verbindung Sender—Empfänger gehenden Kallufteinbrüche und Böen. Die beobachteten Mißweisungen gingen in Wellen von 300 bis 600 m Wellenlängen bis zu Winkeln von über 70° hinaus. Besonders stark waren sie immer dann, wenn gleichzeitig große Feuchtigkeitskomplexe in der Höhe auftraten. Ihr Einfluß ist sogar so heftig, daß die Tatsache eines Feuchtigkeitskomplexes allein schon genügt, um alle möglichen Erscheinungen vorzutauschen. Längere Wellen als 1000 m zeigten sich schwerer beeinflussbar.

Analoge Einflüsse zeigten große Nebelgebiete. Auch sie entpuppen sich, wenn nahe dem Empfänger gelegen, für Wellenbereiche bis 700 m als starke Störenfriede jeglicher Funkortung. Ähnliche Beobachtungen ließen sich noch in überaus großer Zahl hier anführen, wie auch über das Auftreten der Krach- und Knackgeräusche im Empfangsgerät aus einer großen Anzahl von Einzelbeobachtungen, statistisch ausgewertet, mit größter Wahrscheinlichkeit Voraussagen gemacht werden können. Das heißt: die Zuordnung der ein-

zelen Störgeräusche zu einzelnen Wetterlagen ist so gut wie gesichert.

Das große Problem, das sich aus diesen Beobachtungen nun folgerichtig zur Behandlung ergibt, ist das folgende: Wie nutze ich die Beobachtungsstatsachen und die daraus gewonnene Erkenntnis dazu aus, um die Störungen zu kompensieren, um sie für den Empfang unschädlich zu machen? Die Hoffnung, sie in ihrem Keim zu ersticken, hat außer einigen Utopisten noch nie jemand ernstlich gehabt. In dieser Frage nun sind wir noch weit zurück. In einer mehr theoretischen Arbeit habe ich schon vor mehr als einem Jahr gezeigt, daß die Vermeidung und Ausschaltung der

noch nicht ganz geklärt. In Frage kommt: Beugung, Brechung, Reflektion, Polarisation und als ein Sammeleffekt verschiedener einzelner Einflüsse auch Interferenz. Welches das vorherrschende Moment ist, ist Gegenstand neuerer Untersuchungen am Observatorium Lindenberg. Um ein Beispiel, das auch von anderer Seite behandelt wird und angeschnitten wurde, zu geben, wähle ich polarisierte Wellen. Wird bei polarisierten elektromagnetischen Wellen durch irgendeinen fremden Einfluß die Polarisationsebene plötzlich gedreht, so muß auf eine willkürliche Antenne die Wirkung sich genau wie ein Fadingeffekt äußern. Gewisse Antennenkombinationen, z. B. Kombination einer Vertikalantenne mit

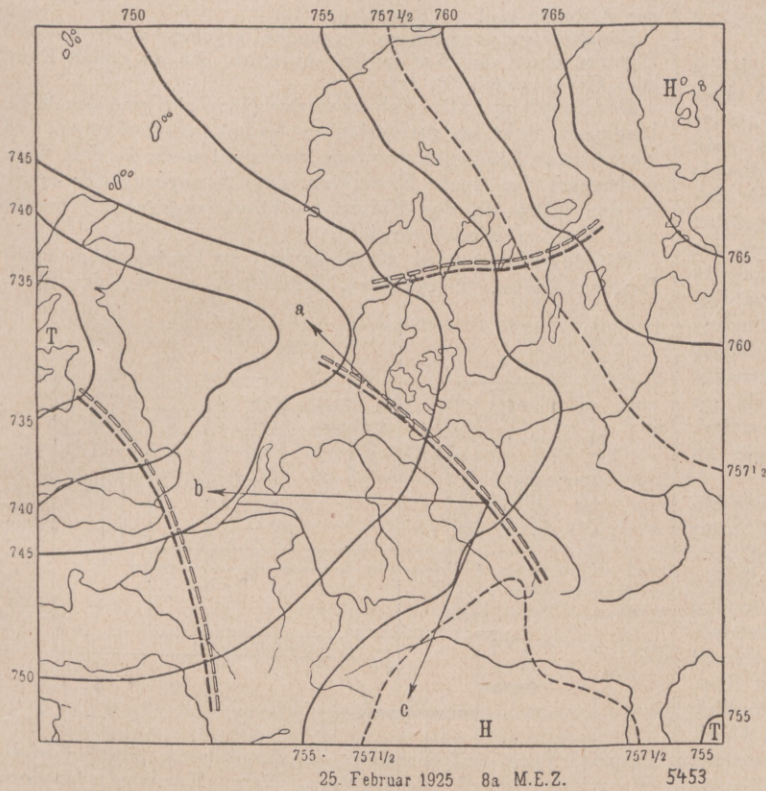


Abb. 3.

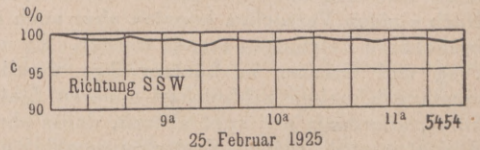
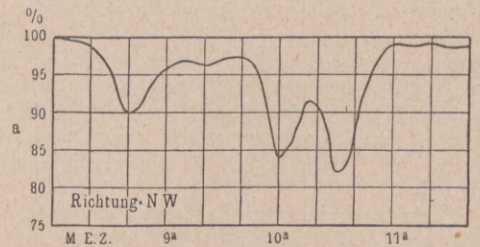
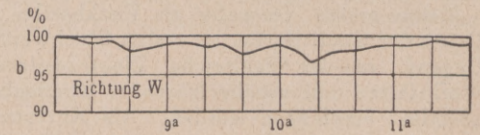


Abb. 4.

atmosphärischen Krach- und Kratzgeräusche identisch ist mit einer Unterdrückung des Empfangs selbst. Wenngleich auch die Störungen dieser Art aufzufassen sind als eine ganze Spektralbande, als eine Summe von Störeffekten auf allen möglichen Wellenlängen, so ist doch in der Natur und der Konstruktion der Empfänger begründet liegend, gerade für den Empfang immer die Wellenlänge am störendsten und die Intensität der Störwelle entscheidend, auf die der Empfänger gerade abgestimmt ist, die also mit der Empfangswelle genau übereinstimmt. Einer Drosselung der Störung kommt somit stets auch eine Drosselung des Empfanges gleich. Hinreichende Selektivität und damit verbunden starke Dämpfungsreduktion im Empfangskreis sind immer noch die am meisten reduzierenden Mittel, da sie wenigstens die am engsten benachbarten Störwellen unschädlich machen. Leider ist damit bei Telephonie- und überhaupt moduliertem Empfang nicht viel geholfen.

Ein weiteres Mittel ist natürlich das Richtungsempfangen. Aber auch hier darf man nicht allzu weit gehen, um zu vermeiden, daß die mit der jeweiligen Wetterlage zwangsläufig gekuppelten Mißweisungen so stark werden, daß sie die Sendungen, das Empfangsfeld überhaupt nicht mehr treffen lassen.

Etwas günstiger liegen die Verhältnisse bei den Fadingerscheinungen. Was die aufgezählten meteorologischen Erscheinungen mit den elektromagnetischen Wellen anstellen, ist

einem horizontal liegenden Rahmen, gestatten aber trotzdem über einen Sammelkreis hinweg, die gesamte Energie einzufangen. Auf diese oder ähnliche Arten und bei anderen Antennenkombinationen kann man eine Kontrolle gewinnen, ob ein Polarisationsfading oder ein anders garteter Fadingeinfluß vorliegt. Könnte man zum Beispiel nachweisen, daß die Fadingerscheinungen beim Sonnenauf- und -untergang derartige sind, daß sie bei Aufnahme mit der oben genannten Antennenkombination nicht mehr auftreten, so wäre damit der Beweis erbracht, daß bei dieser Erscheinung einzig und allein Polarisation am Werke ist, und nur Drehung der Polarisationsebene eine ausschlaggebende Rolle spielt. Bisher angestellte Untersuchungen haben gezeigt, daß tatsächlich ein horizontal gelagerter Rahmen, der tagsüber vollkommen tot dalag, um die Zeit des Sonnenuntergangs plötzlich recht beträchtliche Energiemengen aufnahm. Der rein quantitative Versuch müßte hier eine Entscheidung für oder wider bringen.

Man sieht leicht, daß systematische Registrierungen dieser oder anderer Art eine Antwort positiver oder negativer Art erwarten lassen. Ganz ähnliche Prüfsteine nun haben sich auch für die eine und andere Erscheinung, auch bei den Peilmißweisungen herausarbeiten lassen. Ich hoffe, daß es in nicht allzu langer Zeit möglich sein wird, über einen positiven Erfolg dieser Untersuchungen des Observatoriums und auch anderer Institute berichten zu können.

Fernempfang mit einfachen Geräten

Von
Dipl.-Ing. Erich Rausch.

Von vielen Seiten sind nach der neuen Welleneinteilung Klagen über die Störungen und Beeinträchtigungen des Fernempfanges laut geworden. Eine Abhilfe scheint mir nur möglich durch Verkleinerung der Antenne. Allerdings hat dies den Nachteil eines schwächeren Empfangs, bringt dafür aber eine gewisse Befreiung von anderen Störungen. Es dürften daher vielleicht die Erfahrungen eines Bastlers von Interesse sein, der zwar nicht selbst Fachmann, aber als Techniker gewohnt ist, jedes Versuchsergebnis kritisch zu betrachten.

Meine ersten Versuche als Funkbastler machte ich im Osten der Stadt Berlin, im ersten Stockwerk, inmitten einer Gegend, in der zahlreiche Elektromotoren industrieller Werkstätten und vorüberfahrender Straßenbahnen als erste „Sender“ empfangen wurden. Als Antenne diente damals eine 20 m lange Hochantenne, 4 m über dem Dach des Hauses. Die Zuleitung wurde am Hause hinten herabgeführt und kam durch die Wohnung zum Gerät. Die Erdung der Antenne sowie die Erdleitung des Gerätes führte an der Hauswand entlang zu einer Wasserpumpe. Mit einem Detektorgerät konnte ich damals Berlin und Königswusterhausen empfangen. Bald jedoch wurde ein Röhrenempfänger in Angriff genommen. Als mit diesem in einer Winternacht einige Pfiffe gehört wurden, die mit etwas Phantasie als „hallo“ und „London calling“ verstanden werden konnten, stand der Entschluß fest, einen Vierröhrenempfänger zu bauen.

Nach der bekannten Leithäuserschaltung (die übrigens bei uns erst geschätzt wurde, als sie aus dem Ausland unter dem Namen Reinartzempfänger nach Deutschland kam), entstand ein Gerät: Hochfrequenz, Audion und zwei Stufen Niederfrequenz. Dieser Empfänger brachte sofort ziemlich alles, was sich an Störungen in der Umgebung herumtrieb. Nach einigen Versuchen konnten aber auch in der Tat recht brauchbare Leistungen erzielt werden. Es wurde u. a. Rom, Prag und Breslau im Lautsprecher wirklich verständlich empfangen, neben zahlreichen anderen Stationen im Kopfhörer, allerdings nur spät abends, dafür aber ohne restlose Ausnutzung der beiden Niederfrequenzstufen. Reine Freude brachte der Empfänger doch nur eines Abends, als der Osten von einer Stromstörung „begünstigt“ wurde und gleichzeitig der Straßenbahnverkehr lahmgelegt war, so daß Fernempfang in bisher nie gekannter Reinheit möglich war. Bei dieser Gelegenheit — da diese für mich günstige radikale Beseitigung der Störer doch nicht oft erwartet werden konnte — entschloß ich mich, auf Fernempfang zu verzichten, die Hochantenne abzunehmen und nur mit der etwa 12 m langen Zuleitung (von der Hinterseite des Hauses bis zum Vorderzimmer) zu empfangen. Der Empfang war sehr viel reiner und konnte durch volle Ausnutzung der Niederfrequenzstufen auf eine angenehme Lautstärke im Lautsprecher gesteigert werden. Gleichzeitig wurde aber festgestellt, daß der Fernempfang zwar erheblich leiser, aber dafür viel besser und ohne Störungen kam.

Als ich die Zylinderspulen durch selbstgewickelte Kleinverlustspulen (low loss) ersetzte, stellte sich eine merkbare Verbesserung ein. Dadurch angeregt, wurde das Gerät systematisch durch Auswechslung mangelhafter oder nicht gut gearbeiteter Einzelteile gegen erstklassiges Material verbessert. Schließlich konnte nach besserer Durchbildung der Leitungsverlegung und Verwendung eines Heizstromreglers mit Feineinstellung für die Audionröhre mit nur drei Röhren das Gerät auf gleiche Leistung mit dem ehemaligen Vierröhrenempfänger gebracht werden.

Nach einem vollzogenen Wohnungswechsel nach Karlshorst begann ich mit den gewonnenen Erfahrungen ein neues Gerät zu bauen, bei dem ich von Anfang an auf Ver-

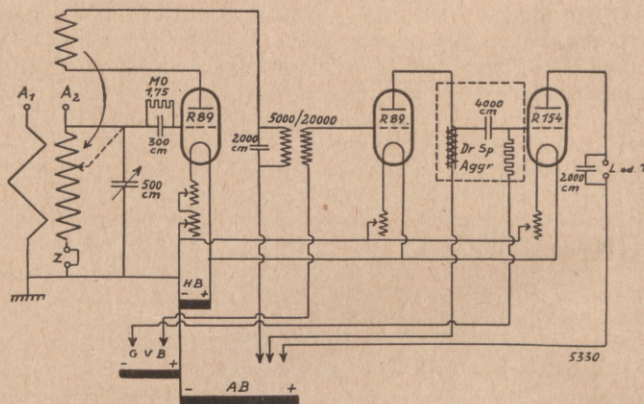
wendung einer Hochantenne verzichtete. Dieser Empfänger arbeitet unter Verwendung eines käuflichen Lowlosskopplers nach der in der Skizze angegebenen Schaltung, die auch die näheren Abmessungen der verwendeten Einzelteile enthält.

Als Antenne dient ein 6 m langes Stück Hochfrequenzlitze, das geradlinig in Ost-West-Richtung 1 m unterhalb der Decke ausgespannt und in der Mitte zum Gerät abgeleitet ist. Die Zuleitung zur Erde verläuft rechtwinklig zur Antenne und ist 5 m lang.

Kürzlich vorgenommene Versuche ergaben noch bessere Eignung einer nur 5 m langen Antenne, die an einem Ende zum Gerät abgeleitet ist.

Der Empfang hatte sich nach der Neueinteilung des Wellenplanes nicht im geringsten verändert, ausgenommen den Verlust des Breslauer Senders, der nicht mehr in den Wellenbereich der Spule hineinkam; nach Anzapfung der Spule in der Mitte (in der Skizze punktiert angegeben), wurde auch Breslau wieder erreicht.

Mit dem Gerät wird mit Sicherheit im Lautsprecher empfangen: Berlin, Langenberg, Frankfurt a. M., Stuttgart,



Leipzig, Prag und Breslau; im Kopfhörer: Wien, Zürich, Warschau (400 m), Rom, Bern, Oslo, Hamburg, London, Kopenhagen, Brünn und San Sebastian. Bei guten atmosphärischen Verhältnissen kann Wien, Rom, Bern und London im Lautsprecher empfangen werden, während im Kopfhörer außer den bereits genannten noch die übrigen deutschen Sender mit Ausnahme von München, Freiburg, Stettin, Kiel und Danzig; ferner Budapest, Stockholm, Paris, Toulouse, Aberdeen und Neapel (?) hörbar sind. Zum Empfang längerer Wellen kann bei Z eine Zusatzspule von 150 Windungen in Korbwindung eingesteckt werden. Das Gerät bringt dann Königswusterhausen stets und Daventry fast immer im Lautsprecher, während mitunter Hilversum im Kopfhörer zu verstehen ist.

Eine vorübergehend eingebaute Hochfrequenzverstärkerstufe brachte nicht den gewünschten Erfolg, sondern erhöhte die an sich schon ausreichende Selektivität, die mir z. B. gegenwärtig die Trennung von Berlin und Wien einerseits sowie Berlin und Langenberg andererseits gestattete.

Auf Grund dieser Erfahrungen bin ich zu der Überzeugung gelangt, daß ein einfacher Empfänger bei sorgfältiger Bauart auch mit kleinen Antennen Brauchbares leisten kann, und dabei keinesfalls oder nur in geringem Maße zu Rückkopplungsstörungen Anlaß gibt.

Der türkische 20 kW-Rundfunksender auf Welle 1000 m. Der neue 20 kW-Rundfunksender in Konstantinopel (Osmanien), der mit einer Antennenleistung von 6 kW arbeitet, hat seine Sendeversuche auf etwa 1000 m Wellenlänge begonnen.

Ein Rahmenempfänger mit Mehrfachröhren

Von
Hans Sutaner, Leipzig.

Als ich an den Bau des nachstehend beschriebenen Empfängers heranging, habe ich unter Berücksichtigung der bisher über die Loewe-Mehrfachröhren und Loewe-Mehrfachröhrenempfänger erschienenen Aufsätze folgende Leistungen zu erfüllen gesucht:

1. Lautsprecherempfang des Ortssenders mit Rahmen unter Benutzung der 3 NF-Röhre;

natürlich verkürzt), sondern die neueren Schalter, die eine geringe Widerstandswicklung besitzen und hierdurch ein allmähliches Einschalten des Heizstromes gestatten. Dies erhöht die Lebensdauer der Röhren. Außerdem habe ich bemerkt, daß meine allerdings noch neuen Röhren schon ihre volle Leistung erreichen, wenn sie nicht mit der als Normalspannung angegebenen Spannung von 4 Volt beschickt werden.

Um den Empfänger möglichst abstimmscharf und unempfindlich gegen äußere Einflüsse zu machen, wurde er vollständig abgeschirmt, d. h. das Gehäuse mit Kupferfolie aus-

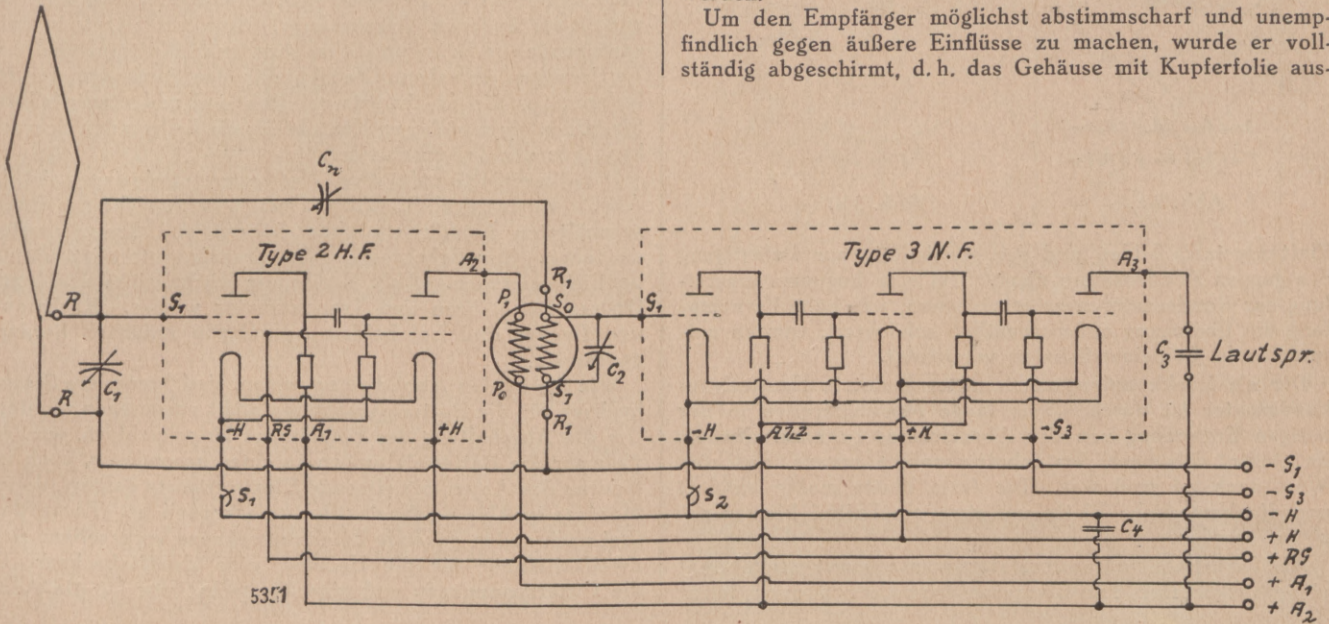


Abb. 1.

2. Lautsprecherempfang des Deutschlandsenders mit Rahmen während der Tätigkeit des Ortssenders;
3. Fernempfang mit Rahmen (auch während der Tätigkeit des Ortssenders).

Liste der Einzelteile.

2 Drehkondensatoren à 500 cm (C_1, C_2) mit zwei Feineinstellskalen; 2 Hochfrequenztransformatoren (Wellenbereich 200 bis 600 m und 600 bis 1800 m) mit einem Anschlußsockel; 1 Blockkondensator 5000 cm (C_3); 1 Neutrodynekondensator (C_n); 1 Mehrfachröhre Typ 2 HF mit Sockel; 1 Mehrfachröhre Typ 3 NF mit Sockel; 1 Becherkondensator 2 μ F (C_4); 6 Buchsen; 2 Ausschalter; 1 Trolitplatte 200 \times 440 \times 5 mm; 1 Trolitstreifen 180 \times 30 \times 5 mm; 1 Trolitplatte 90 \times 50 \times 5 mm; verschiedene Schrauben und Muttern; versilberter Rundkupferdraht 1,5 mm stark; Kupferfolie 0,05 bis 0,1 mm stark.

Das Schaltbild (Abb. 1) zeigt die bereits allgemein bekannte Schaltung der Loewe-Fernröhre Typ 2 HF, mit der Loewe-Dreifachröhre Typ 3 NF. Da die Bedienung möglichst einfach gehalten werden sollte, habe ich jedoch versucht, die Kopplung der beiden Röhren unveränderlich zu halten, was mir auch bei entsprechender Dimensionierung mit vollem Erfolg gelungen ist. Außerdem wurde für jede Röhre ein Schalter vorgesehen, um die Heizung jeder Röhre für sich ein- und ausschalten zu können. Hierzu wurden nicht die üblichen Druckknopf- bzw. Hebelschalter benutzt, die den Heizstromkreis lediglich schließen, so daß die Heizfäden der Röhren sofort mit dem vollen Strom beschickt und einen Augenblick stark überheizt werden (was ihre Lebensdauer

geschlagen. Der zur Aufnahme dienende Kasten, dessen Maße aus Abb. 2 ersichtlich sind, mußte deshalb etwas größer gewählt werden, um überall die erforderlichen Abstände wahren zu können und so eine Dämpfung des ganzen Empfängers zu vermeiden. Aus dem gleichen Grunde mußten die Röhren sowie der Hochfrequenztransformator auf Holzunterlagen gesetzt werden, deren Maße aus Abb. 3 a und 3 b hervorgehen, und zwar ist 3 a für die Röhren und 3 b für den Transformator bestimmt. Die Holzunterlagen werden in einfachster Weise durch Schrauben befestigt, die von unten

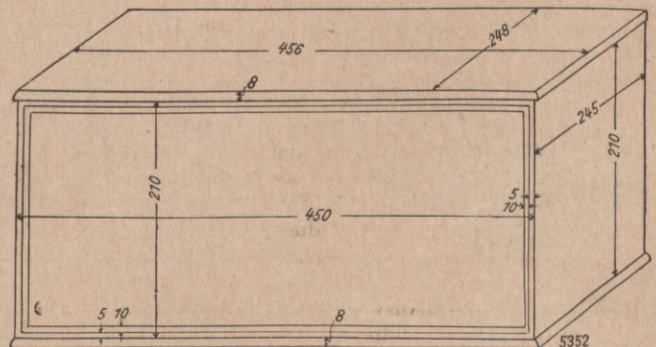


Abb. 2.

her durch den Boden greifen. Während Boden, Seitenwände und der zur Aufnahme der Frontplatte bestimmte Holzrahmen fest miteinander verleimt sind, muß die Rückwand des Kastens abschraubbar sein. Der Deckel wird an der Rückwand durch Scharniere befestigt und bleibt aufklappbar, damit das Innere des Geräts stets zugänglich ist.

Bei der Auswahl der Drehkondensatoren und Hochfrequenztransformatoren wurde auf größte Verlustfreiheit Wert gelegt. Es fanden hierzu nur erstklassige Einzelteile Verwendung. Die Drehkondensatoren besitzen selbst keine Feineinstellung, das feste Plattenpaket ist, einwandfrei isoliert, an einem Bügel befestigt, dessen Enden die Lager des drehbaren

die sekundäre 52 Windungen 0,5 mm starken Kupferdrahtes, zweimal mit Baumwolle besponnen. Der Abstand zwischen Primär- und Sekundärwicklung beträgt etwa 17 mm (vgl. Abb. 6). Der Transformator für den Wellenbereich 600 bis 1800 m besteht aus einem gleichen Bakelitzylinder, der die sekundäre Wicklung trägt; die primäre Wicklung ist auf einen zweiten, etwas kleineren Bakelitzylinder gewickelt, der sich knapp in den äußeren Zylinder hineinschieben läßt. Die Enden der Wicklungen sind an Schrauben mit halbrunden Köpfen geführt, die an einem Ende des Zylinders in bestimmtem Abstand voneinander angeordnet sind, um ein unverwechselbares Einsetzen des Transformators in den Sockel zu gewährleisten. Der Sockel besteht aus einem Bakelitring von etwa 1,5 cm Höhe, 1 cm Breite, 9 cm innerem und 11 cm äußerem Durchmesser. Auf ihm sitzen in entsprechenden Abständen Schrauben mit Muttern, die mit Vertiefungen versehene Neusilberstreifen festlegen, die im Inneren des Ringes abwärts gebogen sind und etwas federn. Sie bilden einen sicheren Kontakt für die halbrunden Schraubenköpfe des Transformators.



3 cm hoch für H.F. Röhre
2 cm hoch für N.F. Röhre

Abb. 3 a.



5,5 cm hoch.

Abb. 3 b.

Plattensystem bilden und der gleichzeitig zur Befestigung des ganzen Kondensators dient. Um eine bequeme Einstellung der Kondensatoren zu ermöglichen, was beim Fernempfang die Bedienung außerordentlich erleichtert, wurden entsprechende Feineinstellskalen verwendet.

Der als Rückkopplungskondensator benutzte Neutrodyne-kondensator ist durch 4,5 cm lange Messingstreifen in der nötigen Entfernung von der Abschirmung gehalten worden. Es stellte sich nach der Inbetriebnahme heraus, daß sein Wert noch zu groß war. Die feste Platte mußte halbiert und die bewegliche Platte um etwa ein Drittel kleiner gemacht werden.

Als Hochfrequenztransformator wurde ein Fertigfabrikat eingebaut¹⁾. Der Transformator kann jedoch auch leicht

Die Frontplatte mit allen Maßen und Bohrungen ist in Abb. 4 wiedergegeben. Abb. 5 zeigt die Ansicht des fertig geschalteten Empfängers ohne Röhren und Transformator von oben. Der Bakelitsockel des Transformators ist hierauf deutlich zu sehen. Abb. 6, gibt die Rückansicht des Empfängers mit Röhren und Transformator wieder. Rückwand und Deckel sind bei beiden Aufnahmen natürlich herausgenommen.

Wie die beiden Abbildungen zeigen, sind besondere Steckbuchsen für die Batterieanschlüsse nicht vorgesehen worden. Um die Anschaltung des Empfängers zu erleichtern, wurden vielmehr die Batterieleitungen zu einer besonderen, noch im Inneren des Apparates sitzende Klemmenleiste geführt, deren Montage in Abb. 6 sehr deutlich zu erkennen ist. Es wurden drei nach außen gehende Zuleitungsschnüre vorgesehen: eine Zweifachschnur für die Heizung; eine Zweifachschnur für die Gitterspannungen und eine Vierfachschnur für die An-

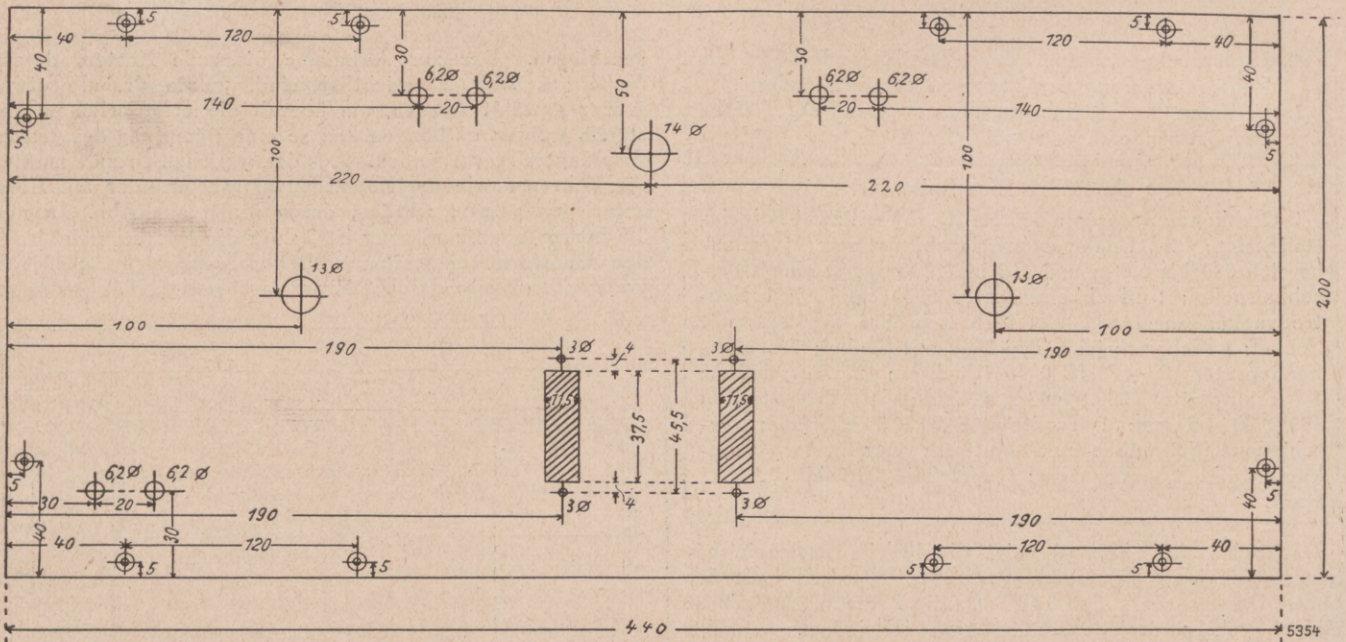


Abb. 4.

selbst hergestellt werden. Er besteht für den Wellenbereich 200 bis 600 m aus einem Bakelitzylinder von 8 mm Durchmesser und 9,5 cm Länge. Die Wicklungen sind gleichsinnig aufgebracht, und zwar besitzen die primäre 15 Windungen,

¹⁾ Die sogenannte BH-Einheit der Firma Bruno Hilliger, Berlin-Tempelhof, Preußenring 45 a.

denspannungen A_1 und A_2 , sowie die Raumladegitterspannung RG. Die einzelnen Zuleitungen sind durch die verschiedenen Farben der Schnüre sowie der daran befestigten Bananenstecker deutlich gekennzeichnet.

Der Becherkondensator C_4 dient zur Überbrückung der Anodenbatterie, um aus dieser etwa herrührende Geräusche

zu unterdrücken und eine niederfrequente Selbsterregung des Empfängers zu verhindern.

Die genaue Anordnung der Einzelteile sowie die Leitungsführung sind aus dem Lageplan (Abb. 7) zu ersehen. Die Stellung der Röhrensockel wurde so gewählt, daß die zu verlegenden Leitungen sich möglichst wenig kreuzen und die einzelnen Zuführungen möglichst kurz werden. Das Schaltbild ist dadurch recht einfach geworden, und die Verlegung der Leitungen bietet bei gleicher Anordnung eigentlich keine Schwierigkeiten. Zu beachten ist, daß man auf der Hoch-

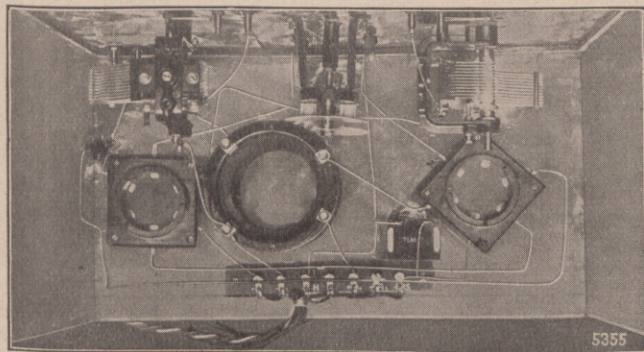


Abb. 5.

frequenzseite einen gegenseitigen Mindestabstand der Drähte untereinander und von der Abschirmung von etwa 3 cm einhält, auf der Niederfrequenzseite kann man näher herankommen. Zur Herstellung der Verbindungen wurde durchweg versilberter Rundkupferdraht von 1,5 mm Stärke benutzt, der nur an zwei besonders gefährdeten Stellen, wo sonst die Gefahr eines Kurzschlusses bestand, mit Isolierschlauch überzogen wurde.

Abb. 8 zeigt den fertigen Empfänger von vorn gesehen. Die Beschriftung wurde mit Abziehbildern hergestellt.

Der Rahmen wurde mit etwa 80 cm Seitenlänge gewählt. Er besteht aus zwei Hartholzleisten von 1,18 m und 1,28 m Länge und $1,5 \times 1,5$ Querschnitt, die in bekannter Weise

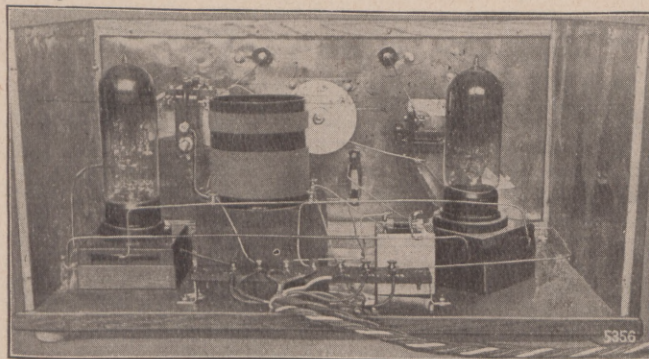


Abb. 6.

durch Aussägen zweier Ausschnitte zu einem Kreuz zusammengefügt und durch zwei quadratische Brettchen mit 14 cm Kantenlänge, die man aufleimt oder aufschraubt, versteift werden. Während der Einschnitt sich bei dem 1,18 m langen Stab in der Mitte befinden muß, ist er bei dem 1,28 m langen Stab 59 cm von dem einem Ende entfernt einzuschneiden, da 10 cm von dem anderen Ende für Buchsenleiste sowie für den Lagerzapfen verwendet werden müssen. Man beschafft sich hierzu zwei 4 cm lange Stückchen Messingrohr, von denen das eine sich gut und ohne zu wackeln in dem anderen drehen läßt, und deren Inneres eine lichte Weite von etwa 1 cm besitzt. Das längere Ende der einen Holzleiste

wird nun auf 4 cm abgerundet, bis sich das dünnere Rohr stramm darüberschlagen läßt. Das stärkere Rohr wird in eine Messingscheibe von etwa 4 cm Durchmesser eingelötet (hart-

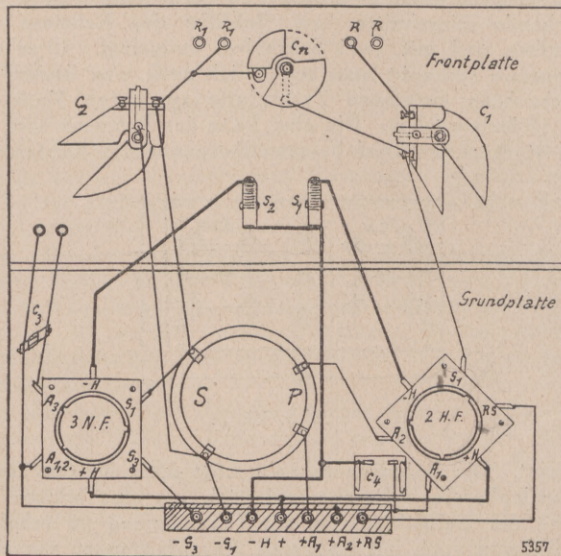


Abb. 7.

löten), die mit drei Schraubenlöchern versehen und auf die vorher entsprechend durchbohrte Deckplatte des Holzdeckels aufgeschraubt wird. Hierdurch kann der Rahmen gleich auf das Gerät gesteckt werden und läßt sich leicht nach allen

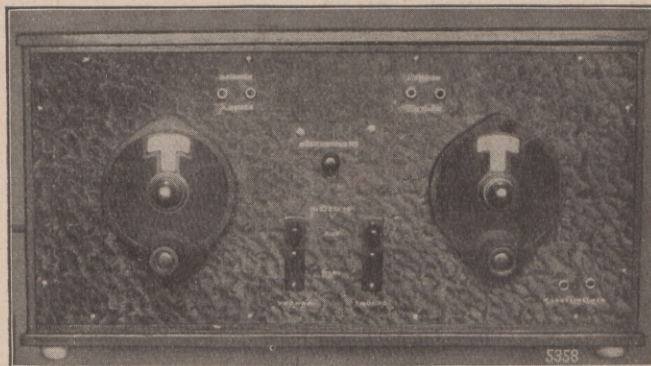


Abb. 8.

Richtungen drehen. Als Träger für die Windungen wurde Zelluloid genommen. Eine 16×28 cm große, 0,75 mm starke Zelluloidtafel wird in Streifen von $16 \times 3,5$ cm zerschnitten und je zwei Streifen werden mit Azeton aufeinandergeklebt

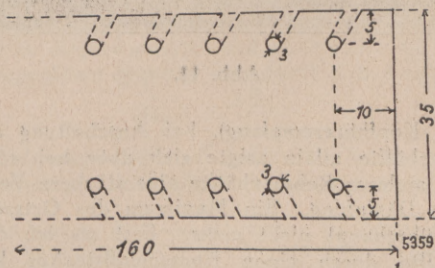


Abb. 9.

(um den Streifen eine größere Festigkeit zu geben). Legt man die Streifen nun genau übereinander und hält sie mit einer Zwinde auf der Unterlage fest, so kann man mit einer kleinen Bohrmaschine die erforderlichen Löcher — die

natürlich vorher markiert und 5 mm vom Rande und 10 mm voneinander entfernt sein müssen — gleich durch alle Streifen bohren. Die gelochten Streifen werden schließlich mit einem Seitenschneider ausgezahlt (vgl. Abb. 9), in entsprechende Einschnitte bzw. Schlitze des Rahmens eingeschoben und mit zwei Schrauben festgelegt. Über dem Zapfenende schraubt man schließlich noch eine kleine, mit Steckbuchsen versehene Trolitplatte an, deren Maße aus Abb. 10 hervorgehen. Die eine Seite des Rahmens wird mit 1 mm starkem, zweimal baumwollbesponnenem Kupferdraht

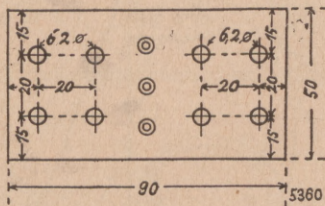


Abb. 10.

bespannt. Die Rahmenantenne genügt dann für den Rundfunkwellenbereich. Es empfiehlt sich, um eine feinere Abstufung der Selbstinduktion für Fernempfang zu erhalten, den Rahmen noch mit mehreren Anzapfungen zu versehen.

Ich glaubte zunächst, die Rahmenwindungen für den Empfang des Deutschlandsenders auf der anderen Seite des Rahmens einfach aufwickeln zu können und brachte deshalb dort noch 45 Windungen auf, indem ich in jeden Einschnitt der Zelluloidstreifen drei Drähte legte. Nach Verbindung der beiden Rahmenhälften und Anschaltung des Empfängers bekam ich sogleich mit beiden Röhren Königswusterhausen in den Lautsprecher (mit der NF-Röhre allein bereits an-

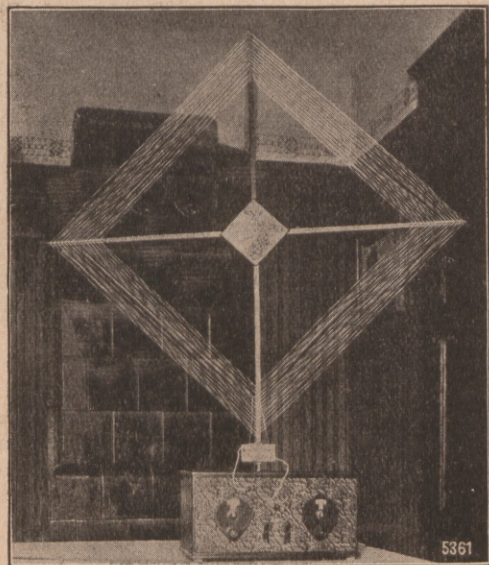


Abb. 11.

genehmen Kopfhörerempfang], bei Anschaltung der Rundfunkrahmenhälfte allein zeigte sich aber bei völlig abgeschalteter anderer Rahmenhälfte eine stärkere Verstimmung und große Dämpfung. Ein Maximum des Ortssenders erhielt ich überhaupt nicht mehr. Erst als ich die andere Rahmenhälfte durch einen Kurzschlußstecker kurzschloß, bekam ich wieder ein Optimum für den Ortssender, aber der Empfang war ein großes Teil schwächer. Während man vorher gar nicht auf größte Lautstärke einstellen konnte, weil der Lautsprecher dann stark überschrien wurde, konnte man jetzt das Maximum nehmen. Fernempfang mit zwei Röhren war überhaupt nicht mehr zu erzielen. Die Dämp-

fung war also geblieben, denn vorher hatte ich während der Tätigkeit des Ortssenders (Leipzig), in etwa 1,5 km Entfernung von diesem, sehr lauten Kopfhörerempfang von Langenberg, Berlin und Wien gehabt, und zwar nachmittags. Allerdings gehörte zum Einstellen einige Geschicklichkeit, und es mußte ziemlich scharf rückgekoppelt werden, um die Abstimmstärke zu erhöhen.

Ich habe also die vielgängige Wicklung von dem Rahmen wieder entfernt und einen zweiten gleichen Rahmen gebaut, der auf beiden Seiten bewickelt wurde (auf gleichen Windungssinn achten), und zwar wurden 45 Windungen von 1 mm starkem doppel-baumwollebesponnenem Kupferdraht aufgebracht, in jeden Einschnitt kommen auf der einen Seite also zwei Drähte. Der Empfänger mit aufgesteckter Rahmenantenne ist in Abb. 11 wiedergegeben.

Schließlich noch einiges über den Anschluß des Hochfrequenztransformators. Es ist durchaus nicht gleichgültig, wie er angeschlossen wird. Am besten probiert man den günstigsten Anschluß aus, indem man die Zuführungen der Primärwicklung einmal vertauscht. Ist der Transformator nicht richtig angeschaltet, dann wirkt z. B. der Rückkopplungskondensator gar nicht. Unter Umständen empfiehlt es sich auch, die Kopplung beider Wicklungen etwas loser zu machen, indem man von der Primärwicklung noch zwei bis drei Windungen abnimmt. Beim Empfang von Königswusterhausen schalte ich den Rückkopplungskondensator ganz aus und bekomme dann bei großer Lautstärke einen wunderbar reinen und unverzerrten Empfang.

Um eine gegenseitige Beeinflussung der beiden Mehrfachröhren auszuschließen, habe ich diese auch durch knapp passende Röhren aus Kupferfolie abgeschirmt, die mit dem Kupferbelag des Kastens verbunden wurden. Ein besonderer Vorteil war hierdurch aber nicht zu erzielen, da die beiden Röhren schon weit genug voneinander angeordnet sind.

Achtzig Sender im Lautsprecher — und 200 Zuschriften.

Wir veröffentlichen diesen Notschrei eines mit Anfragen überschütteten, bitten Auskunftscheidende, in jedem Falle Freimarken für die Antwort beizulegen, und teilen im übrigen mit, daß wir Herrn Wagner gebeten haben, eine ausführliche Baubeschreibung in einem der nächsten Hefte des „Funk“ zu veröffentlichen. Bis zu dieser Veröffentlichung bitten wir die Fragesteller um Geduld.

Rīga, 29. März.

O Gott! So viel Briefe habe ich in meinem ganzen Leben noch nicht erhalten, wie jetzt auf meine Ausführungen in Heft 12 des „Funk-Bastlers“ (auf Seite 191).

Ich weiß überhaupt nicht, wann ich die alle beantworten soll, meine Kräfte reichen allein dazu nicht mehr aus, und zur Sekretärin langen die Mittelchen nicht! Also was tun? — ich will doch keinen zurücksetzen!

Zuerst habe ich gewissenhaft der Reihe nach geschrieben, jetzt jedoch laufen täglich etwa 30 bis 40 Briefe ein und der Briefträger muß schon beinahe einen Sonderlohn erhalten! Im ganzen habe ich jetzt zu Hause liegen: nicht weniger als 182 Zuschriften und Anfragen!

Und das größte Unglück ist, daß auch meine Mittel es gar nicht erlauben, so viel für Porto auszugeben, denn dazu hätte ich an die 40 Mark nötig! Nur 14 Briefen war Rückporto in deutschen Marken beigelegt!

So wollte ich nun fragen, ob es nicht am besten wäre, alle diese Zuschriften durch eine genaue Baubeschreibung nebst Photos und Schalt- sowie Drahtführungsskizze zu beantworten . . .

R. Wagner.

*

Ein neuer spanischer Sender auf Welle 272,7 m. Der spanische Sender „Radio Iberica“, der seit einiger Zeit den Betrieb eingestellt hatte, sendet seit dem 1. März wieder auf Welle 272,7.

Neue Sendestelle in Brasilien. In Manaus am Amazonasstrom wird ein neuer Rundfunksender errichtet. Die Stärke beträgt 1 kW, Wellenlänge 100 m.

Arbeitscharakteristiken und Gittervorspannung bei Niederfrequenzverstärkern

Von

Albrecht Forstmann.

II. Die Verhältnisse bei Widerstandsverstärkern¹⁾.

Im Gegensatz zu den im vorigen Heft behandelten Transformatorverstärkern können wir bei Widerstandsverstärkern nicht von der statischen Röhrenkennlinie ausgehen, sondern wir müssen die Kennlinie zugrunde legen, die wir erhalten, wenn wir den Anodenstrom einer mit einem Hochohmwiderstand von der Größe, wie er im Verstärker verwendet werden soll, belasteten Röhre in Abhängigkeit von der Gitterspannung aufnehmen. Diese Kennlinie ist dann die für die Frequenz $f=0$ geltende Arbeitskennlinie, sie sei „statische Arbeitskennlinie“ genannt.

Die Steilheit dieser Arbeitskennlinie ist ausgedrückt durch die Beziehung

$$S_A(f=0) = \frac{1}{D} \cdot \frac{1}{R_a + R_i}$$

Wird die Frequenz größer und ist der innere Röhrenwiderstand groß, so müssen wir auch die schädlichen Kapazitäten der Röhre nebst Zuleitungen berücksichtigen und daher wie bei Transformatorverstärkern mit Vektoren rechnen; die Steilheit der dynamischen Kennlinie ist dann allgemeingültig ausgedrückt durch den Wert

$$S_A = \frac{1}{D} \cdot \frac{1}{|R_a + R_i|} = \frac{1}{D} \cdot \frac{1}{\sqrt{R_a^2 + R_i^2 + 2|R_a|R_i \cos(\varphi_i - \varphi_a)}}$$

Ist der Absolutwert des äußeren Widerstandes gegeben durch die Beziehung

$$|R_a| = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R_a^2} + \omega^2 C_{sch}^2}}$$

so geht sein Wert bei hohen Frequenzen und großem Hochohmwiderstand über in den Ausdruck

$$|R_a| = \frac{1}{\omega C_{sch}}$$

da man bei hohen Frequenzen und großem R_a den Wert $\frac{1}{R_a^2}$ ja gegenüber $\omega^2 C_{sch}^2$ vernachlässigen kann. In diesem Falle wird der $\cos(\varphi_i - \varphi_a) = 0$, und die Steilheit der dynamischen Kennlinie wird wiedergegeben durch die Beziehung

$$S_A(f \gg 1) = \frac{1}{D} \cdot \frac{1}{\sqrt{R_i^2 + \frac{1}{\omega^2 C_{sch}^2}}}$$

Ist R_i sehr groß, wie es bei großem R_a bei normalen Anodenspannungen der Fall ist, so kann $\frac{1}{\omega^2 C_{sch}^2}$ gegen R_i^2 vernachlässigt werden, und wir erhalten für die Steilheit der Arbeitskennlinie den Ausdruck

$$S_A(f \gg 1) \approx \frac{1}{D} \cdot \frac{1}{R_i} = S.$$

Im Grenzfalle wird also die Steilheit der dynamischen Arbeitskennlinie im statischen Arbeitspunkte mit der Steilheit der statischen Röhrenkennlinie übereinstimmen.

Die statische Arbeitskennlinie wird also mit zunehmender Frequenz eine Drehung im statischen Arbeitspunkte im Sinne eines Steilerwerdens erfahren und schließlich die Steilheit der statischen Röhrenkennlinie erreichen. Die Frequenz, bei der dieser Fall eintritt, wird, gleiche kapazi-

¹⁾ Vgl. Heft 15 des „Funk-Bastler“, in dem die Verhältnisse bei Transformator- und Drosselpulnverstärkern erörtert werden.

tive Belastung des Anodenkreises vorausgesetzt, um so eher — also bei um so niedrigeren Frequenzen — eintreten, je größer der Einfluß der Phasenverschiebung zwischen R_a und R_i ist (Abb. 6²⁾.

Bei Widerstandsverstärkern ist noch folgendes zu beachten: Verwendet man Röhren mit zwar kleinem Durchgriff, aber verhältnismäßig hoher Emission, also auch hoher Heizleistung, so verläuft die Arbeitskennlinie bei normalen Anodenspannungen ganz im gekrümmten Teil der statischen Röhrenkennlinie.

Da sich beim Verlauf der statischen Arbeitskennlinien für verschiedene äußere Widerstände verschiedentlich Widersprüche ergaben, so wurden im Februar v. J. vom Verfasser zusammen mit Kurt Zwirner u. a. auch hierüber genaue Messungen angestellt; es wurden Meßinstrumente mit genügender Ablesegenauigkeit verwendet, und zwar für die Aufnahme des Anodenstromes ein Torsionsgalvanometer mit einer Ablesegenauigkeit von $0,5 \cdot 10^{-8}$ Amp (bei hohen Strömen war die Ablesegenauigkeit entsprechend geringer). Die Gitterspannungen wurden mit einem Drehspulvoltmeter mit einer Ablesegenauigkeit von 0,05 Volt kontrolliert; die Anodenspannung mit einem gleichartigen Instrument und einer Ablesegenauigkeit von 0,5 Volt. Der Einfluß äußerer Felder wurde vermieden. Die Isolationswiderstände lagen über $5 \cdot 10^9$ Ohm.

Es wurden verschiedene Röhren gemessen; die Betriebsdaten wurden nach den Angaben der Firmen gewählt. In Abb. 7 sind die Kennlinien für verschiedene Widerstände bei einer Röhre des Typs LA 77 wiedergegeben.

Die Messungen zeigen, daß von einem nicht linearen Verlauf der statischen Arbeitskennlinien bei niedrigen Anodenkreiswiderständen bzw. von einer Verkürzung des aussteuerbaren Gebietes — hier nur für niedrige Frequenzen gültig — nicht die Rede sein kann, im Gegenteil ist der Aussteuerbereich bei niedrigen Anodenwiderständen größer. Die Wirkungsgrade sind allerdings nicht sehr günstig, was an den nicht sehr günstigen Röhrenkonstanten liegt. Die aussteuerbaren Kennlinienteile sind in der Abb. 7 durch Ankreuzen markiert, der geradlinige Teil durch einen kleinen Kreis³⁾.

Wir wenden uns nun der Betrachtung dynamischer Verhältnisse zu. Wie bereits wiederholt betont, ist es notwendig, die Emission entsprechend dem äußeren Hochohmwiderstand zu dimensionieren, und zwar sollte die Maximal-emission angenähert gegeben sein durch den Ausdruck

$$I_{smax} = \frac{2 E_a}{R_a}$$

Diese Forderung wird sich nun um so leichter erreichen lassen, je niedriger der äußere Hochohmwiderstand und je

²⁾ Das im ersten Teil des Aufsatzes bezüglich der Rückführung der Bewegungskurve des dynamischen Arbeitspunktes auf eine Kurve erster Ordnung (gerade Linie) Gesagte gilt entsprechend auch hier.

³⁾ Diese vom Verfasser gemachten Feststellungen wurden ungefähr zu gleicher Zeit von Dr. Loest gemacht und in einer sehr lesenswerten Arbeit, „Arbeitscharakteristik und Verstärkungsgrad widerstandsgekoppelter Eingitterröhren“, „Radio-Amateur“, Jahr 1926, Heft 20, S. 380 (vgl. besonders S. 403), im „Radio-Amateur“ veröffentlicht.

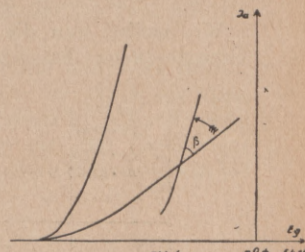


Abb. 6.

höher die Anodenspannung ist; ferner soll die Röhrenkonstante möglichst groß sein. Um die Steilheit auch praktisch möglichst groß, den inneren Röhrenwiderstand also entsprechend klein zu halten, ist es notwendig, sowohl den Heizstrom als auch die Heizspannung möglichst niedrig zu halten, Röhren mit 0,06 Amp Heizstrom sind besser als solche mit beispielsweise 0,15 Amp, solche mit 1,5 bis 2 Volt Heizspannung sind zweckmäßiger als solche mit 3,5 bis 4 Volt.

Bei Röhren mit kleiner Heizleistung und kleiner Emission scheint der Exponent der Emissionsgleichung, wie Messungen ergaben, kleiner zu sein als 1,5. Die Kennlinie setzt relativ scharf ein und verläuft recht linear.

Wir wollen nun einmal die Arbeitsverhältnisse bei einem Verstärker mit einem äußeren Ohmschen Widerstand von $0,5 \cdot 10^6$ Ohm in Verbindung mit einer Röhre von einem Durchgriff von $D = 0,04$ und einer Steilheit von $S = 1,8 \cdot 10^{-4}$ Ampere/Volt, also einem inneren Röhrenwiderstand von $R_i = 0,14 \cdot 10^6$ Ohm untersuchen, bei der auch die hinsichtlich der Heizleistung gemachten Forderungen erfüllt sind.

Aus Abb. 8 ist ersichtlich, daß mit Rücksicht auf die statische Arbeitskennlinie die günstigste Gittervorspannung bei D läge; man erhielte dann einen Aussteuerungsbereich von D beiderseits bis C und E. Die Steilheit der statischen Arbeitskennlinie, die wir mit S_{At} bezeichnen wollen und die mit der dynamischen Arbeitskennlinie für die tiefste Frequenz des zu verstärkenden niederfrequenten Bandes praktisch identifiziert werden kann, folgt aus der Gleichung

$$S_{At} = \frac{1}{D} \cdot \frac{1}{R_a + R_i} = \frac{25}{6,4} \cdot 10^{-5} = 0,39 \cdot 10^{-4} \text{ A/V.}$$

Wir wollen nun die dynamische Steilheit für die obere Grenzfrequenz betrachten, die wir mit S_{Ah} bezeichnen

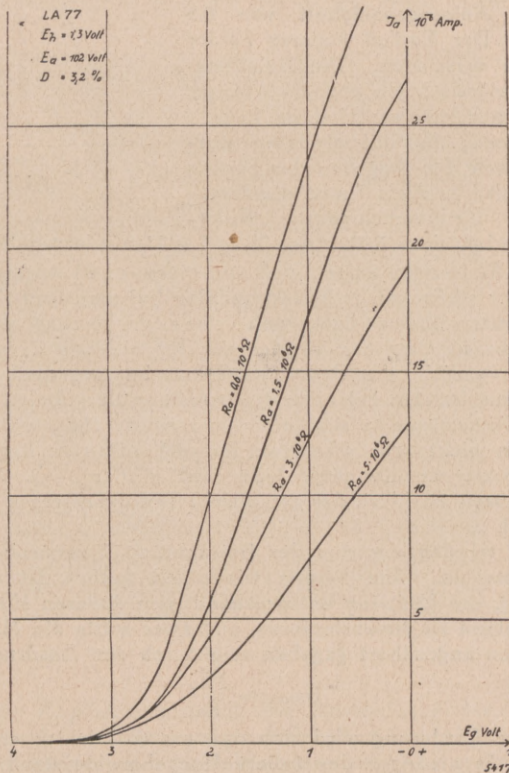


Abb. 7.

wollen, und für die der Verstärker zu dimensionieren ist, da bei ihr dynamische und statische Arbeitskennlinie ihre maximale Abweichung zeigen; wir erhalten für sie unter Annahme einer schädlichen Kapazität von 30 cm, die auch bei den weiteren Rechnungen zugrunde gelegt sei, und unter der Annahme, daß $R_a < R_g$ ist, wobei $\cos(\varphi_i - \varphi_a)$ gegeben

ist durch die Beziehung $\cos(\varphi_i - \varphi_a) = \frac{1}{\sqrt{1 + R_a^2 \omega^2 C^2 \text{sch}}}$

den Wert

$$S_{Ah} = 25 \cdot \frac{1}{\sqrt{R_a^2 + R_i^2 + 2 R_a R_i \cos(\varphi_i - \varphi_a)}} = \frac{25}{10^5 \sqrt{12,5 + 1,96 + 5 \cdot 1,46}} = \frac{25}{10^5 \sqrt{21,76}} = 0,536 \cdot 10^{-4} \text{ A/V.}$$

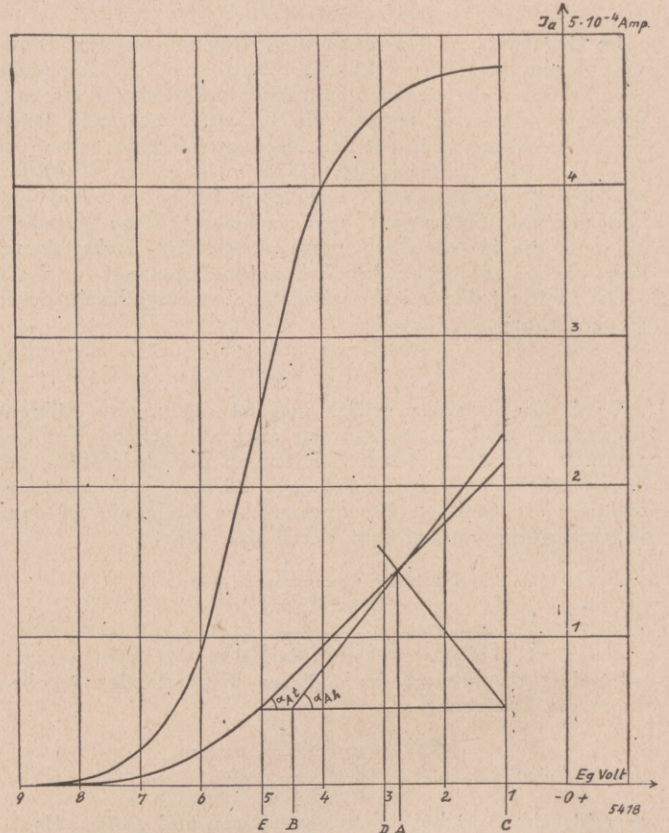


Abb. 8.

Verfahren wir wieder in bekannter Weise, so ergibt sich Abb. 8: der Aussteuerungsbereich, der sich von A beiderseits nach B und C erstreckt, wenn wir die günstigste Vorspannung auf Grund der höchsten Frequenz feststellen, hat sich gegenüber dem auf Grund der statischen Arbeitskennlinie festgestellten Aussteuerungsbereich verkleinert. Die Abweichungen sind aber so gering, daß sie für den praktischen Betrieb unerheblich genannt werden können.

Andere Verhältnisse ergeben sich, wenn wir eine Röhre mit kleinerem Durchgriff und verhältnismäßig großer Heizleistung bei großem äußeren Widerstand in Verbindung mit niedrigen Anodenspannungen, also solchen von 100 Volt, anwenden. Wählen wir eine Röhre mit einem Durchgriff von $D = 0,03$ und einer Steilheit von $S = 0,3 \cdot 10^{-4}$ A/V im Arbeitsgebiet, also einem inneren Röhrenwiderstand von $R_i = 1 \cdot 10^6$ Ohm, so ergibt sich Abb. 9.

Für die Steilheit der Arbeitskennlinie für die tiefste Frequenz, die wir wieder mit der Steilheit der statischen Arbeitskennlinie identifizieren, folgt dann

$$S_{At} = \frac{30}{4 \cdot 10^6} = 0,75 \cdot 10^{-5} \text{ A/V.}$$

Als die dem günstigsten Arbeitspunkte entsprechende Gittervorspannung erhalten wir den Punkt D; der Aussteuerungsbereich erstreckt sich von D beiderseits nach C und E.

Trotzdem wir in einem Gebiet arbeiten, in dem die statische Röhrenkennlinie stark gekrümmt ist, ist die statische Arbeitskennlinie aus bekannten Gründen für kleine

Gitterpotentialgebiete recht geradlinig. Anders sehen aber die Verhältnisse aus, wenn wir die Arbeitskennlinie für die obere Grenzfrequenz untersuchen. Für die Steilheit dieser Kennlinie im statischen Arbeitspunkte erhalten wir die Beziehung

$$S_{At} = \frac{1}{D} \cdot \frac{1}{\sqrt{|R_a|^2 + R_i^2 + 2|R_a| R_i \cos(\varphi_i - \varphi_a)}} = \frac{30}{10^6 \sqrt{0,22 + 1 + 0,15}} = \frac{30}{10^6 \cdot 1,17} = 0,26 \cdot 10^{-4} \text{ A/V.}$$

Die dynamische Steilheit für die obere Grenzfrequenz im statischen Arbeitspunkte weicht also (Abb. 9) von der der statischen Röhrenkennlinie nicht erheblich, hingegen sehr stark von der der statischen Arbeitskennlinie ab. Wir erhalten für die obere Frequenz eine im Arbeitsgebiet sehr gekrümmte Arbeitskennlinie, die eine lineare Verstärkung der oberen Frequenzen nicht mehr gestattet.

Würden wir verfahren wie bisher, so erhielten wir ein Arbeitsgebiet, das nur etwa die Hälfte des auf Grund sta-

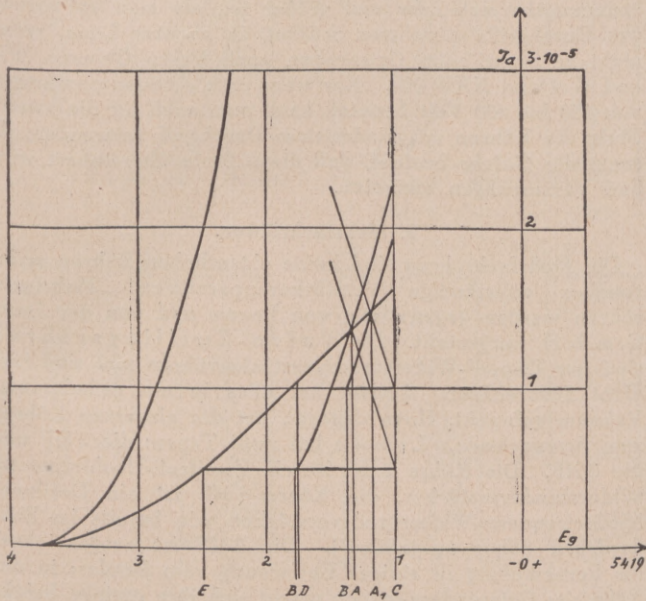


Abb. 9.

tischer Arbeitsverhältnisse ermittelten Gebietes erreichen würde. Das so ermittelte Arbeitsgebiet erstreckt sich vom Punkte A beiderseits bis B und C, während wir auf Grund der statischen Arbeitskennlinie ein Gebiet erhalten, das sich beiderseits von D bis C und E erstrecken würde. Wollen wir auch für die obere Grenzfrequenz eine absolut lineare Verstärkung, so müssen wir unser Arbeitsgebiet noch weiter reduzieren, denn bei der großen Steilheit der dynamischen Kennlinie für die obere Grenzfrequenz ergibt sich eine starke Krümmung in Gebieten, die für die statische Arbeitskennlinie noch als geradlinig gelten können. Wir erhalten dann ein Arbeitsgebiet, das sich beiderseits von A₁ bis B₁ und C erstreckt. Dieses letzte Arbeitsgebiet ist nur ein Viertel des auf Grund der statischen Arbeitskennlinie ermittelten.

Bei höheren Anodenspannungen werden die Verhältnisse zwar etwas besser, kommen aber an die in Abb. 8 dargestellten nicht heran.

Man wird zwar in der Praxis eine nicht ganz lineare Verstärkung hoher Frequenzen nicht so störend empfinden wie eine entsprechend unlineare Verstärkung tiefer Frequenzen, da hier die Obertonverhältnisse ungünstiger liegen, immerhin müssen, von einem kleineren Arbeitsgebiet abgesehen, bei dem der Abb. 9 entsprechenden Verstärker die Betriebsverhältnisse weit genauer abgeglichen werden als bei dem der Abb. 8.

Für Verstärkerzwecke wird man also — auch noch aus anderen Gründen — zweckmäßig eine Dimensionierung

wählen, die der Abb. 8 entspricht, während die letzte Dimensionierungsart, wenn man sie mit Rücksicht auf die hohen niederfrequenten Schwingungen noch etwas günstiger dimensioniert als in obigem Beispiel, sich gut zur Gleichrichtung eignet, da hier der Einfluß der Phasenverschiebung zwischen R_a und R_i für Hochfrequenz sehr groß ist und außerdem mit Rücksicht auf die Niederfrequenz der äußere Widerstand gegenüber dem hohen inneren Widerstand genügend groß ist⁴⁾. Man kann hier eine Gleichrichtung erhalten, die der Audiogleichrichtung zweifellos, an Empfindlichkeit gleichkommend, in mancher Hinsicht überlegen sein kann⁵⁾.

Zusammenfassend läßt sich folgendes feststellen:

1. Zur verzerrungsfreien Niederfrequenzverstärkung mit Widerstandsverstärkern ist es zweckmäßig, Röhren geringer Heizleistung von möglichst nicht unter 4 v. H. Durchgriff und Anodenspannungen von etwa 200 Volt in Verbindung mit äußeren Widerständen von etwa $0,5 \cdot 10^6$ Ohm zu verwenden. Der innere Röhrenwiderstand soll möglichst niedrig sein, im Grenzfall sollte er gegeben sein durch den Ausdruck

$$R_i = |R_a| \sqrt{\frac{n}{4} - 1},$$

wobei der Wurzelexponent n die Anzahl der Verstärkerstufen angibt⁶⁾.

2. Röhren mit kleinem Durchgriff in Verbindung mit niedrigen Anodenspannungen und hohen äußeren Widerständen eignen sich weniger zur Niederfrequenzverstärkung, da ein sehr genaues Einhalten der Spannungen erforderlich ist; sie eignen sich dagegen gut zur Gleichrichtung.

Vergleichen wir Transformatoren- und Drosselverstärker mit Widerstandsverstärkern, so können wir über die Aussteuerungsmöglichkeiten sagen: Die relativen Aussteuerungsmöglichkeiten sind wegen der Art der Kennliniengestaltung bei Transformatorenverstärkern günstiger als bei Widerstandsverstärkern⁷⁾.

Ein Kurzwellensender in Argentinien. Ein argentinischer Kurzwellensender, der eine Leistung von etwa 3 kW besitzen soll, stellt seit einiger Zeit täglich zwischen 24.00 und 24.15 sowie von 1.00 bis 1.15 Uhr nachts Versuche auf einer Wellenlänge zwischen 20 und 25 m an. Während der genannten Zeiten wird Text in spanischer und englischer Sprache in Morsezeichen abgegeben. Der Sender meldet sich mit den Zeichen C Q — R D 1, nach jeder Aussendung, also um 24.15 und 1.15 Uhr nachts, schaltet die Sendestelle auf Empfang (auf Welle 20 bis 40 m). Mitteilung von Beobachtungsergebnissen erbittet Ernesto Stricker, Mar del Plata (Argentinien).

Eine Funkausstellung in Krakau. Vom 24. April bis 8. Mai d. J. soll in Krakau eine Funkausstellung und Werbewoche für den Rundfunk stattfinden. Unter anderem ist beabsichtigt, eine besondere Literaturabteilung einzurichten, die nach Möglichkeit die gesamte deutsche, englische, französische und polnische Funkliteratur umfassen soll. Nähere Auskünfte erteilt das Syndikat Dzienikarzy Krakowskich, Krakau, Pl. Szczepanski 7.

4) Vgl. A. Forstmann: „Die Gleichrichterwirkung bei Widerstandsempfängern“, „Funk-Bastler“, Jahr 1927, Heft 7, S. 111.

5) Vgl. A. Forstmann: „Die Eignung der Röhre für die verschiedenen Zwecke im Empfänger“, „Funk-Bastler“, Jahr 1926, Heft 47, S. 586.

6) Dieser Wert ergibt sich, wenn man den Verstärker frequenzunabhängig dimensionieren will, er läßt sich auf vorliegende Forderung genügend genau übertragen. Die Ableitung obigen Grenzwertes für R ergibt sich aus der Arbeit des Verfassers: „Zur Theorie verzerrungsfreier Niederfrequenzverstärkung mit Widerstandsverstärkern“, „Radio-Amateur“, Jahr 1926, Heft 34/35.

7) Wer sich für die hier behandelten Fragen und was damit zusammenhängt, näher interessiert, sei auf die demnächst erscheinenden Bücher: „Die Elektronenröhre“ von A. Forstmann und Dr. E. Schramm und „Der Niederfrequenzverstärker“ von A. Forstmann und H. Reppisch verwiesen.

Neue Widerstandsverstärkerröhren

Von
Fritz Kunze.

Der Siegeszug des Widerstandsverstärkers ist unaufhaltsam. Das macht sich schon dadurch bemerkbar, daß gerade in allerletzter Zeit die meisten führenden Röhrenfabriken Deutschlands Spezial-Widerstandsverstärkerröhren herausgebracht haben. Wenn auch nicht verkannt werden soll, daß ein richtig dimensionierter Transformatorverstärker fast so klangrein und lautstark sein kann wie ein Widerstandsverstärker, so trifft das doch auf die Mehrzahl der gebauten und im Handel erhältlichen Transformatorverstärker nicht zu. Näheres über diesen Punkt ist ja schon im Sonderdruck¹⁾ ausgeführt.

1. Einfachröhren.

Von den im Sonderdruck¹⁾ aufgeführten Spezial-Widerstandsverstärkerröhren werden noch alle mit Ausnahme der LA 77 hergestellt. Es sind mittlerweile aber eine ganze Anzahl neuer Widerstandsverstärkerröhren herausgekommen, deren Daten bereits im Aufsatz „Neue Empfänger- und Verstärkerröhren“²⁾ gebracht worden sind. Diese Daten beziehen sich aber nur auf die statischen Kurven; in dieser Arbeit werden, wie im Sonderdruck, die dynamischen (Arbeits-) Kennlinien bei äußeren Widerständen von 50 000 Ω , 100 000 Ω , 200 000 Ω , 500 000 Ω und 3 000 000 Ω gebracht und die daraus abgeleiteten Daten, wegen deren Bedeutung auf den Sonderdruck verwiesen werden muß.

Telefunken hat als 2 Volt-Typ die RE 052 herausgebracht mit einem Durchgriff von 3 v. H. wie die RE 054. — Die T e k a d e hat zwei Typen entwickelt: die VT 124 mit einem Durchgriff von 3 v. H. für die erste, die VT 122 mit einem Durchgriff von 6 v. H. für die zweite (Spannungsverstärker-) Stufe. — Die Radioröhrenfabrik Hamburg hat mit ihrer Valvo Ökonom W/4

einen der Valvo Ökonom W/2 entsprechenden 4 Volt-Typ geschaffen. — Die Delta DV 27/2 H und DV 27/4 H sind bei einem Durchgriff von 7 v. H. für die zweite Stufe sehr geeignet. — Die H o v a - R ö h r e n G. m. b. H. brachte zwei Typen heraus: die W/2 mit einem Durchgriff von 2,5 v. H. und W/4 mit einem Durchgriff von 2,8 v. H. Letztere ist inzwischen durch eine solche mit einem Durchgriff von gleichfalls 2,5 v. H. ersetzt worden. Die Hova-W-Röhren werden auch ungesockelt geliefert, dann ist der Heizfadenanschluß grün, der Anodenanschluß rot und der Gitteranschluß gelb gekennzeichnet. — Die Heliodynröhren der I d e a l w e r k e unterscheiden sich nicht nur in der Heizung, sondern auch im Durchgriff. Der 2 Volt-Typ hat einen Durchgriff von 4 v. H., der 4 Volt-Typ einen solchen von 3 v. H. Bei ihnen entspringen die Kennlinien, wie bei allen Oxydröhren mit einem niedrigen Durchgriff, viel weiter im negativen Gebiet, als es theoretisch der Fall sein müßte. Bei 1,8 Volt Heizspannung ergab sich (bei dem 2 Volt-Typ) ein Heizstrom von nur 0,05 Amp, um 0,07 Amp zu erzielen, war 2,4 Volt Spannung notwendig. Niedrige Heizspannung verschob die Kennlinie ins Negative, wie es Abb. 67 zeigt, der unterste Teil war aber dafür kürzer und steiler. Es empfiehlt sich immer, bei hohen äußeren Widerständen, wo man nur im untersten Teil der Kennlinie arbeitet, mit der Heizung zurückzugehen. — Die NAW 208 der N i g g l G. m. b. H. endlich hat einen Durchgriff von 2,6 v. H. — Von den Röhren Dolly Z 210,

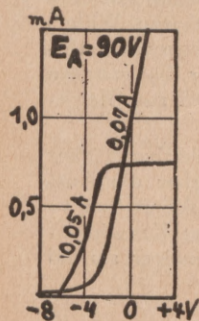


Abb. 67.
Heliodyn.

¹⁾ „Die modernen Empfänger- und Verstärkerröhren“, Sonderdruck des „Funk“. Bearbeitet von Erich Schwandt und Fritz Kunze. Verlag der Weidmannschen Buchhandlung. Preis 1,50 M.

²⁾ „Funk-Bastler“, Heft 13, S. 202, und Heft 14, S. 221.

Grünberger III, Nowak IV, Schrack OE 4 und Philips A 425 konnten keine Arbeitskennlinien und Daten gebracht werden, da dieselben nicht aufgenommen werden konnten.

Aus der großen Zahl der jetzt erhältlichen Spezial-Widerstandsverstärkerröhren wird der Funkfreund leicht die ihm zusagende wählen können. Für die erste Stufe sind besonders geeignet: RE 052, RE 054, VT 124, Valvo Ökonom W/2 und W/4, Ultra Resisto, Hova W/2 und W/4, Niggel NAW 208, Blaupunkt Heliodyn, OE 4, für die zweite Stufe in erster Linie VT 122, Delta Valve DV 27/2 H und DV 27/4 H, Grünberger III, AS 4, Nowak IV, ferner auch die Blaupunkt Heliodyn und VT 124 (diese Röhren haben zwar auch nur einen Durchgriff von 4 v. H., bei ihnen entspringen aber die Kennlinien weit im negativen Gebiet, so daß der Gitterspannungsbereich sehr viel größer ist, als man auf Grund des Durchgriffs annehmen müßte), in zweiter Linie, wenn nicht zu dicht beim Ortssender, auch Valvo Ökonom W/2 und W/4 und NAW 208. Nur wenn man Anodenspannungen von 150 bis 400 Volt benutzt, kann man auch für die zweite Stufe die Röhren mit niedrigstem Durchgriff verwenden, da sonst die Gefahr besteht, daß diese Stufe übersteuert wird und Verzerrungen eintreten.

2. Mehrfachröhren.

Die Mehrfachröhren sind keine eigentlichen Röhren mehr, sondern vollständige Verstärkerapparaturen. Mehrfachröhren werden gegenwärtig von Loewe und von der Hova G. m. b. H. hergestellt. Die Valvo-Zwillingsröhren sind nur Doppel-Widerstandsverstärkerröhren und sind hier nicht zuzurechnen. Loewe hat alles in ein gemeinsames Vakuum gebracht, Hova dagegen hat die einzelnen Röhren zum Auswechseln. Loewe hat zwei Typen: die 2 HF und die 3 NF. Die Röhre 2 HF ist ein Zweifach-Hochfrequenz-Widerstandsverstärker, die Röhre 3 NF ist ein Dreifach-Niederfrequenz-Widerstandsverstärker, wie bereits im Sonderdruck näher ausgeführt³⁾. Die 2 HF ist ausgezeichnet für Fernempfang in einiger Entfernung vom Sender; in der Nähe des Ortssenders jedoch macht sich ihre geringe Selektivität störend bemerkbar. Die 3 NF enthält äußere Widerstände von 3 M Ω , Gitterwiderstände von 7—9 M Ω und Gitterkondensatoren von 1000 cm. Die Mehrfachröhren geben als Ortsempfänger sehr lautstarken Empfang, arbeiten ohne Rückkopplung und sind mit dem Gegebenen in der Hand des Laien. Sollte bei sehr großer Empfangsenergie der Empfang verzerrt werden, so ist oft nicht nur die letzte Röhre übersteuert, wie viele Funkfreunde vermuten, sondern auch die zweite (Spannungsverstärker-) Stufe. Man muß dann die Anodenspannung erhöhen oder loser koppeln.

Von der 2 HF-Röhre sind die Charakteristiken beider Hälften in der normalen (Raumladegitter-) Schaltung aufgenommen, und zwar der Anoden- und der Raumladegitterstrom. Von der zweiten Hälfte konnte aber nur der Ruhestrom gebracht werden (Kreuz in der Charakteristik), da das Gitter des zweiten Systems keine veränderliche Vorspannung erhalten kann. Der Durchgriff beträgt 6 v. H. — In der Schutznetzschaltung ermäßigt sich der Durchgriff auf 1,2 v. H., in der Abb. 71 ist der Anodenstrom des ersten, in Abb. 72 der des zweiten Systems und in Abb. 70 der Schutznetzgitterstrom des ersten Systems gebracht.

Von der 3 NF-Röhre konnte, da die Anoden des ersten und zweiten Systems innerhalb der Röhre zusammengeschaltet sind und nur das Gitter des ersten Systems zugänglich ist, nur die resultierende Charakteristik beider Systeme ge-

³⁾ Siehe Seite 12 des Sonderdrucks und Heft 44 des „Funk-Bastler“, Jahr 1926: „Die neuen Mehrfachröhren“. Wegen der zum Verständnis notwendigen Abbildungen muß auf diesen Artikel in Heft 44 verwiesen werden.

Spezial-Widerstandsverstärkerröhren.

Arbeitskennlinien bei einem äußeren Widerstande von:

Statische Kurve

50 000 Ω

100 000 Ω

200 000 Ω

500 000 Ω

3 000 000 Ω

Telefunken RE 052.

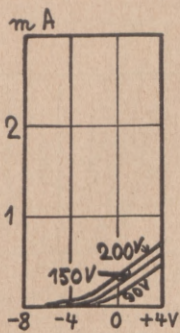


Abb. 1.

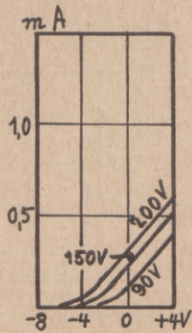


Abb. 2.

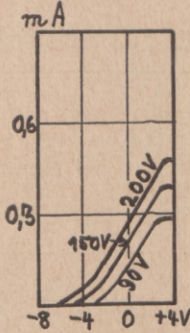


Abb. 3.

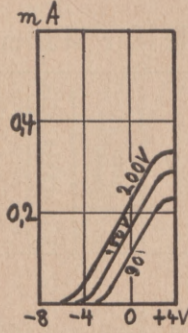


Abb. 4.

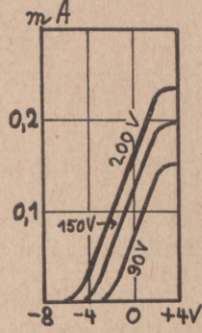


Abb. 5.

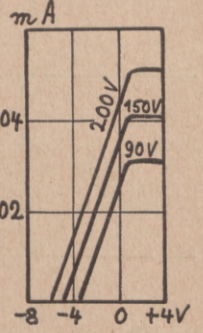


Abb. 6.

Tekade VT 122.

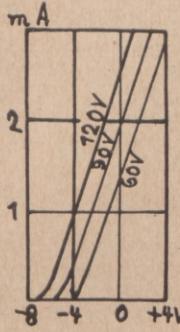


Abb. 7.



Abb. 8.

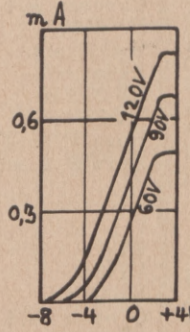


Abb. 9.

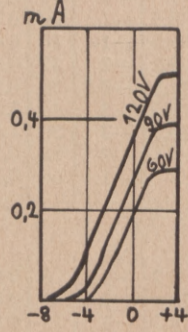


Abb. 10.

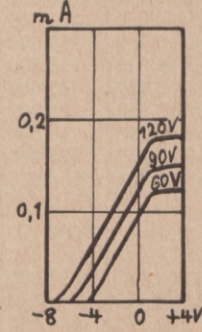


Abb. 11.

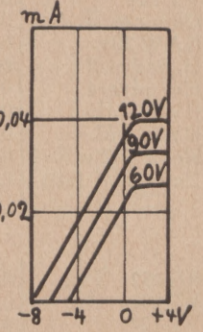


Abb. 12.

Tekade VT 124.

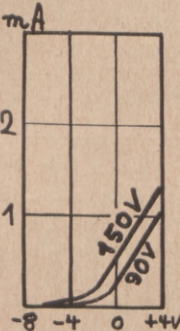


Abb. 13.

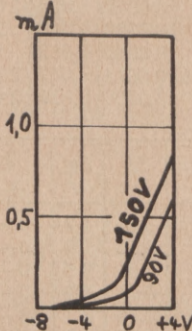


Abb. 14.

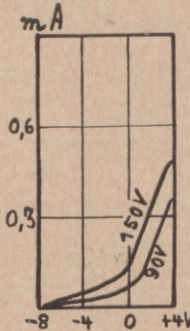


Abb. 15.



Abb. 16.

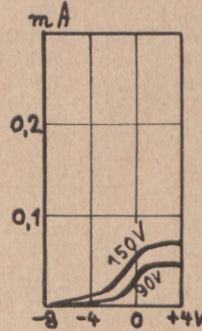


Abb. 17.



Abb. 18.

Valvo Ökonom W 4.



Abb. 19.

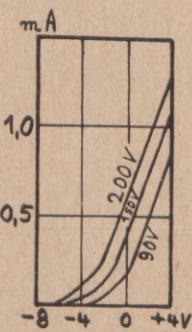


Abb. 20.

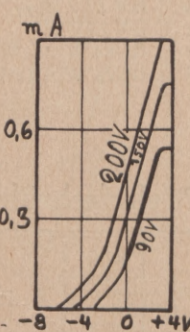


Abb. 21.

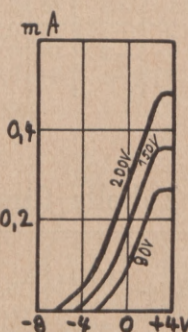


Abb. 22.

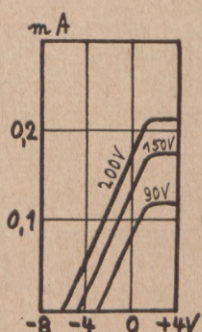


Abb. 23.

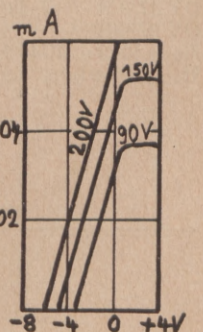


Abb. 24.

Niggli NAW 208.



Abb. 25.



Abb. 26.

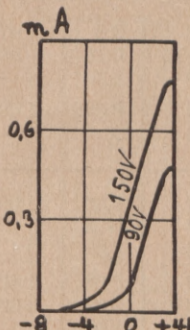


Abb. 27.

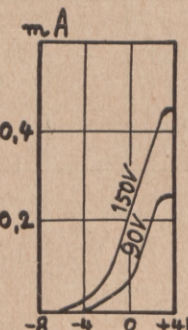


Abb. 28.

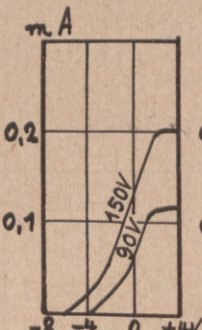


Abb. 29.

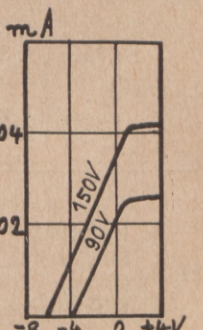


Abb. 30.

Tabelle für Widerstandsverstärkerröhren.

Typ	S _R	S _A	R _{i(a)}	V	Gitter- vorspannung	Charakteristik		Typ	S _R	S _A	R _{i(a)}	V	Gitter- vorspannung	Charakteristik	
						Abb.	max. Anodenstrom bei 0 Volt Gitter- vorspannung							Abb.	max. Anodenstrom bei 0 Volt Gitter- vorspannung
	mA/V	mA/V	Ω		Volt		mA		mA/V	mA/V	Ω		Volt		mA
R _a = 50 000 Ω.								R _a = 500 000 Ω.							
RE 052	0,076	0,087	380 000	4	-2	2	0,30	RE 052	0,028	0,050	660 000	14	-2	5	0,16
VT 122	0,167	0,330	50 500	8,3	-2	8	0,70	VT 122	0,023	0,070	240 000	11,5	-2	11	0,16
VT 124	0,140	0,180	185 000	7	-1	14	0,20	VT 124	0,017	0,022	1 500 000	8,5	-2	17	0,04
Ökonom W/4	0,170	0,250	100 000	8,5	-1	20	0,60	Ökonom W/4	0,030	0,075	333 000	15	-2	23	0,19
NAW 208	0,190	0,280	137 000	9,5	-1	26	0,48	NAW 208	0,030	0,054	700 000	15	-1	29	0,13
Heliodyn/2	0,167	0,220	113 600	8,3	-2	32	0,80	Heliodyn/2	0,038	0,140	180 000	19	-2	35	0,32
Heliodyn/4	0,350	0,737	45 000	17,5	-0,5	38	0,90	Heliodyn/4	0,025	0,040	830 000	12,5	-2	41	0,11
DV 27/2 H	0,190	0,550	26 000	9,5	-3	44	1,55	DV 27/2 H	0,026	0,250	57 000	13	-3	47	0,20
DV 27/4 H	0,210	0,770	18 500	10,5	-3	50	1,58	DV 27/4 H	0,026	0,250	57 000	13	-3	53	0,22
Hova W/2 u. W/4	0,060	0,064	625 000	3	-2	56	0,30	Hova W/2 u. W/4	0,019	0,023	1 740 000	9,5	-2	59	0,13
Hova W/4 (alt)	0,060	0,065	550 000	3	-1	62	0,30	Hova W/4 (alt)	0,019	0,021	1 700 000	9,5	-1	65	0,13
R _a = 100 000 Ω.								R _a = 3 000 000 Ω.							
RE 052	0,062	0,077	433 000	6,2	-1	3	0,26	RE 052	0,0070	0,020	1 660 000	21	-2	6	0,041
VT 122	0,100	0,250	67 000	10	-2	9	0,55	VT 122	0,0040	0,014	1 200 000	12	-3	12	0,034
VT 124	0,083	0,110	300 000	8,3	-1	15	0,15	VT 124	0,0055	0,011	3 000 000	16,5	-2	18	0,025
Ökonom W/4	0,133	0,280	120 000	13,3	-1	21	0,47	Ökonom W/4	0,0080	0,020	1 250 000	24	-2	24	0,056
NAW 208	0,133	0,200	192 000	13,3	-1	27	0,35	NAW 208	0,0055	0,010	3 800 000	16,5	-2	30	0,035
Heliodyn/2	0,110	0,200	125 000	11	-2	33	0,7	Heliodyn/2	0,0067	0,033	760 000	20	-4	36	0,075
Heliodyn/4	0,260	0,840	52 000	16	-0,5	39	0,45	Heliodyn/4	0,0072	0,020	1 670 000	22	-2	42	0,035
DV 27/2 H	0,117	0,460	30 000	11,7	-3	45	0,94	DV 27/2 H	0,0050	0,060	240 000	15	-3	48	0,038
DV 27/4 H	0,110	0,500	28 000	11	-3	51	0,92	DV 27/4 H	0,0045	0,083	170 000	13,5	-2	54	0,038
Hova W/2 u. W/4	0,050	0,057	714 000	5	-2	57	0,22	Hova W/2 u. W/4	0,0075	0,017	2 470 000	22,5	-2	60	0,048
Hova W/4 (alt)	0,074	0,093	380 000	7,4	-1	63	0,26	Hova W/4 (alt)	0,0100	0,016	2 450 000	30	-2	66	0,044
R _a = 200 000 Ω.															
RE 052	0,042	0,055	600 000	8,4	-2	4	0,21	RE 052	0,06	1,7	40-200	3	-1,5	1	8,-
VT 122	0,055	0,167	100 000	11	-2	10	0,35	VT 122	0,15	1,8	30-100	6	-2	7	8,-
VT 124	0,067	0,110	380 000	13,5	-1	16	0,10	VT 124	0,06	3,5	30-180	3	-1	13	8,-
Ökonom W/4	0,067	0,140	180 000	13,5	-1	22	0,28	Ökonom W/4	0,05	3,2	30-150	4	-1	19	8,-
NAW 208	0,078	0,130	296 000	15,5	-1	28	0,21	NAW 208	0,08	2	50-150	2,6	-1	25	7,-
Heliodyn/2	0,070	0,160	156 000	14	-2	34	0,70	Heliodyn/2	0,07	1,8	60-180	4	-1,5	31	8,-
Heliodyn/4	0,160	0,400	82 000	16	-0,5	40	0,18	Heliodyn/4	0,06	3,5	60-180	3	-1,5	37	8,-
DV 27/2 H	0,064	0,600	24 000	13	-3	46	0,50	DV 27/2 H	0,16	1,8	30-120	7	-3	43	9,-
DV 27/4 H	0,056	0,450	30 000	11	-3	52	0,51	DV 27/4 H	0,16	3,5	30-120	7	-3	49	10,-
Hova W/2 u. W/4	0,025	0,028	1 430 000	5	-2	58	0,17	Hova W/2 u. W/4	0,14	2	80-220	2,5	-1	57	6,50
Hova W/4 (alt)	0,025	0,023	1 550 000	5	-1	64	0,19	Hova W/4 (alt)	0,08	4	80-220	2,8	-1	61	6,50

Tabelle für Mehrfachröhren.

	Heiz- strom	Heiz- span- nung	Charak- teristik	Ruhe- strom bei max. Anoden- span- nung	R _{i(a)}	S _R	S _A	D	mittlere Gitter- vor- span- nung	Preis								
											mA	V	Abb.	mA	Ω	mA	mA	v. H.
Loewe	2 HF	1. System	1. System, umgekehrt	68	476 000	0,35	—	6	-1,5	20,-								
											2. System	70-72	0,16	555 600	0,15	—	1,2	-0,2
												69	4,8	—	—	—	—	—
3 NF	1. und 2. System	3. System	73	1 000 000	0,008	0,031	3,2	—	25,25									
			74	7 000	0,7	—	20	-12										
Hova	Triplex 2 Volt	1. System	2. System	77	1 600 000	0,015	0,025	2,5	-2	25,25								
				3. System	77	1 600 000	0,015	0,025	2,5		-2							
					78	9 500	0,7	—	15		-6							
	Triplex 4 Volt	1. System	2. System	77	1 600 000	0,015	0,025	2,5	-2	25,25								
79				5 550	1,2	—	15	-6										

Spezial-Widerstandsverstärkerröhren.

Arbeitskennlinien bei einem äußeren Widerstande von:

Statische Kurve

50 000 Ω

100 000 Ω

200 000 Ω

500 000 Ω

3 000 000 Ω

Blaupunkt Heliodyn 2 Volt.

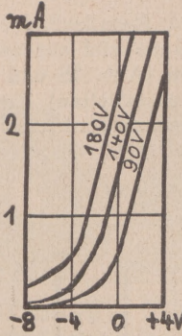


Abb. 31.

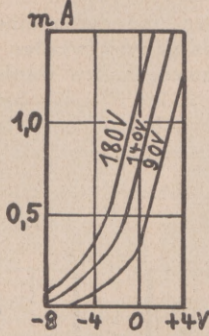


Abb. 32.

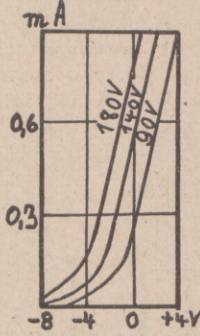


Abb. 33.

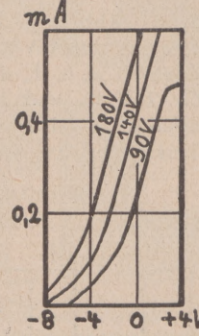


Abb. 34.

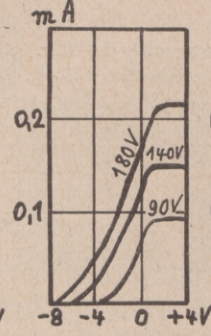


Abb. 35.

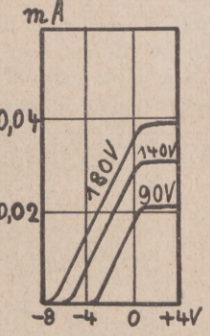


Abb. 36.

Blaupunkt Heliodyn 4 Volt.

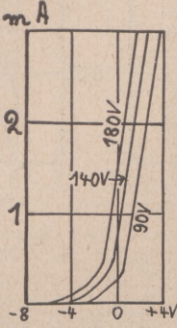


Abb. 37.

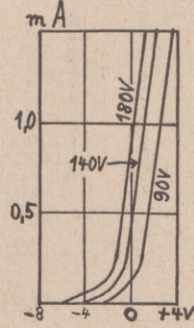


Abb. 38.

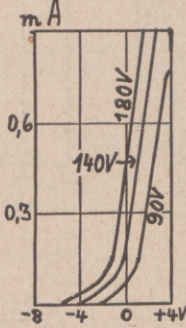


Abb. 39.

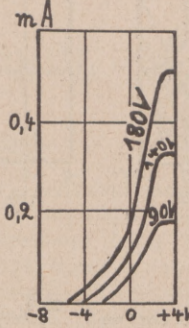


Abb. 40.

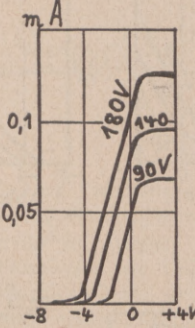


Abb. 41.

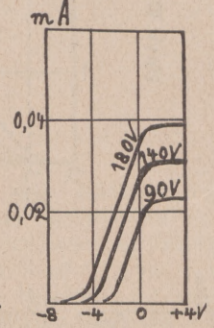


Abb. 42.

Delta DV 27/2H.

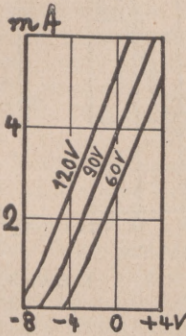


Abb. 43.

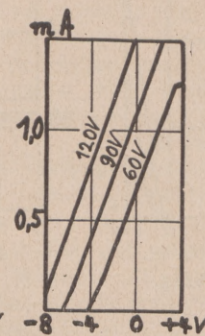


Abb. 44.

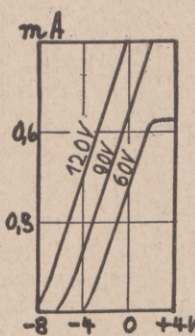


Abb. 45.

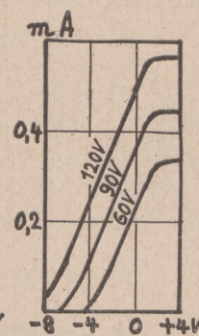


Abb. 46.

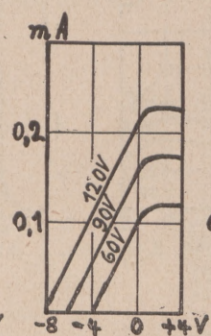


Abb. 47.

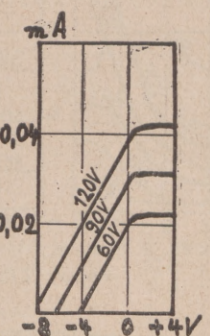


Abb. 48.

Delta DV 27/4H.

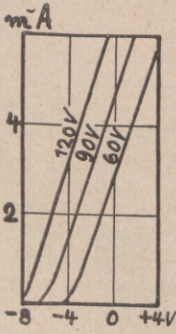


Abb. 49.

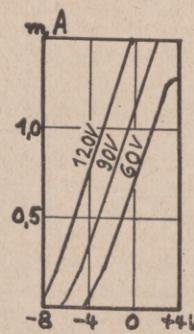


Abb. 50.

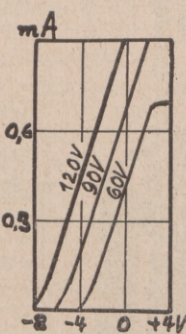


Abb. 51.

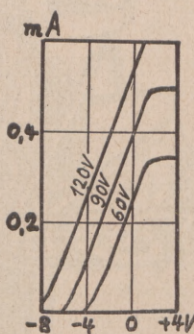


Abb. 52.

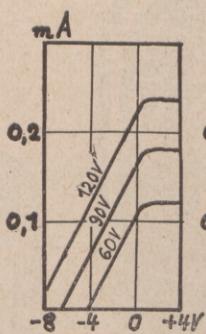


Abb. 53.

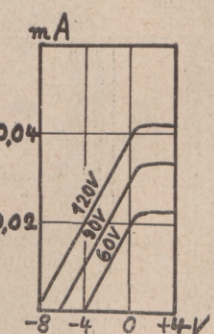


Abb. 54.

Hova W/2 und W/4.

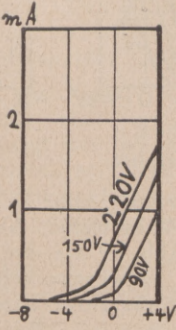


Abb. 55.

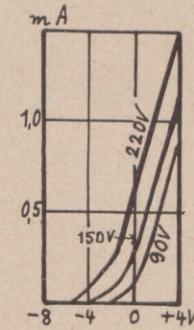


Abb. 56.

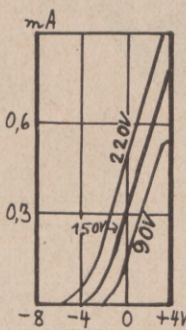


Abb. 57.

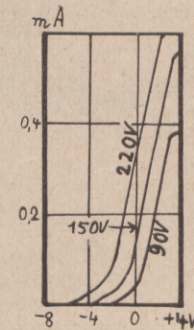


Abb. 58.

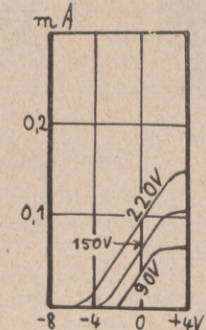


Abb. 59.

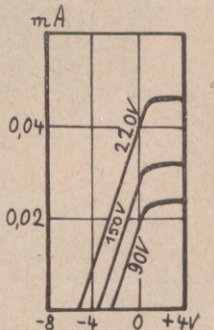


Abb. 60.

bracht werden (Abb. 73). Die dritte Stufe (Abb. 74), die Endverstärker- (Lautsprecher-) Stufe, entspricht der LA 418.

Die Mehrfachröhren der H o v a - R ö h r e n G. m. b. H., die sogenannten „Hova Triplex“, gibt es für 2 Volt- und für 4 Volt-Betrieb. Die 2 Volt-Röhren enthalten zwei Hova W/2 und als Endröhre die Garantie 2 (zusammen 0,4 Amp

scheiben hängen und durch einen Metallzylinder (der erforderlichenfalls geerdet werden kann und aus zwei Teilen besteht) zusammengehalten werden (Abb. 75 und 76). Der Preis beträgt 25,25 M., die (ungesockelten) Ersatzröhren kosten 6,50 M. Als Kopplungselemente sind Kondensatoren zu 1500 cm, Anodenwiderstände zu 1 000 000 Ω und Gitter-

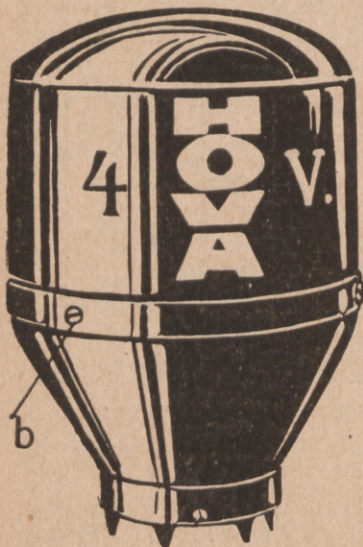
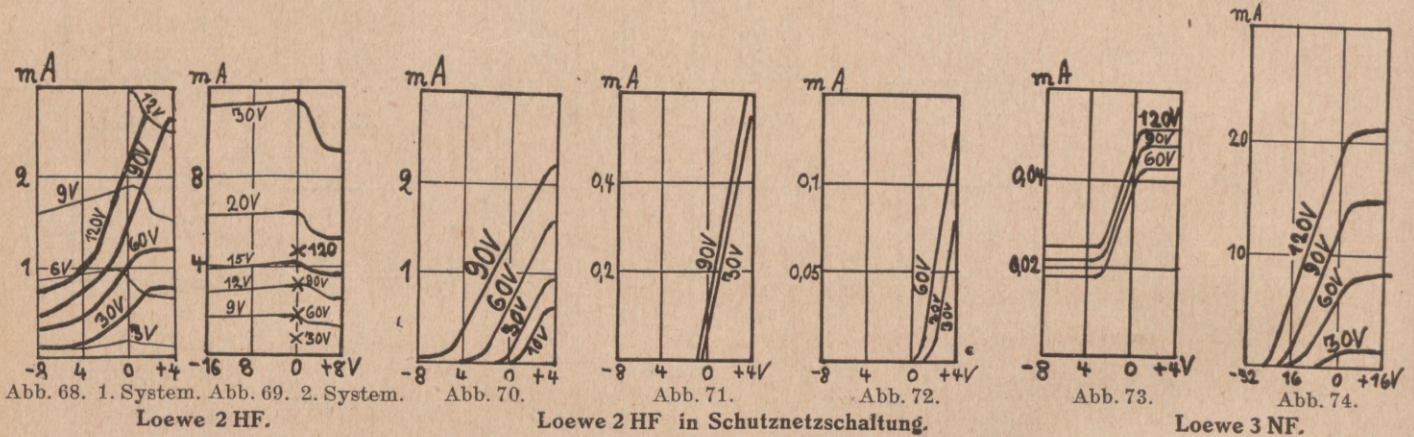
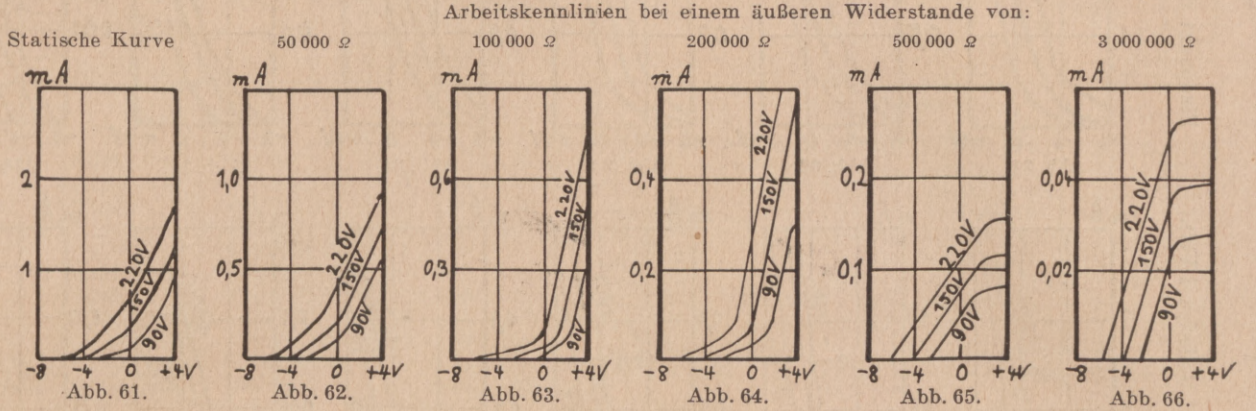


Abb. 75. Außenansicht.

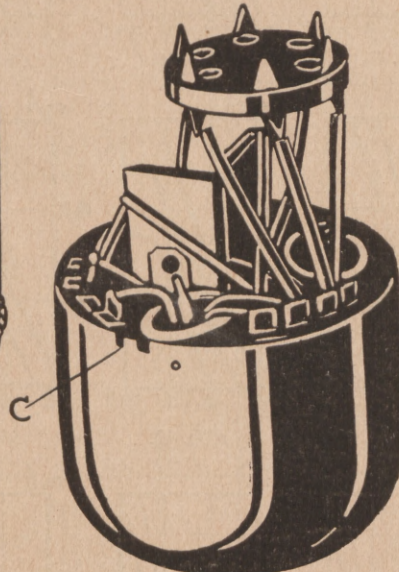
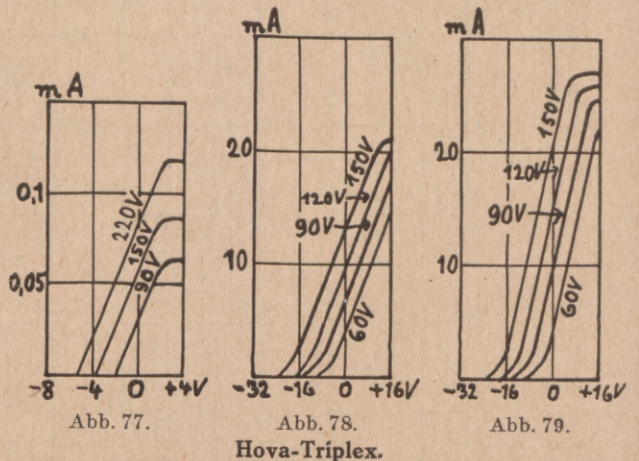


Abb. 76. Innenansicht.

Hova-Triplex.

Heizstromverbrauch), die 4 Volt-Röhren zwei Hova W/4 und als Endröhre die Garantie 4 (zusammen 0,3 Amp Heizstromverbrauch). Außerdem gibt es beide Typen mit dem Sechsfach-Bajonettsockel und mit gewöhnlichem Europasockel. Die Hova-Triplex hat drei Einzelröhren, die in Isolier-

widerstände zu 5 000 000 Ω eingesetzt. Abb. 77 bringt die Charakteristik der Spannungsverstärkerstufen, Abb. 78 die der Endröhre des 2 Volt-Typs, Abb. 79 die der Endröhre des 4 Volt-Typs. Das über die Verwendbarkeit bei der Loewe 3 NF Gesagte gilt auch für die Hova-Triplex.



verantwortl. Hauptschriftleiter: Ludwig Kapeller, Berlin-Schöneberg. — Druck: Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68
Zuschriften an die Schriftleitung (Manuskripte, Anfragen usw.) nur nach Berlin SW 68, Kochstr. 4. Fernruf: Hasenheide 2495.
Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78, Sonderkonto „Funk“.