

FUNK BASTLER

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E.V.

Mit dem Kofferneurodyne auf Reisen

Empfangsbeobachtungen während einer Fahrt durch die Mark.

Von

Erich Schwandt.

Der Fünfröhren-Kofferneurodyne hat nun alle Schüttelproben glücklich überstanden. Es zeigte sich dabei, daß die in Heft 22, Seite 348 des „Funk-Bastler“ beschriebenen Wellpappe-Schutzhüllen für die Röhren unbedingt notwendig sind. Nun sollte der Empfänger seine erste größere Reise mitmachen und mich an einem

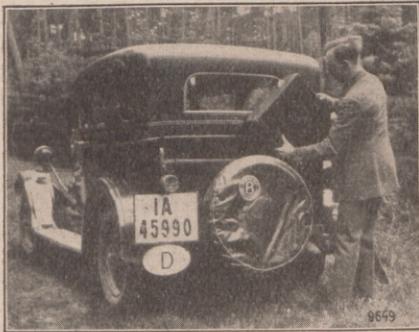


Abb. 1. Der Kofferempfänger wird aus dem Autokoffer genommen.

Sonntag auf einem Autoausflug nach Frankfurt und ins Schlaubetal begleiten. Der Koffer sollte hierbei nicht nur empfangsmäßig erprobt, sondern vor allem sollte auch festgestellt werden, ob er den auftretenden erheblichen mechanischen Anforderungen gewachsen ist, ob er sich so bequem handhaben und bedienen läßt, wie man es von einem Reiseempfänger erwarten muß, und ob sich das gewählte Zubehör als praktisch erweist.

Neben dem Kofferneurodyne wurde ein Lautsprecher mitgenommen, der aus einem Lautsprecherchassis mit dazu passendem Ankerantriebsystem selbst zusammengesetzt und in ein flaches Sperrholzgehäuse eingebaut worden war. Für den Transport des Lautsprechers diente eine Segeltuchhülle, die ihn vor Beschädigung schützte. 20 m Antennendraht, einfacher baumwollebesponnener Kupferdraht von etwa 0,5 mm Stärke, konnten im Empfänger untergebracht werden; der Spulenraum weist hierfür genügend Platz auf. Um auch mit dem Äußersten zu rechnen, nämlich damit, daß unter ungünstigen Umständen vielleicht nicht einmal Berlin in den Lautsprecher zu bekommen wäre, wurde noch ein leichter Kopfhörer eingesteckt.

Der Empfänger wurde in dem auf der Kofferbrücke befestigten Autokoffer untergebracht (Abb. 1), und auch der flache Lautsprecher fand in diesem Koffer Platz. An dieser Stelle ist das Gepäck erheblichen Erschütterungen ausgesetzt; dieser Platz wurde gewählt, um vor allem festzustellen, ob die Röhrenfäden den beim praktischen Gebrauch unvermeidbaren Stößen standhalten würden. Sie haben sich bei dieser und bei späteren Fahrten glänzend bewährt; in keiner Röhre ist ein Faden gebrochen. Ich muß offen sagen, daß ich eine derartig große mechanische Festigkeit den Azidfäden, von denen man sagt, sie seien sehr brüchig, nicht zugezweifelt hätte. Aber den Röhren konnten weder Schlag-

löcher noch Querwellen, an denen die Chausseen nach dem strengen Winter reich sind, etwas anhaben. Dafür brannten sie dann auch mit einemal durch, als aus Unachtsamkeit die Hochfrequenztransformatoren falsch gestöpselt wurden...

Wir waren in durchaus nicht rundfunkmäßiger Stimmung, als wir kurz vor Frankfurt in einen knieholzdichten Wald einlenkten, um die kurzen Empfangsstunden, in denen uns die Funk-Stunde sonntagsüber Musik beschert, auszunützen. Es mochte gegen 12 Uhr sein; der Regen drohte in den Wolken, als Mahnung, beim Aufbau der Empfangsanlage behende zuzufassen. Nach nur drei Minuten waren bereits die ersten Klänge aus Berlin zu vernehmen. Ich arbeitete zunächst mit dem in den Deckel eingewickelten Rahmen; die Lautstärke war ganz annehmbar. Um die Lautstärke zu erhöhen, wurden 15 m des umspinnenen Kupferdrahtes zwischen einem Gehegepfahl und einer Schraube am Verdeck des Wagens ausgespannt. Als Erdung diente die Masse des Wagens, die Erdleitung wurde an die negative Klemme der auf dem Trittbrett stehenden und also leicht zugänglichen Starterbatterie angeschlossen (Abb. 2).

Doch nun kam die Enttäuschung; auch mit der offenen



Abb. 2. Der Kofferneurodyne in Betrieb.

Antenne, von der an sich eine recht gute Wirkung zu erwarten war, und mit zwei anderen zwischen noch höheren Pfählen und noch günstiger ausgespannten Drähten war nur eine ganz unerheblich bessere Lautstärke zu erzielen als mit dem provisorischen Rahmen. Daß es so sein mußte, erschien mir aber jetzt ganz natürlich, denn wir befanden uns in einem Hochwald, hoch überschattet von alten Kiefernriesen, innerhalb dichten Unterholzes. Der Boden war feucht, die Vegetation fruchtbar. Die Verhältnisse waren in elek-

trischer Beziehung ähnlich, wie im Kellergeschoß eines sechs- oder mehrstöckigen Hauses. Und für die Empfangslautstärken in mehrstöckigen Häusern hat S. Klimke, Dresden, in seiner Dissertation (vgl. Telefunken-Zeitung Nr. 48/49, Seite 32) gefunden, daß das elektrische Feld, auf das die offenen Antennen ansprechen, ganz außerordentlich geschwächt wird, umso mehr, je tiefer das betreffende Stockwerk liegt, während das magnetische Feld auch im Erdgeschoß beinahe seine ursprüngliche Stärke beibehält. Er hat z. B. festgestellt, daß in einem gewöhnlichen dreistöckigen Backsteinbau im Erdgeschoß eine Schwächung des elektrischen Feldes von 70 bis 95 v. H. und darüber stattfindet, während für das magnetische Feld, auf das die Rahmenantenne anspricht, auch im Erdgeschoß ganz normale Werte gemessen wurden. Ich entsinne mich ferner einer Mitteilung im ersten Jahrgang des „Funk-Bastler“ — Seite 365, Heft 31 —, in der Theodor Lorentz eine im Keller aufgestellte Rahmenantenne beschreibt, mit der er ausgezeichneten Fernempfang erzielte; das ist ebenfalls als ein Beweis dafür anzusehen, daß das magnetische Feld auch im Kellergeschoß ungeschwächt vorhanden ist. Und dieser Umstand lag auch in dem dichten Wald bei Treplin, nahe Frankfurt a. d. O., vor: das magnetische Feld war beinahe ungeschwächt, so daß ich Berlin und kurz darauf Breslau und Leipzig in gleicher Lautstärke empfang, wie mit demselben Empfänger und dem gleichen Rahmen in meiner Berliner Wohnung, während das elektrische Feld beinahe ganz ausgelöscht war, so daß Breslau und Leipzig beispielsweise in geringerer Lautstärke erschienen, als unter Benützung des Rahmens.

Aber das Vergnügen währte nicht lange, es fielen die ersten Regentropfen. Ein Anlaß, zu erproben, ob man mit dem Gerät auch innerhalb der Stahlkarosserie des Wagens empfangen kann. Der Versuch fiel positiv aus, wenn die Lautstärke auch merkbar zurückging. Noch bei laufendem Motor war die Sendung deutlich zu verstehen; die Störungen durch die Zündanlage waren auffallend gering, keinesfalls stärker, als beispielsweise die durch einen in der Nachbarwohnung laufenden Staubsauger. Immerhin hat der Empfangsversuch innerhalb eines Automobils nur theoretischen Wert, denn m. E. würde es dem Sinn des Rundfunks nicht entsprechen, wollte man auf einer Autofahrt unterwegs empfangen. Und dem Sinn einer Reise im Kraftwagen ebensowenig.

Im strömenden Regen fuhren wir weiter über Frankfurt nach Fürstenberg. Es schien, als sollten unsere Empfangsversuche ein unfreiwilliges Ende finden. Und doch konnten wir noch am Spätnachmittag ein Beispiel erleben, wie wertvoll der Rundfunkempfänger bei langweiligen Reiseunterbrechungen sein kann. Wir hatten im Schlaubetal ein Ausflugslokal aufgesucht, um den traditionellen „Kaffee zu kochen“. Die Stimmung war so, wie man sie in Anbetracht des Wetters erwarten konnte. Nur wenige Wanderer hielten sich auf; die Mehrzahl hatte schon am frühen Nachmittag das Weite gesucht, denn es schien gar nicht, als würde es an diesem Regensonntag noch besser werden. Im Gastzimmer dudelte ein scheußlicher Sprechapparat. Die Platten mußten noch aus der Urzeit der mechanischen Musik stammen. Mein Begleiter holte den Neutrodynekoffer und den Lautsprecher herein, und ehe noch jemand auf unsere Geschäftigkeit aufmerksam geworden war, hörten wir Urbachs „Durch Webers Zauberwald“ aus Berlin. Ich empfang wieder mit Rahmen und konnte in dem verhältnismäßig tiefen Tal bald Wien und Budapest empfangen. Abwechselnd hörten wir die Zigeunerkapelle aus Budapest, die leider gar nicht so richtig zigeunermäßig spielte, das recht gemütvollte Nachmittagskonzert aus „Wean“ und dann wieder die Rhythmen Berlins. Die weitere Sendersuche wurde belohnt: Breslau kam sehr laut, mit Vorträgen, Leipzig war jedoch nicht zu empfangen, dagegen kam Prag, wie fast wohl im ganzen Reich, sehr gut durch. Kattowitz übertrug ein Warschauer Konzert, das stark verzerrt war. Einige andere Sender

kamen leise, so daß Lautsprecherwiedergabe nicht möglich war.

Leider scheint man bei allen Sendern zur Sommerzeit keine Rücksicht auf die Besitzer von Kofferempfängern und auf die, die in ihrer Laube und im Weekend Musik hören möchten, zu nehmen; denn fast alle Sender brachten in den Nachmittagsstunden Vorträge. Oder sollte das eine Vorahnung des Regensonntags gewesen sein, in der Annahme, bei dem Wetter würde man sich doch hinter dem Ofen setzen und dabei gern etwas über die Markenmilchkontrolle der Landwirtschaftskammer, über Pfarrer Christian Donalitus, über Eugenik und das Volk der Zukunft, das Jubiläum der höheren Lehranstalt für Gartenbau in Weißenstephan und über indische Wallfahrtsorte hören? Denn alle diese Themen wurden an diesem Sonntag von den deutschen Sendern in den Nachmittagsstunden behandelt.

Wir brachen dann auch bald unsere Zelte ab und machten erst wieder gegen 20 Uhr in Woltersdorfer Schleuse Station und Empfangsversuche. Hier traf unser Neutrodynekoffer eine leidliche Außenantenne an, und so unterhielt er uns noch bis in die sinkende Nacht durch ein Kunterbunt vieler europäischen Sender, durch Musik und heitere Vorträge, durch Regenglossen und — Schönwetterberichte für den kommenden Tag.

Ich verglich die Leistungen des Gerätes mit denen, die ich im Jahr vorher mit zwei industriellen Superhetkoffern erzielte, und war von diesem Vergleich befriedigt. Am eingebauten Rahmen leistet der Kofferneutrodyne nicht so viel wie der Superhetkoffer, aber sobald man sich nicht gerade im tiefen Wald befindet, so daß eine beinahe völlige Abschirmung des elektrischen Feldes stattfindet, kann man die Leistungsfähigkeit durch den Gebrauch einer offenen Antenne beträchtlich steigern, während beim Superhetkoffer eine solche Steigerung nur in ganz geringem Maße möglich ist. Das zeigte sich auch an einem anderen, sonnigen Ausflugs- tag, der im Boot verbracht wurde; auf dem Wasser war guter, von Berlin und Zeesen lautstarker Rahmenempfang zu erzielen, während am Ufer mit einer zwischen freistehenden Büschen errichteten provisorischen offenen Antenne auch andere Sender mit dem Lautsprecher wiedergegeben werden konnten, und zwar besser und lauter, als es am Sonntag zuvor mit dem Rahmen möglich war.

An eine Tatsache muß man sich beim Arbeiten mit einem Kofferempfänger gewöhnen; man findet ständig Empfangsverhältnisse unterschiedlichsten Charakters. Während das Gerät hier am Rahmen blendenden Empfang gibt und an der offenen Antenne ganz versagt, hört man in einer anderen Landschaft mit einem Draht von 5 m Länge halb Europa. Man eignet sich jedoch sehr schnell eine größere Erfahrung an, so daß man, wenn man mit dem Wagen unterwegs ist und den Kofferempfänger dabei hat, schon von vornherein die Stellen aussucht, an denen guter Empfang zu erwarten ist. Und dann: ein Kofferempfänger wird nicht alle halbe Stunde aufgebaut und nach einer weiteren halben Stunde wieder eingepackt. Man braucht ihn meist nur ein- oder zweimal am Tage, so nachmittags, wenn man sich stundenlang auf irgendeinem Lagerplatz aufhält, oder abends, wenn man im Weekendhaus oder im Hotel ist. Der Neutrodynekoffer ist kein Gerät für den Rucksack; es ist eben ein geschlossener, transportabler Empfänger, den man überall dorthin mitnimmt, wo man sich eine gewisse Zeit aufhält: in die Sommerfrische, zum Wochenend, ins Boot und, nicht zu vergessen, in die Laubenkolonie.

Prager Rundfunk auf kurzer Welle.

In Prag soll demnächst ein neuer Kurzwellensender in Betrieb genommen werden, der täglich von 17 bis 22 Uhr die tschechischen Rundfunksendungen auf einer kurzen Welle von etwa 60 m (4997 kHz) verbreiten soll.

Die Technik des Tonfilms

II. Der Lichttonfilm.

Die Transversalmethode — Filmstreifen, Filmgeschwindigkeit, Schlitzbreite. — Anordnung von Bild- und Klangstreifen. — Aufnahme von Bild und Ton. — Mikrophone und Verstärkereinrichtungen.

Von Eduard Rhein.

Direkte und indirekte Transversalmethode.

Während bei der Intensitätsmethode das auf den Film wirkende Licht in seiner Helligkeit beeinflusst wird, bleibt bei der Transversalmethode die Belichtung selbst konstant, dagegen wird die Länge des auf den Film wirkenden Lichtstreifens entsprechend den Schall-schwingungen geändert.

Als Erfinder dieser Methode kann wohl der Schwede Berglund gelten, der sich darauf 1923 ein Patent erteilen ließ. Die von ihm benutzte Anordnung ist in Abb. 23 schematisch dargestellt. Dabei ist die Vorrichtung zur Ablenkung des Lichtes — das Steuerglied — fortgelassen, weil sie für die

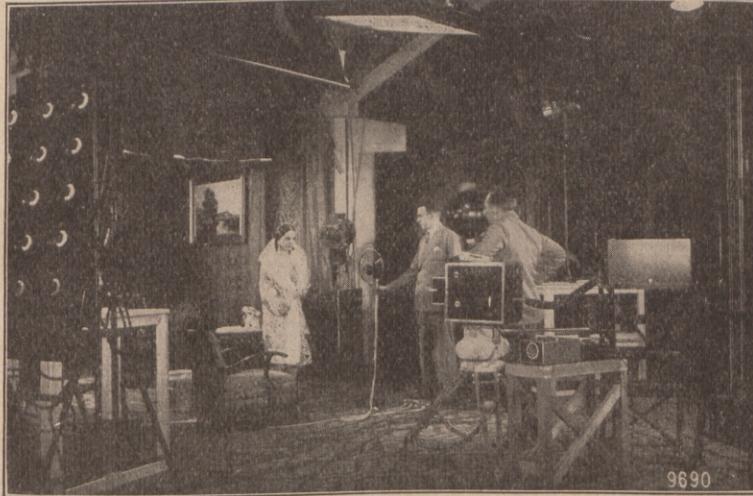
Transversalmethode selbst bedeutungslos ist. Es liegt auf der Hand, daß man dazu ein gutes Dutzend mehr oder weniger geeigneter Mittel anwenden kann. Heute kommt dazu aber wohl nur die Oszillatorschleife in Frage, deren Wirkungsweise schon in Abb. 20 erläutert wurde. Berglund verwendete anfangs nicht den Oszillator, sondern eine mit einer Spiegelanordnung versehene Membran, die von einer konstanten Lichtquelle ausgehenden

Hälfte der Schlitzbreite entspricht (Ruhebelichtung!) Wird der Spiegel des Oszillographen dagegen durch einen elektrischen Strom aus seiner Ruhelage abgelenkt, und zwar beispielsweise so weit, daß der den Schlitz treffende Lichtkegel nach links gerückt wird (Abb. 25), so tritt

eine entsprechende Verschmälerung des schwarzen Streifens ein (Minderbelichtung). Ein mit dieser Einstellung aufgenommenener Film würde also die aus Abb. 25 ersichtliche schmalere Schwärzungslinie aufweisen. Im extremen Falle rückt der Lichtkegel vollständig von dem Schlitz ab.

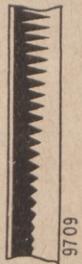
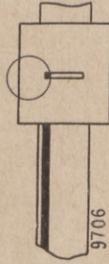
Im entgegengesetzten Falle bedeckt er den ganzen Schlitz, so daß der Film auf der ganzen Breite belichtet wird (Mehrbelichtung). Wie eine einfache Überlegung zeigt, äußern sich bei diesem System die Lautstärkenunterschiede durch die Länge des Ausschlages nach beiden Seiten der Ruhebelichtung, und zwar entspricht das längere Dreieck¹⁾ der größeren

Lautstärke. Die Höhe des Tones wird durch den rechten oder linken Winkel der Dreiecke gekennzeichnet.



Tonfilm-Aufnahme im „Klangfilm“-Versuchsatelier Reinickendorf.

Die Bildkamera ist schalldicht verkleidet. Auf dem Bock im Vordergrund die Fernsprech- und Signalanlage zur Verständigung zwischen Regisseur und Klangtechniker. Ganz rechts die Synchronisier-Einrichtung. Die Aufzeichnung des Klanges erfolgt in einem besonderen Raum.



Die Transversalmethode.

Der Schlitz, hinter dem sich der Film mit gleichmäßiger Geschwindigkeit vorbeibewegt, wird mit gleichmäßiger Helligkeit, aber entsprechend den in Wechselstrom umgesetzten Schallwellen auf einem wechselnden Teil seiner Länge belichtet. Von der Ruhebelichtung aus pendelt die Lichtlänge gleichmäßig nach rechts und links. (Positive und negative Halbwellen der Tonschwingung.)

Abb. 23. Belichtung bei unbesprochenem Mikrophon. (Ruhebelichtung!) Der Film ist nach dem Entwickeln zur Hälfte geschwärzt.

Abb. 24. Unter dem Einfluß einer zusätzlichen positiven Spannung wird der Schlitz (und damit der Film) auf einem größeren Teil seiner Länge belichtet. (Mehrbelichtung!) Der Film zeigt nach dem Entwickeln eine breitere Schwärzungslinie.

Abb. 25. Unter dem Einfluß einer zusätzlichen negativen Spannung wird der Schlitz auf einem kleineren Teil seiner Länge belichtet. (Minderbelichtung!) Der Film zeigt nach dem Entwickeln eine schmalere Schwärzungslinie.

Abb. 26. Je höher der Ton, je spitzer die Dreiecke! Die Darstellung zeigt einen höher werdenden Ton konstanter Lautstärke.

Abb. 27. Je lauter der Ton, je breiter die Ausschläge nach rechts und links. Die Darstellung zeigt einen lauter werdenden Ton konstanter Tonhöhe.

Strahlen werden durch die Steuervorrichtung so auf den Schlitz der Filmkamera geworfen, daß sie bei unbesprochenem Mikrophon genau die Hälfte des Schlitzes bedecken. Ein Film, der bei einer solchen Stellung des Steuergliedes mit gleichmäßiger Geschwindigkeit vorbeibewegt wird, weist demnach eine gleichmäßige Schwärzung auf, die genau der

Dabei weisen die tiefen Töne (mit größerer Wellenlänge) größere Winkel auf, während die höchsten Töne durch sehr spitze Winkel auf-

¹⁾ Diese Bezeichnung ist nicht ganz korrekt, sie hat aber den Vorzug leichter Verständlichkeit. Über die wirkliche Form dieser . . . Dinger könnte man einen großen Aufsatz

zeichnet werden. Zur Veranschaulichung ist in Abb. 26 einmal bei steigender Tonhöhe die Lautstärke konstant gehalten, während in Abb. 27 bei konstantem Ton die Lautstärke steigend dargestellt ist. Ein besprochener Filmstreifen ist in Abb. 30 wiedergegeben.

Daß die Töne sich in Form von Dreiecken aufzeichnen, erklärt sich damit, daß die einzelnen Wechselstromschwankungen ihren Wert stets von der Nulllinie nach oben oder

Lautstärken zueinander verhalten, so ergibt sich doch ein etwas anderes Bild.

Man kann wohl annehmen, daß zwischen dem auf einer mit Sordino versehenen Geige gespielten Flageolett (Solo) und dem mit größter Lautstärke spielenden Orchester ein Lautstärkenunterschied wie 1:100 000 liegt. Wenn aber, wie wir vorhin sagten, die volle Lautstärke auf einem Raum von 1,25 mm für die halbe Amplitude aufgezeichnet werden soll, so ergibt sich für das erwähnte Geigen Solo nur noch

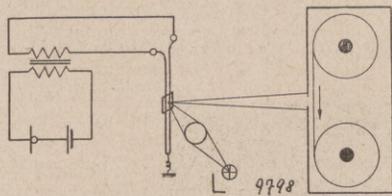


Abb. 28. Indirekte Transversalmethode. Die Lichtquelle selbst bleibt unbeeinflusst. Die Längenänderungen werden durch ein Zwischenglied (hier Oszillatorschleife) hervorgerufen, das von den in Wechselstrom umgesetzten Schallwellen gesteuert wird. Die Magnetpole des Oszillators sind der Deutlichkeit wegen fortgelassen. (Berglund, Petersen und Poulsen.)

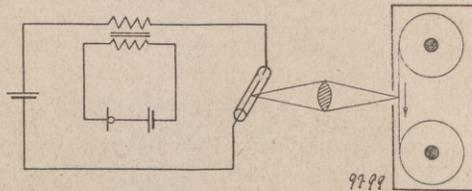


Abb. 29. Direkte Transversalmethode. Die Längenänderungen werden direkt von den in Wechselstrom umgesetzten Schallwellen hervorgerufen, und zwar ändert sich die Länge des kathodischen Glimmlichtes im Rhythmus der Schallwellen. (Vogt, Massolle und Engl 1919.)

unten ändern (Abb. 15) und diese Änderung stetig erfolgt.

Die Transversalmethode hat gegenüber der Intensitätsmethode den großen Vorteil, daß die Belichtung des Films konstant bleiben, also jede beliebige Lichtquelle genügender Helligkeit benutzt werden kann. Daraus ergeben sich beim Aufnehmen und Entwickeln des Films gewisse Vorteile, auf die wir später noch zu sprechen kommen. Ihr Nachteil besteht darin, daß es offenbar schwierig (oder unmöglich?) ist, mit einem so schmalen Streifen zur Aufzeichnung des Klanges auszukommen, wie er bei dem in Abb. 18 dargestellten nach der Intensitätsmethode aufgenommenen Film benötigt wird.

Die Breite dieses Streifens beträgt 2,5 mm. Setzen wir also voraus, daß auf dieser Breite die größte vorkommende

der hunderttausendste Teil des Raumes, also 0,0000125 mm.

Leider aber ist die Körnung der feinsten Film-Emulsion ganz wesentlich größer. Das heißt, daß das Geigen Solo einfach unhörbar würde.

Der obenerwähnte Lautstärkenunterschied ist auch beim Intensitätsverfahren unerreicht, obschon dort die Verhältnisse doch wesentlich günstiger liegen.

Aber es gibt ein bequemes Mittel, die Lautstärken auf der goldenen Mittellinie zu halten: den Amplitudenbegrenzer, dessen verheerende Wirkung bei den Rundfunksendern bereits in dem Aufsatz „Die temperierten Temperamente“²⁾ ausführlich dargetan wurde. Wie weit man sich beim Tonfilm dieser Zwangsjacke bedient, ist leider noch nicht festzustellen. Künstlerisch bestehen gegen ihn natürlich genau die gleichen Bedenken wie beim Rundfunk.

Ob hier nicht einmal das Lee de Forests Patent große Bedeutung erlangt, nach dem für die Lautstärken-Steuerung noch ein zweiter Streifen benutzt wird, mag fraglich erscheinen, wenn man nicht überhaupt zu einem größeren Filmformat übergehen bzw. zurückkehren wird.

Im Gegensatz zu der bisher üblichen einfachen Unterscheidung zwischen Intensitäts- und Transversalmethode hatten wir die Intensitätsmethode noch in eine indirekte und direkte gegliedert. Ist eine solche Unterscheidung auch bei der Transversalmethode möglich? Der Trugschluß, daß die Transversalmethode immer eine indirekte Methode sein müsse, liegt allerdings sehr nahe. Es soll deshalb auch eine direkte Transversalmethode gezeigt werden, obschon sie bisher noch nicht zu praktisch brauchbaren Ergebnissen geführt hat. Angewendet wurde sie zuerst von den Tri-Ergon-Leuten Vogt, Engl und Massolle³⁾.

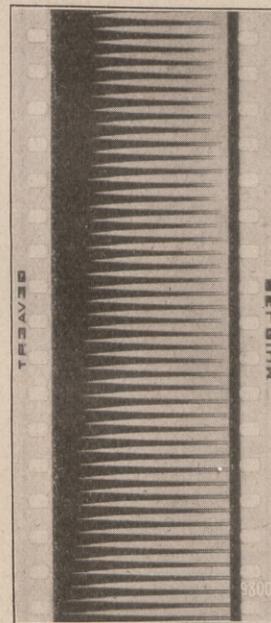


Abb. 32. Nach der direkten Transversalmethode aufgenommener reiner Ton gleichbleibender Lautstärke. Ob nach der indirekten oder direkten Transversalmethode gearbeitet wurde, läßt sich aus dem Filmband — ebenso wie bei der Intensitätsmethode — natürlich nicht erkennen.

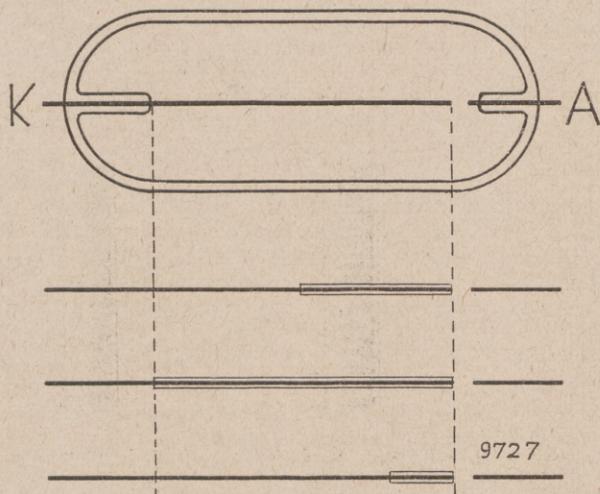


Abb. 31. Glimmlicht-Oszillographenröhre. Beim Anlegen einer Spannung überzieht sich die Kathode K mit einer hellen Lichthaut, und zwar ist die Länge dem die Röhre durchfließenden Strom annähernd direkt proportional. Diese Änderungen sind unter der Röhre dargestellt, und zwar in der Folge von oben nach unten: Ruhe-, Mehr-, Minderbelichtung.

Lautstärke registriert werden soll. Das bedeutet aber, daß von der Mitte (Ruhebelichtung) nach der Seite, entsprechend der positiven und negativen Halbwelle, nur 1,25 mm Raum zur Verfügung steht.

Daß sich auf dieser Breite die Amplituden recht gut aufzeichnen lassen, ist nicht zu bezweifeln. Berücksichtigt man aber, wie sich beispielsweise in einem großen Orchester

mit schönen Formeln und Kurven schreiben. Ich fürchte aber, dem Leser würde darüber der Appetit am Tonfilm vergehen.

²⁾ Vgl. Eduard Rhein: „Die temperierten Temperamente“, „Funk“ 1928, Heft 31.

³⁾ Vgl. Jo Engl: „Der tönende Film“, Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig (1927).

Sie verwendeten zunächst eine käufliche Oszillographenröhre der Firma Reiniger, Gebbert und Schall (Abb. 31). In einer mit Stickstoff gefüllten Glasröhre befinden sich die aus Nickeldraht bestehende Kathode K und die Anode A. Werden Anode und Kathode mit einer Stromquelle genügender Spannung verbunden, so überzieht sich die Kathode mit Glimmlicht, dessen Länge dem durch die Röhre fließenden Strom annähernd proportional ist.

Die Röhre kann also durch die Höhe der angelegten Gleichspannung so eingestellt werden, daß die Kathode nur zur Hälfte mit Glimmlicht überzogen ist (Ruhebelichtung). Werden dieser Spannung nun die Sprech-Wechselspannungen überlagert, so verlängert oder verkürzt sich die Glimmlichtstrecke entsprechend. Wenn die Lichtlinie also durch eine Linse auf das Filmband geworfen wird, so erfährt dieses — genau wie bei der in Abb. 23 wiedergegebenen Anordnung — einmal eine Mehr- und dann wieder eine Minderbelichtung (Abb. 31).

Ein nach dieser Methode aufgenommener Filmstreifen ist in Abb. 32 gezeigt. Leider hatten sich bei den Versuchen trotz sorgfältiger Messungen und Verbesserungen keine genügend stabilen Verhältnisse erreichen lassen. Die Tri-Ergon ging deshalb seinerzeit zu der bequemeren Intensitätsmethode über.

*

Fachausdrücke: Statt des Ausdrucks „Intensitätsmethode“ wird in letzter Zeit mehr und mehr das Wort „Dichteschrift“ angewendet. Das Wort „Transversalmethode“ wird demgemäß zu „Längenschrift“. Diese Wörter sind klar und bildhaft. Nachdem wir also wissen, was die Fremdwörter bedeuten, wollen wir in Zukunft nur noch die deutschen Wörter benutzen. Die Unterteilung in direkte und indirekte Methoden bleibt bestehen: direkte oder indirekte Dichteschrift; direkte oder indirekte Längenschrift.

Filmstreifen, Filmgeschwindigkeit, Schlitzbreite.

Der Gedanke, den Klangfilm mit dem normalen Bildstreifen zu vereinen, tauchte erst 1916 auf. Denes von Mihály⁴⁾ hatte bei seinen Versuchen gefunden, daß bei der Dichteschrift bereits mit einem Filmstreifen von wenigen Millimetern Breite auszukommen war. Er kopierte deshalb Klang und Bild nebeneinander auf das normale Filmband. Diese Methode wird heute fast durchweg angewendet. Man konnte sich allerdings lange nicht darüber einigen, an welcher Stelle des Filmbandes der Klangstreifen aufgebracht werden solle. Wie Abb. 17 zeigt, hatte die Tri-Ergon links neben der Perforation noch einen besonderen Streifen vorgesehen. Da diese Anordnung aber das Durchlaufen des Films durch normale Vorführmaschinen nicht ermöglichte, ging man bald wieder davon ab. Heute ist man anscheinend aber durchaus nicht überall zu der Anordnung nach Abb. 18 übergegangen. Ob zu Nutz und Frommen der Bildwiedergabe, mag fraglich erscheinen. Offenbar muß die Verkleinerung der an sich schon winzigen Bildgröße den Reichtum an Einzelheiten benachteiligen. Schon munkelt man, daß eine

⁴⁾ Vgl. Denes von Mihály: „Der sprechende Film“, Verlag M. Krayn, Berlin.

große amerikanische Tonfilmgesellschaft dem Film eben deshalb ein wesentlich größeres Format geben will. Aber noch hält allerwärts der Geschäftemacher die von ihm und nicht vom Bild- und Klang-Aufnahmetechniker geschaffene Position. Warten wir ab, wie lange es ihm glückt!

Bezüglich der durch den Film verursachten Verzerrungen sei hier nur kurz gesagt, daß vor allem die Körnung der Emulsion von Bedeutung ist, weil bei zu grober Körnung die höheren Frequenzen nicht mehr deutlich aufgezeichnet werden und unter Umständen verschwimmen. Da der Positivfilm im allgemeinen eine wesentlich feinere Körnung aufweist, wird er bei der Klangaufnahme vielfach an Stelle des eigentlichen Negativbandes verwendet. Die obengenannte Fehlerquelle macht sich natürlich um so mehr bemerkbar, je langsamer das Filmband hinter dem Schlitz vorbeibewegt wird, weil dann die einzelnen Schwingungen außerordentlich nahe zusammengedrückt werden. Diese Verhältnisse lassen sich an einer sehr einfachen Überlegung zeigen: Nach internationalen Vereinbarungen läuft das Filmband mit 24 Bildern je Sekunde bei Aufnahme und Wiedergabe. Jedes Bild hat eine Höhe von 18 mm. Die Länge des in einer Sekunde abgerollten Filmbandes beträgt demnach $24 \times 18 \text{ mm} = 432 \text{ mm}$. Auf diesem Raum müssen bei den höchsten Tönen bzw. Obertönen bis zu 15 000 Schwingungen aufgezeichnet werden. Demnach steht für die einzelne Schwingung nur eine Breite von $432 : 15 000 = 0,029 \text{ mm}$ zur Verfügung.

Damit derartig schmale Lichtstreifen überhaupt auf den Film projiziert werden können, dürfte demnach der Schlitz nur eine Breite von etwa $\frac{3}{100} \text{ mm}$ besitzen.

Diese Schlitzbreite läßt sich praktisch kaum herstellen, und wenn es der Fall wäre, so müßte man damit rechnen, daß der Schlitz schon nach wenigen Sekunden durch mitgerissene Staubteilchen verstopft würde.

Es bleibt deshalb nur die Möglichkeit, diese Schlitzbreite durch optische Mittel zu erzielen, und zwar benutzt man dazu nach von Mihály eine Verkleinerungsoptik. Zwischen den beiden Linsen befindet sich eine Verschlussplatte, in die ein Schlitz von $\frac{1}{2}$ bis 1 mm Breite geschnitten ist. Die Lichtquelle entwirft auf dem Film ein entsprechend verkleinertes Bild des Schlitzes. Es ist also auf diese Weise möglich, mit der Schlitzbreite beliebig herunterzugehen. Eine Grenze ist vor allem durch die bei größerer Verkleinerung auftretenden erheblichen Lichtverluste in der Optik gesetzt, die bei Verwendung der Glimmlampe nicht ohne weiteres in Kauf genommen werden können. Die sogenannte Mikroskopprojektion wird heute fast ausschließlich verwendet.

Bei der Längenschrift verwenden die Dänen Arnold Poulsen und Axel Petersen die gleiche Methode in etwas geänderter Form (Abb. 34). Auf dem Filmstreifen wird durch den Siemens-Oszillographen das stark verkleinerte Bild eines Leuchtfadens zwischen zwei seitlichen Begrenzungskulissen hin und her bewegt.

Zeitliche Anordnung von Bild- und Klangstreifen.

Der nächstliegende Gedanke, Bild- und Klangstreifen unmittelbar ohne Vor- oder Nacheilung nebeneinanderzulegen, stößt in der Praxis sowohl bei der Aufnahme wie bei

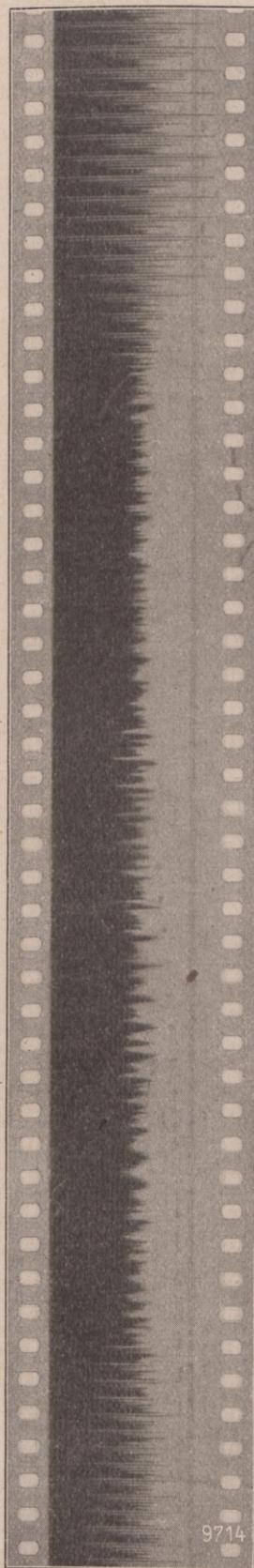


Abb. 30. Nach der indirekten Transversalmethode aufgenommener Klang. Unten: große Lautstärke, hohe Töne. In der Mitte: tiefere, von Obertönen überlagerte Töne geringerer Lautstärke. Oben: bis zur Übersteuerung anwachsende Lautstärke. Die Übersteuerung ist daran erkennbar, daß die Dreiecke links aus dem schwarzen Rand heraustreten. Rechts enden sie stumpf. (Begrenzung durch den Schlitz!)

der Wiedergabe auf recht erhebliche Schwierigkeiten. Man ist deshalb schon früh dazu übergegangen, den Klangstreifen dem Bild um eine bestimmte Strecke voreilen zu lassen.

Gegen diese Maßnahme ist selbstredend nichts zu sagen, wenn dafür gesorgt wird, daß die Klangabnahme auch bei der Wiedergabe um die genau gleiche Strecke früher erfolgt. Eine solche Gleichartigkeit ist aber

Den bekannten von Siemens & Halske hergestellten Bändchen- und Kondensatormikrophonen ist vor kurzem ein neues Kohlekörnermikrophon, das sogenannte Stabmikrophon (mit dieser irreführenden Bezeichnung?) zur Seite gestellt worden.

Für Verstärker kommt wohl nur die Widerstandskopplung in Frage, die schon 1919 von der Tri-Ergon für diesen Zweck vorgeschlagen worden ist (D. R. P. 350 999).

Erst mit der Erfindung der Verstärkerröhre war dem Tonfilm die Basis zu ersprießlicher Aufbauarbeit gegeben. Der Rundfunk mit der durch ihn bedingten schnellen Weiterentwicklung und Neubildung brauchbarer Mikrophone und Lautsprecher tat ein übriges. Jäh — wie es scheinen könnte — wuchs auf diesem fruchtbaren Boden das neue Wunder auf. Es war ja alles da! Man brauchte nur zusammenzustellen. — Wirklich?

10 Jahre sind es in diesen Tagen geworden, daß sich in Deutschland drei Männer zu einer Gemeinschaft zusammenfanden, drei rechte Phantasten, wie man dachte: Hans Vogt, Joseph Massolle, Jo Engl.

Große, von einer kühnen Idee beseelte Könner . . . und dennoch — unaßbare, unleugbare Wirklichkeit —: der Tonfilm kommt aus U.S.A.! Aus mehr als einem Grunde mußte das so sein.

Nicht durch die Schuld der drei. Ihre Leistungen werden unvergessen bleiben mit ihren Namen. Was sie für den Ton-

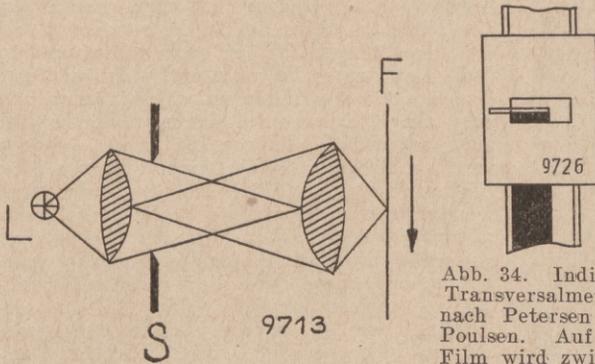


Abb. 34. Indirekte Transversalmethode nach Petersen und Poulsen. Auf dem Film wird zwischen zwei seitlichen Kullissen ein verkleinerter Lichtfaden bewegt. Diese Anordnung ist mit der Mikroskop-Projektion trotz geringer äußerlicher Unterschiede identisch.

Abb. 33. Die Mikroskop-Projektion. L = Lampe, S = Schlitz, F = Film, auf dem das verkleinerte Abbild des Schlitzes entsteht.

nur durch Normung zu erreichen. Man hat sich also — der Not gehorchend — auf ein einheitliches Maß von 20 Bildern, d. h. von $20 \times 18 \text{ mm} = 360 \text{ mm}$, geeinigt, um die der Klang dem Bild „vorkopiert“ ist.

Reißt der Film an einer Stelle, so wird er genau wie früher durch Übereinanderkleben geflickt. Dabei ergibt sich beim Fehlen kleiner Stücke von etwa 2 oder 3 Bildchen sogar noch der Vorteil, daß die Flickstelle nicht für Auge und Ohr zugleich bemerkbar wird, sondern daß der akustische Fehler erst etwa eine Sekunde später auftaucht.

Gemeinsame und getrennte Aufnahme von Bild und Ton.

Es ist grundsätzlich schon bei der Aufnahme möglich, Bild und Ton unter Berücksichtigung der erwähnten „Voreilung“ auf den gemeinsamen Streifen zu bringen. In der Praxis ergeben sich aber — besonders bei der Dichteschrift — recht große Schwierigkeiten, die es geraten erscheinen lassen, Bild- und Klangstreifen zwar synchron, aber getrennt aufzunehmen, da beide Negative dann beliebig entwickelt werden können, während sonst häufig einer von beiden über- oder unterentwickelt werden müßte. Im allgemeinen erfordert der bei Verwendung der Glimmlampe nur schwach belichtete Klangstreifen eine lange Entwicklung. Die Tri-Ergon verwendet zwei getrennte Negative, die erst beim Kopieren auf das gemeinsame Positiv gebracht werden.

Da die Längenschrift weniger empfindlich ist und durch die beliebig einstellbare Lichtstärke der zur Klangaufzeichnung benutzten Lampe dafür gesorgt werden kann, daß die Entwicklungszeiten für beide Teile gleich sind, ist es bei diesem Verfahren eher möglich, Ton und Klang schon bei der Aufnahme auf einem gemeinsamen Band zu vereinen. Aber, wie bereits gesagt, es fragt sich, ob man mit der geringen bisher verfügbaren Breite zu brauchbaren Ergebnissen kommt.

Mikrophone, Verstärkereinrichtungen.

Über Mikrophone und Verstärker braucht wohl an dieser Stelle nicht viel gesagt zu werden, da diese Einrichtungen vom Rundfunk her ausreichend bekannt sind.

In Deutschland hat sich das Reisz-Mikrophon nunmehr auch beim Tonfilm eingeführt, obschon es in elektrischer Hinsicht hinter anderen Mikrophonen etwas zurücksteht. Den Ausschlag mag dabei wohl die Einfachheit der zugehörigen Apparatur gegeben haben.

Das seinerzeit von der Tri-Ergon entwickelte Kathodophon, auf das bei Besprechung der Tri-Ergon-Arbeiten noch näher eingegangen werden soll, zeigt eine störende Empfindlichkeit gegenüber Luftinflüssen, durch die seine praktische Verwendbarkeit erheblich eingeschränkt wird.

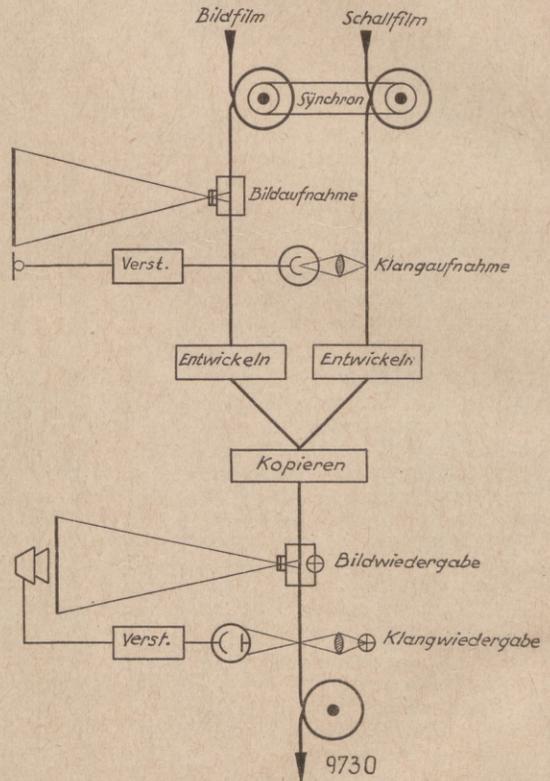


Abb. 35. Schematische Darstellung von Aufnahme und Wiedergabe (Tobis). Bild und Klang werden auf besondere synchronisierte Filmbänder projiziert und dann mit einer räumlichen (zeitlichen) Verschiebung auf das gemeinsame Positiv kopiert, von dem sie dann räumlich nacheinander, in Wirklichkeit aber doch synchron abgenommen werden. Die erwähnte Verschiebung ist nur eine konstruktive und nicht eine grundsätzliche Notwendigkeit.

film bedeuten, welche Erfolge sie erzielt haben und weshalb trotzdem der Tonfilm aus dem Auslande kommen mußte, sei einer späteren, besonderen Arbeit vorbehalten.

Ergänzung. Zu dem Text der Abb. 13 (Heft 31, S. 486) sei nachträglich darauf hingewiesen, daß Ruhmer anstelle des in der Abbildung dargestellten Telefons mit verspiegelter Membran die Bellsche Spiegelmembran nach Abb. 8, 9, 10 verwendete. Vgl. auch den entsprechenden Hinweis bei Abb. 14.

Großleistungs-Gleichrichter-kaskaden

Von
Ing. H. Reppisch

Ein Endverstärker muß die zum vollen und klangreinen Betrieb eines oder mehrerer Lautsprecher notwendige elektrische Energie hergeben, man muß aber dabei noch verlangen, daß für Lautstärkespitzen eine gewisse Reserve zur Leistungslieferung vorhanden ist.

Zum Betrieb energiekräftiger Verstärker werden nun leistungsfähige Stromquellen benötigt, die auch bei maximaler Aussteuerung des Kraftverstärkers die Stromlieferung ohne nennenswerten Spannungsabfall (in der Stromquelle) übernehmen können. Eine Reihe von Untersuchungen und Beobachtungen zeigt nun, daß dem Stromlieferungsproblem nicht die gleiche Beachtung geschenkt wird, wie ihm zukommen müßte. Dies bezieht sich sowohl auf die Stromquellen (für die in den häufigsten Fällen Netzanschlußgeräte verwendet werden) als auch auf die zur Spannungsunterteilung benötigten Spannungsteiler, die man richtiger als Leistungsverteiler bezeichnen sollte.

Stellt man für die vielfach veröffentlichten Kraftverstärkerschaltungen eine Anodenstrombilanz auf, so kommt man fast immer an die Grenze der Leistungsfähigkeit der für die Schaltung angegebenen Stromquelle. Bei den Verstärkern für Lautsprecher, deren konstantes Magnetfeld durch Elektromagneten erzeugt wird, z. B. bei den Typen Rice-Kellog, Magna-Vox-Dynamic u. ä., kommt hinzu, daß von der Stromquelle auch der Felderregerstrom (der in der Magnetwicklung fließt) geliefert werden muß, dieser also eine weitere Belastung der Stromquelle darstellt.

Um uns ein Bild vom gesamten Gleichstromverbrauch machen zu können, seien in übersichtlichen Tabellen einige vielverwendete Endröhren, ihre Betriebsspannung, der Anodenruhestrom und der maximale Anodenstrom kurz zusammengestellt:

Tabelle I.

Fabrikat	Röhrenbezeichnung	Betriebsanoden-spannung Volt	Anodenruhestrom mA	größter Anodenstrom mA
Telefunken	RE 604	200	50	100
Telefunken	RV 218	400	50	100
Ultra	Sinus E	200	30	60
Valvo	L 415	150	15	30

Der Anodenruhestrom und der maximal in Frage kommende Augenblickswert des Anodenstromes sind sehr groß; bedenkt man, daß für Endverstärker unter Umständen zwei solcher Röhren verwendet werden, so wird einem die unbedingte Beachtung der Leistungsfähigkeit eines zugehörigen Netzanschlußgerätes leicht klar. Da nun zwei Schaltungsmöglichkeiten in Betracht kommen — nämlich Parallel- oder Gegentaktschaltung —, so kann man sich nach einfacher Überlegung nur für die letztere entscheiden.

Der gesamte Anodenstrom beträgt bei beiden Schaltungen das Doppelte von dem einer Röhre, bei zwei RE 604 also etwa 100 mA. Der maximale Augenblickswert des Anodenstromes beträgt bei Parallelschaltung der Röhren 200 mA, während er bei der Gegentaktschaltung stets gleich dem gesamten Ruhestrom, also etwa 100 mA, bleibt. Neben vielen anderen wesentlichen Vorteilen¹⁾ erkennt man hier einen sehr ins Gewicht fallenden Vorzug dieser Schaltung, der uns bei den folgenden Erörterungen über die Leistungsfähigkeit der Stromquelle noch mehr auffallen wird. Allein für die Endröhren wäre bei Parallelschaltung ein Gesamtanodenstrom von 200 mA nötig. Zu berücksichtigen ist, daß dabei eine konstante Batteriespannung vorausgesetzt ist. Infolge des großen Belastungsstromes kann ein erhöhter Spannungsabfall im Gleichstromgenerator (z. B. Gleichrichter) auf-

treten, so daß sich die Betriebsverhältnisse des Verstärkers ändern und durch zu kleine Anodenspannung leichter eine Übersteuerung (und damit eine Verzerrung bei großen Amplituden) hinzukommt. Bei direktem Gleichstromnetzanschluß ist die Bedingung einer „starr²⁾en Generatorspannung“ erfüllt. Wesentlich anders liegen die Verhältnisse bei den Gleichrichtern, die ja nach ihrer Art (Hochvakuum oder Gasfüllung) einen nennenswerten, von der Belastungsstromstärke abhängigen inneren Spannungsabfall³⁾ aufweisen. Für die maximale Belastung (der Gleichrichterröhre), bei der die Nennspannung noch praktisch konstant sein soll, werden von den Her-

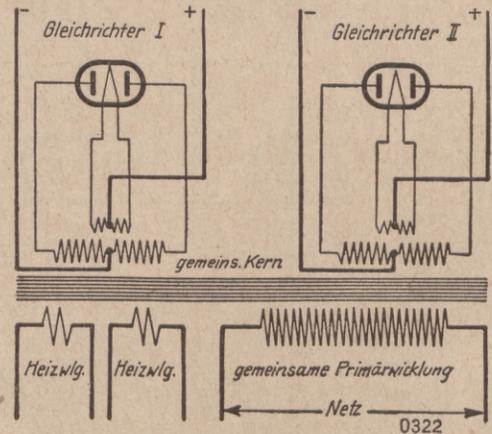


Abb. 1. Prinzipschaltbild einer Doppelweg-Gleichrichter-kaskade. Auf dem allen Wicklungen gemeinsamen Eisenkern (ein Transformator) befinden sich Heiz- und Hochspannungswicklungen für zwei getrennte Gleichrichtersätze I und II, wovon jeder Satz für sich allein, als auch in Hintereinander- oder Parallelschaltung betrieben werden kann. Die gemeinsame Primärwicklung speist die beiden Gleichrichter und versorgt zwei weitere Heizwicklungen für Röhrenheizung.

stellerfirmen Angaben gemacht, die auszugsweise in Tabelle II angegeben sind:

Tabelle II.

Fabrikat	Röhrenbezeichnung	Betriebswechsel-spannung Volt	Betriebsgleich-spannung Volt	max. Gleichstrom mA
Telefunken	RGN 1503	2 × 300	200	75
Rectron	R 220	2 × 185	~ 200	200
Rectron	R 250	2 × 340	250/350	300
S. & H.	G1 0,1 b	2 × 125	100	100 ÷ 150

Erinnern wir uns der angestellten Betrachtungen, dann erkennt man, daß für Kraftverstärker nur Röhren von der Leistungsfähigkeit der R 220 oder R 250 oder entsprechende Parallelschaltungen von RGN 1503-Röhren in Frage kommen. Um den gesamten Gleichstrombedarf eines mittleren Empfangsgerätes (drei Röhren) mit einem Endverstärker (Zwei-röhren-Gegentaktschaltung) zum Betrieb eines elektrodynamischen Lautsprechers zu schätzen und daraufhin auf die Gleichstromlieferung des Netzanschlußgerätes zu schließen, nehmen wir beispielsweise an:

- der Endverstärker benötigt etwa 100 mA
- der Lautsprecher (Feldwicklung) 50 "
- der Dreiröhrenempfänger insgesamt 50 "

Gesamtstrom vom Gleichrichter etwa . . 200 mA

¹⁾ Diese und andere Betrachtungen wurden bereits in dem vor einigen Jahren veröffentlichten Aufsatz: H. Reppisch, Die Theorie der Gegentaktschaltung, „Funk-Bastler“ 1926, H. 7, S. 78 dargelegt. Aus der Fachliteratur der letzten Zeit geht eindeutig hervor, daß für die Endverstärkung bei Aufnahme- und Wiedergabegeräten die Gegentaktschaltung wegen ihrer vorzüglichen Arbeitsweise immer mehr angewandt wird.

²⁾ Als „starr“ (konstant) kann man eine Generatorspannung so lange bezeichnen, als sie sich bei den normalen Belastungsverhältnissen nicht oder nur unwesentlich ändert. Mit anderen Worten heißt dies, daß in einem solchen Fall der Generatorwiderstand (innerer) gegenüber dem Belastungswiderstand sehr klein — vernachlässigbar — ist.

³⁾ Zur Verminderung der Gleichspannungsverluste ist auch

Der Strombedarf des Dreiröhrenempfängers, in dem auch das Potentiometer zur Spannungsunterteilung eingebaut sei, setze sich folgendermaßen zusammen:

für die dritte Röhre 200 V, Anodenstrom etwa 10 mA
das Potentiometer habe mitsamt den angeschlossenen Röhren rund 5000 Ohm, so daß es, da es an 200 V liegt, einen Strom aufnimmt von etwa 40 mA

Wir erhalten damit schon einen vom Gleichrichtergerät zu liefernden Gesamtstrom von 200 mA, und es soll bei

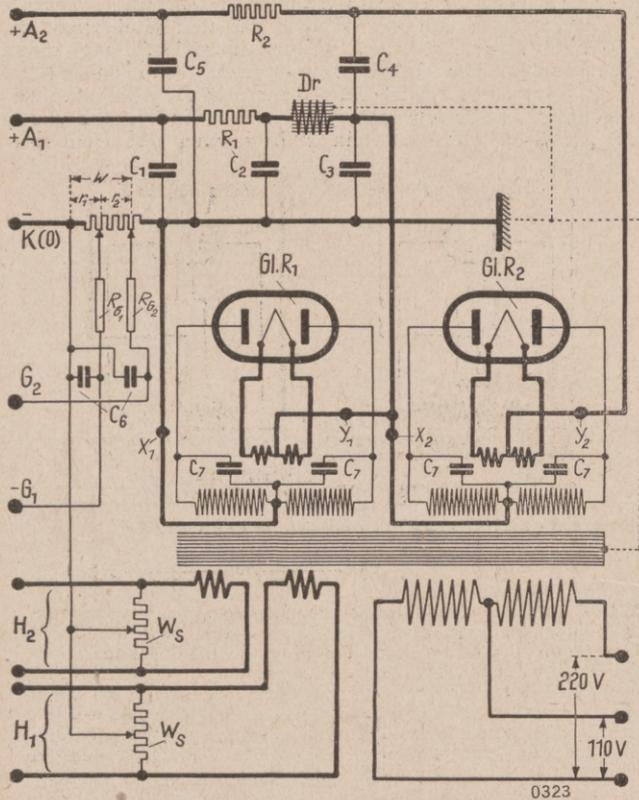


Abb. 2. Gesamtschaltbild der Gleichrichterkaskade mit Filter und Spannungsteiler für die Gittervorspannungen.

dieser Belastung noch die volle Nennspannung aufrechterhalten werden. Soll nun schließlich noch die Leistungsfähigkeit des Endverstärkers durch Parallelschalten von mehreren Endröhren erhöht werden, so werden große Anforderungen an die Stromquelle zu stellen sein.

Mit diesen in großen Zügen angestellten Berechnungen möge lediglich gezeigt sein, daß bei der Dimensionierung von Kraftverstärkern nicht nur auf diese selbst, sondern gleichermaßen auf die diese mit Strom versorgenden Netzgeräte die gleiche Rücksicht zu nehmen ist. Tritt z. B. infolge der Überlastung der Stromquelle ein starker Spannungsabfall ein, so wirkt sich dieser in bezug auf die Reinheit der Wiedergabe sehr ungünstig aus; bei elektrodynamischen Lautsprechern, die ihre Felderregung von der gleichen Stromquelle erhalten, ändert sich auch die Erregerstromstärke. Um dies zu verhindern und die zusätzlichen Verzerrungsmöglichkeiten von vornherein auszuschließen, wird häufig der Felderregestrom einem besonderen Gleichrichter entnommen.

Da die gasgefüllten Gleichrichterröhren sehr spannungsempfindlich sind, so geht man mit der Wechselspannung niemals bis an die noch zulässige Grenze. Werden Endröhren mit hohen Anodenspannungen, etwa 300 bis 400 V (z. B. RV 218), verwendet, dann sind die in Tabelle II angeführten Typen nicht anders zu verwenden, als in Hintereinanderschaltung zweier besonderer Gleichrichter, und man nennt eine derartige Schaltung eine Gleichrichterkaskade.

In der Abb. 1 ist das Prinzipschaltbild einer vielseitig ver-
notwendig, daß der Drahtwiderstand der Gleichrichtertransformatoren möglichst klein ist.

wendbaren Gleichrichteranordnung dargestellt, die bei zwei Gleichrichtersätzen mit Zweiwegröhren nur einen Transformator benötigt. Dieses Gleichrichteraggregat kann man schaltungstechnisch nun so ausführen, daß es für verschiedene Zwecke verwendet werden kann. Besitzt jeder Gleichrichter die Normalspannung E beim Normalstrom J, so liefert die Anordnung bei Parallelschaltung den doppelten Strom und bei Reihenschaltung beim Strom J die doppelte Spannung. Man kann aber etwa auch den einen Gleichrichter zum Betrieb der Verstärkereinrichtung, den anderen zur Speisung der Feldwicklung dynamischer Lautsprecher verwenden.

Eine Erdung des einen oder anderen Poles der Gleichrichtersätze erfolgt in der Schaltung der Sätze selbst nicht, sondern die Erdung wird zweckmäßig am Filtersatz oder (je nach dem Verwendungszweck) am jeweiligen Verbraucher vorgenommen, jedenfalls immer hinter dem Gleichrichteraggregat, damit man bei Umschaltungen keine Kurzschlüsse macht. (Würde man z. B. die -Pole der Gleichrichter im Schaltbild Abb. 1 erden, so wären bei Hintereinanderschaltung beide Sätze kurzgeschlossen!)

In der Abb. 2 ist das Schaltbild einer Gleichrichterkaskade dargestellt, wie sie z. B. für eine Kraftverstärkeranlage nach Abb. 4 benötigt wird. Wir sehen wieder die beiden Gleichrichterröhren Gl. R₁ und Gl. R₂, die in der bekannten Weise mit der Heiz- und Hochspannungswicklung in Verbindung stehen; die Anordnung von je zwei getrenn-

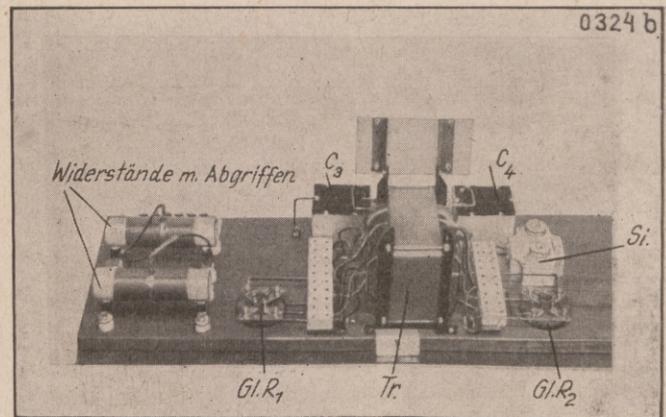
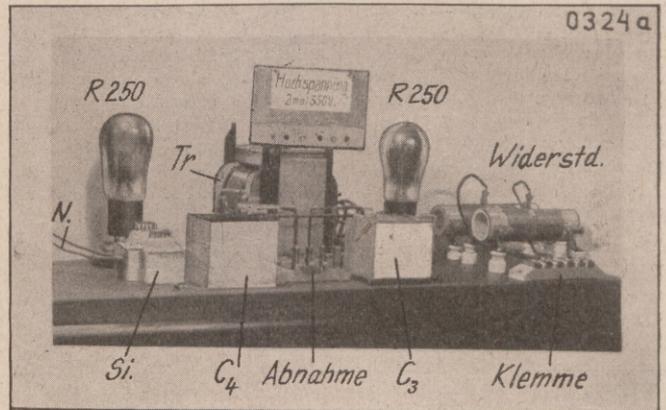


Abb. 3. Vorder- (oben) und Rückansicht (unten) einer Gleichrichterkaskade (Röhren: Rectron R 250, Transformator: Körting Typ FDMH). (Beachte zweipoliges Sicherungselement und Warnungstafel am Tr.)

ten Hochspannungs- und Heizwicklungen auf einem Eisenkörper⁴⁾ ist als eine günstige Lösung zu bezeichnen. Trifft man die Anordnung so, daß man jeden Gleichrichtersatz

4) Solche Transformatoren für Gleichrichterkaskaden werden bis jetzt nur von Körting hergestellt. Sie erfüllen selbstverständlich die betreffend Hochspannungssicherheit geltenden Vorschriften sowie die genannten Forderungen bezüglich eines geringen Spannungsabfalles bei gasgefüllten Röhren (die selbst einen sehr geringen inneren Widerstand besitzen).

(Hochspannungswicklung und Röhre zusammen) an den Punkten X_1 und Y_1 bzw. X_2 und Y_2 für sich fassen kann (dies empfiehlt sich für Experimentiergeräte ganz besonders), dann kann man je nach dem notwendigen Gesamtstrom bzw. der notwendigen Spannung die beiden Gleichrichter parallel- oder hintereinanderschalten oder auch nur einen allein betreiben. Zweckmäßig werden die Ausgleichskondensatoren C_2 und C_4 zum Gleichrichtersatz genommen (wie es bei

sich montiert (vgl. Abb. 3, nach der die Widerstände R_1 und R_2 mit Abgriffen mittels besonderer Klemme eingeschaltet werden können). Die Schaltmittel zur Gitterspannungsreinigung bringt man zweckmäßig im eigentlichen Verstärkergerät mit unter, wie es bereits in einem früheren Aufsatz⁵⁾ angegeben wurde.

Der von Körtling hergestellte Doppeltransformator besitzt ferner zwei weitere Wicklungen für Röhrenheizung (3,5 V und 7 V, letztere für Großleistungsrohre); zur Einstellung des neutralen (störungsfreien) Mittelpunktes dienen die zu den Heizwicklungsklemmen H_2 bzw. H_1 parallelgeschalteten Widerstände W_s (Potentiometer), deren Schleifer mit dem K-Punkt (siehe Abb. 2) verbunden wird.

Bei Verwendung von Rectronröhren (R 250) erhält man z. B. bei Serienschaltung der beiden Gleichrichter etwa 500 bis 600 V, und es ist zu empfehlen, bei offenen Experimentierschaltungen (wie z. B. Abb. 3), eine Warnungstafel anzubringen. Bei dem in Abb. 3 dargestellten Gerät ist eine Signallampe angebracht worden, die aus der Heizwicklung H_1 gespeist wird und die bei eingeschaltetem Netzanschlußgerät aufleuchtet. Als Signallampe dient eine gewöhnliche Taschenlampenbirne, deren Verbrauch im Verhältnis zu dem des ganzen Gerätes sehr gering ist.

Als Anwendungsbeispiel für ein Netzanschlußgerät mit Zweifach-Doppelgleichrichter (nach Abb. 2) sei der in Abb. 4 dargestellte Kraftverstärker zur elektro-akustischen Wiedergabe von Schallplatten kurz beschrieben. Als Vorstufe im Verstärker dient eine REN 1104, in deren Anodenstromkreis der Gegentak-Gittertransformator (ZTr) liegt; die Gegentakendstufe bilden zwei RV 218 (beide Röhrentypen Telefunken). Wie aus der Beschriftung in den Abb. 2 und 4 hervorgeht, wird die erste Stufe etwa mit der halben Anodenspannung (wie die der Endstufen), also der Spannung eines Gleichrichters, betrieben. Der Ausgangstransformator besitzt sekundärseitig zwei Wicklungen, eine zum Anschluß elektromagnetischer und eine zweite zum Anschluß elektrodynamischer Lautsprecher (II). Die Bezeichnungen auf Abb. 4 stimmen mit denen auf Abb. 2 überein, so daß man leicht an Hand beider Schaltbilder den Stromlauf verfolgen kann.

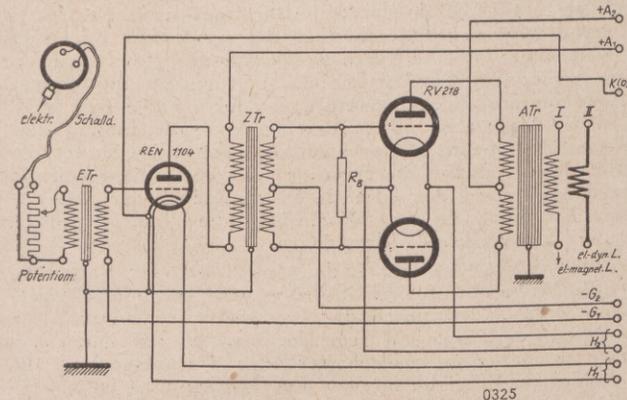


Abb. 4. Schaltbild eines Großleistungsverstärkers zur elektro-akustischen Wiedergabe von Schallplatten mittels elektromagnetischer und elektrodynamischer Lautsprecher.

dem Experimentiergerät nach Abb. 3 geschehen ist). An den Klemmen XY (Abnahme) kann dann jeweils die erforderliche Schaltung vorgenommen werden.

Die aus dem Prinzipschaltbild Abb. 2 noch ersichtlichen übrigen Schaltmittel zur Störungsbefreiung (Drosseln und Kondensatoren) und Spannungsregulierung (Vorschaltwiderstände R_1 und R_2), sowie der Gitterspannungsteiler W (mit den Kondensatoren C_2 und den Hochohmwiderständen R_{g1} und R_{g2}) werden bei einem Versuchsgerät am besten für

Praktisches Schalt- und Ladegerät für Akkumulatoren

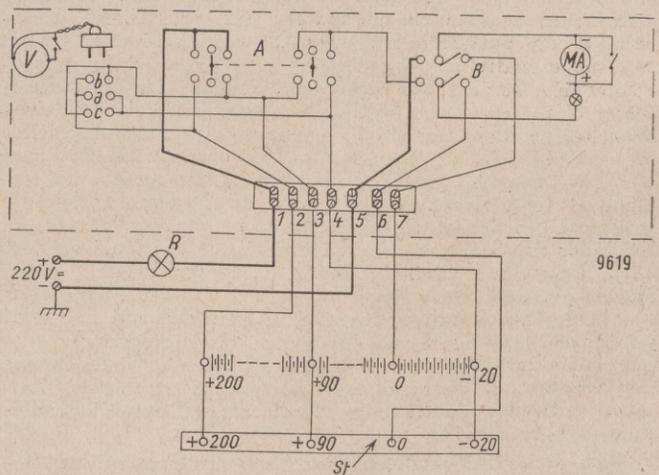
In dem Streit der Meinungen um Netzanschluß- oder Batteriebetrieb führt der Anodenakkumulator in beschaulicher Zurückgezogenheit ein gesichertes und unangetastetes Dasein. Man kann ihm nichts von dem vorwerfen, was gegen seine Konkurrenten ins Feld geführt wird. Er verdirbt auch beim empfindlichsten Superhet- oder Kurzwellenempfänger keine Richteffekte des Rahmens, erzeugt kein Brummen oder verursacht irgendwelche Störgeräusche, wie sie bei Trockenbatterien nach dem Abfall der ursprünglichen Spannung häufig auftreten. So wäre der Anodenakkumulator die ideale Stromquelle, wenn nicht zwei besondere Umstände viele Funkfreunde von der Anschaffung abschrecken würden — der hohe Anschaffungspreis und die Notwendigkeit des dauernden Wiederaufladens. Man sollte jedoch bedenken, daß der Gestehungspreis für irgendeine Apparatur nur im Hinblick auf die Dauer der Zeit bewertet werden muß, während der aus ihr ein Nutzen gezogen werden kann.

Beim Anodenakkumulator ergibt sich also die Notwendigkeit, dafür zu sorgen, daß seine Lebensdauer durch zweckentsprechende Behandlung auf das praktisch höchst erreichbare Maß gebracht wird. Wenn wir damit gleichzeitig die Unbequemlichkeit der dauernden Wiederaufladung und des Umschaltens von Laden auf Empfang beseitigen, so wären die beiden einzigen Nachteile des Anodenakkumulators vermieden und tatsächlich eine ideale Anodenstromquelle geschaffen.

Beide Forderungen werden erfüllt durch eine Schalt- und Ladeeinrichtung, wie sie im Bastel-Laboratorium des „Funk“ sich bestens bewährt hat. Sie macht, wenigstens sofern Gleichstromanschluß besteht, das Laden und Umschalten so bequem, daß in jeder kleinen Betriebspause der Akkumulator unter Ladestrom gesetzt werden kann.

Darin liegt zugleich das Geheimnis des langen Lebens von Anodenakkumulatoren. Die sehr empfindlichen kleinen Platten eines Anodensammlers leiden viel stärker als ein

großer Akkumulator durch die wiederholte Unterschreitung der Entladespannung, sie belohnen dafür die häufige Aufladung mit einer möglichst weit unter der Maximalgrenze



liegender Stromstärke durch lange Lebensdauer, wenn man außerdem streng darauf achtet, daß der Säurespiegel nie unter das zulässige Niveau sinkt.

Die gesamte Schalteinrichtung wird am einfachsten auf eine Hartgummiplatte von 22×13 cm montiert. Es gehören dazu zwei Mehrfach-Wechselschalter auf gemeinsamer Achse mit dem Bedienungsknopf A, ein zweipoliger Wechselschalter mit dem Knopf B, drei Buchsenpaare zur

⁵⁾ Siehe „Funk-Bastler“ 1928, H. 15. H. Reppisch, Ein zweistufiger Transformatorverstärker.

Spannungsmessung a, b und c, sowie zwei Meßinstrumente: ein Voltmeter V mit einem Meßbereich von 0 bis 250 Volt und ein Milliampereometer MA mit einem Meßbereich von 0 bis 100 mA. Auf der Rückseite der Frontplatte befindet sich noch eine Fassung für eine 4 Volt-Taschenlampenbirne mit einem Lämpchen als Sicherung und eine Klemmleiste mit sieben Anschlüssen. Dazu eignen sich vorzüglich die sogenannten Steatitklemmen.

Eine normale Schraubfassung für eine 220 Volt/15 Watt-Lampe (R) findet ihren Platz irgendwo an der Wand außerhalb des Ladebrettes. Aus der Abbildung, die das Schalt-schema der Ladeeinrichtung zeigt, geht die Anordnung der gesamten Anlage hervor.

Die Zellen des Anodenakkumulators werden in zwei Abschnitte unterteilt: Die ersten 10 Zellen sind für die Entnahme von Gittervorspannungen bestimmt, die folgenden 100 Zellen zur Entnahme der Anodenspannungen. Die ganze Batterie liefert somit 200 Volt Anodenspannung und 20 Volt Gitterspannung. Aus dem Schrank oder Pullfach, in dem die Batterie untergebracht ist, führen Litzenverbindungen zu den Steckbrettern (St) unmittelbar über dem Arbeitstisch. Die Anodenspannungen sind in Stufen von 10 Volt abzugreifen, die Gitterspannungen in Gruppen von 2 Volt. Auf den Steckbrettern (Hartgummileisten mit eingelassenen Buchsen) sind die Spannungen von -20 bis $+200$ Volt bezeichnet. In der Abbildung sind nur die vier Hauptanschlüsse angegeben. Der Pluspol der zehnten Zelle, der den Minuspol der Anodenspannung und den Pluspol der Gitterspannung darstellt, ist als einziger Anschluß nicht direkt mit der entsprechenden Buchse des Steckbretts, sondern mit dem siebenten Anschluß der Klemmleiste des Ladegerätes und darüber mit einem Pol des Umschalters B verbunden. Dieser Batterieanschluß ist also der sogenannte Nullanschluß.

Befindet sich der Schalter B in seiner rechten Stellung, wie in der Abb. gezeichnet, so ist eine Verbindung hergestellt zwischen dem Nullanschluß der Batterie über das Milliampereometer und die Anodensicherung mit dem Nullanschluß des Steckbretts. Die Batterie ist auf Entladen geschaltet. Zu diesem Zweck muß gleichzeitig der Wechselschalter B sich in der Mittelstellung befinden, so daß alle Anschlüsse der Batterie vom Netz getrennt sind.

Hier taucht gleich die wichtige Frage auf, was passieren würde, wenn der Schalter B versehentlich in der rechten oder linken Stellung belassen würde und somit ein Netzpol mit einem Anschlußpunkt der Plusspannung der Anodenbatterie verbunden bleibt. Es darf natürlich auch im Falle eines Schaltversehens gar nicht geschehen, man muß also beim Bau eines ähnlichen Schaltgeräts selbst sorgsame Überlegungen anstellen, um späteres schweres Unheil (Kurzschluß von Batteriezellen oder Durchbrennen der Röhren bei angeschaltetem Empfänger) von vornherein auszuschließen. Bei der gezeichneten Schaltung ist ein Schaltfehler ohne schädliche Folgen. Da aber bei einigen Gleichstromnetzen nicht der Minus-, sondern der Pluspol geerdet ist, soll auf die zu beachtenden allgemeinen Maßnahmen zur Sicherung hingewiesen werden. Der Vorschaltwiderstand R liegt zweckmäßig in dem Zweig der Netzleitung, der nicht geerdet ist! In diesem Falle kann, wenn versehentlich über die Schalter und den Empfänger das Netz geerdet wird, kein Kurzschluß entstehen. Ist der Plusleiter des Netzes geerdet, so ist sicherheitshalber vor der Ladung der Empfänger abzuschalten, sofern sein Heizkreis mit der Erde galvanisch verbunden ist. Als weitere Sicherheitsmaßnahme muß man darauf achten, daß die schleifende Kontaktfeder des Schalters R während des Umschaltens nicht zwei Kontakte entweder direkt oder durch einen überspringenden Funken kurzschließt.

Nach dieser notwendigen Zwischenbemerkung sei zur Betrachtung der Wirkungsweise der Schalteinrichtung zurückgekehrt. Soll die Anodenbatterie geladen werden, so wird der Schalter B nach links gelegt. Damit ist der Nullanschluß der Batterie vom Steckbrett getrennt, und die Minusnetzleitung ist über die Klemmleiste (Anschluß 5), das Milliampereometer, die Sicherung mit zwei Kontakten des Schalters A verbunden. In der rechten Stellung des Schalters A liegt dann der Minuspol des Netzes an dem Anschluß plus 90 der Batterie, und der Pluspol des Netzes liegt über der Vorschaltlampe R an plus Batterie 200. Es wird also die zweite Hälfte der Batterie geladen. In der linken Stellung des Schalters A steht dagegen die erste Hälfte der Batterie

unter Ladestrom. Das Milliampereometer mißt also entweder den Entladestrom oder, ohne besondere Umschaltung des Instrumentes, den Ladestrom. Da die billigeren Instrumente für den Daueranschluß nicht geeignet sind, empfiehlt es sich, sowohl in die Zuleitungen des Milliampereometers als auch des Voltmeters Druckknopfschalter anzubringen, so daß die Instrumente erst durch Druck auf diesen Knopf in Tätigkeit treten. Der Schalter im Meßkreis muß daher so konstruiert sein, daß in der Ruhestellung des Schalters das Milliampereometer kurzgeschlossen ist. An den Klemmen des Voltmeters ist eine kurze Kordelschnur befestigt, die in einem zweipoligen Stecker endigt. Je nachdem der Stecker in eines der drei Buchsenpaare a, b oder c eingeführt wird, mißt das Voltmeter entweder die Gesamtspannung der Batterie, die Spannung der zweiten oder die der ersten Hälfte. Man hat also die denkbar vollkommenste Kontrolle über den Zustand der Batterie im Entlade- oder Ladezustand. Nun noch ein paar Worte über die Wahl der Schalter und des Vorschaltwiderstandes.

Da man weder bei der Ladung noch bei der Entladung wesentlich über 60 mA hinausgehen wird, kann man unbedenklich Schwachstromschalter verwenden, wodurch das Schaltgerät verbilligt und vereinfacht wird. Es eignen sich hierfür sowohl Kippschalter oder Walzenschalter, die im Handel erhältlich oder nach der Beschreibung im „Funk-Bastler“, Heft 8, Seite 119, selbst hergestellt werden können. Schließlich kann man auch Schalter mit Schleifkontakten verwenden, die auf einer rotierenden Achse sitzen.

Der zulässige Ladestrom beträgt bei den meisten Anodenakkumulatoren etwa 70 bis 100 mA. Es kommt aber der Lebensdauer der Batterie zugute, wenn man unterhalb dieser Maximalgrenze bleibt und dafür öfter ladet. Eine Metallfadenlampe für 220 Volt/15 Watt ergibt unter den hier angenommenen Verhältnissen eine Ladestromstärke von etwa 55 mA.

F. Johnske.

Der neue Sender Straßburg im Bau.

Mit dem Bau des seit dem 14. Januar d. J. geplanten staatlichen Straßburger Rundfunksenders ist inzwischen begonnen worden. Der Sender wird bei dem Ort Brumath (Unterelsaß), 30 km von Straßburg entfernt, errichtet. Die Station wird mit 12 kW Antennenleistung auf Welle 346 m arbeiten. Die Senderäume selbst befinden sich in Straßburg und sind mit dem Sender durch pupinisierte Kabel verbunden. Die ersten Versuchssendungen finden voraussichtlich im Sommer 1930 statt.

—r.

Bordeaux baut einen Großsender.

In Bordeaux wird gegenwärtig der alte staatliche Rundfunksender „Bordeaux-Lafayette“, der im Hauptpostgebäude steht, durch einen neuen, 30 kW starken Sender ersetzt. Die neue Station wird in 10 km Entfernung von Bordeaux errichtet und an das französische staatliche Rundfunksendenetz angeschlossen.

—r.

Vorläufig kein Fernsehen in England.

Der Fernsehtaumel in England hat die Öffentlichkeit derart ergriffen, daß im Unterhaus der Postminister um Auskunft ersucht worden ist, wann mit der Einführung eines Fernseh-Rundfunks gerechnet werden kann. Der Postminister hat sich daraufhin mit der British Broadcasting Corporation und der Baird-Television-Compagnie in Verbindung gesetzt und in einer der letzten Sitzungen des Unterhauses öffentlich erklärt, daß vorerst noch nicht mit der Inbetriebnahme des Fernseh-Rundfunks zu rechnen sei.

Anwachsen der Hörerzahlen in England.

Während in Deutschland die Zahl der Rundfunkhörer im letzten Quartal etwas gesunken ist, weist die Statistik der englischen Rundfunkhörerzahlen einen Anstieg auf. Man zählte am 30. Juni 2 791 717 Rundfunkanlagen, was gegen den Vormonat eine Steigerung um etwa 16 000 bedeutet. Rechnet man auf jede Empfangsanlage nur drei Rundfunkhörer, so sind etwa 20 v. H. aller Engländer am Rundfunk interessiert, während in Deutschland die gleiche Relativzahl nur 14 v. H. beträgt. Absolut hat Deutschland jedoch das viel ältere Rundfunkland England um mehr als 46 000 Hörer überflügelt.

Der Weg zur Hochfrequenzheizung

Von

Ing Robert Kratzenstein.

Dies ist keine Baubeschreibung, ist nicht einmal ein einfacher Weg zur Lösung des Problems der Netzheizung. Aber trotzdem glauben wir, die Beschreibung dieser äußerst interessanten und lehrreichen Versuche unseren Lesern mitteilen zu sollen. Sie geben nicht nur viele praktische Fingerzeige, sondern bilden ein für die Bastler nachahmenswertes Beispiel für systematisches Arbeiten.

Die Idee, den Hochfrequenzstrom, der in unseren Empfangsanlagen mit sehr geringer Stärke fließt, so stark zu

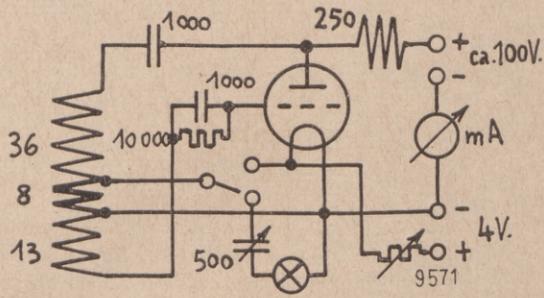


Abb. 1.

erzeugen, daß er sich in deutlich spürbare Wärme verwandelt, ist für den Bastler, der noch nicht mit Sendeanlagen hat arbeiten dürfen, äußerst interessant, und manchen wird es gegeben haben, der im vorigen Jahr den Aufsatz „Röhrenheizung mit Hochfrequenz“ von Alfred Eckel¹⁾ gelesen und dann selber mit mehr oder weniger Glück Versuche angestellt hat. Einmal ist es die Freude an den Versuchen selbst und dann das erstrebte Ziel, die ihre Anziehungskraft auf Bastlergemüter ausüben. Aber das Ziel, die Hochfrequenzheizung der Empfängerröhren, ist nicht ganz leicht zu erreichen. Ich habe das selbst erfahren müssen und will jetzt über die vielen Versuche, die ich anstellen mußte, um zu einem vorläufigen Ergebnis zu kommen, berichten.

Zuerst habe ich mich an die Angaben von Alfred Eckel gehalten und die von ihm angegebene Spulenanordnung benutzt. Als Röhre nahm ich eine RE 134, die zunächst durch Akkumulator geheizt und aus dem 220 Volt-Gleichstromnetz mit Anodenspannung versehen wurde. Für das Suchen des Resonanzpunktes änderte ich die Schaltung etwas ab und legte eine Taschenlampenbirne in den Heizkreis (Abb. 1). Deren Leuchtstärke stellte ich so ein, daß sie ungefähr der Heizenergie der Röhre entsprach, nahm die Batteriespannung weg und schaltete an Stelle der Taschenlampenbirne den Heizfaden der Röhre ein. Nun konnte ich versuchen, ob bei dieser Einstellung der Hochfrequenzstrom zur Heizung der Röhre ausreichen würde; deshalb schaltete ich den Heizakku für ganz kurze Zeit durch schnelles Berühren und Wiederloslassen eines Steckers in der Heizleitung (etwa 1/10 bis 1/5 Sekunde Dauer) ein und beobachtete das Milliampereometer. Schlag dieses bis ungefähr auf den bei Akkuheizung beobachteten Wert aus und ging dann wieder auf Null zurück, so war der hochfrequente Strom noch zu schwach eingestellt, blieb aber der Zeiger des Milliampereometers nach dem Ausschlagen stehen, so „brannte“ die Röhre bereits mit Hochfrequenz. Obwohl die Versuche mit Vorsicht gemacht wurden, ließ es sich nicht vermeiden, daß die Röhre ab und zu eine Überheizung bekam; ich hatte deshalb an der unverspiegelten Seite der Röhre außen einen Taschenspiegel schräggehend angebracht, der eine bessere Beobachtung des Fadens ermöglichte (auch die modernen dunkelbrennenden Fäden kann man schwach leuchten sehen, wenn die Verspiegelung es nicht verhindert).

Einen Dreiröhrenempfänger (Audion + 2 Niederfrequenzstufen) hochfrequent zu heizen, gelang nicht, weil etwa die Hälfte der Heizenergie in den Verbindungsschnüren (1,30 m

lang) verloren ging. Ich habe dies nicht näher untersucht, vermute aber, daß die Stromverdrängung in den Leitungen hauptsächlich daran schuld. Denn die Frequenz des Hochfrequenzgenerators liegt nicht bei ungefähr 20, sondern bei 2000 Kilohertz. Mit dem Wellenmesser ermittelte ich $\lambda = 150$ m (offener Heizkreis) und $\lambda = 200$ m (belasteter Heizkreis). Der Schwingungskreis besteht ja nur aus 57 Windungen und der Spulen- und Röhrenkapazität. Aus der Angabe der Wellenlänge folgt, daß in dem Wellenbereich um 200 m ein Empfang mit Hochfrequenzheizung nicht möglich ist, der Hochfrequenzapparat würde als relativ sehr starker Störsender auftreten und die geringe Empfangsenergie übertönen. Würde die Welle des Hochfrequenzapparates im Rundfunkbereich liegen, so würde auch dort ein Empfang vereitelt. Deswegen hielt ich es für richtiger, die Wellenlänge bedeutend heraufzusetzen, um aus der Nähe der Rundfunkwellen fortzukommen.

Also probierte ich mit großen Wabenspulen, bis ich eine günstige Spulenzusammenstellung gefunden hatte. In Abb. 2 sind die Windungszahlen angegeben, die sich als besonders günstig erwiesen. Die Heizspule mit 40 Windungen ist nach Ledion-Art gewickelt, aber mit sogenanntem Klingeleitungsdraht (Wachsdraht). Im Heizkreis liegt ein 0,1 μ F-Kondensator und im Hauptschwingungskreis ein 150 cm-Dubilier-Kondensator. Letzterer war hier und in einigen anderen Fällen (kleiner Drehkondensator) von Vorteil, in den meisten untersuchten Fällen erwies sich aber ein Kondensator an dieser Stelle als unvorteilhaft. Die günstigsten Größen der Abstimmung und Kopplung müssen in jedem Fall durch Probieren gefunden werden; hat man auswechselbare Spulen in allen Größen, so ist das nicht schwierig. Die drei Spulen müssen in fast allen Fällen so dicht wie möglich aneinandergerückt werden. Die vielen Heizregler in Abb. 2 dienen erstens zur Anheizung der Röhre aus der Batterie, zweitens zur Selbstheizung (30 Ω links) und drittens zur Regulierung der eingeschalteten Belastung (10 Ω + 200 Ω), also z. B. eines Empfängers oder einer Taschenlampenbirne. Der 2 μ F-Kondensator soll den Gleichstrom der Heizbatterie von der Belastung fernhalten. Die Anheizung geschieht auch hier in obenbeschriebener Weise. Mit Hilfe des 200 Ω -Heizreglers ließ sich die Belastung nachträglich allmählich einschalten, wobei zugleich der Regler für die Selbstheizung langsam vorwärtsgedreht

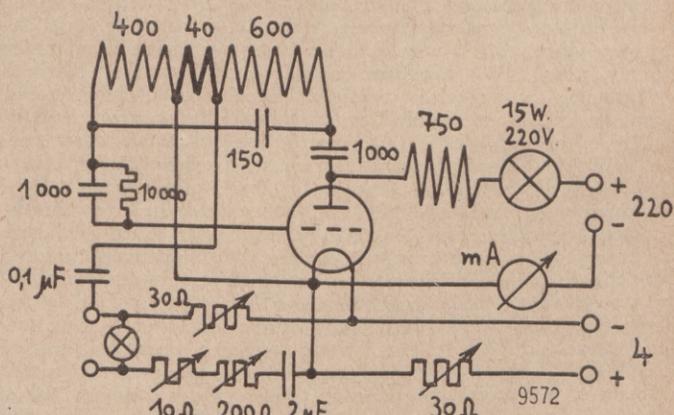


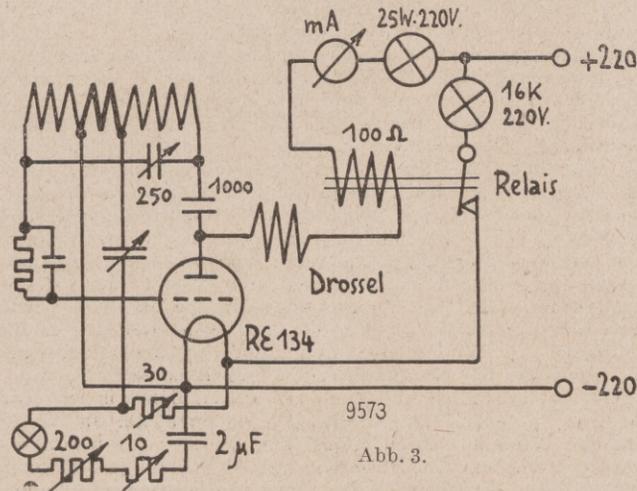
Abb. 2.

werden mußte. Ist letzterer auf null Ohm angekommen, und wird der Belastungsstrom weiter erhöht, so reißen die Schwingungen ab, und die Röhre erlischt, die größtmögliche Belastung ist überschritten.

Die Leistung bei dieser Spulenanordnung war etwas besser als bei der vorigen (auch bei gleicher Anodenspannung). Die Energieverhältnisse waren ungefähr folgende (genaue Heizdrahtinstrumente standen leider nicht zur Verfügung): Zuerst bei 100 Volt Anodenspannung: Heizenergie einschließlich Selbstheizung 0,2 A · 3,0 V = 0,6 Watt, Anodenenergie 0,012 A · 100 V = 1,2 Watt, Wirkungsgrad also 0,5.

1) Vgl. Heft 31 des „Funk-Bastler“, Jahr 1928, Seite 475.

Bei 170 Volt Anodenspannung: Heizenergie einschließlich Selbstheizung $0,5 \text{ A} \cdot 4,0 \text{ V} = 2,0 \text{ Watt}$, Anodenenergie $0,022 \text{ A} \cdot 170 \text{ V} = 3,8 \text{ Watt}$, Wirkungsgrad auch rund 0,5. Bei Berücksichtigung der gesamten aus dem Netz entnommenen Energie, einschließlich dem Energieverlust in der Vorschaltlampe (Abb. 2), war die Netzenergie $0,022 \text{ A} \cdot 220 \text{ V}$



= 4,9 Watt und der Wirkungsgrad dann 0,4. Mit dem Wirkungsgrad war ich zufrieden, der Strom reichte zum Heizen eines Empfängers auch aus — aber ungestörter Empfang war mir leider nicht vergönnt. Im Bereich der Rundfunkwellen wurde der hochfrequent geheizte Empfänger durch sehr laute Pfeiftöne gestört, auf kurzen Wellen (um $\lambda = 40 \text{ m}$) ebenfalls, nur waren die Töne leiser, aber dafür war ihre Anzahl um so größer. Das sind die Oberwellen, die als unangenehme Zugabe bei jedem selbsterregten Röhrensender mehr oder weniger entstehen. Die Wellenlänge des Hochfrequenzapparates betrug ziemlich genau 6000 m, die Frequenz also 50 Kilohertz.

Ich versuchte nun verschiedene Mittel, um die Störungen vom Empfänger fernzuhalten oder doch wenigstens den Weg aufzufinden, über den die Oberwellen in den Empfänger gelangen. Ich beschränke mich hier auf einige kurze Angaben, zumal da zunächst kein befriedigendes Ergebnis erzielt wurde. Die Lautstärke der Störungen im Empfänger, der neben dem Hochfrequenzapparat stand, verhielt sich mit und ohne Antenne etwa wie 10 : 1, woraus ich folgerte, daß der kleinste Teil der Störenergie durch Beeinflussung der Empfangsspulen übertragen wurde, der größte Teil dagegen durch die Antenne hereinkam, wahrscheinlich durch Vermittlung des Lichtnetzes als Sendeantenne. Deshalb legte ich Sperrkreise in die Netzleitungen (Wabenspulen mit je 600 Windungen, durch kleine Kondensatoren abgestimmt auf $\lambda = 6000$), die die Störungen tatsächlich verminderten, besonders der Sperrkreis in der negativen Netzleitung. Weiter setzte ich den Schwingungsgenerator provisorisch in ein Metallgehäuse, das allerdings nur unvollständig geschlossen war, und beobachtete ebenfalls eine Verringerung der Störungen (etwa auf die Hälfte). Das alles reichte jedoch nicht aus, um störungsfreien Empfang zu bekommen. Ich tröstete mich mit der Annahme, daß bei einer viel längeren Welle des Hochfrequenzgenerators ich schon Störungsfreiheit bekommen würde, da ich darauf rechnete, daß die Oberwellen in größerer Entfernung von der Grundwelle immer schwächer würden. Daß sich dies etwas anders verhielt, werde ich nachher zeigen. — Jetzt will ich die von mir eingeführte automatisch wirkende Anheizvorrichtung beschreiben; ich glaube, daß es die Bastler interessiert.

Ich ging von dem Gedanken aus: Der Vorteil eines Hochfrequenzheizgerätes (für Gleichstrom) liegt in dem sehr geringen Netzstromverbrauch und tritt besonders dann in Erscheinung, wenn überhaupt kein Heizstrom (außer zum Anheizen) aus dem Netz entnommen wird, sondern nur Anodenstrom. Deshalb war ich bemüht, das Anheizen oder Anlassen der Röhre bequemer und zuverlässiger zu gestalten. Zu diesem Zweck wurde zum Anheizen nicht mehr der Akkumulator, sondern der Netzstrom benutzt unter Vorschaltung einer Kohlefadenlampe, und ein Relais mit

Ruhestromkontakt eingebaut. Die Schaltung ist in Abb. 3 wiedergegeben. Beim Einschalten der Netzspannung spielt sich folgender Vorgang ab: Über Kohlefadenlampe, Relaiskontakt und Heizfaden fließt der Heizstrom, der Heizfaden der Röhre wird warm, der Anodenstrom beginnt zu fließen, die Röhre fängt an zu schwingen, der Anodenstrom steigt, das Relais zieht an und schaltet den Netzheizstrom aus, während zugleich der aus der Hochfrequenzheizspule kommende Strom die Heizung der Röhre übernimmt und etwa angeschlossene Empfängerröhren mitgeheizt werden. Ist das Relais richtig einreguliert und auch die Heizregler richtig eingestellt, so klappt dies tadellos, und die Röhre wird während des sehr schnell verlaufenden Einschaltvorganges nicht überheizt. Sinkt die Netzspannung, so reißen die Schwingungen ab, das Relais schaltet sofort den Netzstrom wieder ein und bringt die Röhre erneut zum Anschwingen; da aber die Schwingungsenergie wegen zu geringer Anodenspannung nicht zur Heizung ausreicht, „geht die Röhre wieder aus“, wird wieder gezündet und so fort; es entsteht also ein Flackern, das jedoch sehr leicht durch Nachregulieren der Selbstheizstromstärke beseitigt werden kann. Im umgekehrten Falle, wenn also die Netzspannung ansteigt, oder, was auf dasselbe herauskommt, wenn die angehängte Belastung (z. B. Empfänger) nachläßt oder abgeschaltet wird, liegt die Sache schlechter, denn dann wird die Schwingungsröhre überheizt, weil die Klemmenspannung an der hochfrequenten Heizspule stark von der Belastung abhängt. Diesem Fall könnte man entweder durch Einschalten eines Eisenwasserstoffwiderstandes (Strombegrenzers) oder einer Art Wärmerelais in die Heizleitung der Röhre beikommen. Das Wärmerelais müßte beim Anwachsen des Stromes eine Kondensatorplatte verschieben, wodurch die Kapazität im Schwingungskreis so geändert wird, daß die Schwingungsenergie nachläßt und die entstandene Spannungserhöhung wieder rückgängig gemacht wird. Ich habe dies aber nicht ausgeführt, weil der Apparat dann wohl zu kompliziert geworden wäre.

Wenn ich meine Versuche in der Reihenfolge schildere, wie ich sie nacheinander vorgenommen habe, muß ich jetzt erwähnen, daß ich den Apparat wieder für eine kurze Welle umgebaut habe, weil er für eine Ausstellung gebraucht wurde; auf eine kurze Welle deswegen, weil ich fürchtete, auf der langen Welle würde der Apparat andere Rundfunkempfänger stören. Die Welle war 50 bis 60 m (6000 bis 5000 kHz). In diesem Zustande ist das Lichtbild (Abb. 4) aufgenommen. In der Mitte sitzt die Röhre (RE 134), rechts unten das Relais, darüber die Vorschaltlampen, die Anodendrossel (50 W. Ledion) und der Anschluß für Milliampere-meter. Links unten sind die 3 Heizwiderstände angebracht

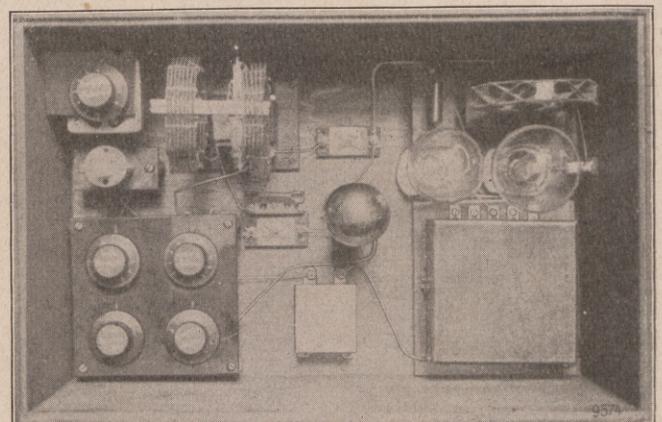


Abb. 4.

und ein Drehkondensator 250 cm (fast auf Null stehend), darüber befinden sich die Belastungsbirne, der Drehkondensator zur Abstimmung des Heizkreises (500 cm) und der Spulensatz. Die Spulen sind durch Holzstäbchen gegeneinander verstrebt, damit sie nicht hin und her schwingen, was mit starken Wellenschwankungen verbunden ist. Der Vollständigkeit halber muß ich noch einige bei kurzer Welle gemachte Beobachtungen streifen. Die Windungszahlen der Gitter-, Heiz- und Anodenspulen waren $15 + 3 + 10$ Windun-

gen, aber auch mit den Windungszahlen 35 + 6 + 15 oder 20 + 6 + 10 war gute Wirkung vorhanden. Der Drehkondensator im Heizkreis kann weggelassen werden, wenn man will, dann wird die Windungszahl der Heizspule etwas kleiner und muß ausprobiert werden. Der Anodenstrom war rund 30 mA, was die Höchstbelastung für die RE 134 ist. Die Heizregler arbeiteten unregelmäßig, und ich beobachtete beim Drehen viele Resonanzstellen, weil der Widerstandsdraht für die kurze Welle stark als Spule wirkt. Heizung eines Empfängers war auch hier nicht möglich, da die Zuleitungen das meiste wegnahmen, dafür wurde der Empfänger mit Akkumulator geheizt und das Hochfrequenzgerät danebengesetzt und die Störungen untersucht. Kurzwellenempfang wurde völlig unterdrückt und auch Rundfunkempfang war leise, und es mußte größere Rückkopplung angewendet werden, dazu war der Summton des Gleichstromnetzes, mit dem ja der Hochfrequenzstrom moduliert ist, durchzuhören. Die letzten beiden Erscheinungen waren übrigens auch bei der langen Welle von 6000 m zu beobachten. Sperrkreise in den Netzleitungen waren bei der kurzen Welle eher schädlich als nützlich. Zum Abschluß dieser wenig erfreulichen Feststellungen fand ich, daß durch die kurze Welle des Hochfrequenzgerätes auch ein Ultradyneempfänger, der in einiger Entfernung von dem Gerät stand und auf Rundfunkempfang eingestellt war, gestört wurde. Ich habe diese Tatsache schon auf Seite 46 des „Funk-Bastler“, Heft 3, mitgeteilt und hatte festgestellt, daß die Oberwellen des Oszillators im Ultradyne mit der kurzen Welle des Heizgerätes zusammen die Ursache bilden.

Wie schon oben gesagt, schienen mir die Nachteile, die eine kurze Welle im Hochfrequenzgerät mit sich bringt, zu groß, so daß ich mich den langen und sehr langen Wellen zuwandte. Hierzu brauchte ich Spulen mit Eisenkern. Als Eisenkern nahm ich den Kern eines alten Niederfrequenztransformators (Eisenquerschnitt 1 qcm) und später, als ich die große Streuung beobachtete, einen geraden Eisenkern aus hochlegierten Blechen von 10 cm Länge (Eisenquerschnitt 0,7 qcm). Die zuerst gewickelte Spule ergab mit dem geschlossenen Eisenkern anstatt der erwarteten langen Welle eine zu kurze von 400 bis 1300 m je nach Abstimmung des Kondensators (0 bis 250 cm); die Windungszahl war 75 + 10 + 75, die Heizwindungen lagen in der Mitte zwischen Anoden- und Gitterspule. Zur Abstimmung des Heizkreises war ein Kondensator von etwa 10 000 cm nötig. Die Energieabgabe war gering, etwa nur ein Fünftel gegenüber den Versuchen ohne Eisenkern.

Darauf folgte die zweite Spule, die 200 + 2000 + 2000 Windungen mit vielen Unterteilungen hatte. Die einzelnen Wicklungen waren hierbei übereinander angebracht, zu unterst die Heizwicklung mit 200 Windungen aus 0,5 mm starkem Kupferdraht, darüber die beiden anderen Wicklungen aus 0,1 mm starkem Kupferdraht. Es wurde der geschlossene Eisenkern benutzt. Die Heizung der Röhre erfolgte wieder aus dem Netz. Die Heizwicklung wurde nicht mehr leitend mit der Wicklung des Schwingungskreises ver-

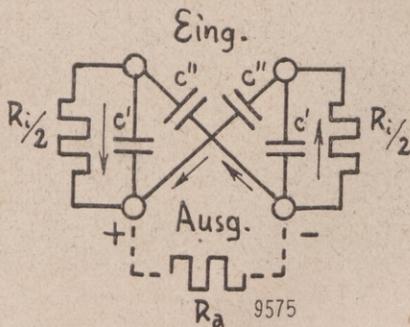


Abb. 5.

bunden, sondern nur über einen veränderlichen Blockkondensator (um 0,25 μ F) an die Heizröhre gelegt. Gitter- und Anodenblock wurden von 1000 cm auf 4000 cm vergrößert. Als Anodendrossel eignete sich am besten eine Postübertragungsspule mit Eisenkern (sekundär 200 Ω), auch ein Klingeltransformator war brauchbar; Änderungen der Drossel hatten großen Einfluß auf die Frequenz. Diese ergab sich zu 12 kHz bis 20 kHz ($\lambda = 25\,000$ bis $15\,000$ m) bei verschiedener Abstimmung des Drehkondensators (250 cm)

im Schwingungskreis; es kam häufig vor, daß beim Verändern der Abstimmung die Frequenz sich sprunghaft änderte. Wenn der Apparat arbeitete, fingen die vom Hochfrequenzstrom durchflossenen Kondensatoren oder die Eisenkernspule (oder beide) mechanisch-akustisch an zu schwingen, so daß ein Ton hörbar wurde, wenn die Frequenz

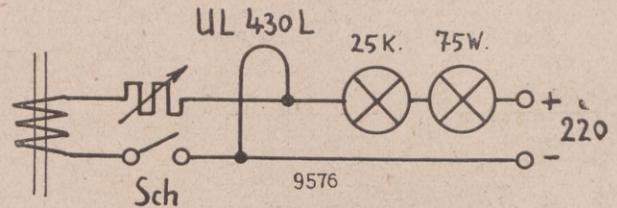


Abb. 6.

tief genug lag. Die erzeugten Frequenzen lagen nämlich gerade an der Grenze der hörbaren Töne, und ich konnte durch Verkleinern des Drehkondensators den Ton (sehr hoher ziepender Ton) so hoch schrauben, daß er nicht mehr mit dem Ohr empfunden werden konnte. Der höchste Ton, den ich noch hörte, lag bei 17 kHz. — Ein Dreiröhrenempfänger ließ sich mit dem erzeugten Strom heizen, aber der Empfang war immer noch gestört durch die Oberwellen und auch leiser als bei Batterieheizung; bei Kurzwellenempfang war ein Rauschen zu beobachten. Nun ging ich noch einen Schritt weiter und suchte den hochfrequenten Strom in richtigen Gleichstrom zu verwandeln — der würde dann genau so guten Empfang ermöglichen wie ein Akkumulator als Heizquelle.

Ein Trockengleichrichter schien dafür am geeignetsten zu sein, nur fragte es sich, ob er nicht für die hohe Periodenzahl zu viel Verluste haben würde. Den verwendeten Siemens-Trockengleichrichter habe ich deshalb einer Messung unterzogen. Dabei fand ich den inneren Ohmschen Widerstand R_i zu 4 Ω (durch Gleichstrommessung) und die Eigenkapazität C_i im Mittel zu 1 μ F, sie schwankte während der Messungen (nach Substitutionsmethode gemessen mit etwa 10 kHz). Die Gleichrichterplatten, an denen gerade Sperrwirkung vorhanden ist, wirken nämlich stark als Kapazität, deshalb sind sie in der Ersatzschaltung (Abb. 5) als Kondensatoren dargestellt, denen in der jeweiligen Stromrichtung ein Widerstand parallelgeschaltet zu denken ist; in dem Augenblick, wo die Wechselspannung ihre Richtung umkehrt, wandern die Widerstände von den Kondensatoren c' nach den Kondensatoren c'' , so daß das Bild in bezug auf R_i und C_i dasselbe bleibt. C_i setzt sich aus den Einzelkapazitäten zusammen und ist, wie man leicht einsieht, von dem Belastungswiderstand R_a abhängig. Trotzdem ist der Gleichrichter für Hochfrequenz noch brauchbar, selbst bei 50 kHz war noch Gleichrichtung möglich, wobei allerdings die Verluste sehr hoch waren.

Nach Anschluß des Gleichrichters an die Heizwicklung, wobei der Abstimmkondensator im Heizkreis fortfiel, sank die Frequenz auf 7 bis 17 kHz. Die günstigsten Heizwindungszahlen waren für die Gesamtwindungszahl von 4000 Windungen 160, für 2600 Windungen im Schwingungskreis 100 und für 2000 Windungen 80. Der Anodenblock wurde auf 0,1 μ F erhöht, weil die Leistung dadurch besser wurde; dabei wurde die Frequenz noch etwas tiefer, von etwa 17 auf 12 kHz, so daß ich jetzt eigentlich nur mit Tonfrequenzen arbeitete. An die Ausgangsklemmen des Gleichrichters legte ich einen 2 μ F-Kondensator, der den Wechselstromrest aufnahm, und in die eine Leitung zu den Heizklemmen des Empfängers eine Drossel (Niederspannungsseite eines Klingeltransformators). Der Empfang war hiernach etwas besser, aber es war immer noch zu hohe Beeinflussung vorhanden. Ich mußte jetzt eine stärkere Generatorröhre verwenden, da die Leistung der RE 134 nicht mehr ausreichte, um alle Verluste zu decken und den Empfänger voll zu heizen. Eine TKD-Röhre 4L 15, die ungefähr dieselben Daten hat wie die RE 134, ergab auch dieselbe Leistung. Die nun benutzte Ultraröhre UL 430 L gab etwa die doppelte Leistung. Bei gasgefüllten Röhren und sehr hoher Anodenspannung ist es nötig, einen Strombegrenzungswiderstand (Metallfadenslampe 25 W, 220 V) in die Anodenleitung zu legen, da man sonst Gefahr läuft, daß oberhalb eines bestimmten Anodenstroms die Emission lawinenartig ansteigt und zur Zerstörung der Röhre führt. Die Röhre wurde mit entsprechend großen Vorschaltlampen aus dem Netz ge-

speist (0,25 Amp); der Anodenstrom lag um 50 mA herum. Danach versuchte ich es mit Selbstheizung, wofür ein besonderer Teil der Heizwicklung (80 bis 100 Windungen) benutzt wurde. Die Anheizung geschah auf folgende ganz einfache Weise (Abb. 6); War der Schalter Sch offen, so floß der Netzstrom über den Heizfaden, beim Schließen des Schalters floß derselbe über die Heizwicklung, während der Hochfrequenzstrom aus der Heizwicklung über den Heizfaden ging; darauf wurde der Netzstrom unterbrochen und

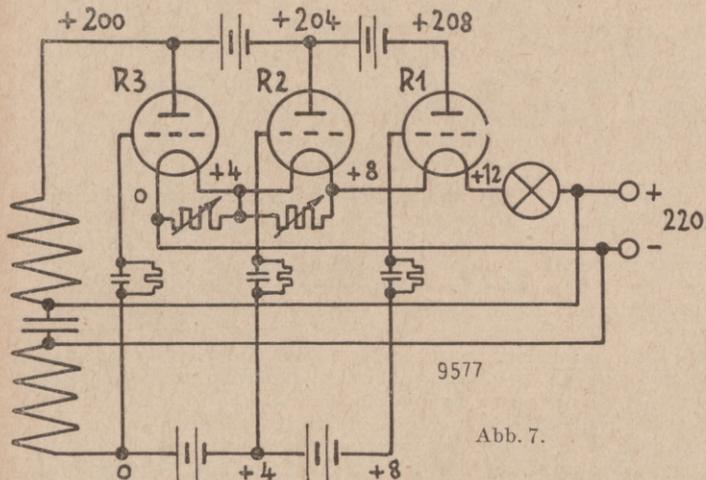


Abb. 7.

der Hochfrequenzstrom nachreguliert. Durch die Selbstheizung ging aber viel Energie verloren, so daß ich mit der Leistung nicht zufrieden war. Und da kam ich auf eine ganz neue Idee. (Ohne Gewähr, denn möglicherweise ist sie schon dagewesen!)

Die Selbstheizung der Generatorröhre ist nicht betriebssicher genug und drückt die Leistungsfähigkeit herab, also heize ich lieber aus dem Netz und nehme mehrere Generatorröhren mit nicht zu hohem Heizstrom, deren Heizfäden in Serie geschaltet werden. Der aus dem Netz entnommene Strom wird dabei nicht höher als bei einer Röhre. Natürlich werden die Röhren dann ungleich belastet, aber das läßt sich ja kompensieren. Abb. 7 zeigt die Skizze der Versuchsschaltung. Damit die Gitter und Anoden der Röhren gleiche Potentialdifferenz gegen die Heizfäden bekommen, sind in Gitter- und Anodenleitungen Hilfsbatterien eingeschaltet; außerdem liegen parallel zu den Heizfäden der R2 und R3 Widerstände, die den Anodenstrom der positiveren Röhren ableiten sollen. Denn der Anodenstrom jeder Röhre fließt bei dieser Schaltung über sämtliche Heizfäden der Röhren mit negativerem Potential, so daß die am negativen Ende liegende Röhre den gesamten Anodenstrom der Röhren bekommt. Würde man viele Röhren auf diese Weise in Serie heizen, und ist der Anodenstrom jeder Röhre verhältnismäßig hoch, so könnte man z. B. (bei 30 mA Anoden- und 150 mA Heizstrom für jede Röhre) von der sechsten Röhre an anstatt der Parallelwiderstände je einen Röhrenheizfaden anschließen, der dann „mit Anodenstrom geheizt würde“, also gewissermaßen umsonst. Praktisch wird man dies allerdings wohl kaum ausnützen können.

Beim Ausprobieren dieser Schaltung fand ich, daß es gar nicht viel ausmachte, wenn ich die Gitterbatterien wegließ; die Anodenhilfsbatterien hatte ich von vornherein weggelassen, da die Unterschiede der Anodenspannungen gering sind. Inzwischen hatte ich einige andere Änderungen vorgenommen. Die Anodendrossel ließ ich weg und führte die Netzspannung direkt zum Schwingungskreis (Abb. 7). Der vorige Schwingungskreis wurde außer Betrieb gesetzt, weil er von der hochgespannten Hochfrequenzspannung durchschlagen wurde! Es treten nämlich Spannungen von mehreren 100 Volt, vielleicht 1000 Volt, an den Enden der Wicklungen auf (millimeterlange Funken lassen sich herausziehen), womit ich anfangs nicht gerechnet hatte. Die neue Spule bekam 1500 + 100 (Heizwicklung) + 1500 Windungen und wurde mit dem obenerwähnten geraden Eisenkern versehen, da ich festgestellt hatte, daß bei geschlossenem Eisenkern die aus dem Spuleninneren austretenden Kraftlinien als Rückweg den äußeren Schenkel des Eisenkerns fast gar nicht benutzen.

Ich komme nun zur Beschreibung des endgültigen Hochfrequenzheizgerätes und seiner Wirkungsweise. Es ist in Abb. 8 abgebildet, und Abb. 9 zeigt die dazugehörige Schaltung. Ehe ich das Gerät so weit entwickelt hatte, wie es hier vorliegt, mußte ich noch manche Versuche bis zur Erreichung des Optimums anstellen, die ich jedoch hier nicht alle antühren kann. Das Gerät arbeitet mit drei Röhren RE 134, die mit Netzstrom in der erläuterten Weise geheizt werden. Die ungleiche Belastung der Röhren hat sich nicht als schädlich erwiesen, ungefähr ist die Leistungsabgabe der einzelnen Röhren (mit der negativsten Röhre angefangen) 50, 30 und 20 v. H. der Gesamtleistung. Ich hatte versuchsweise bis zu sechs Röhren zusammengeschaltet, wobei aber die Belastung zu ungleich wurde und die Leistung nicht mehr in dem Maße anwuchs, wie die Röhren vermehrt wurden. Mit der Dreiröhrenschtaltung gelang es mir, die Leistung durch kleine Verbesserungen langsam zu steigern, so daß z. B. Taschenlampenbirnen hinter dem Trockengleichrichter durchbrannten. Als Vorschaltlampen für den Heizstrom dienten eine 25kerzige Kohlefadenlampe 220 V, in Serie geschaltet mit einer 40 Watt-Nitralampe 220 V. Die Heizspannung der Röhren betrug 3,75 Volt, eine Erhöhung lieferte keine größere Hochfrequenzenergie. Parallel zu den Heizfäden der beiden negativer gelegenen Röhren liegen Potentiometer von 200 und 400 Ohm (rechts von den Röhren in Abb. 8). Der Anodenstrom beträgt rund 55 mA. In den Zuleitungen des Netzstromes liegen zwei Eisendrosseln von je ungefähr 5 Hy und 100 Ω (rechts oben in Abb. 8)²⁾. Der Spannungsverlust in den Drosseln beträgt rund 2 × 15 Volt. Hinter den Drosseln liegt ein großer Kondensator, der erstens die Wechselstromkomponente des Netzstromes aufnehmen und zweitens den hochfrequenten Strömen einen geringen Widerstand bieten soll (sonst würde hochfrequenter Strom ins Netz gelangen). Ein Blockkondensator direkt an den Netzklemmen nützt nach meinen Erfahrungen nichts, auch bei anderen Gleichstrom-Netzanschlußgeräten.

Der Schwingungskreis, der in Abb. 8 unten in der Mitte zusammen mit Gitterblock und Ableitwiderständen in einem besonderen Raum zu erkennen ist, besteht aus der zuletzt beschriebenen Spule mit symmetrisch eingeschobenem 10 cm langem Eisenkern. Früher hatte ich oft die günstigste Wirkung erhalten, wenn der Eisenkern unsymmetrisch in der Spule lag, es ist mehr Zufall, daß er jetzt genau in der Mitte liegt. Ein Abstimmkondensator ist an den Enden des Schwingungskreises nicht mehr vorhanden. Die Frequenz betrug anfangs 7 bis 10 kHz, jetzt ist sie auf rund 5 kHz gesunken (bei ¾ Last). Die günstigste Windungszahl der Heizwicklung ist 49, ihre Drahtstärke 0,5 mm, die der

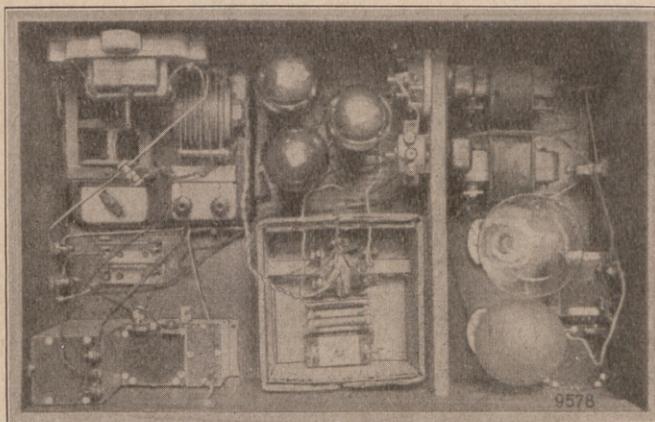


Abb. 8.

Gitter- und Anodenspule 0,1 mm. Der Gitterableitwiderstand besteht aus zwei parallelgeschalteten Hochohmwiderständen mit 10 000 und 20 000 Ω (zusammen rund 6500 Ω), der Gitterblockkondensator hat 13 000 cm und ist ebenfalls aus zwei einzelnen Kondensatoren zusammengesetzt. Eigenartigerweise ist mit dem Vertauschen der beiden Verbindungsleitungen zwischen Heizwicklung und Gleichrichter eine Änderung der Leistung verbunden.

²⁾ Von der Firma „Deutsche Radiowerkstätten G. m. b. H., Berlin SW 11. Preis 8.50 RM.

Der Holzkasten des Apparates ist außen mit Stanniol überzogen, der Glasdeckel ebenfalls. Als ich diese Abschirmung zum ersten Male einführte, war ich über die Wirkung überrascht: die Störungen durch die Oberwellen, die auch bei der Grundfrequenz von 5 kHz immer noch vorhanden waren, wurden dadurch ganz außerordentlich verringert. Es ist erstaunlich, was die dünne Metallschicht des Stanniols von nur 0,02 mm Dicke ausmacht. Das Stanniol ist über einen Blockkondensator mit den Ausgangsklemmen verbunden, ebenso kann es auch mit den Netzklemmen verbunden werden, unbedingt nötig ist jedoch nur eins von beiden. Durch die Abschirmung wird der etwa noch in dem entnommenen Gleichstrom vorhandene Wechselstrom der Grundfrequenz nicht mit beseitigt, das geschieht durch Niederspannungsdrosseln und große Blockkondensatoren hinter dem Gleichrichter. Als Niederspannungsdrosseln nahm ich die eine in dem Siemensgleichrichter vorhandene Transformatorwicklung und außerdem noch einen Klingeltransformator (Niederspannungsseite, Abb. 8 links oben über dem Gleichrichter). Ich habe inzwischen gefunden, daß eine dieser Drosseln genügen würde, wenn der dahinterliegende Blockkondensator groß genug ist; 6 μ F sind für letzteren eigentlich zu wenig. Ein Kondensator direkt an den Ausgangsklemmen des Gleichrichters, wie ich ihn früher benutzte, ist fortgelassen, er frißt nur unnütz Energie weg.

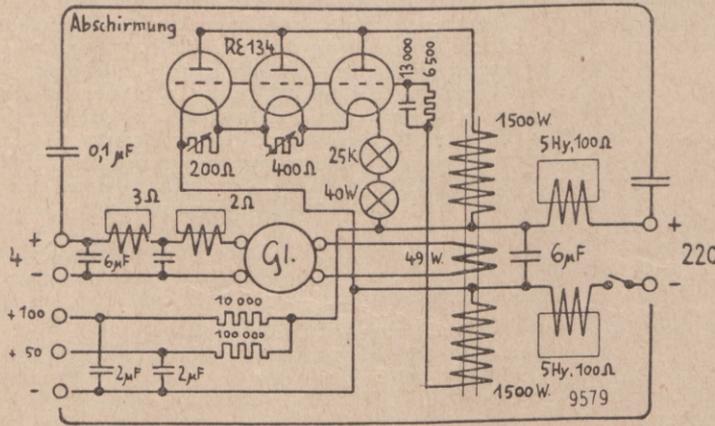


Abb. 9.

ist. Im Bereich zwischen 5 und 8 kHz hörte ich dabei an einigen Punkten Klirrscheinungen (manchmal auch einen eigenartig klingenden Ton, der sich anhörte, als käme er aus einer großen Halle), die von den Röhren ausgingen. Die Elektroden der Röhren kamen jedenfalls in mechanische Resonanz mit der Frequenz der Wechselspannung. Das erinnert an die mechanische Steuerung der „berühmten Seven-grid-Röhre“.

Innerhalb des Apparates entwickelt sich, hervorgerufen besonders durch die Heizvorschlampen und die Generatorröhren, Wärme, die wegen der Abschirmung nur schwer nach außen abgeleitet wird. Die Temperatur steigt in der Mitte zwischen den drei Röhren auf 60° C.

Auch der Eisenkern im Schwingungskreis wurde während des Betriebes warm; wurden versuchsweise nur einzelne Eisenbleche in das Innere der Spule gelegt, so wurden sie sogar heiß. Um diese Verluste zu vermeiden, hatte ich einen Versuch mit Spulen ohne Eisenkern gemacht (4 \times 1000 Windungen im Schwingungskreis), konnte aber infolge der losen Kopplung nur ganz geringe Energie gewinnen.

Zur Frage, wie ich die Frequenz gemessen habe, sei ergänzend bemerkt, daß ich einfach mit dem Wellenmesser eine fortlaufende Reihe Oberwellen bestimmt habe, nach Umrechnung der Wellenlängen in Frequenzen ergab dann

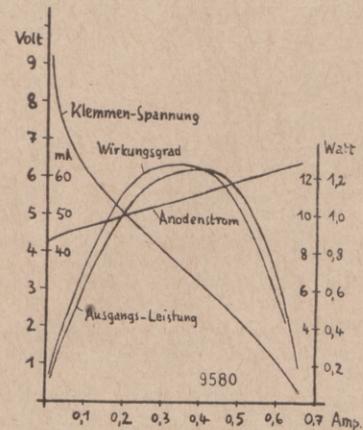


Abb. 10.

Der Apparat arbeitet in dem jetzigen Zustand fast ganz störungsfrei und heizt einen Empfänger genau so gut wie ein Akkumulator. Die geringen Störungen, die noch vorhanden sind, würden sich durch bessere Abschirmung und größere Blockkondensatoren vermeiden lassen. In die Nähe eines Achtröhren-Ultradyneempfängers gebracht, liefert der Apparat allerdings noch ziemlich starke Störungen; zur Heizung eines solchen Empfängers kommt er aber nicht in Frage, da er hierzu nicht die genügende Stromstärke hergibt. Die Stärke der Störungen ist übrigens schwankend, einmal stärker, einmal schwächer. Die Anodenspannung für den angeschlossenen Empfänger kann über Widerstände aus dem Apparat entnommen werden, wie die Schaltung (Abb. 9) zeigt. Es ergaben sich hierfür keine besonderen Schwierigkeiten.

Nun muß ich noch einige Vorgänge im Inneren meines „Gleichstrom-Transformierungsapparates“ mitteilen. Die Frequenz von 5 kHz ist bekanntlich hörbar. In dem Apparat war der Ton zu hören, und ich schob das auf die Spulen (Schwingungskreis) und die Kondensatoren (am Gitter). Deshalb befinden sich diese Teile in einem Karton aus Wellpappe (Abb. 8), der mit Papierwolle locker vollgestopft und dann verschlossen werden kann. Nachdem ich dies getan hatte, war aber der Ton immer noch zu hören. Ich umgab nun die drei Röhren ebenfalls mit Papierwolle, wodurch der Ton wieder um eine Kleinigkeit geringer wurde, aber nicht verschwand. Entweder nützte also das ganze Einpacken nichts oder der Ton kam woanders her, vielleicht aus dem Gleichrichtersystem (?). Es war nicht weiter schlimm, daß ich den Ton nicht unterdrücken konnte, denn durch Auflegen des Deckels war von außen nur noch wenig davon zu hören. Daß die Röhren akustische Schwingungen ausführten, hatte ich beim Verschieben des Eisenkerns bemerkt, wobei die Frequenz starken Änderungen unterworfen

die Differenz zweier benachbarter Frequenzen die Grundfrequenz.

Zum Schluß bringe ich noch das Belastungsdiagramm des Heizapparates (Abb. 10). Hier ist die starke Abhängigkeit der Klemmenspannung von der Belastung zu erkennen, sowie der langsame Anstieg des Anodenstroms und die Kurve des Wirkungsgrades mit ihrem Maximum bei etwa 0,35 Amp. Der Wirkungsgrad ließe sich noch verbessern durch Fortlassen der zweiten Niederspannungsdrossel (Klingeltransformator 3 Ω), vielleicht auch durch noch günstigere Dimensionierung einzelner Teile. Die Energiebilanz gestaltet sich so: Aus dem Netz wird entnommen 0,053 Amp \times 180 Volt = 9,5 Watt bei einer Netzspannung von 210 Volt, wovon die 30 Volt Spannungsverlust in den beiden Drosseln abgezogen sind. Die gelieferte Gleichstromenergie ist 4,0 Volt \times 0,3 Amp = 1,2 Watt. Das ergibt einen Wirkungsgrad von $\frac{1,2}{9,5} = 0,12$. Die Verluste sind 9,5 - 1,2 = 8,3 Watt und setzen sich aus folgenden Anteilen zusammen (die Zahlen sind nur Näherungswerte):

Verlust in den Röhren 60 v. H.	5,7 Watt
Verluste im Schwingungskreis	1,0 "
Kapazitiver Verlust im Gleichrichter, $C = \frac{1 \mu F, f = 5000, R_c = 32 \Omega; E \sim 5 \text{ Volt}; E^2}{R_c} = \dots$	0,8 "
Ohmsche Verluste, $0,3^2 \cdot (3 + 2 + 4) = \dots$	0,8 "
Verluste insgesamt: 8,3 Watt	

Wenn mir nun jemand erwidert, daß der Apparat doch eigentlich ziemlich kompliziert und kostspielig ist, so muß ich ihm zustimmen: Ein umlaufender Umformer oder ein

Thermoumformer oder Umbau des Empfängers auf direkte Gleichstromnetzheizung würde vielleicht ebenso teuer kommen. Aber das konnte ich natürlich am Anfang meiner Versuche nicht wissen. Der Zweck dieser Veröffentlichung kann deshalb auch nicht der sein, einen in jeder Hinsicht vollkommenen Hochfrequenzheizapparat zu beschreiben, ich habe vielmehr über die gemachten Fortschritte berichtet, die Schwierigkeiten gezeigt und hoffe, denjenigen nützliche Anregungen gegeben zu haben, die sich mit Lösung derselben Aufgabe beschäftigen. An dieser Stelle möchte ich die Mahnung nicht vergessen, die Apparate strahlungsfrei zu bauen (Abschirmung), damit die Zahl der Störungsquellen nicht noch um eine weitere vermehrt wird. Besonders bei Benutzung kürzerer Wellen ist die Gefahr der Ausstrahlung groß, aber auch bei Tonfrequenzen können die Oberwellen im ganzen Hause Störungen verursachen.

Auf Seite 176 des „Funk-Bastler“ (Heft 11) wurde unter den Neuerungen der Leipziger Messe berichtet, daß eine Firma bereits ein fertiges Hochfrequenzheizgerät ausgestellt

hätte. Ich vermute, daß dieses nicht mit Gleichrichtung versehen ist und trotzdem störungsfrei arbeitet. Es gibt nämlich noch einen Weg, den ich noch nicht beschritten habe. Man schirmt das Gerät ab und koppelt noch einen abgestimmten Sekundärkreis zwischen Heizwicklung und Ausgangsklemmen, wodurch das Austreten von Oberwellen verhindert würde. Dann müßte man aber immer noch mit einigen Unannehmlichkeiten rechnen: 1. Etwa im Empfänger befindliche Potentiometer werden bei Wechselstromheizung unwirksam und 2. ist es nicht ausgeschlossen, daß besonders empfindliche Empfängerröhren Wechselspannungen an das Gitter bekommen, wodurch die Lautstärke oder Güte des Empfangs beeinflußt würde. Die Bemerkung auf Seite 176, „daß keinerlei leitende Verbindung zwischen Gleichstromnetz und den Heizklemmen besteht“, ist in dem Fall, daß der Anodenstrom ebenfalls aus dem Netz entnommen wird, nicht zutreffend, weil ja der negative Pol des Netzes im Empfänger mit den Heizfäden verbunden werden muß.

Der Umschalter für die Prüfung von Verstärkern und Empfängern

Oft handelt es sich bei den Arbeiten des Bastlers darum, zwei Empfänger, zwei Niederfrequenzverstärker, zwei Lautsprecher, Elektroschalldosen usw. unter gleichen Betriebs-

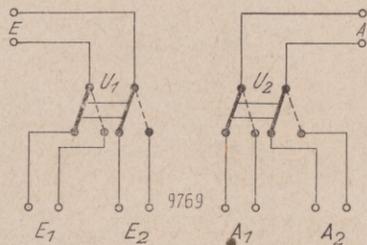


Abb. 1. Die sehr einfache Prinzipschaltung des ebenso einfachen Umschalters.

bedingungen miteinander zu vergleichen. Die meist angewendete Methode, beispielsweise zwei Lautsprecher abwechselnd an die Ausgangsklemmen des Verstärkers zu

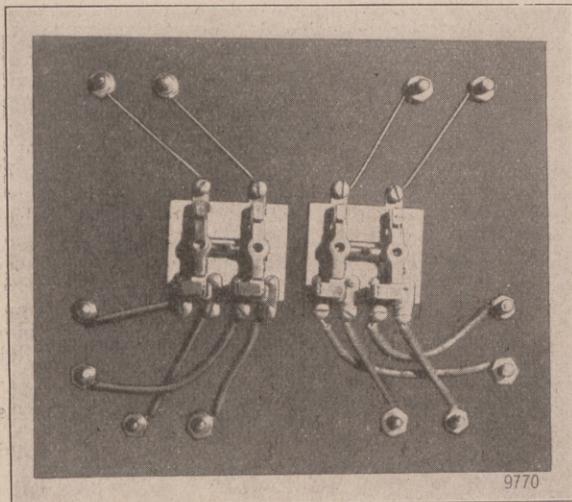


Abb. 2. Rückansicht des Umschalters zum Vergleich von Verstärkern u. dgl.

schalten, führt insofern zu Ungenauigkeiten, als die zur Umschaltung erforderliche Zeit eine unmittelbare Vergleichung erschwert. Handelt es sich sogar um den Vergleich von Verstärkern, bei denen Eingang und Ausgang umgeklemt werden müssen, so ist die Pause noch länger, die Unsicherheit im Vergleich eine noch größere.

Hier schafft die einfache und billige Vorrichtung nach Abb. 1 und 2 Abhilfe, die lediglich aus zwei montierten und mit Klemmen verbundenen doppelpoligen Umschaltern besteht. Die Verwendung dieser Vorrichtung, um zwei Niederfrequenzverstärker miteinander zu vergleichen, geht aus Abb. 3 hervor. An die Mittelkontakte des Umschalters U_1 wird z. B. die Elektroschalldose, an die des Umschalters U_2 der Lautsprecher geschaltet. Unter Benutzung der gleichen Elektrodose und des gleichen Lautsprechers kann man die beiden Verstärker V_1 und V_2 betreiben, wenn man die Umschalter einmal nach rechts und das zweite Mal nach links umlegt.

Da in beiden Fällen mit dem gleichen Eingangs- und mit dem gleichen Ausgangsgerät gearbeitet wird, und da die Umschaltung von dem einen auf den anderen Verstärker

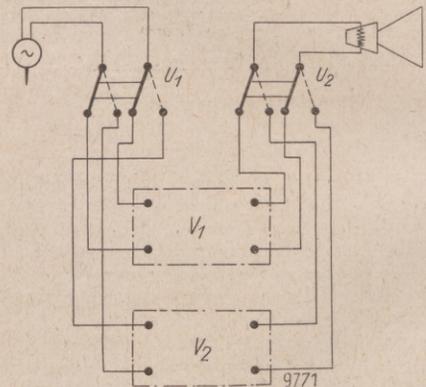


Abb. 3. Der Umschalter wird zum Vergleich von zwei Niederfrequenzverstärkern gebraucht.

nur den Bruchteil einer Sekunde einnimmt, kann man auf diese Weise einen wirklich einwandfreien Vergleich durchführen. Beim Bau der Schalteinrichtung ist darauf zu achten, daß die beiden doppelpoligen Umschalter auch sicher funktionieren. Es kommt zuweilen vor, daß die Schalterfeder, ehe sie den einen Pol verläßt, schon den anderen berührt. Das kann zu Kurzschlüssen der Anodenstromquelle führen, wenn es am Lautsprecherschalter passiert. Man muß die Feder dann so biegen, daß sie den neuen Kontakt erst schließt, wenn der alte längst geöffnet ist und sich die Feder von dem letzteren mindestens einen Millimeter entfernt hat.

*

S.

Laibach für einige Tage ohne Sendung.

Der jugoslawische Sender Laibach bleibt, wie alljährlich, so auch in diesem Jahre wegen Instandsetzungs- und Erneuerungsarbeiten während der letzten zehn Tage des August geschlossen.