

FUNK BASTLER

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E. V.

Die Schaltungstechnik der Wechselstromröhren

Von

Erich Schwandt.

Bei dem außerordentlich großen Interesse, das die wechselstromgeheizten Röhren in Bastlerkreisen finden, glauben wir, einem berechtigten Wunsche unserer Leser zu entsprechen, wenn wir so schnell wie möglich eine Anleitung zu ihrer Benutzung und ihrem Einbau sowie einige Anleitungen für den Bau von Geräten unter Benutzung dieser Röhren bringen. Wir bemerken ausdrücklich, daß es sich dabei nur um Anregungen handeln kann, da es bei der Kürze der Zeit unmöglich ist, ins einzelne gehende, ausgereifte Bauanleitungen zu bringen. Derartige ausführliche Bauanleitungen sollen jedoch in kurzer Zeit folgen.

Mit den netzgeheizten Wechselstromröhren, deren Daten und Charakteristiken der „Funk-Bastler“ bereits in seinem Heft 39, Seite 553 ff., veröffentlichte, ist eine Röhrengruppe auf den Markt gekommen, der in Zukunft die größte Bedeutung bevorsteht. Diese Röhren erlauben es, den Heizstrom unmittelbar dem Netz zu entnehmen; an die Stelle des

für Batteriebeheizung in die Empfänger einsetzen könnte. Das ist natürlich nicht der Fall, da eine Wechselstromröhre grundlegend anders konstruiert sein muß als eine Röhre für Batteriebetrieb. Während bei letzterer der Heizfaden gleich-

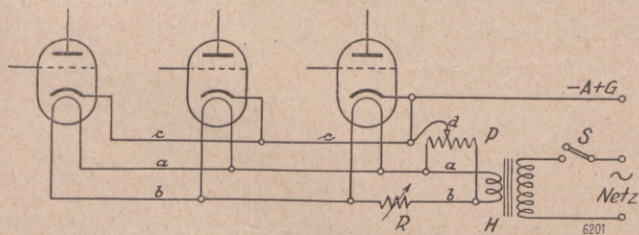


Abb. 1.

bisher gebräuchlichen Akkumulators oder der Heizzrockenbatterie tritt ein Kleintransformator, der die übliche Spannung des Wechselstromnetzes von 110 oder 220 Volt auf 2 bis 4 Volt herabsetzt. Mit dem niedergespannten Wechselstrom, den der Transformator sekundärseitig liefert, werden die Heizfäden der Wechselstromröhren unmittelbar gespeist.

Nicht nur die größere Wirtschaftlichkeit des Empfangsbetriebes bei direkter Entnahme des Energiebedarfs aus dem Netz wird für die zu erwartende umfangreiche Einführung der Netztöhren maßgebend sein; viel wichtiger sind die größere Bequemlichkeit und der Fortfall der empfindlichen Batterien, deren Entladezustand, der im Interesse einer befriedigenden Lebensdauer ein bestimmtes Maß nicht unterschreiten darf, nur wenige Laien richtig erkennen. Benutzt man Wechselstromröhren in Verbindung mit einem Netzanschlußgerät, das auch den Anodenstrom dem Lichtnetz zu entnehmen gestattet, so hat man in seiner Empfangsanlage keinerlei Teile, die einer Wartung bedürfen und sich auch bei Nichtgebrauch aufzehren. Mit dem Abschalten des Netzstromes ist die gesamte Anlage außer Tätigkeit gesetzt, und ein Verbrauch irgendwelcher Teile oder Energien in den Empfangspausen findet nicht mehr statt.

Es wäre ein Idealzustand, wenn man die neuen Wechselstromröhren einfach an Stelle der bisher üblichen Röhren

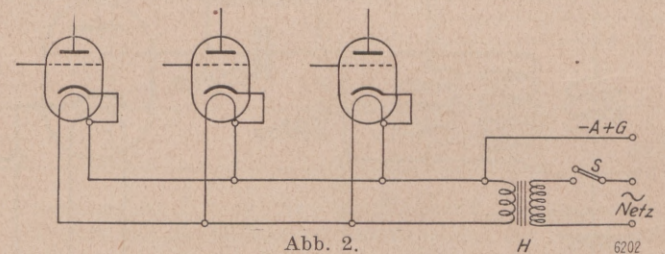


Abb. 2.

zeitig Kathode ist, kann das bei den heutigen Wechselstromröhren noch nicht der Fall sein, von Einzelfällen abgesehen. In der Wechselstromröhre besitzen wir vielmehr zunächst einen Heizfaden und außerdem eine Kathode, die vom Heizfaden meist isoliert ist. Der Heizfaden hat lediglich die Aufgabe, auf elektrischem Wege eine bestimmte Temperatur zu erzeugen, er gibt aber keine Elektronen ab, sondern nur Wärme, die durch Strahlung oder Wärmeleitung zur eigentlichen Kathode hingebacht wird. Die Kathode wird also nicht mehr auf elektrischem, sondern auf rein thermischem Wege auf die notwendige Emissionstemperatur gebracht. Um die Wechselstromgeräusche absolut auszuschneiden, ist eine elektrische Isolation zwischen Kathode und Heizfaden vorteilhaft, so daß man die Kathode getrennt nach außen führen und in der Apparateschaltung hierauf Rücksicht nehmen muß. Die Kathode liegt bei einigen Typen an einer besonderen Seitenklemme, wie sie auch die Doppelgitterröhren besitzen, bei anderen an einem besonderen Stecker,

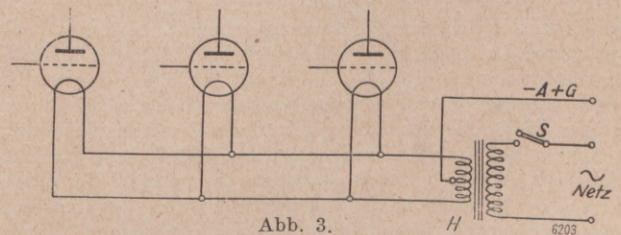


Abb. 3.

der sich genau in der Mitte der vier Stecker des Europa-sockels befindet.

Wir unterscheiden zunächst indirekt beheizte Röhren, bei denen die Kathode in der geschilderten Art an eine besondere Klemme oder an einen Stecker geführt ist, während der Heizfaden wie normal zwischen den beiden Heizfadensteckern liegt, und halbindirekt beheizte Röhren; zur ersteren Art gehören die RE 1104, VT 141

und Valvo A 2200 W. Als halbindirekt beheizte Röhren sind die Ultra-Sinus-Röhren und die Altronröhren anzusprechen; bei den Ultra-Sinus-Röhren wird die in der Mitte des Sockels herausgeführte Kathode unmittelbar am Sockel durch eine Schelle mit einem der beiden Heizfadenstecker verbunden. Bei den Altronröhren ist diese Verbindung schon innerhalb des Glasballons vorgenommen, so daß der Bastler durch irgendeine Rücksichtnahme auf die Kathode gar nicht behelligt wird. Neben diesen Wechselstrom-Eingitterröhren sind Wechselstrom-Doppel- (Pentatron-) Röhren im Handel, und zwar die indirekt beheizte Type VT 132 und die direkt beheizten Röhren VT 134 und VT 137. Bei den beiden zuletzt genannten sind die Heizfäden gleichzeitig Kathoden.

Aus dieser Darstellung geht bereits hervor, daß es eine eigene Schaltungstechnik der Wechsel-

nicht um genau angepaßte Transformatoren handelt, wie sie einige Röhrenfabriken in den Handel bringen, 0,5 bis 2 Volt, je nach Röhrenzahl, über der Heizspannung der Röhren liegen, da bei den großen Strömen der Wechselstromröhren mit einem erheblichen Spannungsabfall zu rechnen ist. Wenn man einen neuen Empfänger baut und in der Lage ist, einen völlig abgeschirmten Transformator zu erhalten, der keine nennenswerte Streuung besitzt, so kann man den Transformator in den Empfänger selbst einbauen, darf ihn aber auf keinen Fall in der Nähe der Niederfrequenztransformatoren anordnen. Durch Einbau in den Empfänger werden die Leitungen vom Transformator zu den Röhren recht kurz, und ein schädlicher Spannungsabfall kann nicht auftreten. Streut der Transformator dagegen oder soll ein fertiger Empfänger mit Wechselstromröhren ausgerüstet werden, so muß der Heiztransformator neben dem Empfänger aufgestellt und

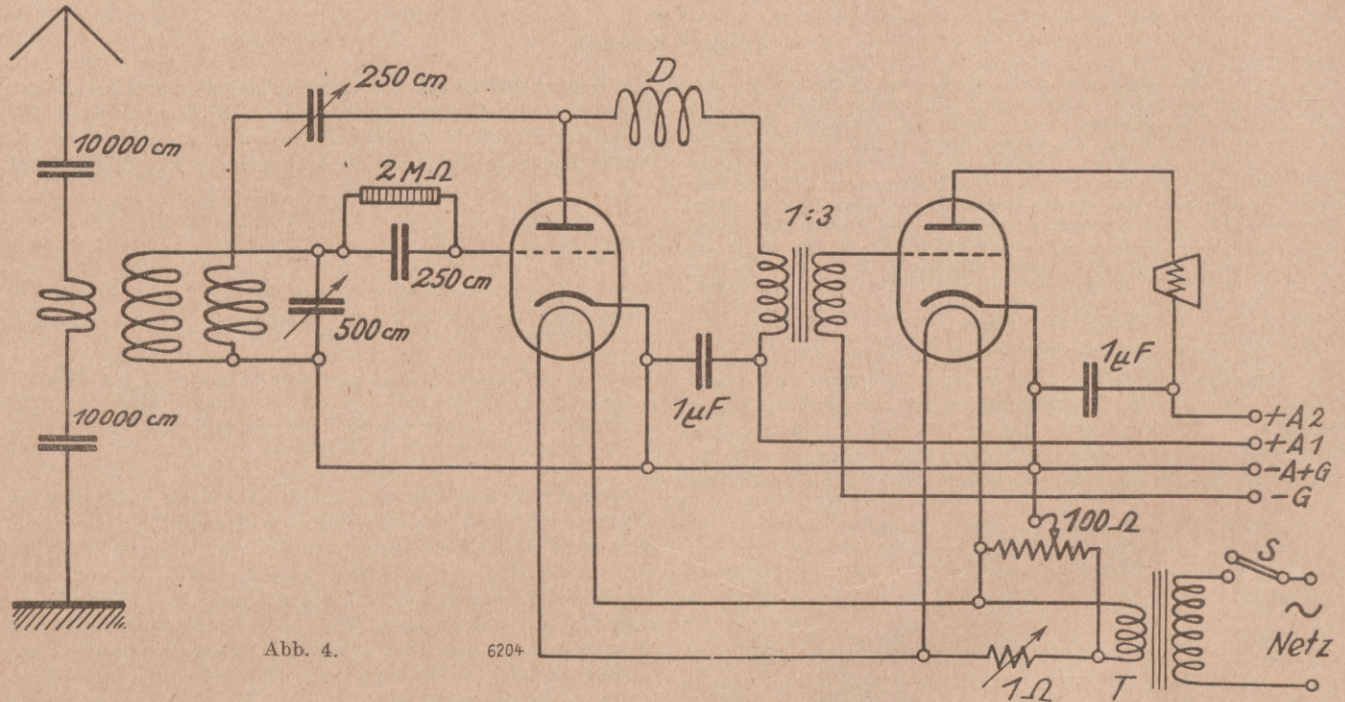


Abb. 4.

6204

stromröhren geben muß und daß eine unmittelbare Verwendung in vorhandenen Empfängern ohne Umänderungen an diesen nicht möglich ist. Prinzipiell ist zu bemerken, daß sich die Abweichungen in den Schaltungen mit Wechselstromröhren gegen die mit batteriegeheizten Röhren nur auf die Heizkreise beziehen. Im übrigen können Wechselstromröhren in jedem beliebigen Empfänger gebraucht werden, gleichgültig, auf welchem Prinzip er beruht. Sie eignen sich sowohl für Hochfrequenzverstärkung wie als Audion und für Niederfrequenzverstärkung, und sie sind auch in den Zwischenfrequenzstufen eines Superhet wie als Überlagerer gut brauchbar. Natürlich sind stets die Röhrendaten zu beachten, die, da die Firmen nur eine oder wenige Typen herausgebracht haben, Durchschnittsdaten sind; wir verfügen hier noch nicht über einzelnen Zwecken besonders gut angepaßte Spezialröhren, wie unter den Röhren für Batterieheizung. Wie Versuche ergaben, lassen sich die Wechselstromröhren aber auch in empfindlichsten Geräten verwenden, ohne daß Wechselstromgeräusche hörbar würden.

Der wichtigste Bestandteil jedes Empfängers mit Wechselstromröhren ist der Heiztransformator. Zahlreiche Firmen stellen derartige Transformatoren her, die durchweg technisch einwandfrei sind. Bei dem Erwerb ist nur darauf zu achten, daß der Transformator die notwendige Spannung und eine genügende Stromstärke liefert. Kommt ein Mehröhrenempfänger in Frage, so sind die Stromstärken zu addieren, da die Röhren parallel geschaltet werden. Die Klemmenspannung des Transformators soll, wenn es sich

durch Litzen sehr großen Querschnitts, möglichst 4 qmm, mit dem Empfänger verbunden werden. Die Litzen sollen nicht länger als 1 m sein, um den Spannungsverlust niedrig zu halten.

Die Heizleitungen im Empfänger müssen möglichst großen Querschnitt besitzen und in großer Entfernung von allen anderen Leitungen verlegt sein. Zuweilen ist es vorteilhaft, die Leitungen auch innerhalb des Empfängers aus guter starker Gummilitze herzustellen, die verdreht ist; auf diese Weise werden die entstehenden störenden Wechselfelder klein gehalten. Bewährt hat sich eine Anordnung, bei der die Röhrenfassungen und Einzelteile auf einer horizontalen Isolierplatte sitzen; unterhalb der Platte, in recht großem Abstand von ihr, laufen die Heizleitungen und oberhalb die übrigen Leitungen der Apparatur. Heizwiderstände kann man meist sparen, da die Wechselstromröhren in der Heizung keineswegs kritisch sind. Auf wenige Zehntel Volt kommt es hier nicht an. Am besten verfährt man, wenn man keine Drahtwiderstände, sondern selbstregulierende Eisendraht-Wasserstoffwiderstände benutzt. Benutzt man Heiz-Drahtwiderstände, so ist darauf zu achten, daß sie nur wenige Ohm (1 bis 2 Ohm) besitzen und aus starkem Draht gewickelt sind, damit sie die Heizstromstärke (1 bis 2,5 Amp.) ohne Erwärmung ertragen. Verwendet man Transformatoren, die auf die Röhren abgeglichen sind, so kommen Heizwiderstände vollkommen in Fortfall.

Bei allen indirekt beheizten Röhren muß im Empfänger neben den beiden Heizleitungen eine besondere Ka-

thodenleitung vorgesehen werden, die mit den Kathodenklemmen der Röhrenfassungen verbunden ist und an die der Minuspol der Anodenbatterie und der Pluspol der Gitterbatterie angeschlossen werden. Außerdem erweist sich meist ein Potentiometer parallel zum Heiztransformator (zur Sekundärwicklung) als erforderlich, mit dessen Schleifkontakt die Kathodenleitung ebenfalls verbunden wird; entstehen Netzgeräusche, so kann man sie durch entsprechende

nung benötigen, werden direkt mit der Kathodenleitung verbunden. Verwendet man Wechselstromröhren gleichen Typs, so kann der Regulierwiderstand bei nicht abgeglichenem Transformator für alle drei Röhren gemeinsam vorgesehen werden. Kommen dagegen Röhren mit verschiedenen Heizspannungen zur Verwendung (was aber nicht vorteilhaft ist), so benötigt jede Röhre einen eigenen Widerstand. Abb. 2 zeigt die Ausbildung der Heizleitungen bei Ver-

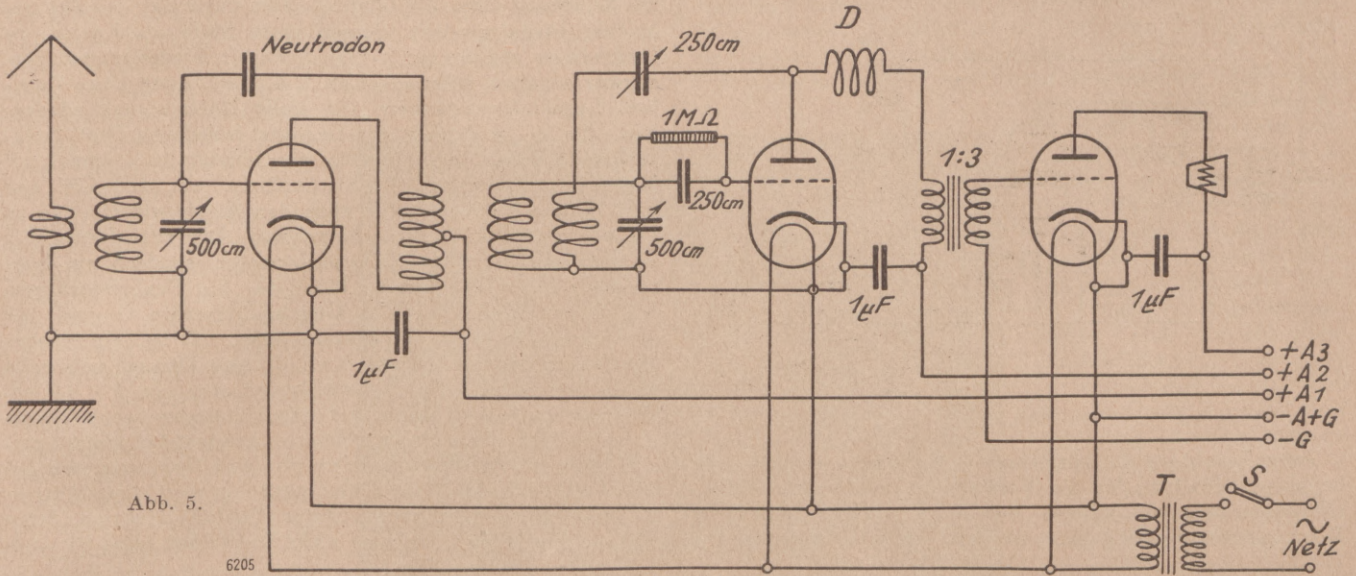


Abb. 5.

Einstellung des Potentiometers unterdrücken. Das sind die einzigen schaltungstechnischen Maßnahmen, die die Wechselstromröhren erfordern.

Abb. 1 zeigt die Schaltung der Heizkreise in einem Dreiröhrenempfänger mit Wechselstromröhren. H ist der Heiztransformator; die Ausschaltung des Empfängers

wendung der Ultra-Sinus-Röhren. Es ist auch hier möglich und empfehlenswert, die Schaltung der Abb. 1 anzuwenden; in diesem Fall erwirbt man Röhren mit Mittelstecker. Die in Abb. 2 gezeigte Schaltung ist einfacher. Die besondere Kathodenleitung fällt weg, desgleichen das Potentiometer. Es ist nur darauf zu achten, daß alle Gitter-

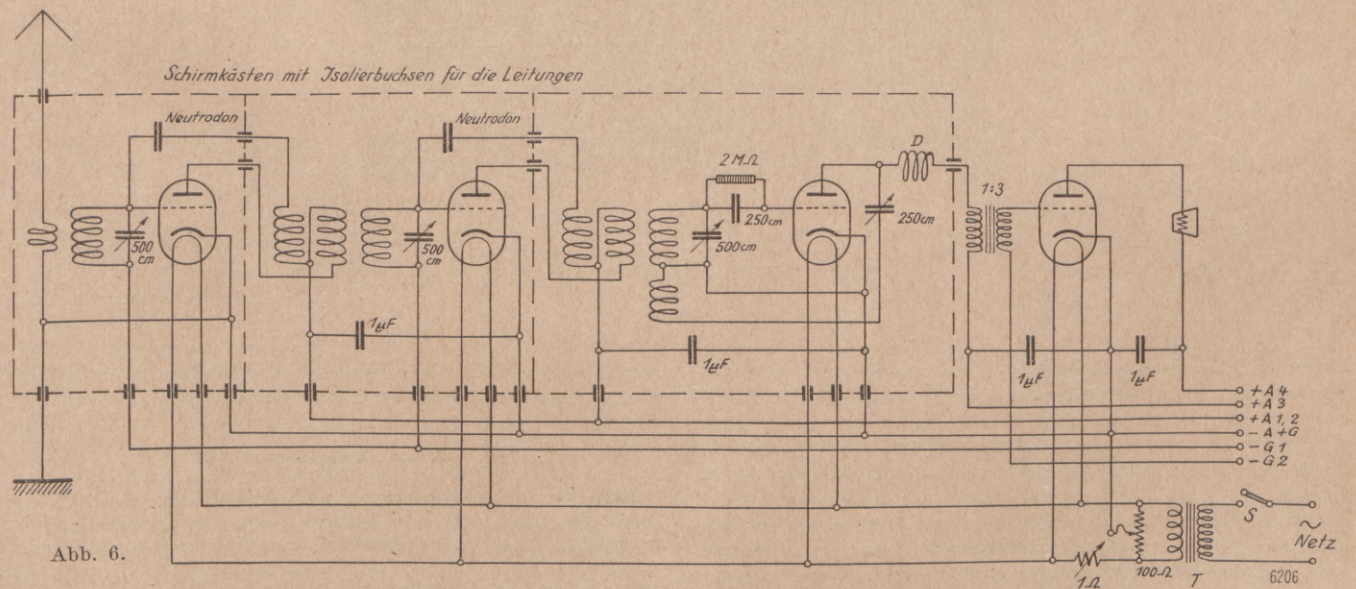


Abb. 6.

wird auf der Netzseite durch den Schalter S vorgenommen. a und b sind die Wechselstrom-Heizleitungen, c ist die hiervon gut getrennte Kathodenleitung. Das Potentiometer P ist parallel zur Sekundärwicklung des Transformators geschaltet; sein Mittenkontakt d steht mit der Kathodenleitung in Verbindung. Die Kathodenleitung besitzt in der Röhrencharakteristik das Potential O, so daß an diese Leitung die Anodenbatterie mit dem Minuspol, die Gitterbatterie aber mit dem Pluspol zu schalten ist, wie in der Schaltung angedeutet. Die Gitterkreise, die keine besondere Vorspan-

kreise mit der gleichen Heizleitung verbunden werden. Der Heizstecker der Röhre, der an dieser Heizleitung, die als Nulleitung anzusprechen ist, liegt, wird durch eine kleine Schelle am Röhrensockel mit dem mittleren Kathodenzapfen zusammengeschaltet. An die gleiche Leitung wird ferner der Minuspol der Anodenbatterie, außerdem der Pluspol der Gitterbatterie gelegt.

Die Altronröhren schließlich benötigen keine derartigen Maßnahmen, bei ihnen ist die Kathode nicht einmal besonders nach außen geführt. Sie können genau wie

batteriegeheizte Röhren in die Empfänger eingesetzt werden und verlangen nur, daß der Minuspol der Anodenbatterie wie der Pluspol der Gitterbatterie nicht mit einer der Heizleitungen, sondern mit dem neutralen Punkt des Transformators verbunden werden, wie in Abb. 3 skizziert. Um diese Verbindung einwandfrei herstellen zu können, wird für die Röhren ein eigener an sie angepaßter Transformator auf den Markt gebracht.

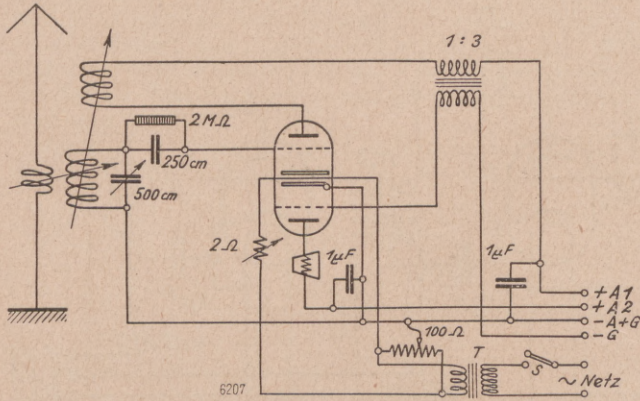


Abb. 7.

Unter Beachtung der vorstehenden Erörterungen kann jede beliebige Schaltung für die Verwendung von Netzanschlußröhren umgeändert, können Empfänger jedes Systems für Wechselstromröhren gebaut werden. In den beigegebenen

rüstet. Die drei ersten Röhren sitzen zusammen mit ihren Drehkondensatoren, Hochfrequenztransformatoren usw. in Abschirmkästen, wie sie jetzt auch in Deutschland hergestellt werden (Schaleco, Radix). Für diese Schaltung zeigen sich die Wechselstromröhren besonders brauchbar.

In Abb. 7 und 8 sollen noch zwei Schaltbilder für die Verwendung von netzgeheizten Pentatronröhren wiedergegeben werden, und zwar bringt Abb. 7 die Schaltung eines Zweistufigengerätes mit einer indirekt beheizten Pentatronröhre, dessen erste Stufe als Rückkopplungsaudion und dessen zweite Stufe als Niederfrequenzverstärker arbeitet, während Abb. 8 die Schaltung eines Zweifach-Gegentaktverstärkers für volle Netzspeisung wiedergibt. Da es im Prinzip der Gegentaktschaltung liegt, Netzgeräusche vollständig auszulöschen, kommt man einmal mit den direkt geheizten Pentatronröhren aus (VT 134 und VT 137) und kann zweitens auch den Anodenstrom ohne zu große Umstände dem Netz entnehmen. Der Transformator T ist kein gewöhnlicher Heiztransformator, sondern ein Spezialmodell, das die Heizwicklung für die Pentatronröhren, die Heizwicklung für die Gleichrichterröhre G und die Anodenwicklung für die letztere trägt. C ist ein großer Ausgleichskondensator von $6 \mu\text{F}$, D eine Drossel von etwa 15 Hy und C_1 ein Beruhigungskondensator von $2 \times 0,1 \mu\text{F}$. Ein Spannungsteiler kann in Fortfall kommen, wenn Transformator und Gleichrichterröhre so aufeinander abgestimmt sind, daß am Ausgleichskondensator eine Spannung von gut 120 Volt herrscht. Die Gitterspannung wird einer Gitterbatterie entnommen, die in guter Qualität mehrere Jahre hält, da eine Stromentnahme nicht stattfindet. Das ist wirt-

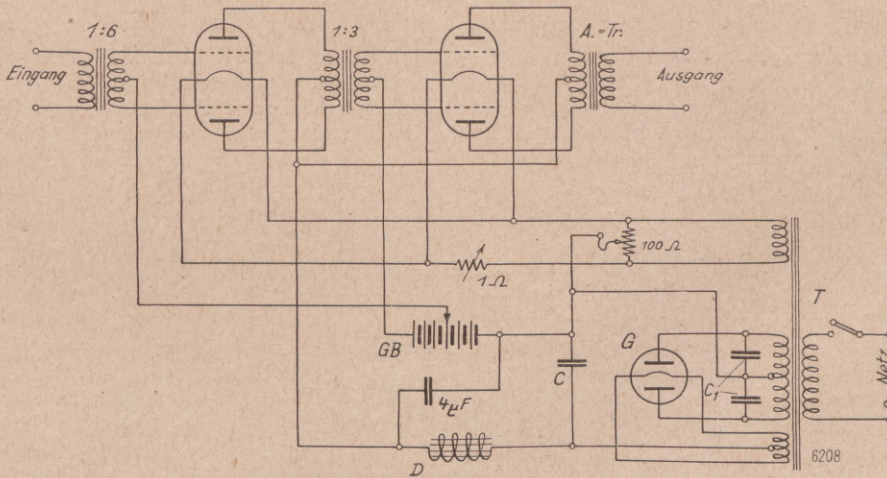


Abb. 8.

Schaltbildern werden lediglich einige ausprobierte und besonders empfehlenswerte Schaltungen wiedergegeben. Abb. 4 zeigt zunächst ein Zweiröhrengerät, aus einem Rückkopplungsaudion in Leithäuser-Heintze-Schaltung und einer Niederfrequenzstufe bestehend; die Schaltung ist für indirekt geheizte Röhren gezeichnet. Sie unterscheidet sich lediglich durch die Ausbildung der Heizkreise von der gleichen Schaltung für Batteriebetrieb. In der Antennen- und Erdleitung sind allerdings Schutzkondensatoren für den sehr unwahrscheinlichen Fall vorgesehen, daß der Transformator defekt wird. Die Dimensionen sind unmittelbar in die Schaltung eingeschrieben. An Stelle dreier loser Spulen zwischen den Röhren empfiehlt sich die Benutzung eines guten Transformators (Bechertransformator oder ähnl.).

Abb. 5 bringt eine Dreiröhrenschialtung für die Verwendung von Ultra-Sinus-Röhren mit einer Heizkreisausbildung gemäß Abb. 2, Abb. 6 schließlich das Schaltbild eines Empfangsgerätes mit zwei allseitig geschirmten Hochfrequenzstufen, einem Audion und einer Niederfrequenzstufe, mit indirekt beheizten Röhren ausge-

schafflicher als die Entnahme aus dem Netz, da die letztere einen besonderen Spannungsteiler nötig macht, der Drossel und Gleichrichterröhre belastet.

Eine Vereinigung technischer Schriftsteller. Aus Wien wird uns berichtet: Vor kurzem fand die gründende Versammlung dieser vom Verein deutschösterreichischer Ingenieure ins Leben gerufenen Vereinigung statt. Sie will die technischen Schriftsteller des deutschen Sprachgebietes zusammenfassen, das technische Schrifttum heben, beratend und fördernd an allen gemeinnützigen technisch-literarischen Arbeiten teilnehmen, fachliche und literarische technische Auskunftsstellen einrichten und die besonderen Interessen der technischen Schriftsteller wahren. Auch aus dem Ausland, insbesondere dem deutschen, waren zahlreiche Zustimmungen eingelangt. In den vorläufigen Vorstand wurden gewählt: Min.-Rat Ing. Hermann Baravalle, Baurat Dr.-Ing. Bruno Bauer, Baurat Ing. Otto Böhm, Kapitän Emil Descowich, Gremialrat Heinrich Eber, Ing. Emil Jung, Redakteur Dr. Desiderius Papp, Ing. Karl Rauch. Geschäftsstelle Wien I., Universitätsstraße 11.

Was der Funkbastler auf der Funkausstellung fand

Eindrücke von einem kritischen Rundgang. — Die Ansicht der „Funktechnischen Vereinigung“.

Wie bereits im Heft 37 des „Funk“ festgestellt worden ist, stand die Vierte Große Deutsche Funkausstellung im Zeichen einer gesunden Fortentwicklung und zeigte zwar keine sensationellen Neuheiten, dafür aber das erfolgreiche Streben, erstklassige Qualitätsarbeit zu bringen. Bei der Fülle der gezeigten Erzeugnisse aller Art ist es ganz unmöglich, an dieser Stelle erschöpfend darüber zu berichten. Auch dann, wenn wir nur eine Auswahl des Besten auf allen Gebieten

bringen wollten, würde eine solche Übersicht mehrere Hefte füllen. Von der Funktechnischen Vereinigung wird uns aber folgende kurze Übersicht zur Verfügung gestellt. Sie stellt lediglich den Versuch dar, die Bastler mit einer Reihe teils kleinerer, teils größerer Neuerungen bekanntzumachen, die eine besondere Bedeutung für den bastelnden Funkfreund haben. Es sind Eindrücke, wie sie von Mitgliedern der Funktechnischen Vereinigung bei ihren Rundgängen durch die Ausstellung gesammelt sind. Diese Übersicht will und kann weder auf Vollständigkeit Anspruch machen noch will sie als eine Zusammenstellung von Spitzenleistungen gelten. Sie wird auch in der einen oder anderen Richtung ergänzungsbedürftig sein. Anregungen dazu geben wir gern Raum.

*

Über die auf dem Gebiet der Röhrenfabrikation vorhandenen Neuerungen ist bereits im Heft 39 ausführlich berichtet worden. Zunächst seien einige mit den Röhren in engerem Zusammenhang stehende technische Neuerungen erwähnt.

Zur Beseitigung der akustischen Rückkopplung (Heulen der Lautsprecher) und des Klingens der Röhren bringt die Pörske Elektr. Ges. einen sogenannten „Radio-Heulschutz“ auf den Markt, eine Kappe aus Bleilegierung, die auf die Röhren aufgeschoben wird und sehr wirksam die genannten Störungen beseitigt.

Neben festen Heizwiderständen werden neuerdings auch wieder automatisch regulierende Heizwiderstände auf den Markt gebracht; das sind Widerstände, die aus einem in einem mit Wasserstoff gefüllten Röhrrchen befindlichen dünnen Eisendraht bestehen, dessen Widerstand bei wachsender Stromstärke durch Erhöhung seiner Temperatur zunimmt. Mit derartigen Widerständen waren bereits die ersten Röhrenempfänger, die im Kriege benutzt wurden, ausgestattet. Nunmehr werden sie auch den modernen Röhren angepaßt geliefert.

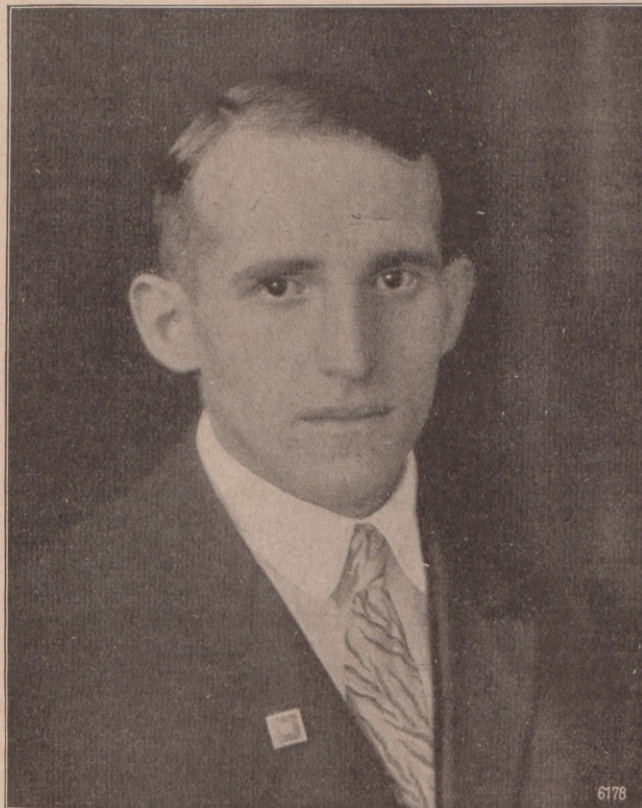
Eine fühlbare Lücke schließt der Dralowid-Polywatt-Hochohmwiderstand, der eine zehnfach so hohe Belastung verträgt wie die bisher im Handel befindlichen Hochohmwiderstände und vor allem für die Widerstandsverstärker in Frage kommt.

Von mehreren Firmen werden Aluminium-Ab-schirmkästen in den Handel gebracht. Besonderer Erwähnung wert erscheint die neue Roß-Anoden-batterie, die durch einen wasserdichten Überzug jedes einzelnen Elementes gegen Feuchtigkeit und andere schädliche Einflüsse geschützt ist und vor allem auch für Reiseempfänger u. dgl. zweckmäßig sein dürfte.

Eine Neuerung auf dem Gleichrichtergebiet bringt Feldmann als Weilo-Stabgleichrichter auf den Markt, der, wenn er hält, was von ihm behauptet wird (hohe Belastung, 1000 Betriebsstunden u. dgl.), eine Umwälzung auf dem Gleichrichtergebiet bedeutet. Leider sind die Angaben unsicher, und Versuchsstäbe werden nicht zur Verfügung gestellt, so daß die Angaben zunächst mit Vorsicht aufgenommen werden müssen. Es soll sich um einen Gleichrichter handeln, dessen gleichrichtende Eigenschaft auf demselben Vorgang beruht, wie sie beim Detektor auftritt.

Für den Selbstbau von Gleichrichtern und Netzanschlußgeräten sind zahlreiche Zubehörteile auf dem Markt, als wichtigste gut dimensionierte Transformatoren. Einen Transformator, der durch vielfache Unterteilungen und Anzapfungen Abnahme der verschiedensten Spannungen ermöglicht und durch die hierdurch bedingte universelle Verwendbarkeit dem Bastler zusagen dürfte, bemerkten wir bei der Fa. Telwerk.

Eine für den Bastler anscheinend recht wertvolle Neuerung bringt die Firma Kramolin & Co, G. m. b. H.,



Fritz Koch, Dresden, der mit der Silbernen Heinrich-Hertz-Medaille ausgezeichnet wurde, und dessen preisgekröntes Gerät wir in einem der nächsten Hefte des „Funk“ ausführlich beschreiben werden.

in Gestalt ihres Adäquators auf den Markt. Bei dem modernen Empfänger, z. B. dem sogenannten „Solodynempfänger“, bei dem mehrere Kondensatoren mit einem Einstellgriff bedient werden, ist es schwierig, trotz bester Präzisionseinzelteile für alle Kreise absolut gleiche Kondensatoreinstellungen für alle Wellenlängen zu erzielen. Dieser Schwierigkeit soll der Adäquator abhelfen. Er besteht grundsätzlich aus einem Zusatzkondensator mit einer feststehenden halbkreisförmigen Platte und einer drehbaren Platte, die aber in einzelne Segmente zerschnitten ist, deren jedes einzelne durch eine Schraube mehr oder weniger der festen Platte genähert werden kann. Bei zwei gekuppelten Kondensatoren schaltet man einem der beiden Kondensatoren einen solchen Adäquator parallel und setzt den beweglichen Teil auf seine Achse auf, bei drei gekuppelten Kondensatoren braucht man je einen Adäquator für den zweiten und dritten Kondensator. Man verfährt nun so, daß man den ersten Kreis auf eine der kürzesten Wellen, die also am Skalenanfang liegt, genau abstimmt. Ist dann die Abstimmung des zweiten mit diesem gekuppelten Kondensators nicht exakt richtig, so reguliert man mit der ersten

Lamelle auf genaue Abstimmung ein. Dann sind für den Anfangsbereich beide Kondensatoren gleich. Nun stellt man den ersten Kondensator auf eine etwas längere Welle ein und reguliert am anderen Kondensator die zweite Lamelle und so fort, bis man über den ganzen Skalenbereich genaue Übereinstimmung beider Kondensatoren erlangt hat. Entsprechend verfährt man mit dem dritten Kondensator. Die so erfolgte Einregulierung gilt natürlich nur für einen Spulensatz. Um die Regulierung auch für zwei Spulensätze vornehmen zu können, ist jeder Adäquator doppelt ausgebildet. Die eine Hälfte wird für den ersten Spulensatz, die andere für den zweiten Spulensatz reguliert. Es wird dann eine Anordnung getroffen, die bewirkt, daß beim Wechseln der Spulensätze automatisch die entsprechenden Adäquatorhälften eingeschaltet werden. Der Adäquator ist so eingerichtet, daß er gleichzeitig als mechanische Kupplung zwischen den Kondensatoren dient (Abb. 1).

Auf dem Gebiete der Superheterodynempfänger ist der Neutrot der Deutschen Telephonwerke und Kabelindustrie von Interesse. Dieser ursprünglich als Kombinationsgerät, bestehend aus einem Neutrodynempfänger mit Superheterodynevorsatz, auf den Markt gebrachte Empfänger wird jetzt auch als einheitlich zusammengebautes Gerät hergestellt. Es stellt also einen Transponierungsempfänger mit neutralisiertem Zwischenfrequenzteil dar. Die Zwischenfrequenz ist sehr niedrig und beträgt 2000 m, das hat insofern einen Vorteil, als das Auftreten jedes Senders auf zwei Oszillatorstellungen vermieden wird. Bemerkenswert auch für den Bastler ist, daß trotz der kurzen Zwischenwelle Zwischenfrequenztransformatoren mit Eisenkern verwandt werden, und zwar werden gepreßte Kerne benutzt, die aus Eisenpulver mit einem Bindemittel bestehen.

Im Zusammenhang hiermit mag erwähnt werden, daß noch Zwischenfrequenztransformatoren mit beweglichem Eisenkern auf den Markt gebracht werden. Hierbei wird die Abstimmung durch einen veränderlichen Kondensator überflüssig, vielmehr erfolgt die genaue Abgleichung auf die gewünschte Zwischenfrequenz durch Einstellung des Eisenkernes.

In den letzten Heften des „Funk“ sind wiederholt Bauanleitungen für Großflächenlautsprecher verschiedener Art gegeben. Die Herstellung der Antriebssysteme erfordert zur Erzielung guter Leistungen sehr präzise Feil- oder Schleifarbeit. Diejenigen, denen diese Ar-

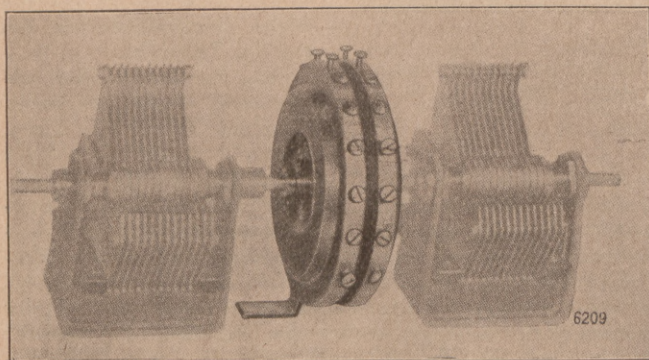


Abb. 1.

beiten Schwierigkeit machen, werden es begrüßen, daß nunmehr solche Antriebssysteme als Einzelteile zu verhältnismäßig billigen Preisen (etwa 12 M.) von verschiedenen Firmen angeboten werden. Es handelt sich dabei nicht um die üblichen sogenannten Schalldosen mit Eisenmembrane, sondern um solche mit beweglichen kleinen Ankern ähnlich denen, wie sie in den oben erwähnten Aufsätzen beschrieben sind.

Für den Besitzer von guten Niederfrequenzverstärkern und Lautsprechern ist es von Interesse, daß sie die Möglichkeit haben, diese Vorrichtung auch zur Wiedergabe von

Grammophonmusik zu benutzen, indem sie statt der üblichen Schalldose eine kleine elektrische Dose benutzen, im Prinzip ein kleines Telephon, dessen Anker (Membrane) mit der Grammophonnadel in Verbindung steht. Wir sahen eine solche Vorrichtung auf dem Stande der Firma Radiofrequenz.

Die Firma Gans & Goldschmidt zeigte als Neuheit den „Charakterographen“, einen Apparat, der es ge-

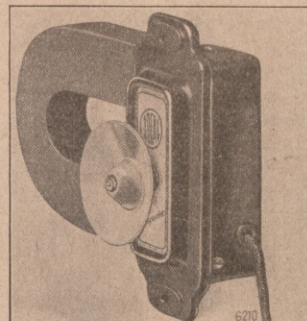


Abb. 2.

stattet, allein durch mechanische Bewegung die Anodenstrom-Gitterspannungs-Kennlinie einer Röhre aufzuzeichnen. Der Apparat enthält ein Instrument zur Messung des Heizstromes und der Heizspannung, ein Voltmeter für die Gitter- und Anodenspannung und ein Milliampereometer für den Anodenstrom, das durch einen Stöpsel auf fünf verschiedene Meßbereiche zwischen 10 und 100 mA umgeschaltet werden kann. Das zur Aufzeichnung der Charakteristik bestimmte Millimeterpapier wird in eine Kassette eingelegt und diese durch Kurbelumdrehung durch den Apparat hindurchbewegt. Bei dieser Bewegung nimmt sie den Schlitten des Gitterspannungs-Potentiometers mit. Nach je zehn Kurbelumdrehungen schlägt ein mit dem Zeiger des Anodenstrom-Milliampereometers in Verbindung stehender Hebel gegen ein vor der Kassette liegendes Farbband und markiert so den jeweiligen Anodenstrom. Nach Fertigstellung der Kurve fällt die Kassette aus dem Apparat heraus. Die Aufnahme einer Kurve dauert etwa 2 Minuten. Es ist also durch diesen Apparat die Möglichkeit gegeben, eine Röhre schnell und ohne besondere Kenntnisse auf die Lage ihrer Kennlinie hin zu prüfen, und es wäre wünschenswert, wenn Röhrenfabrikanten oder -händler diese Möglichkeit dazu ausnutzten, jeder Röhre die ihr eigene Kennlinie statt der gedruckten Mittelwertskurve beizulegen.

*

Die mit Wechselstrom geheizten Röhren, die von verschiedenen Firmen auf den Markt gebracht werden, sind bereits an anderer Stelle gewürdigt worden¹⁾. Die Valvo-Röhrenfabrik hat die Anzahl der von ihr hergestellten Röhren vergrößert und neue Bezeichnungen für sie eingeführt, aus denen sich wie bei anderen Fabrikaten Heizspannung und -strom ohne weiteres entnehmen lassen. Automatisch regulierende Heizwiderstände, die sich bisher nur für größere Stromstärken (mehr als 0,5 Amp) herstellen ließen, werden jetzt von mehreren Firmen angeboten.

Die Anodenbatterien (Elemente und Sammler), die man sah, machten alle einen recht soliden Eindruck; besonderer Wert wird jetzt auf hohe Strombelastbarkeit gelegt. Die innere Isolation der Trockenbatterien ist fast überall wesentlich verbessert worden; teilweise wurde die Güte der Isolation in drastischer Weise den Besuchern vor Augen geführt. Die Netzanschlußgeräte machen jetzt schon einen mehr technischen Eindruck, wie dies von

¹⁾ Vgl. Heft 39 des „Funk“, Jahr 1927, „Neue Röhren auf der Funkausstellung“, und den Aufsatz von E. Schwandt auf Seite 561 des vorliegenden Heftes.

einem Gerät, das an das Netz angeschlossen werden soll, auch verlangt werden muß. Als Konstruktionsmaterial hat Eisen das (unzulässige) Holz fast vollkommen verdrängt.

Drehkondensatoren waren in sehr schöner und formvollendeter Ausführung vertreten. Von verschiedenen Firmen werden Mehrfachkondensatoren mit verschiedenen Kopplungen angeboten. Neuartig schien uns die Konstruktion eines Tauchkondensators mit spiralförmig aufgewickelten Belegungen zu sein. Eine Firma stellt einen Drehkondensator mit Quecksilberfüllung her.

Spulen gibt es in genügend verschiedener Ausführung. Hier scheint uns jedoch eine Bemängelung nötig. Die Lobpreisungen der einzelnen Fabrikanten sind zum Teil ungerechtfertigt und zeigen bisweilen, daß der Hersteller über die Anforderungen, die an eine gute Spule gestellt werden müssen, nicht genügend unterrichtet ist. So werden, lediglich um etwas Neues zu bringen, neue Wicklungsformen erdacht, die durchaus unzuverlässig sind, und so gewickelte Spulen als ganz besonders leistungsfähig angepriesen. Auch über das Wesen und die Erfordernisse einer Kopplung machen sich manche Hersteller falsche Vorstellungen. Derartige Prospekte und Anpreisungen, die geeignet sind, den Bastler zu irritieren, sollten verschwinden!

Hochohmwidstände werden jetzt in guter Ausführung von einer Reihe verschiedener Firmen — darunter auch von Siemens & Halske — hergestellt. Wie allgemein auf Qualitätsarbeit Wert gelegt wird, zeigt als Beispiel die Tatsache, daß eine Firma für ihre Niederfrequenztransformatoren fünf Jahre Garantie leistet.

Die deutsche Funkausstellung in Leitmeritz.

*Leitmeritz, Mitte September.

Als letzte große Veranstaltung der in diesem Sommer sehr prächtig begangenen 700-Jahrfeier der Stadt Leitmeritz wurde dieser Tage in Anwesenheit der Vertreter fast aller sudetendeutschen Radioklubs die erste große deutsche Funkausstellung in der Tschechoslowakei eröffnet. Die ehrwürdige Stadt hatte dazu reichlichen Fahnschmuck angelegt und auf dem alten Rathaus, das eben erst schwere Renovierungsarbeiten überstanden hatte, und auf dem würdig ragenden Stadtturm waren in elektrischen Glühlampen die denkwürdigen Jahreszahlen aufgeschrieben, ja, zur besonderen Ehrung des Funkwesens lies man sogar schon am Vorabend der Eröffnung auf dem Türmchen des Rathauses das Blitzzeichen in eiliger Folge aufleuchten. Wirkte schon der Widerspruch der großstädtischen Lichtreklame mit der gotischen Fassade dieses immerhin provinziellsten Rathauses, so war es vollends ein jubelnd gegenwartsfreudiger Anachronismus, wenn aus dem Spitzbogenfenster am Morgen vor der Eröffnung ein Lautsprecher den Besuchern des Leitmeritzer Korsos Wiener Vormittagsmusik darbot, die weil der Direktor des Prager Radiojournals auf seinem Automobil vorgefahren kam, um die Teilnahme seiner Gesellschaft abzusagen, deren Ausstellungsmaterial derzeit noch in Frankfurt a. M. bei der Internationalen Musikausstellung aufliegt. Zu alledem strahlende Sonntags-sonne.

Staatsanwalt Dr. Werner, der Obmann des Leitmeritzer Radioklubs, begrüßte die Erschienenen, und Oberstleutnant i. R. Franz Knöchel hielt als Bürgermeister die Eröffnungsrede. Er betonte, daß im bisherigen Verlauf der 700-Jahrfeier die reiche Vergangenheit der Stadt reichlich zu ihrem Recht gekommen ist. Nun wolle man durch diese Funkausstellung sich freudig zur Gegenwart bekennen. Es folgt ein Rundgang durch die hochgewölbten Hallen des ersten und des zweiten Stockes, wo neben alten Skulpturen, einer Kanzel und einem Drachenkampf, Stände mit modernsten Solodyn, trichterlosen Lautsprechern und hochvernickeltem Material angeordnet sind. Reicher Bäumchenschmuck erhöht die Festesstimmung. Was Wunder, daß schon am Eröffnungstage ein halbes Tausend von Besuchern überschritten wurde.

Die Stände trugen die Namen von Funkhändlern aus den nordböhmischen Städten und von Vertretern deutscher,

Die Herstellung guter Lautsprecher hat ganz erhebliche Fortschritte gemacht. Der Flächenlautsprecher herrscht allgemein vor; am meisten sah man die Konusform. Als Material wird gewöhnlich Pappe gewählt, doch fanden wir auch Flächen aus Zelluloid und aus Aluminiumblech. Ein Faltslautsprecher aus dünnem Aluminiumblech in Ellipsenform zeichnete sich durch eine ganz hervorragende Wiedergabe aus. Originell ist das Lautsprecherwerk, das — von einer bekannten Firma hergestellt — einfach auf irgendeine Fläche (z. B. Fensterglas, Türfüllung, Zigarrenkiste u. dgl.) aufgesetzt zu werden braucht und sich infolgedessen vor allem für Reise-Empfänger eignet. Die Wirkung kann keineswegs als schlecht bezeichnet werden. Elektrostatische Lautsprecher waren in mehreren Ausführungen vertreten; der Vogtsche Lautsprecher bringt die hohen und höchsten Töne sehr gut — allerdings sogar zu gut; im Verhältnis zu den tiefen Tönen sind sie zweifellos viel zu stark. Man sollte einmal versuchen, einen solchen Lautsprecher gleichzeitig mit einem anderen zu betreiben, der die tiefen Töne zu stark begünstigt. Eine andere Firma zeigte einen elektrostatischen Lautsprecher in Form von vier stehenden Zylindern; auch hier war die Wirkung recht beachtenswert.

Brauchbare Meßinstrumente sahen wir an verschiedenen Stellen. Außerdem noch manches Praktische, so z. B. einen Akku-Träger, zusammensetzbare Abschirmkästen aus Aluminium, einen recht betriebssicheren und preiswerten Pendelgleichrichter u. a. m.

österreichischer und amerikanischer Werke. Von der inländischen Industrie war nur das Zenith-Werk mit einer chronologischen Aufstellung der bisherigen Empfängertypen und Telekra vertreten. Die vielen behelfsmäßig errichteten Antennen wetteiferten in der Herbeiführung ferner Klänge, und jeder Lautsprecher — zum Glück nicht dicht gedrängt wie in Messständen — brachte ein anderes Programm. So bot sich vielfache Abwechslung und Unterhaltung auch solcher Besucher, die nicht unmittelbar am Funkwesen interessiert sind.

Der Sammelpunkt der wahren Funkfreunde war allerdings die reich beschickte Bastelschau. Hier fiel ein Empfänger auf, dessen Vorder- und Grundplatte aus vielfach gebohrtem Spiegelglas bestand. Die innere Ausführung ist so sauber, daß sie sich eben sehen lassen kann. Andere Geräte, in vollendete Möbel gekleidet, enthalten Netzanschlußgeräte und Akkumulatorenräume. Ein Mehrfachröhrenempfänger ist optisch und akustisch hervorragend und ein Solodyne, der zur vollkommenen Abschirmung innen in eine große Zahl von Fächern geteilt ist.

Fast durchwegs sind deutsche Qualitätserzeugnisse eingebaut worden. Unter den Teilnehmern an der Bastelschau wurde ein Wettbewerb ausgeschrieben. Eine Kommission von Fachleuten prüfte die angemeldeten Geräte, die von den Erbauern selbst bedient wurden, auf Lautstärke, Klangreinheit, Trennschärfe und Einfachheit der Bedienung.

Die Ausstellung bietet ein sehr erfreuliches Bild vom Stand des deutschen Funkwesens in der Tschechoslowakei.

g. h.

*

Der größte jugoslawische Sender vor der Vollendung. In der kürzesten Zeit wird der Bau der neuen jugoslawischen Sendestation, die sich 15 km von Agram entfernt in Velička-Gorica erhebt, beendet. Es wird bereits mit der Inneneinrichtung und Montage der Apparatur begonnen. Der Sender wird durch die Berliner „Telefunken“-Fabrik auf Reparationskonto geliefert. Die Einrichtung und Montage wird unter Führung deutscher Monteur ausgeführt. Das Stationsgebäude umfaßt einen großen Maschinensaal, einen Sendesaal sowie Nebenräume, Werkstätten und Kanzeleien. Der regelmäßige Funkbetrieb wird voraussichtlich erst zu Beginn des nächsten Jahres aufgenommen.

Der Schwingungseinsatz beim Rückkopplungsaudion

Die Rückkopplung — Praktische Schlußfolgerungen¹⁾.

Von
Walter Kittlick.

Wir kommen jetzt zu der weniger schwierigen Frage des harten und weichen Schwingungseinsatzes. Wie im ersten Teil nur die Audionwirkung ohne Rückkopplung, so sei jetzt die Wirkung der Rückkopplung (Selbsterregung) ganz für sich betrachtet. Ein jeder weiß, daß bei einer bestimmten festen Rückkopplung die Röhre zum Schwingungserzeuger (Generator) wird. Wie kann man nun an der Arbeitscharakteristik erkennen, ob die Röhre (bei richtigem Wicklungssinn der Rückkopplungsspule) Schwingungen liefert und ob deren Amplitude abnimmt, zunimmt oder konstant bleibt? — Auch das läßt sich sehr hübsch und anschaulich graphisch erläutern. Dazu haben wir nichts weiter nötig, als die sogenannte Rückkopplungsgerade in unser Universaldarstellungsmittel, die Arbeitscharakteristik, einzuzeichnen (vgl. Abb. 6). Die Rückkopplungsgerade gibt an, welche Gitterwechselspannung E_g auf den Gitterkreis zurückübertragen wird, wenn im Anodenkreis ein bestimmter Anodenstrom I_a fließt. Dabei ist die Art der Rückkopplungsschaltung (induktiv oder kapazitiv) vollkommen gleichgültig. Stets ist der Zusammenhang von I_a und E_g linear, d. h. je größer (oder kleiner) I_a , desto größer (oder kleiner) E_g . Es herrscht direkte Proportionalität. Die Neigung (Steilheit) der Rückkopplungsgeraden ist durch die Stärke der Rückkopplung bestimmt. (Wir setzen nur voraus, daß das Verstellen der Rückkopplung keinen Einfluß auf die Frequenz ausübt.) Bei loser Rückkopplung ist die Rückkopplungsgerade steiler, bei fester ist sie flacher.

Man erkennt aus Abb. 6: Gemäß der Arbeitscharakteristik ergibt sich für eine bestimmte Gitterspannung E_g (Ursache) der entsprechende Anodenstrom I_a (Wirkung). Die Rückkopplungsgerade andererseits gibt für I_a eine bestimmte (rückgekoppelte) Gitterspannung E_g . Die Wirkung dient wieder als Ursache. Der Kreislauf ist geschlossen, und es

Selbsterregung

$I_a = \text{const.}$, d. h. stabiler Zustand, wenn mittlere Steilheit der Arbeitskennlinie gleich Steilheit der Rückkopplungsgeraden ist.

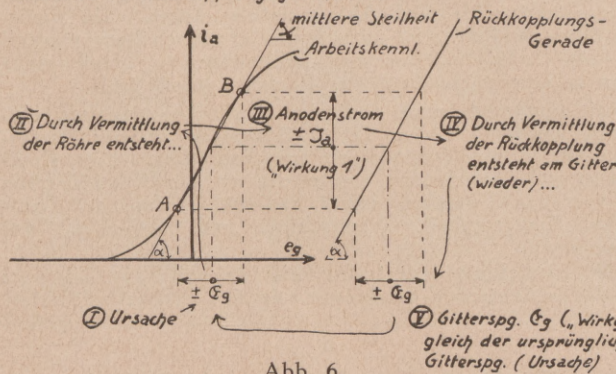


Abb. 6.

(Abb. 7), und von demselben Anodenstrom wird eine höhere Gitterspannung induziert. Die Anfangserregung sei mit E_{g1} so groß wie in Abb. 6. Dieser Zustand kann sich aber nicht aufrechterhalten; denn der zugehörige Anodenstrom I_{a1} bewirkt infolge der Rückkopplung eine Gitterspannung E_{g2} (die größer ist als ihre Ursache E_{g1}). Dazu gehört der Anodenstrom I_{a2} und weiter die rückgekoppelte

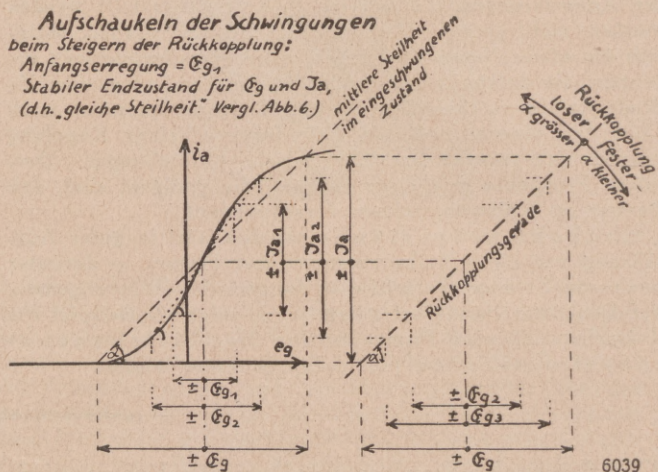


Abb. 7.

größere Spannung E_{g2} usw. Ursache und Wirkung vergrößern sich gegenseitig so lange, bis E_g und I_a als Endwerte erreicht sind, bis nämlich die mittlere Steilheit der Kennlinie infolge der Amplitudenvergrößerung sich so weit verringert hat, daß sie gleich der Steilheit der Rückkopplungsgeraden geworden ist.

Umgekehrt erkennt man, daß der Anodenwechselstrom abnehmen muß, solange (bei loserer Rückkopplung) die Rückkopplungsgerade steiler verläuft als die mittlere Steilheit der Kennlinie, denn es fehlt jetzt an der nötigen Rückübertragung mittels der Koppelrichtung.

Zur Vereinfachung kann man die Rückkopplungsgerade gleich in die Kennlinie einzeichnen und dann sofort überblicken, ob die Schwingungen anwachsen, abnehmen oder konstant bleiben, und welches ihre Größe im erreichten Endzustand ist. Der Mittelpunkt der Schwingungen ist durch die Vorspannung (Gitterruhespannung) gegeben. Sobald die Rückkopplungsgerade in die Richtung der Kennlinien-Tangente (im Ruhepunkt) fällt oder flacher verläuft, wird der Zustand labil, so daß der allergeringste, gar nicht zu vermeidende Anstoß genügt, um die Schwingungen zum Einsetzen zu bringen.

Man sieht, daß in Abb. 7 die Schwingungen gerade eben einsetzen, wenn (durch allmähliches Steigern der Rückkopplung) die Rückkopplungsgerade auf die Steilheit im Wendepunkt abgesunken ist, und ferner, daß die Schwingungen „folgen“, d. h. genau mit der Rückkopplung größer und kleiner werden. Dies ist der weiche Schwingungseinsatz.

Abb. 8 zeigt die Verhältnisse, wenn der Ruhepunkt an den unteren Knick verlegt ist. Im Gegensatz zum vorigen Bild muß zunächst die Rückkopplung fester gemacht werden wegen der geringeren Steilheit im Ruhepunkt. Wenn jetzt die Schwingungen einsetzen (Tangente), so vergrößern sie sich sofort, weil anfangs mit größerer Amplitude eine größere Steilheit sich ergibt; schließlich aber wird ihrem weiteren Anwachsen durch Verringerung der mittleren

bestehen dauernde Schwingungen, wenn Ursache und Wirkung im Gleichgewicht sind; mit anderen Worten, wenn die mittlere Steilheit der Arbeitskurve (dargestellt durch die Verbindungslinie zwischen den beiden äußersten Arbeitspunkten A—B) gleich der Steilheit der Rückkopplungsgeraden ist.

Wird die Rückkopplung jetzt fester angezogen, so entspricht dem eine flacher liegende Rückkopplungsgerade

¹⁾ Fortsetzung aus Heft 38 des „Funk-Bastler“, Jahr 1927, Seite 537.

Steilheit Einhalt geboten. Anders ausgedrückt, die Amplitude „springt“ sofort auf einen bestimmten Wert. Dies ist der gefürchtete harte Schwingungseinsatz. Verbunden damit ist die Erscheinung, daß beim Lockern der Rückkopplung die Amplitude zunächst nur wenig abnimmt und dann plötzlich auf Null zusammenfällt („abreißt“), wobei die Rückkopplung jetzt geringer ist als kurz vor dem Einsetzen.

Zusammengefaßt: das Einsetzen der Schwingungen erfolgt mit Notwendigkeit, wenn die Rückkopplungsgerade die Steilheit der Tangente im Ruhepunkte erreicht. Und das Kriterium für weiches und hartes Einsetzen liegt darin, ob die mittlere Steilheit der Kennlinie für Amplituden, größer als Null, kleiner wird (weich!) oder zunächst größer wird (hart!). Stets ist weicher Schwingungseinsatz beim Audion vorhanden, wenn der Ruhepunkt an der steilsten Stelle der Charakteristik liegt.

Es gibt aber noch eine andere Möglichkeit für weiches Einsetzen; nämlich wenn der untere Teil der Charakteristik so gekrümmt ist, daß auch hier für zunehmende Amplituden die mittlere Steilheit kleiner wird. Dies ist der Fall, wenn

**Harter Schwingungseinsatz
am unteren Knick.**

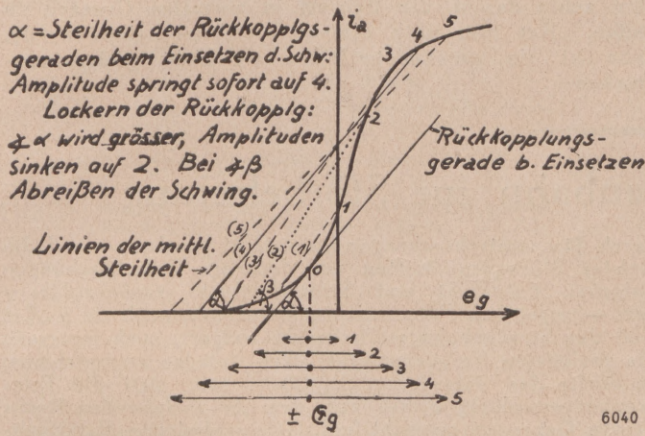


Abb. 8.

6040

die Krümmung etwas schwächer ist als bei einer quadratischen Parabel. (Diese bildet den Grenzfall, wo auch bei größeren Amplituden die mittlere Steilheit konstant bleibt)²⁾.

Welcher der beiden Fälle praktisch beim weichen Schwingungseinsatz gerade vorliegt, ließe sich nur durch äußerst schwierige und empfindliche Messungen ermitteln. Darauf kommt es auch gar nicht an. Zweck dieser Darlegungen ist nur, die möglichen Bedingungen aufzuzeigen und zu erklären, in welcher Weise die verschiedenen Einstellungen das Arbeiten der Röhre beeinflussen. Auch an einer sehr sorgfältig aufgenommenen Charakteristik könnte man noch nicht erkennen, welcher Punkt für den Schwingungseinsatz am günstigsten ist, weil dafür schon die äußersten, fast unmeßbaren Feinheiten der Kurve in Betracht kommen³⁾. Vielmehr hat man umgekehrt am Einsetzen und „Folgen“ bzw. „Springen“ der Amplituden erst erkannt, daß die Charakteristik an diesen Stellen gewisse Unregelmäßigkeiten besitzt (Reißdiagramm).

Je mehr die Rückkopplungsgerade durch Steigern der Rückkopplung sich der Richtung der Tangente nähert, desto größer wird die Dämpfungsverminderung. In dem Augen-

blicke, wo beide die gleiche Steilheit besitzen, ist die resultierende Dämpfung vollkommen Null. Diese Einstellung ist praktisch nicht zu erreichen; aber wir können uns ihr weitgehend nähern, falls der Schwingungseinsatz weich erfolgt, so daß auch bei einem stärkeren Anstoß die Schwingungen stets wieder abklingen. Befindet man sich dagegen in der Nähe des harten Schwingungseinsatzes, so kann für einen zufälligen Stromstoß eine größere mittlere Steilheit bestehen, und in diesem Falle setzen die Eigenschwingungen ein und können erst zusammenfallen, wenn die Rückkopplung gelockert wird. Damit ist man aber wieder von dem Punkt der Dämpfungsverminderung abgekommen und muß sich von neuem herarbeiten.

Somit sind wir jetzt imstande, die gewonnenen Erkenntnisse auf das Rückkopplungsaudion anzuwenden. Für bestes Arbeiten ist nach dem Vorhergesagten nur nötig, den Ruhepunkt an die steilste Stelle der Charakteristik zu bringen. Denn dieser gibt Gewähr für weichen Schwingungseinsatz und beste Verstärkung. (Weichen Schwingungseinsatz allein können aber, wie erwähnt, auch Punkte der unteren Krümmung geben. Die Verstärkung ist dann geringer und Verzerrung nicht ausgeschlossen.) Gleichzeitig muß der Ruhepunkt in Beziehung auf die Gitterstromcharakteristik so liegen, daß gute Gleichrichtung stattfindet, d. h. etwa im Bereich negativer Gitterspannung.

Die Hilfsmittel zur Einstellung des Rückkopplungsaudions sind also folgende:

1. Der Ruhepunkt, als Schnittpunkt der Widerstandsgeraden mit der Gitterkennlinie, ist einstellbar durch Wahl eines entsprechenden Ableitwiderstandes. Zweckmäßig wählt man bei lautem Empfang $R_g = 0,5 \div 1,0$ Megohm, bei schwachem Empfang $R_g = 1 \div 2$ Megohm. Gleichzeitig ist maßgebend die am unteren Anschlußpunkt von R_g liegende Spannung. Daher schließe man, um weitere Einstellbarkeit zu ermöglichen,
2. den Ableitwiderstand stets an ein Potentiometer, das zwischen Plus- und Minus-Heizung liegt. Falls diese Regelung noch nicht ausreichen sollte, versuche man evtl. noch eine geringe zusätzliche Vorspannung (meist unnötig). — Über dem so eingestellten Ruhepunkt soll nun die steilste Stelle der Charakteristik liegen.

3. Man verschiebe die Charakteristik durch Steigern der Anodenspannung allmählich ins Negative, bis weicher Schwingungseinsatz erfolgt. Maßgebend für die Größe der Anodenspannung ist der Durchgriff (Verschiebungsspannung = $D \cdot E_a$). Hohe Anodenspannung (vorteilhaft in der Verstärkerschaltung, wo mit größeren negativen Gitterspannungen gearbeitet wird) bringt bereits die obere Krümmung in das Gebiet negativer Gitterspannung und wird meist instabile Verhältnisse hervorrufen.

4. Die Heizung kann bei richtiger Anodenspannung relativ gering sein, denn es ist nur gerade ein steiler Wendepunktsbereich erforderlich. Wegen der verhältnismäßig kleinen Amplituden braucht die Kennlinie keine große Länge zu besitzen. Allerdings bringt, auch unterhalb der Sättigung, bei kurzen Drähten stärkere Heizung immer noch eine geringe Versteilerung der Kennlinie und damit eine gewisse Verlagerung des Wendepunktes mit sich, weil die wirksame Heizfadlänge dabei zunimmt (Abkühlung der Heizfadenden durch Wärmeleitung!). Ferner nimmt mit zunehmender Heizung der Gitterstrom etwas zu; mit höherer Anodenspannung dagegen etwas ab. Die Heizung beeinflusst also die Steilheit sowie in geringem Maße die Lage des Wendepunktes und des Ruhepunktes. Nähere Betrachtungen über die Größe dieser Einflüsse anzustellen erübrigt sich, weil die Erscheinungen viel zu innig ineinandergreifen, als daß irgendwelche Berechnungen hier zum Ziele führen könnten. Jedenfalls muß man bei zu hoher Anodenspannung sehr stark heizen, um weiches Einsetzen zu erzielen. Daher auch die kurze Lebensdauer vieler Audionröhren infolge falscher Anodenspannung!

²⁾ Vgl. Barkhausen, Elektronenröhren, Band II, S. 97 f. Verlag Hirzel 1925.

³⁾ Z. B. geringfügige Deformationen, verursacht durch den Gitterstrom oder kleine Unregelmäßigkeiten im Aufbau der Röhre. Anodenstrom plus Gitterstrom ergeben den Emissionsstrom, der stets einen einigermaßen glatten Verlauf hat. Daher wird der Anodenstrom weniger stark zunehmen, wenn der Gitterstrom zu fließen beginnt, weil dieser sich von jenem subtrahiert.

Praktische Schlußfolgerungen.

Durch sorgfältiges Ausprobieren wird man bei fast jedem Audion weichen Schwingungseinsatz erzielen. Schafft der Einbau eines Potentiometers (s. unter 2.) keine Abhilfe, dann ist die Röhre nur als Verstärker zu gebrauchen. Ein Potentiometer kann entbehrlich sein, wenn der Ableitwiderstand an seinem festen Anschlußpunkt gerade die richtige Vorspannung erhält und auch die verwendete Röhre dazu paßt. Die einmal ermittelten Betriebsbedingungen, nämlich Anodenspannung, Heizung und Potentiometerstellung sind beizubehalten. Läßt die Arbeitsgüte nach, so ist dies meist ein Zeichen, daß die Anodenbatterie oder die Heizbatterie erschöpft ist. Nur bei Auswechslung der Röhre, besonders wenn man einen anderen Typ nimmt, wird ein neues Einrichten erforderlich sein.

Man geht dabei zweckmäßig folgendermaßen vor: Zuerst überzeugt man sich, ob Schaltung und Röhre in Ordnung sind. Bei fester Rückkopplung, mehr oder weniger starker Heizung und einer Anodenspannung von etwa 40 Volt muß das Audion schwingen. Kontrolle: Berühren der Gitterleitung mit dem (angefeuchteten) Finger ergibt deutliches Knacken im Telefon. (Potentiometer vorläufig auf einen Wert einstellen, bei dem die Schwingungen am leichtesten einsetzen.) Einstellen auf einen Sender, der mäßig lautes Überlagerungspfeifen ergibt, und sofort Lockern der Rückkopplung!

Man wählt zunächst eine geringe Anodenspannung, z. B.

15 Volt, nimmt die Heizung zuerst schwach, dann allmählich stärker, und beobachtet jedesmal, indem man die Rückkopplung abwechselnd anzieht und wieder lockert, ob die Schwingungen einsetzen und bei welcher Rückkopplung das geschieht. Dann nimmt man die Anodenspannung höher (etwa von 6 zu 6 Volt steigend), verändert wieder die Heizung und sucht so die Anodenspannung und Heizung, bei denen der Schwingungseinsatz am leichtesten, d. h. bei der losesten Rückkopplung, erfolgt. Gleichzeitig soll der Einsatz weich und kontinuierlich vor sich gehen. Das Aussetzen der Schwingungen muß bei genau derselben Rückkopplungsstellung erfolgen wie das Einsetzen. Hat die Anodenspannung den günstigsten Wert (meist zwischen 20 und 40 Volt für Eingitterröhren) überschritten, so wird der Einsatz wieder härter. Übernormale Heizung kann dann unter Umständen Besserung bringen, schadet aber der Röhre. Die letzten Feinheiten, ganz weichen Übergang, erzielt man, indem man jetzt noch das Potentiometer auf den günstigsten Wert einstellt und eventuell Anodenspannung und Heizung etwas nachreguliert. Das Potentiometer bleibt von nun ab im allgemeinen unverändert. Man baut es zweckmäßig in den Apparat ein, damit unbefugtes Verdrehen ausgeschlossen ist und die Frontplatte nicht durch viele Knöpfe verwirrt. Man achte darauf, die Heizung in normalen Grenzen zu halten. Hat man nach diesem Verfahren keinen Erfolg, dann ist die verwendete Röhre als nicht geeignet anzusehen.

Die Verpflichtung der Straßenbahn zur Störfreiung

Die allgemeine Ansicht über die durch die Straßenbahnen verursachten Rundfunkstörungen geht bisher dahin, daß es in Deutschland keine gesetzlichen Bestimmungen gebe, die den Straßenbahngesellschaften die Verpflichtung zur Beseitigung dieser Störungen auferlegen könnten, und daß es somit guter Wille und Entgegenkommen der Straßenbahngesellschaften sei, wenn sie sich an den Kosten beteiligen.

Soweit es sich um Straßenbahnlinien handelt, die bereits vor Anlage der Rundfunksender in Betrieb waren, muß dieser Ansicht in vollem Maße beigepflichtet werden. In diesem Falle muß der Späterkommende (hier also die Telegraphenverwaltung), seine Anlagen so einrichten, daß Störungen nicht auftreten bzw. muß er die Kosten für eventuelle Änderungen der älteren Anlage in vollem Maße tragen.

Anders verhält es sich hingegen bei Straßenbahnlinien, die erst nach der Anlage der ersten Rundfunksender in Deutschland neu angelegt sind. Bei diesen tritt der § 12 des Gesetzes über das Telegraphenwesen von 1892 in Kraft, der besagt, daß, sofern Störung der Telegraphenleitungen durch den Betrieb der anderen Anlage eingetreten oder zu befürchten ist, die elektrischen Anlagen — in vorliegendem Falle die Straßenbahnen — auf Kosten des Teiles, der durch die spätere Anlage diese Störung veranlaßt hat, nach Möglichkeit so abzuändern sei, daß die beiden Leitungen sich nicht mehr störend beeinflussen. Unter Störungen der telegraphischen Leitungen sind hierbei in der Hauptsache die Sende- und Empfangsstörungen und weniger die örtlichen Beschädigungen der Leitungen gemeint. Daß nun auch der drahtlose Funkverkehr gleichfalls unter dieses Gesetz fällt und insbesondere der § 12 anwendbar ist, dürfte erhellen, wenn man bedenkt, daß in dem Gesetz von einer besonderen Art der Leitungen nicht die Rede ist. Der § 1 spricht allgemein von Telegraphen- und Fernsprechanlagen für die Vermittlung von Nachrichten; ob hierbei als Leiter Kupfer- oder Aluminiumdraht oder aber die Luft benutzt wird, dürfte hierbei belanglos sein. Maßgebend ist, daß die Straßenbahn durch ihren Betrieb Störungen beim Senden und Empfangen der Nachrichten verursacht. Soweit letzteres also der Fall ist, ist die Straßenbahn verpflichtet, ihre Anlagen auf eigene Kosten abzuändern.

Daß die technische Möglichkeit der Beseitigung dieser Störungen heute vorhanden ist, haben die bisher an zahlreichen Stellen durchgeführten Versuche ergeben. Auch der Referent über die Rundfunkstörungen auf der obengenannten Tagung in Kopenhagen hat dieses, soweit die Störungen

durch Stromunterbrechungen verursacht werden — und die meisten Störungen dürften auf derartige Unterbrechungen zwischen Fahrdrat und Stromabnehmer zurückzuführen sein — zugegeben. Wenn sich nun trotzdem noch ein großer Teil der Straßenbahngesellschaften weigert, auch ihrerseits die geeigneten Verbesserungen ihrer Anlagen vorzunehmen, so dürfte das darauf zurückzuführen sein, daß die Telegraphenverwaltung bisher von dem ihr zustehenden Recht keinen Gebrauch gemacht hat. Die zahlreichen Rundfunkhörer müssen jedoch erwarten, daß die Telegraphenverwaltung alles tut, um den Hörern den Empfang zu gewährleisten, den sie auf Grund der von ihnen erhobenen Gebühren fordern können. Sollten die Straßenbahngesellschaften es trotzdem ablehnen, ihre Anlagen abzuändern, so bliebe der Telegraphenverwaltung gemäß § 12 des Telegraphengesetzes der Klageweg offen.

Der in letzter Zeit von einzelnen Funkvereinen eingeschlagene Weg, gegen den Bau und Betrieb einer neuen Straßenbahnlinie wegen der zu erwartenden Rundfunkstörungen bei den Kleinbahnaufsichtsbehörden Einspruch zu erheben, erscheint zwecklos.

Nach § 4 des Kleinbahngesetzes von 1892 ist zwar bei Neuanlagen seitens der Kleinbahnaufsichtsbehörden auch der Schutz bestehender Anlagen gegen „schädliche Einwirkungen“ der Anlage und des Betriebes der Bahn wahrzunehmen. In dem seitens der Minister der öffentlichen Arbeiten und des Innern herausgegebenen Erlaß vom 9. Februar 1904 betr. den Schutz der Telegraphen- und Fernsprechanlagen gegenüber elektrischen Kleinbahnen wird jedoch unter Bezugnahme auf den obigen Paragraphen des Kleinbahngesetzes ausgeführt, daß der zu gewährleistende polizeiliche Schutz gegen schädliche Einwirkungen seitens der Bahn sich nur auf den Bestand (Substanz) der Telegraphen- und Fernsprechanlagen und die Sicherheit des Bedienungspersonals erstrecken darf, und daß die Genehmigung zu erteilen ist ohne Rücksicht darauf, ob zwischen der Telegraphenverwaltung und dem Bahnunternehmer schon eine Verständigung über die Vermeidung von störenden Beeinflussungen in obigem Sinne zustande gekommen ist.

Der einzig gangbare Weg ist somit nur der, daß das Telegraphenamts beim Bau neuer Straßenbahnlinien an die für den Betrieb in Frage kommende Gesellschaft das Ersuchen richtet, gemäß § 12 des Gesetzes über das Telegraphenwesen ihre Anlagen so einzurichten, daß Rundfunkstörungen vermieden werden.

Die räumliche Wiedergabe von Musik

Von
H. E. Hollmann.

Die „Elektrische Nachrichten-Technik“ veröffentlicht folgende Mitteilungen aus dem Physikalischen Institut der Technischen Hochschule Darmstadt, die, wenn sie bei den verantwortlichen Stellen des Rundfunks beachtet werden, zu einer Veredelung und Vertiefung der Wiedergabe sicherlich beitragen können.

Die Voraussetzung, daß die von einer Grammophon- oder Lautsprechermembran hervorgerufenen Schalldruckänderungen proportional denjenigen verlaufen, welche auf das Aufnahmemikrophon eingewirkt haben bzw. einwirken, besagt noch nicht, daß die durch eine künstliche Wiedergabe im Hörer hervorgerufene Klangempfindung die gleiche ist, wie beim unmittelbaren Hören des Originals. Bei der Aufnahme mit einem Mikrophon entfallen nämlich die sich aus dem Hören mit beiden Ohren ergebenden Richtungsempfindungen, sowie das damit in Zusammenhang stehende „plastische

weitere räumliche Vorstellung damit verbunden wäre. Es ist zwar in gewissem Maße möglich, neben der Richtung auch über die Entfernung einer Schallquelle mehr oder weniger bestimmte Angaben zu machen, doch dürfte dies mehr auf das Produkt der Erfahrung als auf einen physikalisch-akustischen Effekt zurückzuführen sein.

Die verschiedene Einstellung der optischen und akustischen Sinnesorgane Richtungseindrücken gegenüber führt zu einem weiteren Gegensatz zwischen dem binauralen Hören und dem binokularen Sehen: Die Vorgänge beim Sehen sind auf die unmittelbare Beziehung zwischen Gegenstand und Beobachter beschränkt, so daß die Umgebung auf den subjektiven Eindruck des betrachteten Gegenstandes ohne Einfluß bleibt. Beim Schall liegen die Verhältnisse dagegen anders. Hier ist die Schallausbreitung in hohem Maße von der Umgebung oder dem Raum, in welchem sie stattfindet, abhängig, indem ihre Gleichmäßigkeit durch Reflexion an im Schallfeld be-

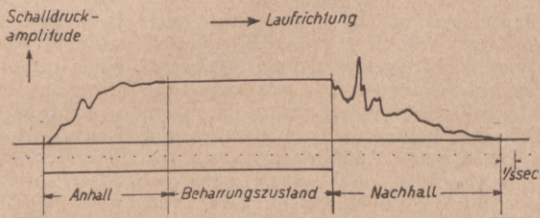


Abb. 1. Anhall, Nachhall und Wiederhall in einem Raum von etwa 2000 m³ Inhalt.

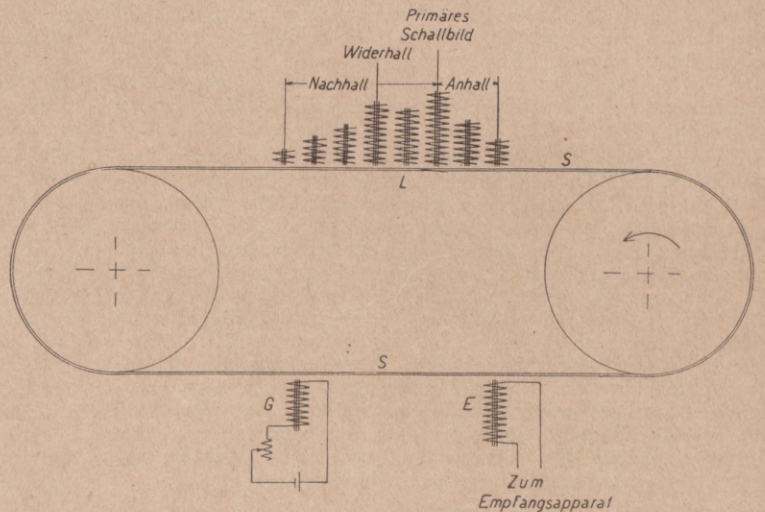


Abb. 3. Erzeugung eines künstlichen An-, Nach- und Wiederhalls auf magneto-phonographischem Wege.

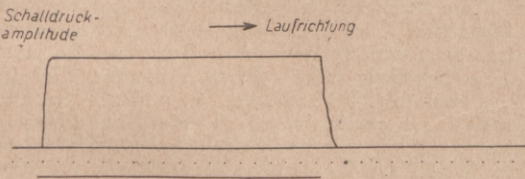


Abb. 2. Die gleichen Erscheinungen in einem Raum von 200 m³ Inhalt.

Hören“. Jede unter diesen Umständen entstandene Wiedergabe muß daher einen vom Original abweichenden, flächenhaften und leeren Charakter tragen.

Das „plastische Hören“ wird im Vergleich zum „plastischen Sehen“ vielfach als stereoakustischer Vorgang bezeichnet, doch zeigen die folgenden Betrachtungen, daß diese Analogie nur geringe Berechtigung hat.

Die allgemein als „plastisches Sehen“ bezeichnete Erscheinung beruht darauf, jeder Entfernung zwischen dem beobachteten Gegenstand und dem Beobachter einen bestimmten „Sehwinkel“ zuzuordnen und den Gegenstand auf Grund der in beiden Augen unter zwei verschiedenen Richtungswinkeln entstandenen Bilder im Raum äußerst exakt zu lokalisieren. Dieser Vorgang bedingt bereits, daß das einzelne Auge eine Richtungsempfindung hat, welche auch durch die Lage des Netzhautbildes ohne weiteres gegeben ist. Das einzelne Ohr dagegen zeigt eine solche Richtungsempfindlichkeit nicht, sondern wird von aus allen Richtungen kommenden Schallwellen annähernd gleichmäßig erregt. Ein akustischer Richteffekt entsteht vielmehr erst aus der binauralen Zusammenwirkung beider Ohren, indem jedes ein anderes Klangbild aufnimmt, welche beide, genau wie das optische Doppelbild des Stereoskops, psychisch zur Deckung gebracht werden. Dabei beruht der Unterschied der beiden binauralen Klangbilder im Gegensatz zu den Stereoskopbildern nicht auf einer räumlichen, sondern auf einer zeitlichen Verschiedenartigkeit: Sie sind beide um eine bestimmte, der jeweiligen Schallrichtung entsprechende Zeitdifferenz gegeneinander verschoben.

Das binaurale Hören übermittelte also lediglich einen Richtungseindruck, ohne daß, wie beim binokularen Sehen, eine

findlichen Gegenständen oder an den Begrenzungsflächen des Raumes gestört wird.

Nun bringt der Umstand, daß das Ohr Schallwellen aus allen Richtungen fast gleichmäßig aufnimmt, dem Hörer die Eigentümlichkeiten des ihn umgebenden Schallfeldes zum Bewußtsein, und so kommt es, daß ein Klangbild nicht so, wie es von der Schallquelle unmittelbar ausgeht, gehört wird, sondern daß es einer Beeinflussung durch die Umgebung unterliegt, die ihm eine jeweils charakteristische Tönung verleiht. Die große Bedeutung der Raumakustik erkennt man, wenn man sich dieselbe Musik einmal in einem Konzertsaal mit „guter“ oder „schlechter“ Akustik, das andere Mal im Freien vergegenwärtigt.

Physikalisch äußert sich der Einfluß des Raumes in drei Erscheinungen: dem Anhall, Nachhall und dem Wiederhall. Dabei ist die An- und Nachhallzeit derjenige Zeitraum, der erforderlich ist, bis sich bei Erzeugung eines Tones von bestimmter Mindestenergie der stationäre Beharrungszustand eingestellt hat bzw. bis beim Abklingen des Tones die Hörschwelle erreicht wird. Der Wiederhall entsteht durch übermäßig starke Reflexionen an den Wänden; im allgemeinen macht er sich nur als Störung des gleichmäßigen Nachhallverlaufes bemerkbar und kommt uns wenigstens innerhalb dieses nicht als Wiederhall zum Bewußtsein. Je nach der Länge des vom Schall zurückgelegten Weges können jedoch beträchtliche Zeitdifferenzen zwischen den primären und den reflektierten Schallwellen auftreten, wodurch die Deutlichkeit von Sprache und Musik stark beeinträchtigt werden kann. Von allen drei Erscheinungen tritt der Anhall am wenigsten hervor, weil er von den primären Schallwellen fast vollständig zugedeckt wird und für nur kurze

Zeit anhaltende Töne, bei denen ein Beharrungszustand gar nicht erreicht wird, sofort in den Nachhall übergeht.

Ein anschauliches Bild der raumakustischen Vorgänge erhält man, wenn man den Verlauf der Lautstärke an irgendeiner Stelle im Raum beim An- und Abklingen eines Tones mit Hilfe eines registrierenden Instrumentes aufzeichnet. Solche Messungen sind vom Verfasser im Verein mit Herrn Th. Schultes ausgeführt worden¹⁾, wobei als Schallquelle ein Lautsprecher, zur Aufnahme ein hochempfindliches Zungentelephon und zur Registrierung ein Saitenoszillograph benutzt wurde. Die Abb. 1 zeigt eine mit dieser Anordnung aufgenommene Kurve. Die unter der Abzissenachse befindlichen Punkte sind Zeitmarken in $\frac{1}{8}$ Sek. Abstand; die Strichmarke gibt die Zeit an, während der die Schallquelle in Tätigkeit war.

Sabine hat als Ergebnis umfassender Untersuchungen gezeigt, wie die Nachhallzeit als Charakteristikum der Raumakustik von der Beschaffenheit des Raumes abhängt. Er fand vor allem, daß sie mit geringer werdendem Rauminhalt stetig abnimmt und konnte durch Messungen in zahlreichen Konzertsälen und Auditorien diese Abhängigkeit experimentell festlegen.

Während die Kurve 1 die akustischen Verhältnisse in einem Raum von annähernd 2000 m³ Inhalt wiedergibt, zeigt die Abb. 2 die akustische Struktur eines Raumes von nur etwa 200 m³ Inhalt. Man erkennt, daß sich An- und Nachhall im Vergleich zu dem großen Raum über ganz geringe Zeiten erstrecken, während ein Widerhall nicht mehr zu bemerken ist.

Zwischen den primären, direkt von der Schallquelle ausgehenden, und den sekundären Schallbildern des An-, Nach- und Widerhalls besteht nun ein weiterer Unterschied, der jedoch aus den Kurven nicht zu erkennen ist. Die primären Schallwellen erreichen den Hörer unmittelbar, kommen also aus der Richtung der Schallquelle. Dagegen ist an dem Zustandekommen des Nachhalls gewissermaßen die ganze Begrenzungsfläche des Raumes beteiligt; die reflektierten Schallwellen treffen den Beobachter daher aus allen Richtungen, wobei während des Zusammenbrechens des Schallfeldes nur hin und wieder die eine oder die andere kurzzeitig bevorzugt wird. Schließlich entsteht der Widerhall an von der Schallquelle abgewandten, zumeist hinter dem Hörer liegenden Reflexionsstellen, und seine Richtung ist daher den primären Wellen gerade entgegengesetzt.

Die Fähigkeit des binauralen Richtungshörens setzt nun den Beobachter in die Lage, die verschiedenen raumakustischen Erscheinungen des An-, Nach- und Widerhalls von dem primären Klangbild psychisch zu trennen und, sofern sie auf die Deutlichkeit der Musik ohne störenden Einfluß sind, lediglich zu einer Vorstellung von der akustischen Struktur des Raumes zusammenzusetzen. Erfahrung und Gewöhnung haben dann dazu geführt, daß wir jeder Musik ein der jeweiligen Umgebung entsprechendes Maß an raumakustischer Tönung zuordnen und eine Musik mit zu geringer oder ohne jede Raumakustik als unnatürlich empfinden.

Eine binaurale Trennung zwischen dem primären und den sekundären Schallbildern ist natürlich nicht mehr möglich, wenn beide von einer Stelle ausgehen, wie es bei der Wiedergabe durch das Grammophon oder den Rundfunk der Fall ist. Da diese außerdem zumeist in Räumen erfolgt, die in keinem Verhältnis zu dem erzeugten Schallvolumen stehen, tritt auch hier keine nennenswerte raumakustische Wirkung mehr hinzu. Man hat frühzeitig erkannt, daß ein Nachhall bei einer monotonen Wiedergabe unnatürlich wirkt und suchte ihn daher bereits bei der Aufnahme zu unterdrücken. Zu diesem Zweck erhöhte man künstlich die Schallabsorption der Aufnahmeräume durch Auskleiden mit einem stark schalldämpfenden Material. Die Praxis hat dann gezeigt, daß unter diesen Umständen ein Nachhall von etwa 0,5 Sek. noch zulässig ist. Bei der Übertragung aus fremden Räumen muß man sich natürlich der unabänderlich vorhandenen, bedeutend größeren Nachhallzeit anpassen; dies geschieht durch Ausschalten der reflektierten Schallwellen, indem man das Mikrophon so nahe an die Schallquelle heranbringt, als es die räumliche Anordnung der einzelnen Instrumente, Gesangstimmen usw. gestattet.

Es gibt zwar eine Methode, welche die Raumakustik bei der Wiedergabe zur Geltung bringt, und zwar die der stereophonischen Aufnahme mittels zweier Mikrophone²⁾. Hierbei wird jedes Schallbild, wie es von dem einzelnen Ohr beim direkten Hören wahrgenommen würde, für sich aufgenommen und den beiden Ohren des Beobachters durch Kopfhörer getrennt zugeführt. Das Verfahren eignet sich jedoch nicht für die Wiedergabe durch Grammophon oder Lautsprecher, da hierbei eine Verschmelzung der beiden binauralen Klangbilder stattfindet, bevor sie beide Ohren erreicht haben. Der Erfolg ist etwa derselbe, wie beim Betrachten eines stereoskopischen Doppelbildes mit beiden Augen, ohne daß man dafür sorgt, daß jedes Auge nur ein Bild sieht. Dazu kommt, daß die Anwendung dadurch, daß zwei synchron laufende Grammophone oder beim Rundfunk zwei völlig getrennte Übertragungseinrichtungen vorhanden sein müßten, für die Wiedergabe durch Kopfhörer zu umständlich und kostspielig wird.

Im nachstehenden wird nun ein neues Verfahren beschrieben, welches gestattet, die fehlende raumakustische Tönung dem reproduzierten Schallbild wieder zu verleihen. Das Problem kann nach dem vorher Gesagten so definiert werden, daß die Verhältnisse, die bei der bisher gebräuchlichen Wiedergabe durch Grammophon und Rundfunk etwa den in der Abb. 2 dargestellten entsprechen, in solche umgewandelt werden müssen, wie sie beispielsweise durch die Kurve 1 beschrieben sind, wobei gleichzeitig durch Trennung der einzelnen Schallrichtungen für die Möglichkeit einer binauralen Auflösung zu sorgen ist. Je nach der Struktur der auf diese Weise künstlich hervorgerufenen Kurve sowie der Art der Schallverteilung hat man es in der Hand, einen Raum in beliebiger Annäherung an die Wirklichkeit akustisch nachzubilden und einen entsprechenden raumakustischen Eindruck im Hörer zu erwecken.

Die zeitliche Auseinanderziehung der Schallkurve zu einem langsamen An- und Abklingen ist verhältnismäßig einfach, wenn man von einem phonographischen Verfahren ausgeht. Das Klangbild wird dann nicht mehr wie bisher ein einziges Mal, sondern viele Male nacheinander in sehr kurzen Zeitabständen abgegriffen. An Stelle der einen Grammophon-nadel tritt also ein ganzes System von Nadeln, die alle nacheinander in derselben Rille auf der Platte schleifen. Um die Schallverteilung beliebig beeinflussen zu können, benutzt man zweckmäßig ein elektrisches Wiedergabeverfahren; man setzt also die mechanischen Nadelschwingungen nicht unmittelbar in Schall um, sondern verwandelt sie zunächst in niederfrequente Wechselströme, die nach vorhergehender Verstärkung Lautsprechern zugeführt werden. Durch Aufstellung dieser Lautsprecher an verschiedenen Stellen des Wiedergaberaumes kann man dann die Schallverteilung um den Hörer willkürlich ausgestalten.

Um das An- und Abklingen herbeizuführen, müssen die von den einzelnen Nadeln elektromagnetisch erzeugten Wechselspannungen verschieden abgestuft werden. Dies kann z. B. dadurch geschehen, daß man jedes einzelne Elektromagnetsystem mit einer anderen Windungszahl versieht. Oder will man sich eine nachträgliche Regulierung vorbehalten, so kann man durch Parallelschalten von veränderlichen Widerständen die in den einzelnen Magneten induzierten Spannungen beeinflussen. Infolge der räumlichen Ausdehnung der einzelnen Systeme ist natürlich die Erzeugung einer vollständig stetigen Kurve unmöglich, sondern es wird sich nur um eine Reihe hintereinander folgender Impulse verschiedener Amplitude handeln können. Praktisch dürfte es auch nicht möglich sein, jedes einzelne System mit einem besonderen Verstärker und Lautsprecher zu verbinden, sondern man wird sich darauf beschränken, mehrere Systeme zu einer Gruppe zusammenzufassen und dieser dann einen gemeinsamen Verstärker und Lautsprecher zuzuteilen.

Während das beschriebene Verfahren beim Grammophon ohne weiteres anzuwenden ist, liegen die Verhältnisse beim Rundfunk wesentlich ungünstiger. Hier muß das vom Empfänger her in Form niederfrequenter Wechselströme zur Verfügung stehende Klangbild zunächst in mechanische Bewegung übergeführt werden, was am einfachsten mit Hilfe des magneto-phonographischen Verfahrens gelingt. Eine ent-

¹⁾ Phys. Preisarbeit der Techn. Hochschule Darmstadt 1925/26.

²⁾ Vgl. die Aufsätze in den Heften 20 (S. 240), 23 (S. 281), 28 (S. 340) und 45 (S. 542) des „Funk“, Jahr 1925.

sprechende Anordnung zeigt schematisch die Abb. 3. E ist ein Schreibmagnet, welcher unmittelbar vom Niederfrequenzstrom des Empfängers durchflossen wird. Vor seinen Polen gleitet ein magnetischer Schriftboden S, ein endloser zwischen zwei Rollen ausgespannter Stahldraht, vorüber, auf den sich die Schallschwingungen in Form magnetischer Intensitätsänderungen übertragen. Die Abnahme erfolgt durch das Magnetsystem L, das in ähnlicher Weise wie vorher aus einer großen Zahl einzelner Elektromagnete zusammengesetzt ist und sich über eine bestimmte Länge des Schriftbodens erstreckt. In dem Schema wird das An- und Abklingen durch verschiedene Windungszahlen der Magnetspulen bewirkt; es kann natürlich auch auf die schon beschriebene Weise durch Regulierwiderstände herbeigeführt werden. Außerdem kann die Nachhalldauer im Gegensatz zum Grammophon durch Änderung der Laufgeschwindigkeit des Schriftbodens innerhalb gewisser Grenzen variiert werden. Nachdem der Stahldraht das System L passiert hat,

gleitet er an einem Gleichstrommagneten G vorüber und wird dabei wieder in den indifferenten Zustand, den er vor der Beschriftung besaß, übergeführt. Er kann also fortlaufend benutzt werden.

Ein Nachteil des Verfahrens besteht darin, daß es sich bei den Größenwerten der nachgebildeten raumakustischen Erscheinungen nur um konstante Mittelwerte handeln kann, wogegen in Wirklichkeit eine starke Abhängigkeit von der Frequenz besteht. So gelten auch die abgebildeten Kurven nur für eine bestimmte Frequenz und zeigen bei anderen Tönen einen völlig abweichenden Verlauf. Diese Frequenzabhängigkeit zu berücksichtigen, dürfte auf die beschriebene Weise nicht gelingen. Danach erscheint es vorläufig noch unmöglich, einen bekannten Raum oder Konzertsaal z.B. völlig naturgetreu akustisch nachzubilden; immerhin dürfte die Wiederherstellung einer gewissen Plastik bei der Wiedergabe wesentlich zur Ausgleichung an die natürlichen Verhältnisse beitragen.

Superheterodyne, Tropadyne oder Ultradyne?

Von
Robert Käubler.

Neben der Störungsfreiheit ist hauptsächlich die Betriebssicherheit ein Problem, das die moderne Empfangstechnik lebhaft beschäftigt. Ich verstehe dabei unter Betriebssicherheit die Fähigkeit eines Gerätes, zu jeder Tages- und Jahres-

langen Zwischenwelle zu benutzen, die dann hochfrequent in 3 bis 4 oder mehr Stufen verstärkt wird.

Die Empfängertypen, die auf diesem Prinzip aufgebaut sind, werden als Transponierungsempfänger bezeichnet. Der Vorgang ist bei allen Transponierungsgeräten derselbe. Man benutzt eine Hilfschwingung, die mit der abgestimmten Antennenschwingung Schwebungen hervorruft. Bekanntlich entsteht eine Schwebung bei gleichzeitigem Vorhandensein zweier Schwingungen, deren Frequenz verschieden ist, und äußert sich in einem Anschwellen und Abnehmen der Intensität. Die Anzahl der Schwebungsstöße ergibt sich aus der Differenz der Schwingungszahlen der beiden Schwingungserzeuger. In den Transponierungsempfängern entsteht die Schwebung durch die Verschieden- oder Gleichphasigkeit der beiden Schwingungen (Empfangswelle und Hilfschwelle). Um die Entstehung der Schwebung zu verstehen, betrachte man das Diagramm in Abb. 1. Die Welle c ist die aus den Schwingungen a und b

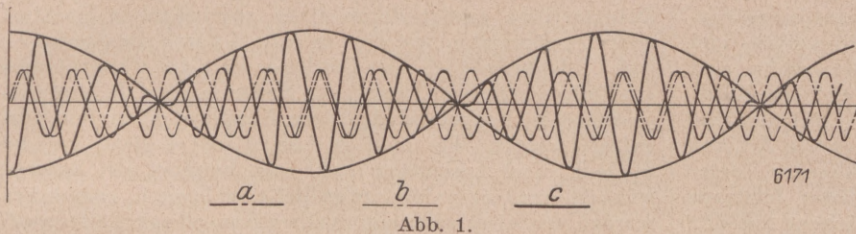


Abb. 1.

zeit, unabhängig von gutem oder schlechtem Empfangswetter, sicheren Empfang der gerade gewünschten Station zu gewährleisten. Es liegt auf der Hand, daß diese beiden Forderungen nur von Mehrrohrgeräten und besonders von solchen, bei denen eine wirksame Hochfrequenzverstärkung stattfindet, erfüllt werden können, überhaupt von Geräten, die den einwandfreien Gebrauch einer Rahmenantenne gestatten. Im selben Verhältnis, in dem die Reichweite eines Gerätes wächst, muß natürlich auch seine Selektivität zunehmen, damit ein klarer Empfang jeder einzelnen Station garantiert wird. Um die Reichweite einer Schaltung besonders groß zu machen, muß man, wie schon erwähnt, eine wirksame Hochfrequenzverstärkung vornehmen. Die Schwierigkeiten, die einer direkten Hochfrequenzverstärkung der kürzeren Wellen, etwa 200 bis 700 m Wellenlänge, entgegenstehen, ergeben sich hauptsächlich aus der außerordentlichen Zunahme der Schwingneigung bei jeder weiteren Verstärkerstufe, die besonders durch die schädlichen Kapazitäten im Röhrensockel und in der Röhre selbst hervorgerufen wird. Eine Schaltung, die diese Schwingneigung zu bekämpfen sucht, ist die Neutrodyneschaltung, in der durch kleine Neutralisationskondensatoren die schädlichen Kapazitäten kompensiert werden. Aber auch bei dieser Schaltung wird mit zunehmender Röhrenzahl (Maximum 3 Hochfrequenzstufen) die Schwingneigung derart groß, daß eine stabile Einstellung ziemlich unmöglich ist. Um nun diese Schwierigkeiten in der Hochfrequenzverstärkung zu überwinden, ging man dazu über, die kurzen Antennenschwingungen zur Modulierend einer im Apparat erzeugten

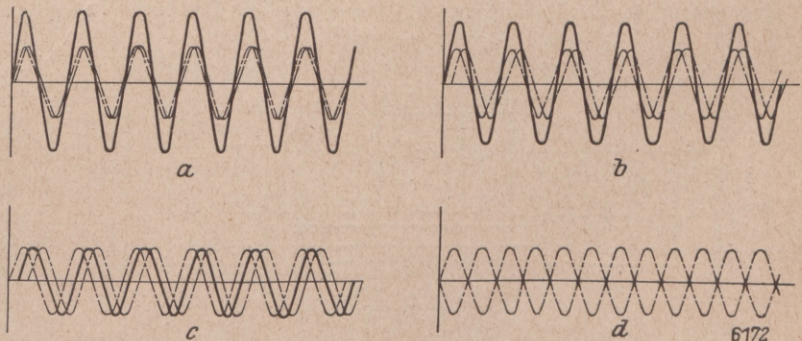


Abb. 2.

a = phasengleich (Verschiebung 0°). c = Verschiebung 120°.
b = Verschiebung 60°. d = Gegenphase (Verschiebung 180°).

entstandene Schwebung. Sind zwei Wellen phasengleich, d. h. nehmen sie ihre Scheitel- und Nullpunkte in gleichen Zeiten an, so addieren sie sich in ihrer Wirkung, während sie sich bei Gegenphase vernichten.

In Abb. 2 sind diese Fälle für Phasenverschiebungen von 0, 60, 120 und 180° graphisch dargestellt, wobei die dick gezeichnete Kurve die resultierende Schwingung wiedergibt. Durch solche Änderung in der Phase entsteht dann die in Abb. 1 dargestellte Schwebung c, dabei entspricht ein

Scheitelpunkt der Gleichphasigkeit und ein Nullpunkt der Gegenphase. Da, falls eine der beiden zusammenwirkenden Schwingungen moduliert ist, auch die Schwebungswelle dieselbe Modulation aufweist, ist es möglich, die kurzen Antennenschwingungen auf eine lange Zwischenfrequenz zu transponieren, die sich für die Hochfrequenzverstärkung am

Kristall, eine Reizschwelle besitzt, unterhalb deren ein Empfang gar nicht oder nur sehr schlecht stattfindet, kann durch Vorschaltung einer Vorröhre, gemäß Abb. 4, durch die die Reizschwelle des Detektors bedeutend heraufgesetzt wird, viel gewonnen werden. Durch diese Vorröhre ergibt sich jedoch ein weiterer großer Vorteil. Wird nämlich die Zwischenfrequenz durch eine besondere Oszillatordröhre geliefert, die durch Gitterkopplung an die Empfangsröhre, deren Gitterkreis auf die ankommende Schwingung abgestimmt ist, gekoppelt ist, und deren Hilfsfrequenz durch die Antennenschwingung überlagert wird, so muß diese Kopplung sehr fest gemacht werden.

Diese feste Kopplung ruft eine Abhängigkeit der beiden Kreise untereinander hervor, die sich um so mehr bemerkbar macht, je niedriger die erzeugte Zwischenfrequenz ist. Durch die Vorröhre wird nun der Oszillatorkreis vom Empfängerkreis getrennt und die ebengenannte Abhängigkeit beseitigt. Außerdem wird durch die Vorröhre eine Erregung der Antenne durch den Oszillator vermieden. Die Kopplung zwischen Vor- und

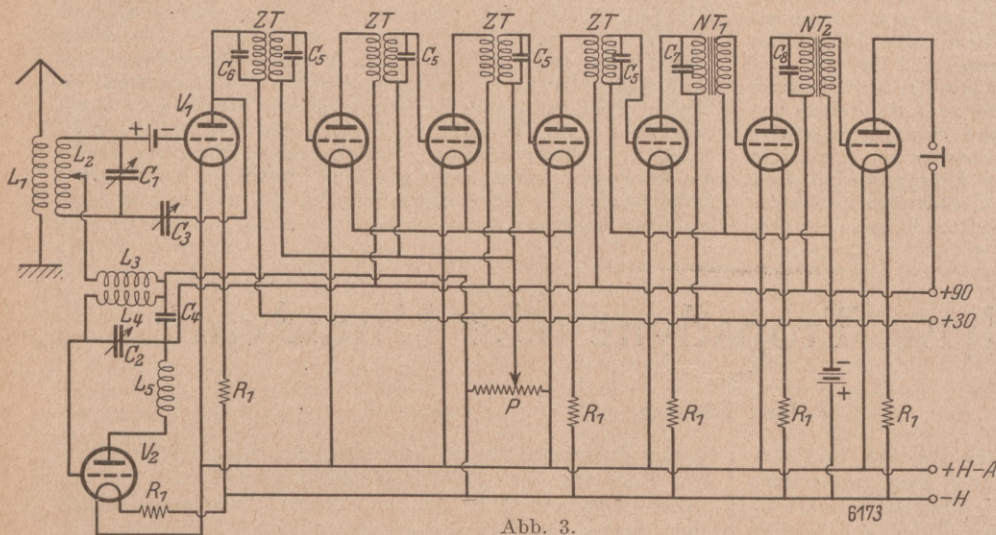


Abb. 3.

besten eignet. Die Hauptvertreter der Transponierungsempfänger sind der Superheterodyne-, der Tropadyne- und der Ultradynotyp. Außer ihrer großen Reichweite sind besonders außerordentliche Selektivität und einfache Handhabung weitere Vorteile. Ein Unterschied ergibt sich bei den drei ebengenannten Schaltungen nur durch die Art und Weise, in der die Modulation der Zwischenfrequenz vorgenommen wird, während die Verstärkung dieser letzteren und die darauf folgende Niederfrequenzverstärkung dieselbe ist. Der Unterschied besteht also im sogenannten „Apparateingang“. Um die Vor- und Nachteile der drei Schaltungen näher zu beleuchten, will ich in den folgenden Abschnitten jeden einzelnen Typ behandeln.

Der Superheterodyne.

Die Prinzipschaltung ist in Abb. 3 gegeben. Wie man sieht, wird die Erzeugung der Schwebungsfrequenz durch eine getrennte Oszillatordröhre V_2 bewerkstelligt. Da der

Detektorröhre erfolgt durch einen aperiodischen Hochfrequenztransformator, wie dies in Abb. 4 durch die Spulen L_6 und L_7 dargestellt ist. Der Oszillator ist als Rückkopplungsschaltung vorgesehen, wobei die Spulen L_4 und L_5 eng miteinander zu koppeln sind. Diese Kopplung kann fest ausgeführt werden. Wie man in Abb. 3 und 4 sieht, hat die Spule L_2 drei Anschlüsse. Falls man Empfang mit Rahmen wünscht, muß dieser letztere an Stelle der Spule L_2 vorgesehen werden, wobei er auch eine mittlere Anzapfung erhalten muß.

Der Tropadyne.

Ein Umstand, der der allgemeinen Einführung der Überlagerungsschaltungen bei den Amateuren vielleicht hinderlich im Wege steht, ist die verhältnismäßig große Anzahl von Röhren. Man war daher von jeher bestrebt, hierin eine Reduktion zu erzielen. Das nächstliegende war, die Überlagerungsfrequenz nicht durch eine besondere Röhre zu erzeugen, sondern jene gleichzeitig durch die Detektorröhre zu

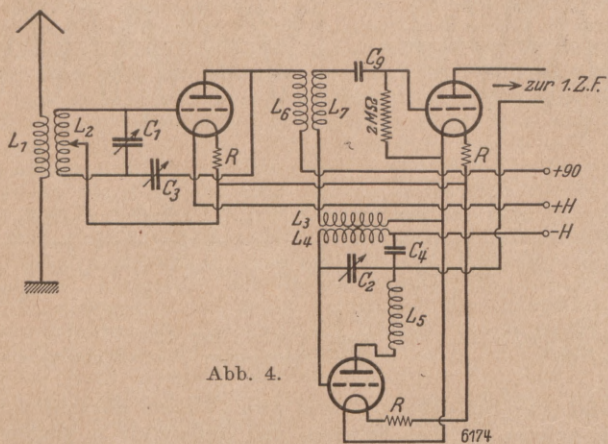


Abb. 4.

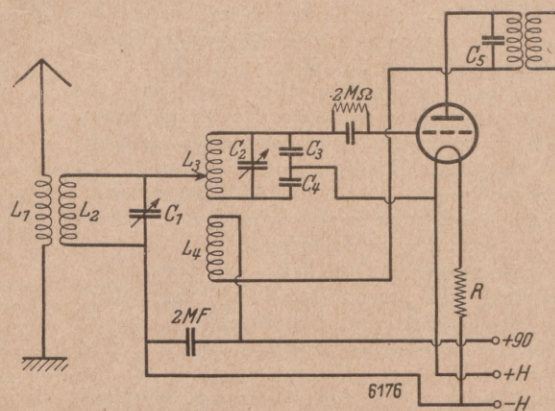


Abb. 5.

Apparateingang für den Superhet von großer Bedeutung ist, empfiehlt es sich, die erste Röhre — die als Detektor geschaltet ist —, so wirksam wie möglich zu machen. In vorstehender Abbildung ist diese Detektorröhre V_1 als Reinhalterschaltung, die durch ihre große Wirksamkeit bekannt ist, ausgebildet. Da jeder Detektor, gleichgültig, ob Röhre oder

erhalten. Man lege deshalb an die erste Röhre zwei Schwingkreise, von denen der eine auf die ankommenden Schwingungen abgestimmt ist und der andere zur Erzeugung der erforderlichen Zwischenfrequenz benutzt wird. Diese Schaltung ist in Abb. 6 dargestellt und wird als Tropadyne bezeichnet. Ihr Nachteil besteht darin, daß die

beiden Kreise durch die enge Kopplung nicht mehr voneinander unabhängig sind, sondern daß die Abstimmung des einen Kreises die des anderen beeinflußt.

Um diesem Übelstand abzuwehren, benutzte man die Überlagerung mit der zweiten Harmonischen des Oszillators. Das heißt: Die Frequenz des Oszillators wird so gewählt,

sie an die beiden Seiten des Überbrückungskondensators C_2 gelegt, wie dies aus den Abbildungen ersichtlich ist. Der Einfachheit halber läßt man in der Praxis die Überbrückungskondensatoren C_3 und C_4 fort und ordnet den Gitterkondensator — in Abb. 6 C_3 — zwischen den beiden Schwingkreisen an. Hierdurch hebt sich natürlich die Wirkung des Brückengesetzes teilweise auf, und der Mittelpunkt der Spule des Oszillatorkreises ist nicht mehr ohne Spannung. Aus diesem Grunde ist man gezwungen, durch Aboder Zuschalten einiger Spulenumwindungen den besten Arbeitspunkt festzustellen.

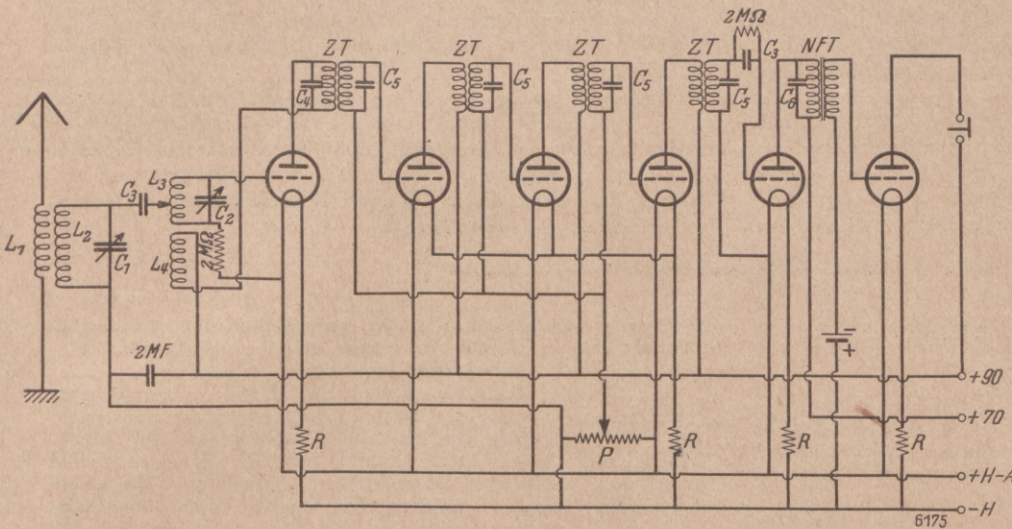


Abb. 6.

daß ihre zweite Oberwelle und die Empfangswelle die Schwebungsfrequenz ergeben. Hierbei können jedoch leicht Störungen auftreten, nämlich dann, wenn durch die Oberwelle eines starken Ortssenders und des zu empfangenen Senders Schwebungen entstehen. Außerdem stören die Schiffsender die Stationen, die etwa die halbe Wellenlänge haben. Überhaupt macht sich der Ortssender mit seinen Oberschwingungen dadurch bemerkbar, daß er an mehreren Stellungen der Skala zu hören ist.

Um diese Mängel auf ein Minimum zu reduzieren, nimmt man heute zur Überlagerung die Grundwelle des Oszillators und trennt die beiden Schwingkreise gemäß Abb. 5 durch eine Brückenschaltung. Der Oszillatorkreis liegt zwischen Heizfaden und Gitter und wird durch eine Rückkopplungsspule im Schwingzustand erhalten. Die erste Röhre arbeitet hierbei wiederum gleichzeitig als Detektor und Schwingerzeuger. Die Unabhängigkeit der beiden Kreise wird durch eine Hochfrequenzbrücke bewirkt, wobei die beiden Festkondensatoren C_3 und C_4 , die den Drehkondensator des Oszillatorkreises C_2 überbrücken und gleich groß sind, und die beiden Hälften der Spule L_3 , die vier Teile der Brücke bilden. Hierbei liegt der Empfangskreis in einer Diagonale und der Oszillatorkreis in der anderen. Nach dem Satz für Meßbrücken, der besagt, daß die Spannungsschwankungen an den beiden Endpunkten einer Diagonale bei richtiger Dimensionierung der Meßbrücke nicht imstande sind, an den Endpunkten der anderen Diagonale Spannungen hervorzurufen, wird die gewünschte Entkopplung der beiden Schwingkreise erreicht. Da Heizfäden und Gitter auf die Schwingungen beider Kreise ansprechen müssen, werden

Der Emissionsstrom der Modulatorröhre erfährt also eine doppelte Steuerung, erstens durch das Gitter, das im Rhythmus des auf die Antenne abgestimmten Gitterkreises schwingt, und zweitens durch die Anode, die die Schwingungen der Überlagerungsfrequenz übermittelt.

Der Vorteil, der gegen Tropadyne und Superheterodyne besteht, liegt darin, daß die Trennung von Empfangs- und Hilfsfrequenz in der Röhre vorgenommen wird. Ein weiterer großer Vorteil resultiert aus folgender Tatsache: Die Gleichrichtung in der Detektorröhre wird durch Verschiebung des Arbeitspunktes auf den unteren Knick der Charakteristik bewirkt, was praktisch durch eine negative Vorspannung oder

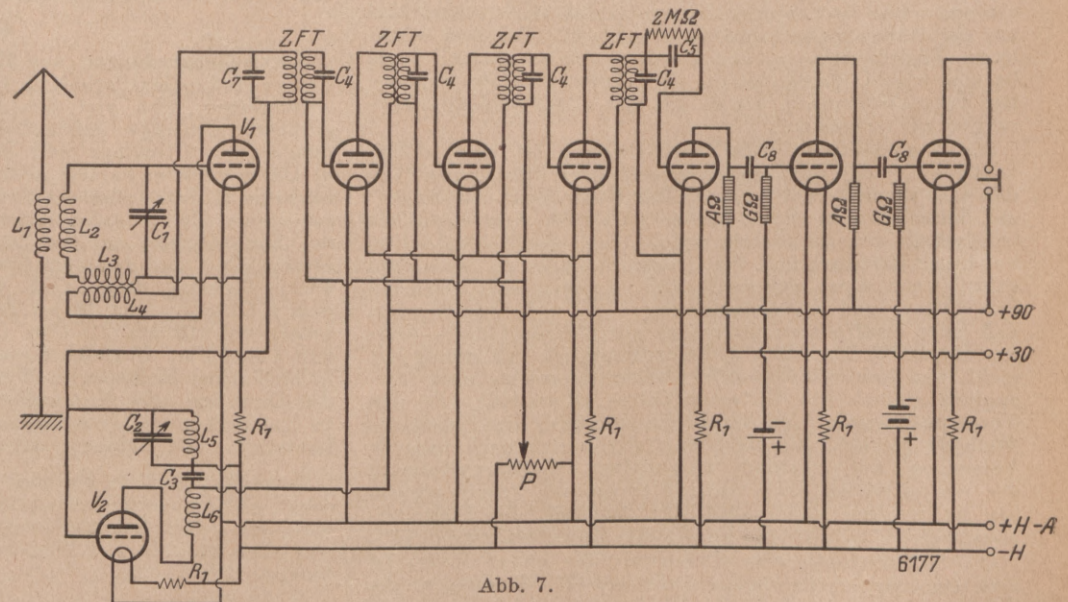


Abb. 7.

durch geeignete Dimensionierung der Oszillatorspannungen zu erzielen ist. Diese Röhre arbeitet dann als Richtverstärker, der bekanntlich die negativ gerichteten Ströme nicht mehr passieren läßt, wodurch die Gleichrichtung herbeigeführt wird. Dadurch erübrigt sich der Einbau eines Gitterkomplexes (Kondensator und Hochohmwiderstand),

was eine bedeutend größere Empfindlichkeit des Ultradynen gegenüber dem Superhet und Tropadyne zur Folge hat. Wird eine Modulatorröhre mit kleinem Durchgriff verwendet — in der Abbildung V_1 — so darf die Anodenspannung der Oszillatorröhre — V_2 — nicht zu klein bemessen werden, da sonst die Transponierung ungünstig beeinflusst wird, weil die Spitzen der empfangenen Welle bei der transponierten Schwingung abgeschnitten werden. Aus demselben Grunde darf die Schwingröhre nicht zu schwach geheizt werden, da bei geringer Unterheizung der Empfang vollständig aussetzen kann.

Aus dem Vorstehenden ersieht der Leser wohl, daß der Ultradynen von den drei besprochenen Schaltungen die wirksamste darstellt und verdient, bei den Amateuren größere Einführung zu finden.

Es mag noch darauf hingewiesen werden, daß die Aus-

führung des Zwischenfrequenzverstärkers von der Art der Transponierungsschaltung gänzlich unabhängig ist. Mit jeder Transponierungsschaltung kann daher jeder beliebige gute Zwischenfrequenzsatz verbunden werden. Von diesem Gesichtspunkte aus sind z. B. Bezeichnungen wie Tropadynen ohne Berechtigung, da ein sogenannter „Tropadynersatz“ ebenso gut für eine Ultradynen- oder die ursprüngliche Superheterodyneschaltung brauchbar ist, und ebenso für einen Tropadynenapparat andere als „Tropadynen“ brauchbar sind.

Ebenso unabhängig von der Eingangsschaltung ist die Art des Niederfrequenzteiles. In den Schaltzeichnungen sind teils widerstandsgekoppelte, teils transformatorgekoppelte Verstärker dargestellt. Es dürfte sich erübrigen, auf die bekannten Eigenarten dieser Niederfrequenzverstärkerschaltungen näher einzugehen.

Der neutralisierte Superhet.

Von

Dr. Lentze-Breslau.

Auf meine Aufsätze in Heft 25 und 37 des „Funk-Bastler“ über den neutralisierten Superhet habe ich eine lange Reihe von Anfragen erhalten, die ich zu meinem Bedauern nur auf diesem Wege beantworten kann.

Zunächst eine Berichtigung: Die günstigsten Zwischenfrequenzen zur Vermeidung der beim Transponierungsempfang entstehenden „Pseudoüberlagerungen“ sind nicht, wie irrtümlich angegeben, 45, 55, 65 kHz, sondern 42,5, 47,5, 52,5, 57,5, 62,5 kHz usw. Zu den beschriebenen Versuchen dienten 57,5 kHz. Man findet diese Zwischenfrequenz empirisch durch systematische Veränderung der Einstellung der Transformator, bis z. B. die untere Einstellung von Wien I in der Mitte zwischen der oberen Einstellung von Frankfurt und Frederikstad 434,8 m am Kondensator des Oszillators liegt. Ähnlich lassen sich auf Grund einfacher Überlegungen die anderen genannten Zwischenfrequenzen einstellen.

Wie aus den Zuschriften hervorgeht, bleibt dieses Verfahren bei gewissen, wenig selektiven Transformatorsätzen mit kernhaltigem Filter ergebnislos, wie diese auch den genannten Nachteil des Transponierungsprinzips besonders scharf hervortreten lassen, so daß als letztes Mittel nur der Anbau einer Vorröhre übrigbleibt. Bei dem selektiven Transformatorsatz, der in dem neutralisierten Gerät benutzt wurde, genügt bereits die Verwendung der genannten Zwischenfrequenz, um so gut wie alle Pseudoüberlagerungen zu vermeiden.

Die Voraussetzung jeder Neutralisation ist eine völlige Entkopplung der Schwingkreise und ihrer Zuleitungen (vgl. den sehr lesenswerten Aufsatz „Der Neutrodyne-Empfänger“ auf Seite 385 des „Funk-Bastler“, Heft 33, Jahr 1926). Es ist deshalb von vornherein aussichtslos, die Neutralisation bei enger Nachbarschaft der Transformatoren zu versuchen; selbst wenn diese gekapselt sind, ergeben sich zwischen den Gitter- und Anodenzuführungen so viele Kopplungen, daß jeder Neutralisationsversuch der inneren Gitter—Anodenkapazität illusorisch und überflüssig ist. Es gelang mir nicht, den Neutralisationseffekt unter Umgehung einer Anzapfung einfach von Gitter zu Gitter zu erzielen. Zu den Versuchen wurde absichtlich die empfindliche Hazeltine-Methode gewählt; für die Praxis dürfte sich nach neueren Versuchen mit passend angezapften Radixtransformatoren die Neutralisation nach Cowper (Solodyne) besser eignen. Sie ist weniger empfindlich, ihr Nachteil, die Frequenzabhängigkeit, fällt bei der konstanten Zwischenfrequenz fort.

Die Selbstinduktion im Gitterkreis der ersten Röhre ist eine selbstgewickelte Ledionspule von 20 Windungen, die Rückkopplungspule hat 35 Windungen. Die Oszillatorspulen richten sich nach dem verwendeten Drehkondensator und sind durch Versuche dem gewünschten Wellenbereich anzupassen. Im übrigen beschränkte ich mich absichtlich auf allgemeine Angaben, die für den erfahrenen Superhet-

Bastler genügen dürften. Auf verschiedentlich geäußerten Wunsch hin wird nun in einem neuen Aufsatz eine eingehende Beschreibung des Empfängers selbst folgen.

Zum Schluß möchte ich nachdrücklich darauf aufmerksam machen, daß der neutralisierte Zwischenfrequenzempfänger die Schwierigkeiten des Neutrodyne mit denen des Superhets vereinigt und daher größte Sorgfalt im Aufbau und Erfahrung mit beiden Schaltungen voraussetzt. Wenn ein verbauter „Super“ hoffnungslos pfeift oder überhaupt schlecht arbeitet und man ihn deshalb „neutralisieren“ will, aber ohne sich die Mühe zu machen, ihn nach anderen Gesichtspunkten vollkommen entkoppelt und auseinandergezogen neu aufzubauen — wenn man somit das Neutrodyne als müheloses Zaubermittel gegen Superhet-Gebrechen jeder Art betrachtet —, dann können Mißerfolge nicht ausbleiben!

*

Nicht Strom, sondern — Kreis! In dem Aufsatz „Der Bau eines Quarzkristallsenders“ in Heft 37 des „Funk“, Seite 505 des „Funk-Bastler“, ist leider ein Druckfehler unterlaufen. Auf Seite 507 rechts oben muß es heißen:

„Schwingsstrom = $f(C \text{ des Anodenkreises})$ “, womit gesagt sein soll, daß sich bei ein und demselben Kristall bei Verstimmung des Schwingungskreis Kondensators auch der Strom im Schwingungskreis ändert.

*

Kurzwellensendungen aus Holland. Die Direktion der Philips Radio-Gesellschaft in Eindhoven in Holland hat sich entschlossen, ihre viel gehörten Kurzwellensendungen in größerem Umfang aufzunehmen. Bisher fanden die Sendungen nur Dienstags und Donnerstags zwischen 18 und 21 Uhr auf Wellenlänge 30,2 m statt. Während dieses und des nächsten Monats sollen die Sendungen erweitert und zu verschiedenen Zeiten veranstaltet werden, um die Einwirkung des Sonnenlichtes auf die Empfangsgeräte und Reichweite festzustellen, und zwar am Freitag, dem 30. d. M., von 3 bis 4 Uhr; Dienstag, dem 4. Okt., von 18 bis 21 Uhr; Donnerstag, dem 6. Oktober, von 18 bis 21 Uhr; Dienstag, dem 11. Oktober, von 18 bis 21 Uhr; Donnerstag, dem 13. Oktober, von 1 bis 4 Uhr. Obgleich diese Sendungen besonders für die holländischen Kolonien in Westindien bestimmt sind, bittet die Direktion alle Kurzwellenempfänger, diese Sendungen zu beobachten und ihre Empfangsergebnisse, besonders über Lautstärke und Reinheit, mitzuteilen.

Messe-Rundfunk in Holland. Die „Katholieke Radio Omroep“ gibt bekannt, daß sie in nächster Zeit imstande sein wird, an jedem Sonntag morgen eine Messe, abwechselnd von allen Städten und Dörfern Hollands, durch den Rundfunk zu übertragen.

Neue Sender in Norwegen. Auf den Tyholt-Höhen bei Thronhjem wird in nächster Zeit eine Rundfunksendestelle errichtet werden. Die Höhen sind auch für die Errichtung einer Funkstelle, die dem Verkehr mit England dienen soll, in Aussicht genommen.