

# FUNK BASTLER

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E.V.

## Der Bau eines Quarzkristallsenders

Von

Dr. W. Schmitz (EK4 aci).

Zwei typische Eigenschaften des Quarzkristallsenders machen ihn für den Amateur wertvoll: die Stabilisierung der Frequenz in einer Weise, wie sie auf keinem anderen Wege erreicht werden kann, und die Eigentümlichkeit, daß jeg-

lichung bietet noch manches auch für den Amateur interessante Problem. Auch dürfte kaum ein Amateur den Sender genau nachbauen wollen, es schien daher dem Verfasser zweckmäßig, auch die theoretischen Rücksichten, die zu dieser Bauart geführt haben, etwas eingehender zu beleuchten.

Das prinzipielle Schaltschema eines Quarzsenders ergibt sich fast von selbst (Abb. 1).

Berücksichtigt man, daß ein Piezokristall mit seiner Fassung, allerdings nur äußerlich, die Eigenschaft eines normalen, geschlossenen Schwingungskreises besitzt — die mechanischen, elastischen Schwingungen des Quarzes werden durch den Piezoeffekt in elektrische Schwingungen, oder exakter, in periodische elektrische Ladungen umgesetzt — so sieht man, daß das obige Schema praktisch der Huth-Kühnshens Senderschaltung entspricht. Es müssen also durch „innere“ Rückkopplung Schwingungen entstehen, wenn der Anodenkreis auf die Eigenschwingungen des Quarzkristalles annähernd abgestimmt ist.

Bei kürzeren Wellen macht man indessen die Erfahrung, daß die obige Schaltung in dieser einfachen Form meist überhaupt keine Schwingungen, oder doch nur Schwingungen liefert, deren Energie für Sendezwecke zu klein ist. Auch treten Gitteraufladungen auf, die man durch einen — dämpfenden — Ableitewiderstand unschädlich machen muß.

Eine Hochfrequenzdrossel parallel zum Kristall (Abb. 2) vermeidet nicht nur diese Dämpfung, sondern gestattet auch die Phasenlage der Schwingungen und dadurch ihre Energie günstiger zu gestalten.

Die Eigenschwingung dieser Drossel, d. h. im vorliegenden Falle die Schwingungszahl, die man bei angehängter Röhre und unter Berücksichtigung der Röhrenrückwirkung messen würde, kann prinzipiell unter oder über der Kristalleigenwelle liegen. Man erhält dann also bei Änderung des Anodenkreises entweder unter oder über der eigentlichen

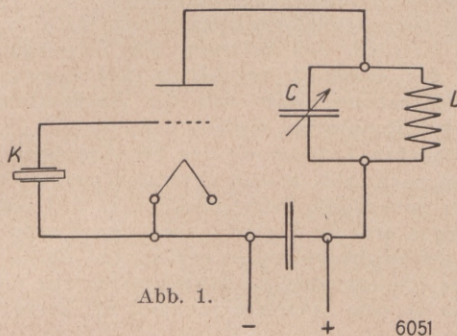


Abb. 1.

6051

licher Wechselstromcharakter des Interferenztones, wie er sonst selbst bei sorgfältigst gesiebttem, gleichgerichtetem Strome nicht zu vermeiden ist, verschwindet. Sogar wenn die gesamten Röhren mit Wechselstrom geheizt werden und der Anodenstrom nur mäßig ausgeglichen ist, macht sich beim Empfang statt des „a c“<sup>1)</sup>- der „d c“<sup>1)</sup>-Charakter bemerkbar.

Dieser letzte Faktor macht sogar den Bau eines Quarzsenders von einer gewissen Leistung an wirtschaftlich diskutabel, wenigstens für den Amateur, der auf Wechselstrom als Betriebsstrom angewiesen ist, nämlich, wenn man berücksichtigt, daß die Kosten für eine Siebkette höherer Leistung ein Vielfaches der Kosten des Quarzoszillators betragen.

Der nachfolgend beschriebene Sender hat sich zwar schon längere Zeit in der Praxis bewährt, es soll aber ausdrücklich

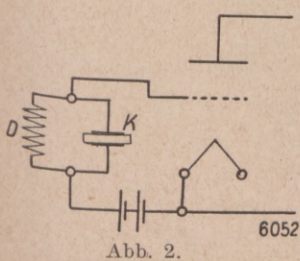


Abb. 2.

6052

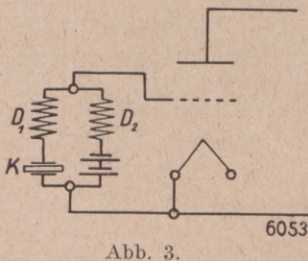


Abb. 3.

6053

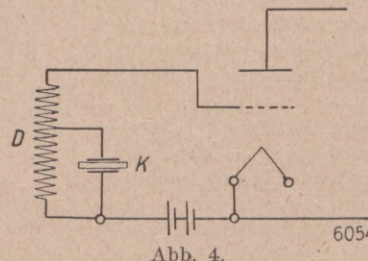


Abb. 4.

6054

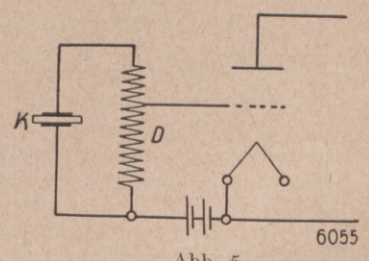


Abb. 5.

6055

hervorgehoben werden, daß die Ausführung nicht unbedingt ein Optimum des Erreichbaren ist. Gerade die Quarzsteue-

Kristallabstimmung nochmal Schwingungen, die aber nur gewöhnlicher Art sind. Man kann sie leicht von den eigentlichen Kristallschwingungen unterscheiden, da sie die charakteristischen trillernden Tonschwankungen im Empfänger ergeben, weil eben die Frequenzstabilisierung des Kristalles hierbei nicht wirksam ist.

<sup>1)</sup> „a c“ = alternating current, „d c“ = direct current, im Kurzwellenverkehr übliche Abkürzungen für Wechselstrom und Gleichstrom.



Eine Drossel mit einer Eigenwelle unter der Kristallwelle ergab z. B. mit Steuerröhren von nicht zu kleinem Durchgriff (Telotron, RE 504) recht brauchbare Leistungen. Die Welle, bis zu der noch gewöhnliche Schwingungen bestehen blieben, betrug hierbei etwa 70 m, eine Kristallwelle von 84 m vorausgesetzt.

Will man Verbesserungen vorschlagen, so muß man sich zunächst über die anzustrebenden Ziele klar werden. Als Forderungen kommen also in Frage:

1. Möglichst große Leistung, um mit nicht unnötig komplizierter Endverstärkung auszukommen.
2. Wellenkonstanz bei Variation der äußeren Bedingungen, z. B. Netzschwankungen.
3. Keine Überlastung des Kristalles und der Steuerröhre (möglichst große Leistung mit kleiner Kristallschwingungsamplitude!).

Diese Forderungen können selbstverständlich niemals restlos erfüllt werden. Es besteht auch praktisch überhaupt nur die Möglichkeit, den Kristallkreis zu variieren oder eine besser geeignete Röhre zu suchen. Da die bereits angeführten Röhren im Sendebetrieb nur eine beschränkte Lebensdauer haben (namentlich bei 400 Volt Anodenspannung),

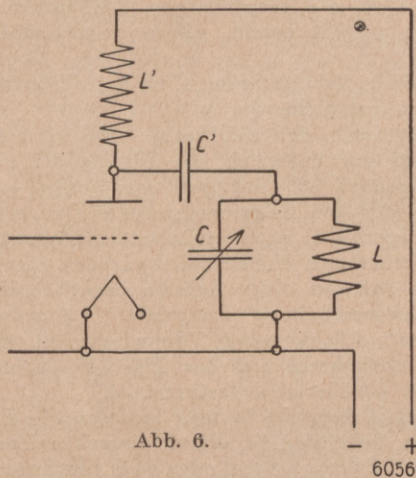


Abb. 6.

empfiehlt es sich, etwas größere Senderöhren zu verwenden (RS 5, MS 20). Diese Röhren ergeben mit einer einfachen Drossel jedoch nicht ihre höchste Leistung.

Goyder empfiehlt eine Anordnung, die zu einigen Variationen anregt (Abb. 3).

Die hier vorhandenen getrennten Drosseln ( $D_1$ ,  $D_2$ ) können gekoppelt werden, man erhält so zwei weitere Schaltungsmöglichkeiten mit einem „Autotransformator“ (Abb. 4 und 5).

Die zweite Schaltung (Abb. 5) bewährte sich besonders für Röhren wie die eben genannten (RS 5, MS 20, aber auch RE 58). Da man mit dieser Schaltung mit fast allen in Frage kommenden Röhrentypen gut brauchbare Leistungen erhält, sei sie hier empfohlen.

Durch die Spannungstransformation erhält man also eine erhöhte Spannung am Kristall. Da dieser nun aber „auf Spannung“ reagiert, ist andererseits eine festere Kopplung mit der Röhre erreicht.

Grundsätzlich können die bereits erwähnten Schaltungen noch erweitert oder verfeinert werden, z. B. durch eine induktive Rückkopplung, oder durch die Parallelschaltung eines kleinen Drehkondensators parallel zum Kristall. Hierdurch wird aber die Übersichtlichkeit der Bedienung und die Einfachheit der Einstellung vermindert.

Die Frage des Gitterstromes, also die Frage, ob man den Kristall vom Gitterstrom entlasten soll, scheint nach Erfahrungen des Verfassers unwesentlich, ist es doch bei normalen Senderöhren überhaupt unmöglich, ohne Gitterstrom zu arbeiten. Eine trotzdem eingebaute Vorspannbatterie hat lediglich den Zweck, den mittleren Anodenstrom her-

unterzudrücken und so an Anodenstrom und Gleichrichterverbrauch zu sparen.

Theoretische Betrachtungen über den übrigen Aufbau anzustellen, erübrigt sich im großen ganzen, da er sich prin-

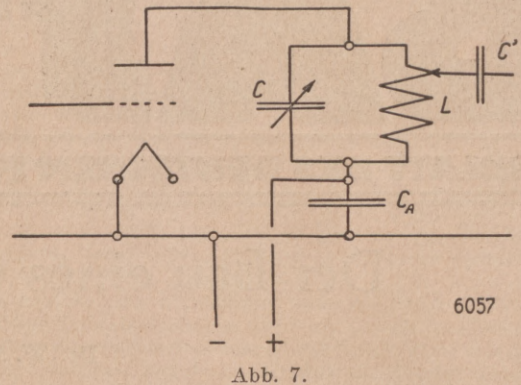


Abb. 7.

zipiell nicht vom normalen Sender unterscheidet. Selbstverständlich soll der Aufbau möglichst verlustfrei sein.

Die Zusammenschaltung des Anodenkreises mit der Anodenstromquelle gestattet wieder einige Schaltungsänderungen. Die einfache Reihenschaltung zeigt Abb. 1; sie hat jedoch den Nachteil, daß entweder der Schwingungskreis und damit der eventuell angehängte Leistungsverstärker unter Anodenspannung oder daß die Anodenstromquelle unter Schwingungspotential steht.

Von der üblichen Auftrennung von Schwingungsstrom und Anodenstrom nach Abb. 6 muß abgeraten werden.

Die hierzu notwendige Selbstinduktion  $L'$  und die Kapazität  $C'$  bringen erneute Verluste, auch verschieben sie die Phasenlage der Rückkopplung im ungünstigen Sinne. Außerdem wird die Nutzspannung am Schwingungskreis heruntergedrückt, da es eine „absolute“ Drossel für kurze Wellen nicht gibt.

Eine mittlere Lösung ist deshalb empfehlenswert (Abb. 7). Bei dieser Schaltung liegt zwar der Schwingungskreis noch auf Anodenpotential, der Heizfaden der Kristallschwingerröhre und der Verstärkerröhre können aber infolge der kapazitiven Abriegelung durch  $C_a$  und  $C'$  geerdet werden. Wählt man den Kondensator  $C_a$  nicht übertrieben groß, so bleibt auch der Ladestoß, wenn man im Anodenstrom tasten will, in mäßigen Grenzen.

Nicht ganz außer acht lassen darf man auch den Einfluß, den der angehängte Verstärker auf die Einstellung des Schwingungskreises hat. Aus Abb. 8 ersieht man, daß der Verstärker eine zusätzliche Kapazität ergibt, deren Größe sich mit dem Ableitwiderstand und durch die Anodengitter-Rückwirkung verändert.

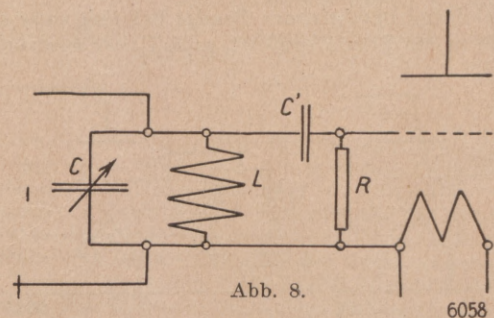


Abb. 8.

Denkt man sich nun  $R$  variabel, z. B. als Modulatorröhre der Gittergleichstromschaltung, so sieht man, daß hierdurch eine erhebliche Schwankung der wirksamen Kapazität auftreten kann. Ist  $R$  null, so ist die Übertragerkapazität  $C'$  dem Schwingungskreis parallel geschaltet. Ist  $R$  sehr groß, so arbeitet nur der reine Schwingungskreiskondensator.



Diese Veränderlichkeit bewirkt nun zwar bei richtig arbeitender Kristallsteuerung keine Wellenschwankung, sie kann aber doch erhebliche Energieschwankungen zur Folge haben. Eine ähnliche Wirkung übt auch der Leistungsverstärker

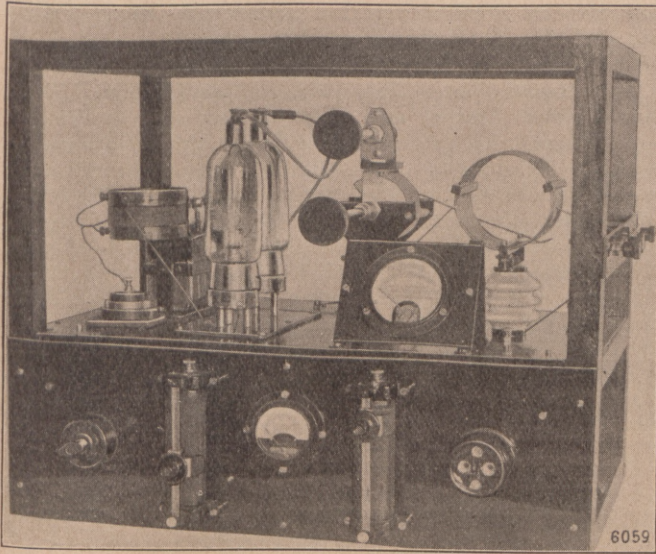


Abb. 9. Vorderansicht des Kristallschwingers.

durch seine Anodenrückwirkung aus, wenn man den Anodenkreis verstimmt.

Diese Betrachtungen führen zur Dimensionierung des Anodenkreises, also zur Frage, ob große Selbstinduktion oder große Kapazität anzustreben ist. Vergrößerung der Selbstinduktion ergibt zwar bis zu einem gewissen Grade eine Vergrößerung der Nutzspannung, doch wachsen damit

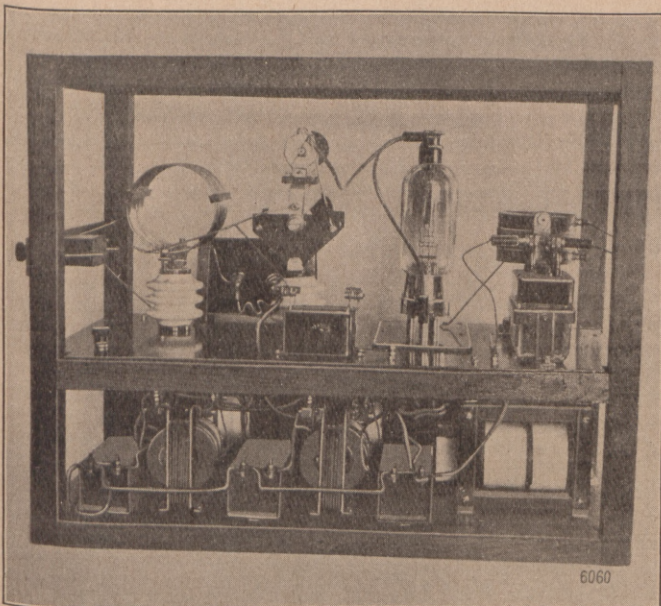


Abb. 9 a. Rückansicht des Kristallschwingers (Abmessungen 500 x 420 x 300 mm).

auch die Einflüsse des angehängten Verstärkers. Eine Kompromißlösung muß also experimentell gesucht werden.

Bei all diesen Betrachtungen muß jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß allein maßgebend der Interferenztone im Empfänger ist. Das Einstellen eines Kristallsenders hat überhaupt nur Zweck, wenn man in erreichbarer, aber auch nicht zu geringer Entfernung vom

Sender einen Kurzwellenempfänger bereit hat. Bei allzu großer Nähe löschen die Schwingungen des Senders die Empfangsschwingungen aus, und man erhält über einen gewissen Bereich keinen Interferenztone. Ohne Kontrollempfänger ist man vor Enttäuschungen und Überraschungen niemals sicher, aus dem Arbeiten des Senders allein kann man nur bei sehr großer Erfahrung auf die Konstanz usw. schließen.

Ein ganz wesentlicher Punkt ist selbstverständlich die Auswahl des Kristalles selbst. Bei exakter Aufnahme der „Resonanzkurve“ eines Kristalles, also der Funktion: „Schwingsstrom = f (C des Anodenstromes)“, die übrigens einige Geschicklichkeit im Messen erfordert, erhält man meistens ziemlich komplizierte Kurven. Es ist jedoch nicht gesagt, daß Kristalle mit einer doppelten Kurve, die also zwei Maxima hat, für den praktischen Betrieb nicht brauchbar sind. Dabei ist es keineswegs schwer, eine stabile Einstellung zu finden, bei der ein Überspringen von einem Schwingungszustand in einen anderen mit Sicherheit nicht

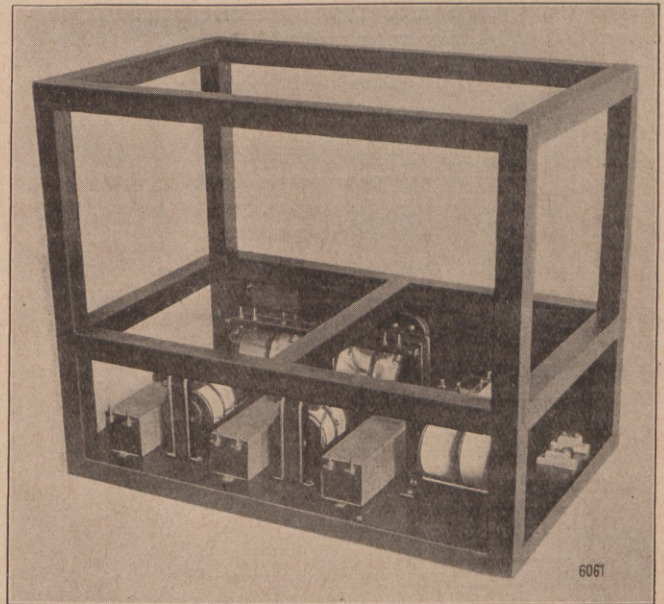


Abb. 10. Transformatorenteil.

auftritt. Die einzelnen Kristalle verhalten sich, selbst wenn sie aus demselben Mutterkristall geschnitten sind, vollständig verschieden. Eine lückenlose Erklärung für diese Tatsache kann zur Zeit noch nicht gegeben werden.

Da die Selbstherstellung der Kristalle wohl in den seltensten Fällen in Frage kommt — hierzu sind umfangreiche Schleif- und Prüfvorrichtungen erforderlich —, ist man auf Firmenbezug angewiesen<sup>2)</sup>.

Nach diesen Erörterungen ist die praktische, konstruktive Ausführung wohl ohne weiteres verständlich.

Abb. 9, 9 a und 10 zeigen den Aufbau des Kristallschwingers. Ein kräftiges Holzrahmengerüst sorgt für den nötigen stabilen Zusammenhalt. Etwa in ein Drittel Höhe ist der Rahmen durch eine Aluminiumplatte (3 mm) abgeteilt. Der untere Teil nimmt Transformatoren, Drosseln und Blocks, also den Niederfrequenzteil auf (Abb. 10), in den oberen sind Röhren, Schwingungskreis, Kristall usw. eingebaut.

<sup>2)</sup> In Deutschland werden Piezokristalle von der Optischen Werkstätte B. Halle Nachfolger, Berlin-Steglitz, Hubertusstraße, angefertigt. Ich konnte bisher nicht feststellen, daß die von dieser Firma gelieferten Kristalle den ausländischen — erheblich teureren — Fabrikaten in irgendeiner Weise nachstanden. Kürzlich hergestellte Kristalle zeigen sogar auch bei größerer Leistung eine absolute Einwegigkeit und dürften damit den höchsten Ansprüchen genügen. Ich glaube daher, dieses Fabrikat allen Amateuren bestens empfehlen zu können.



Auf diese Weise ist der Niederfrequenzteil von dem Hochfrequenzteil genügend abgeschirmt, und andererseits die Übersichtlichkeit der wesentlichen Teile nicht behindert. Die vordere Aluminiumplatte mit Heizwiderständen, Schalter und Anodenstromamperemeter ist ebenso wie die Hauptmontageplatte gerdet. Die Transformatoren und Drosseln kann man leicht selbst anfertigen. Jedenfalls ist die Selbstanfertigung lohnend. Die Blechpakete werden durch Aluminiumstreifen, 13 zu 3 mm Querschnitt (fertig von Owin zu beziehen!), zusammengehalten und hieran gleichzeitig die Klemmleisten aus Trolit, 10 zu 10 mm Profilmaterial, befestigt. Die Spulenkörper sind aus Pertinax angefertigt, die Seitenscheiben können aus Platten mit dem Kreisschneider ausgeschnitten werden und mit Schellack oder Isolierlack auf die Rohrstücke ausgeklebt werden. Weißes Zelluloid um die fertige Spule gezogen, dient zum Schutz der Wicklung.

Für den Kristallschwinger sind folgende Transformatoren erforderlich, wenn man den gesamten Sender mit Wechselstrom betreiben will:

Je ein Heiztransformator für die Steuerröhre und Gleichrichterröhre, Wicklung: primär 220 Volt, 3000 Windungen,

aber den Nachteil in Kauf, daß man nur Röhren für eine Heizspannung verwenden kann, wenn man nicht primärseitig einen Regulierwiderstand benutzen will.

Auch der Nullpunktwiderstand findet noch im Niederfrequenzteil Platz.

Auf die den Niederfrequenzteil abdeckende Aluminiumplatte sind also die Hochfrequenz führenden Teile montiert. In Abb. 9 befindet sich links der Kristallhalter, darüber die Gitterdrossel, hinter dieser die Vorspannbatterie. Die beiden Röhren, Steuer- und Gleichrichterröhre, sind auf einen Pertinaxsockel gesetzt, neben diesem, rechts, befindet sich der Schwingungskreis mit einem Thermoamperemeter (Weston) in der Mitte. Diese Instrumente sind für den Kristallsender sehr zu empfehlen, da sie einen sehr geringen Eigenverbrauch haben, leider aber sehr kostspielig. Der Drehkondensator, ein älteres Fabrikat<sup>3)</sup> nach Angaben des Verfassers, wird leider nicht mehr hergestellt (Abb. 12), doch sollen die Firmen Förg und Leitmeyer ebenfalls gute Sendekondensatoren herstellen. Die Achse des Kondensators ist durch ein Hartgummistück verlängert, um den Einfluß der Hand zu verringern, ohne die Übersichtlichkeit zu stören. Direkt darauf ist der — unbedingt zu empfehlende —

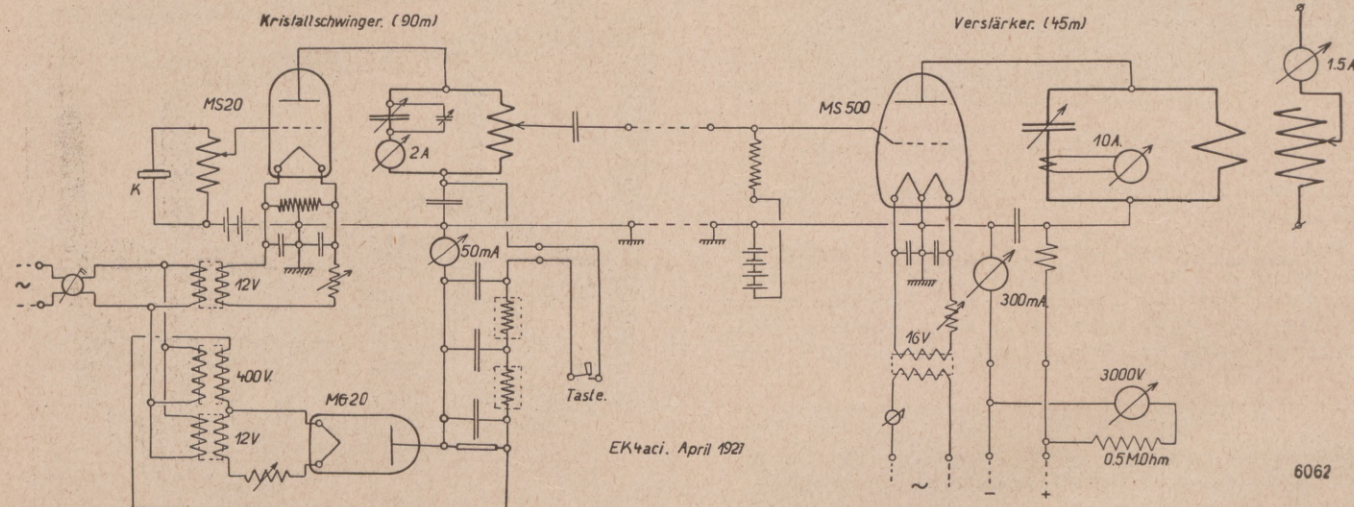


Abb. 11. Gesamtschaltenschema.

0,3 mm Kupfer-Emailldraht, 110 Volt, 1500 Windungen, 0,4 mm Kupfer-Emailldraht, sekundär 12 Volt, 180 Windungen, 1,3 mm Kupfer-Emailldraht;

ein Anodenspannungstransformator, Wicklung: primär wie oben sekundär 5000 Windungen, 0,2 mm Kupfer-Emailldraht; zwei Drosseln mit je zweimal 2500 Windungen, 0,25 mm, ein Eisenquerschnitt von 4 qcm ist hierbei vorausgesetzt, und 50periodischer Wechselstrom. Soll 500 Periodenstrom angewendet werden, so muß die Windungszahl verkleinert werden, da sonst die Streuinduktivität zu groß wird.

Die Drosseln sind aufgeteilt, um die Gefahr eines inneren Kurzschlusses zu verringern, durch den die Drosseln unwirksam würden.

Den Aufbau der Siebkette erkennt man aus dem Gesamtschaltenschema (Abb. 11). Als Blocks sind Hydra-Kondensatoren (5  $\mu$ F, 500 Volt) verwendet. Ein Loewe-Widerstand soll die Kondensatoren nach dem Ausschalten entladen, um die Gefahr bei Berührung zu vermeiden.

Aus dem Schaltenschema ersieht man weiter, daß Anoden- und Schwingungsstrom der Senderöhre über einen künstlichen „Nullpunkt“ zugeführt wird. Hierdurch wird eine Beeinflussung des Sendertones durch die Wechselstromheizung verhütet. Anodenkreis und Gitterkreis sind im Mittelpunkt eines Potentiometerwiderstandes angeschlossen, die beiden Hälften dieses Widerstandes sind noch durch Kondensatoren für den Schwingungsstrom überbrückt.

Grundsätzlich kann man natürlich statt dessen auch den Heiztransformator in der Mitte anzapfen, man nimmt dann

Feineinstellkondensator befestigt, Fabrikat N. S. F., er ist ebenfalls mit Hartgummi-Einstellgriff versehen. Die Schwingungskreisspule ist nach dem üblichen „low-loss“-Prinzip aus blankem Kupferdraht (2 mm Durchmesser) angefertigt, Trolitstücke halten die einzelnen Windungen in Abstand (6 mm). Spule und Kondensator sind auf sog. „Stützern“ befestigt. So erreicht man genügenden Abstand der Schwingungen führenden Teile von der Grundplatte und hat zugleich eine zweckentsprechend räumliche Anordnung.

Die Konstruktionsdaten des Schwingungskreises sind natürlich von der in Frage kommenden Wellenlänge abhängig. Mit einem 84-m-Kristall arbeitet der abgebildete Kristallschwinger mit folgenden Abmessungen: Eingestellte Kapazität etwa 150 cm, Abmessungen der Spule 13 Windungen von 80 mm Durchmesser, 6 mm Abstand. Der Schwingungsstrom beträgt hierbei etwa 1,6 Amp. Einen Wellenbereich von 60 bis 110 m kann man aber ohne Einbuße an Energie nach Umwechslung des Kristalles überstreichen, ohne etwas am Gerät ändern zu müssen.

Als „Abriegelungskondensatoren“ bewährten sich Schott-Minoglas-Empfangsverdichter.

Die theoretischen Erwägungen, die zur Wahl der Drosselanordnung nach Abb. 5 geführt haben, sind bereits erwähnt. Eine Drossel mit folgenden Daten hat sich im ausgeführten Modell unter fast allen Betriebsbedingungen bewährt:

Pertinaxspulenkörper 70 mm Durchmesser, 15 + 15 Win-

<sup>3)</sup> Owin DRP. 439 545.



dungen aus 0,35 mm dickem Draht, zweimal mit Baumwolle umspinnen, Windung neben Windung gewickelt und mit Schellack bestrichen.

Diese Drossel eignet sich für fast alle in Frage kommenden Röhren, wie oben erwähnt, und für Kristalle von 60 bis 80 m

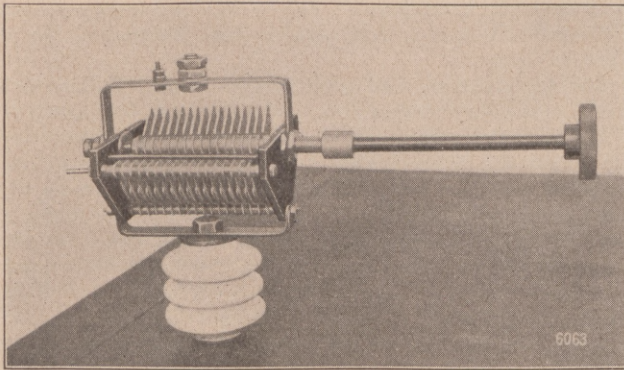


Abb. 12. Kurzwellenkondensator.

Eigenwelle. Für längere Wellen ist die Windungszahl etwas zu vergrößern, bei kleineren entsprechend zu verkleinern.

Im übrigen ist die Wahl der Drossel etwas kritisch, ich möchte daher Anfängern raten, sich zunächst an die oben angegebenen Dimensionen zu halten, und erst, wenn das Gerät überhaupt arbeitet, Verbesserungen auszuprobieren. Häufig beobachtet man einen Einfluß der Lage der Drossel zur Grundplatte oder zum Anodenkreise.

Die Frage des Kristallhalters ist nach den Erfahrungen des Verfassers weit weniger kritisch. Sogar mit Stanniolbelegungen als Elektroden ergab sich nur eine Leistungsverminderung um etwa 10 v. H. Der endgültig eingebaute Kristallhalter ist in Abb. 13 abgebildet; die mit dem Kristall in Berührung stehenden Flächen sind geschliffen, ein Hartgummischutzring soll Staub abhalten. Peinlichste Sauberkeit des Kristalls und des Halters ist überhaupt für gutes Arbeiten erforderlich. Zweckmäßig reinigt man alle Teile vor der Benutzung mit Tetrachlorkohlenstoff, oder, wo dieser nicht erhältlich, mit Äther.

Nach diesen Erörterungen dürften wohl die Einzelheiten der Abb. 9 und 10 verständlich sein.

Vor dem Bau eines daran anzuschließenden Leistungsverstärkers muß man sich darüber klar sein, ob der Verstärker die Grundwelle oder eine Oberwelle des Kristall-

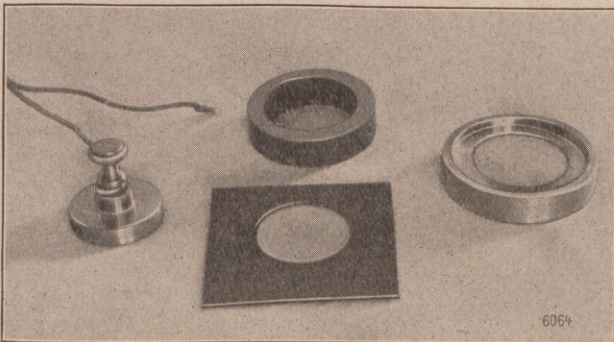


Abb. 13. Kristallhalter (in der Mitte der Kristall).

schwingers verstärken soll. Der letzte Weg ist in dem ausgeführten und beschriebenen Modell eingeschlagen worden, auch aus mehreren Gründen empfehlenswert.

Zunächst: ein Kristallschwinger für 45 m oder gar 30 m Welle steht einem solchen für 90 m erheblich an Leistungsfähigkeit nach, außerdem wachsen bei dünneren Kristallen die Schwierigkeiten des Kristallschliffes. Als zweiter Faktor ist zu bedenken, daß ein Verstärker für die Grundwelle

„neutralisiert“ werden muß, was natürlich eine wesentlich kompliziertere Konstruktion des Verstärkers notwendig macht.

Diesen Nachteilen steht allerdings auch ein Vorteil gegenüber, das ist die damit zu erzielende größere Leistung

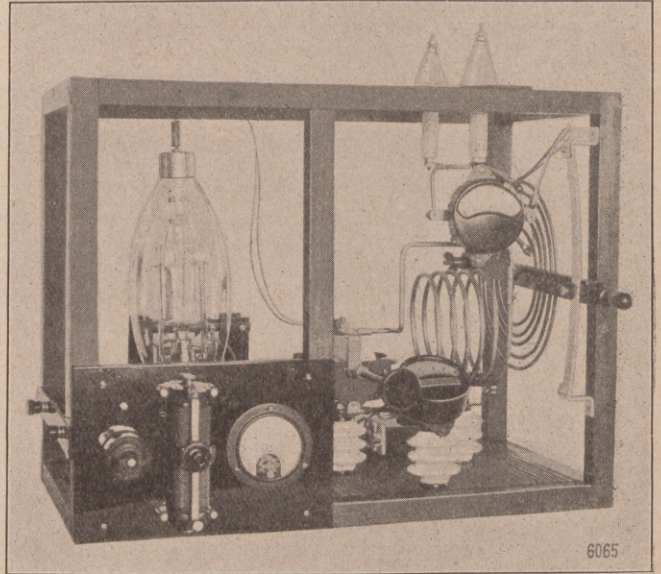


Abb. 14. Leistungsverstärker (Vorderansicht).

(theoretisch die doppelte!). Dieser Faktor ist aber nicht so ausschlaggebend, wie es scheint. Es ist z. B. mit dem beschriebenen Sender gelungen, eine Valvo MS 500-Röhre bis zu 300 Watt Anodenleistung auszusteuern. Das ist aber eine Leistung, die für Amateurzwecke mehr als reichlich sein dürfte! Es ist allerdings etwas Geschicklichkeit in der Einstellung erforderlich, um diese Leistung zu erzielen, da eine

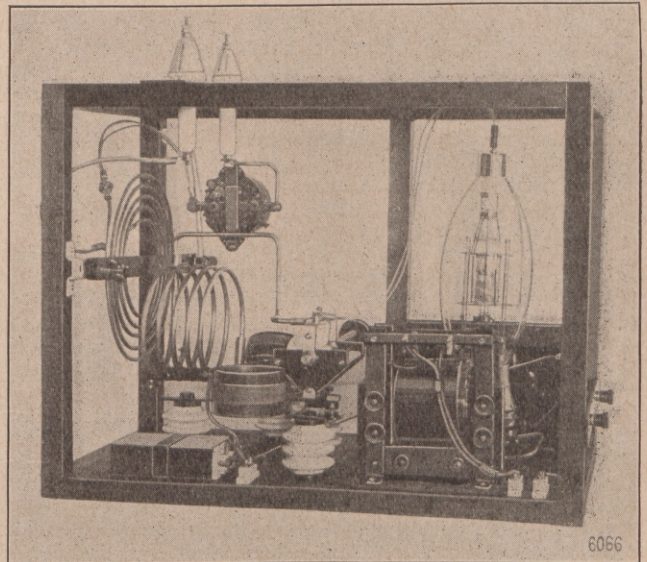


Abb. 15. Leistungsverstärker (Rückansicht).

geringe Rückkopplung und damit eine nur teilweise — aber ausreichende — Frequenzstabilisierung ausgenutzt werden muß.

Als Röhren eignen sich fast alle Typen für den Verstärker. Die Typen RS 5 und MS 500 hat der Verfasser ausprobiert, besonders die letztgenannte Röhre ist empfehlenswert, sie ist zwar teuer, aber sehr kräftig gebaut und gestattet auch eine gelegentliche höhere Belastung.



Der Gitterableitewiderstand und die zu wählende Vorspannung ist natürlich von dem Röhrentyp abhängig. Als Ableitewiderstände empfiehlt es sich, verschiedene Größen auszuprobieren, die man sich am einfachsten aus 0,05 mm dickem, mit Seide umsponnenem Konstantandraht als einlagige Wicklung auf Pertinaxrohr von 18 mm Durchmesser in verschiedenen Längen anfertigt. Eine 75 mm lange Wicklung ergab etwa 7000 Ohm Widerstand und bewährte sich für die erwähnten Röhrentypen.

Der konstruktive Aufbau des Verstärkers ist aus den Abb. 14 und 15 zu ersehen. Er ist selbstverständlich dem Stil des Kristallschwingers angepaßt. Der Gleichrichter ist allerdings getrennt aufgebaut.

Links die Senderöhre, vor ihr Heizwiderstand und Anodenstrom-Milliamperemeter, rechts der Anodenkreis, der entsprechend der größeren Leistung auch kräftiger ausgeführt ist. Auch diese Teile sind auf Stützisolatoren montiert. Die Schwingungskreissspule ist aus 6 mm dickem Kupferdraht angefertigt, 5 Windungen von 110 mm Durchmesser und 15 mm Windungsabstand für den Wellenbereich 30 bis 50 m.

Ein gehuntetes Hitzdrahtinstrument für die Resonanzanzeige zu verwenden, ist nicht empfehlenswert, ein Stromwandlerinstrument (10 Amp) erwies sich jedoch brauchbar, wenn auch hier ein Thermoinstrument vorzuziehen sein dürfte. Der Drehkondensator ist bereits beschrieben, nur ist hier ein größerer Plattenabstand gewählt. Schwingungskreissspule und Antennenkopplungsspule sind mit Pertinaxstücken versteift, die letztere, eine Flachspule mit 5 Windungen (äußerer Durchmesser 200 mm, innerer 100 mm), ist in einem exzentrischen Punkt drehbar befestigt. Der Bedienungsgriff bewegt sich an einem Sektor aus Aluminium vorbei, an dem die Spule durch eine Druckschraube in jeder Stellung arretiert werden kann. Der Antennenanschluß erfolgt über bewegliche Kabel durch die oben sichtbaren Por-

zellandurchführungen. Ein Abstimmkondensator ist in der Antenne nicht vorgesehen. Das Antennenamperemeter ist in Abb. 14 oben sichtbar.

Die Anodenspannung erhält der Verstärker von einem Wehneltgleichrichter (Fabrikat der Afa<sup>4</sup>). Ein Transformator 220 Volt auf zweimal 2500 Volt transformiert die Netzspannung entsprechend herauf; ein — hochisolierter — Transformator 220 zu 3 Volt liefert den Heizstrom für den Gleichrichter.

Der Gleichstrom wird geglättet durch eine Siebkette, die aus einem Blockkondensator von 2  $\mu$ F, zwei Drosseln mit je 5000 Wdg. auf geschlossenem Eisenkern (5 qcm Querschnitt) und nochmals einem Block von 4  $\mu$ F besteht. Der so gefilterte Gleichstrom reicht — bei Kristallsteuerung! — für die höchsten Ansprüche hinsichtlich Tonreinheit bis zu einer Belastung von 200 Milliampere bei 2000 Volt aus. Ein Milliampere (6 mA) mit einem Drahtvorschwiderstand (!) dient als Voltmeter für die Anodenspannung und verhindert gleichzeitig Restladungen der Blocks.

Die Heizung des Gleichrichters bleibt während eines Wechselverkehrs dauernd eingeschaltet, die übrigen Heiztransformatoren sowie die Anodenspannung werden erst vor jeder Sendeperiode gemeinsam eingeschaltet. Getastet wird dann der Anodenkreis des Kristallschwingers. Durch die Vorspannbatterie des Verstärkers erzielt man eine fast gänzliche Stromlosigkeit in den Taspausen und erreicht so eine größtmögliche Schonung des Gleichrichters und der Röhren.

Die Antennenfrage zu diesem Sender soll hier nicht erörtert werden, sie bietet auch grundsätzlich nichts Neues gegenüber normalen Sendern, nur muß man die Antenne hier der Kristallwelle genau anpassen, während man sonst eine gewisse umgekehrte Anpassungsmöglichkeit gewohnt ist. Diese Anpassung bietet jedoch keine Schwierigkeiten.

## Die Amateursender in der Schweiz.

Bern, Anfang September.

Das Amateursenden ist in der Schweiz durch die provisorische Verordnung vom 1. Juli 1925 geregelt. Nach dieser Verordnung können Konzessionen für Amateursendestationen an in der Schweiz wohnende Schweizer und Schweizerinnen erteilt werden, die das 18. Altersjahr zurückgelegt haben und nicht vorbestraft sind, ferner unter gewissen Bedingungen an schweizerische Radioklubs.

Die konzessionierten Amateursendestationen dürfen nur für Versuche und zum Senden von darauf bezüglichen Mitteilungen verwendet werden. Die höchstzulässige Primärleistung ist auf 50 Watt begrenzt.

Um eine Konzession zu erhalten, muß der Bewerber im Besitze eines Radiotelegraphistenpatents sein, das auf Grund einer Prüfung verabfolgt wird. Der Kandidat muß sich darüber ausweisen können, daß er genügende praktische und theoretische Kenntnisse zur Vornahme von Sendeversuchen besitzt und daß er damit einen bestimmten wissenschaftlichen oder technischen Zweck verfolgt.

Außer dem Amateur-Radiotelegraphistenpatent wird ein Patent verabfolgt, das den Inhaber berechtigt, die Funktionen eines Radiotelegraphisten einer Flugdienstsendestation zu übernehmen. Für die Erlangung eines Patentes dieser Kategorie werden erhöhte Anforderungen gestellt.

Bisher sind drei Amateure im Besitze eines Radiotelegraphistenpatents der Klasse B und fünf des Patentes der Klasse C (Amateur-Radiotelegraphist).

Im Besitze einer Konzession für eine Amateur- oder Versuchsendestation sind folgende fünf Stationen, die nachstehende Rufzeichen besitzen: H9XB (Radio-Club Basel); H9XC (Max Wuest, Ing., Lausanne); H9XD (Radio-Club Zürich); H9XE (Groner, Jos., Radiospezialist, Zürich); H9XF (Moret, Madeleine, Lausanne). Außerdem ist dem Mitglied des Lehrkörpers einer Universität, das Versuche auf Wellen unter 10 m vornehmen will, eine Spezialkonzession erteilt. Der Kurzwellensender des Radiodienstes der Obertelegraphendirektion besitzt das Rufzeichen H9OC.

Etwa einundzwanzig Funkfreunde empfangen zu Versuchs-

zwecken die Sendungen der Amateur- und Versuchsendestationen, deren Wellenbereich unter 200 Meter liegt. Auf gestelltes schriftliches Gesuch hin teilt ihm die Obertelegraphendirektion in Bern kostenlos ein besonderes Rufzeichen zu. Jede konzessionierte Sendestation ist berechtigt, eine mit einem Rufzeichen versehene Empfangsstation aufzurufen. Der Hörer kann seinerseits den Empfang der Anrufe schriftlich, telephonisch oder persönlich bestätigen und allfällige Bemerkungen in bezug auf die Versuchsemission anbringen. Es ist hingegen verboten, mit Sendestationen nichtoffizielle Rufzeichen zu vereinbaren und anzuwenden.

\*

**Berlin spricht mit Buenos Aires.** In den ersten Tagen des August wurde einer Reihe von Vertretern der Behörden ein Fernsprechverkehr Berlin—Buenos Aires von Telefunken vorgeführt; dazu teilt uns ein Sendeamateur mit, daß es deutschen Amateuren bereits vor einiger Zeit gelungen ist, mit Nord- und Südamerika einwandfrei zu telephonieren. Versuche auf noch größere Entfernungen (Neuseeland) haben allerdings bisher noch zu keinen brauchbaren Ergebnissen geführt. Unter anderem gelang es in der Nacht vom 12. zum 13. Juni mit einer südamerikanischen Amateurstation in Santa Isabel (Uruguay) einen einwandfreien Sprechverkehr aufrechtzuerhalten. Der diesbezügliche Teil der telegraphischen Bestätigung lautete wörtlich: „rok you fone r5 mod fb-congrats om“ (Ihre Telephonie mit guter Kopfhörerlautstärke verstanden, Modulation ausgezeichnet, meinen Glückwunsch!). Ein anderer, ebenfalls glatt verlaufener Versuch fand in deutscher Sprache (!) mit einem nordamerikanischen Amateur in Salem (Mass.) am 27. Juni statt. Empfangen wurde mit nur zwei Röhren, die verwendete Sendeleistung betrug weniger als 70 Watt. Eine für den Neuseeland-Verkehr ausreichende Empfangs Lautstärke konnte ebenfalls erzielt werden, doch beeinträchtigten atmosphärische Störungen die Sprachverständlichkeit dort in unzulässigem Maße. Die Versuche fanden allerdings nicht von Berlin aus statt.

<sup>4</sup>) Neuerdings durch Ventilröhren (Valvo MG 75) ersetzt.



## Der neutralisierte Superhet

Die richtige Behandlung des Transponierungsempfängers. — Die Unnötigkeit abgeglicher Röhrensätze. —  
Zweihundvierzig Sender ohne Antenne.

Von

Dr. Friedrich-August Lentze.

Wenn der Bastler an den Bau seines ersten Transponierungsempfängers geht, hält er meist den Zwischenfrequenzverstärker im Gegensatz zu dem scheinbar komplizierten Oszillator-Teil für das einfachere Glied. Er ahnt dabei nicht, daß ihn von den vielen Schwierigkeiten bei der Inbetriebnahme die bittersten an dieser Stelle erwarten. Letzten Endes beruht die extreme Empfindlichkeit jenes Empfängertyps doch erst auf dem fehlerfreien Arbeiten des Zwischenfrequenzverstärkers.

Bei der allgemein üblichen Bauweise werden die Transformatoren ziemlich dicht nebeneinander angeordnet ohne Beachtung der dabei entstehenden Rück- und Gegenkopplungen. Sobald die Gitterkreise in Resonanz gebracht werden, gerät daher die vierstufige Kaskade sofort in Selbsterregung, längst bevor beim Anheizen der Röhren die Heizspannung den vorgeschriebenen Wert erreicht hat. Bekanntlich gelingt die Unterdrückung dieser Schwingungen bei dem mehrstufigen Hochfrequenzverstärker des Rundfunkwellenbereiches nur durch Neutralisation der inneren Gitter-Anoden-Kapazität der Röhren. Bei den langen Zwischenfrequenzwellen genügt zunächst eine Verschiebung der Gittervorspannung gegen das positive Gebiet hin. Dabei zeigt sich jedoch bald, daß das Potentiometer um so mehr nach Plus gedreht werden muß, je mehr man die Heizung der Röhren der vollen Leistung nähert. Es liegt auf der Hand, daß diese somit nie unter günstigsten Bedingungen arbeiten können. Außerdem ergibt sich, daß die Anordnung ihre höchste Empfindlichkeit erst dicht vor dem Anschwingungspunkte der Röhren erreicht und dieses wieder nur dann, wenn die Röhren eine völlig übereinstimmende Charakteristik aufweisen<sup>1)</sup>.

Nun sind zwar neuerdings zahlreiche Typen in abgeglichenen Sätzen käuflich. Es bleibt für den Besitzer jedoch immer noch die Gefahr bestehen, daß er nach versehentlichem Durchbrennen einer Röhre kaum gleichwertigen Ersatz beschaffen kann. Und selbst bei Verwendung derartiger Röhrensätze lassen sich manche Geräte gar nicht oder nur unter großen Schwierigkeiten zu guter Leistungsfähigkeit bringen. Bei den gänzlich unübersichtlichen induktiven und kapazitiven Kopplungen derartiger engebauter Apparate arbeiten die Zwischenfrequenzröhren unter so verschiedenartigen Bedingungen, daß u. U. die eine Stufe stärker entdämpft wird als die andere, und dadurch die Röhre — trotz gleicher Charakteristik — zum vorzeitigen Anschwingen gebracht wird. Mitunter hilft in solchen Fällen die individuelle Regulierung der Heizung der einzelnen Stufen. Die Einstellung einer fernen schwachen Station mit einem solchen Gerät gelingt überhaupt nur bei vorsichtigster Bedienung des Potentiometers. Obendrein steigt mit wachsender Entdämpfung aus bekannten Ursachen die Intensität der Störungen stärker als die Lautstärke.

Alle diese mißlichen Verhältnisse müssen sich grundlegend ändern, wenn es gelingt, den Zwischenfrequenzverstärker durch weitgehende Entkopplung schwingungsfrei zu machen oder wenigstens die Kopplungsverhältnisse übersichtlich zu gestalten. Jensen<sup>2)</sup> versuchte es durch Benutzung nur einer Zwischenfrequenzstufe mit doppelter sorgfältig abgeglicher Rückkopplung und erzielt mit dieser Anordnung hervorragende Resultate. Sie dürften überzeugend darlegen, daß

der Verstärker gewöhnlicher Bauart in keiner Weise eine volle Ausnutzung der Röhren gestattet. Eine solche ist erst dann zu erwarten, wenn durch Vermeidung möglichst jeder gegenseitigen Beeinflussung der Schwingkreise die Möglichkeit gegeben ist, den Arbeitspunkt der Röhren bei Anlegung der entsprechenden negativen Gittervorspannung und voller Heizung an die günstigste Stelle der Charakteristik zu verlegen. Zunächst erscheint für diese Aufgabe eine Neutralisation nicht erforderlich, da die innere Gitter-Anoden-Kapazität der Röhren naturgemäß klein ist und daher den langen Zwischenfrequenzwellen nach der bekannten Formel

$$R = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

einen wesentlich höheren Wechselwiderstand entgegengesetzt, so daß Selbsterregung durch einen Rückfluß derselben weniger leicht entstehen könnte. Auf der anderen Seite drängt sich die Frage auf, ob die weitgehende Entkopplung und die daraus folgende Verminderung der — unberechenbaren — Entdämpfung nicht etwa eine Herabsetzung der Empfindlichkeit zur Folge hat.

Für die im folgenden zu beschreibenden Versuche ergab sich daher diese Fragestellung:

1. Ist die innere Gitter-Anoden-Kapazität bei der gebräuchlichen Zwischenfrequenz wirksam? Muß sie neutralisiert werden, um einen optimalen Arbeitspunkt der Röhren zu erreichen?
2. Besitzt der weitgehend entkoppelte Verstärker dieselbe Empfindlichkeit wie die übliche Anordnung?

\*

Um die Fragen zu klären, wurden von vornherein fabrikmäßig hergestellte Radix-Transformatoren mit Siliziumkern und eingebautem sekundärseitigem Drehkondensator gewählt, die ein kleines Streufeld aufweisen. Auf meinen Wunsch wurden sie mit einer passenden Anzapfung zur Neutralisation nach Hazeltine versehen. Sie wurden in einen Transponierungsempfänger eingebaut, dessen Oszillatorschaltung (siehe unten) vorher mit anderweitigen (kernlosen) Transformatoren auf eine besonders gute Leistungsfähigkeit gebracht und für eine Zwischenfrequenz von 55 kHz (Wellenlänge 5450 m) geeicht worden war. Der Eingangskreis liegt am Steuergitter einer Doppelgitterröhre (RE 072). Als Oszillator wird eine zweite Röhre verwandt, deren Gitterkreis mit dem Raumladegitter der ersten Röhre verbunden ist<sup>3)</sup>. Diese Anordnung zeigt sich auch nach meinen Erfahrungen den anderen Oszillatorschaltungen überlegen. Als Oszillatordröhre dient Ultra Orchestron 2. Die erste Röhre ist mit induktiver Rückkopplung versehen.

Die räumliche Anordnung der Transformatoren gegeneinander wurde so lange verändert, bis eine möglichst weitgehende Entkopplung der Schwingkreise erreicht war. Filter, 2. und 4. Transformator liegen mit ihren Achsen senkrecht aufeinander in den drei Ebenen des Raumes, Transformator 2 und 3 sind — einander parallel — senkrecht zur wagerechten Montageplatte angeordnet, jedoch Transformator 3 mit der zugehörigen Lampe zusammen auf einem Holzblock, dessen Höhe so abgeglichen wurde, daß die Neigung der beiden Transformatorachsen zur Verbindungslinie der Fußpunkte einen Winkel von etwa 60° bildet (Abb. 1).

Der Abstand zwischen den einzelnen Transformatoren beträgt je 17 cm. Um gegenseitige Störungen durch vagabun-

<sup>1)</sup> Vgl. hierzu die Aufsätze im „Funk-Bastler“: Hennig, Jahr 1925, S. 337; Wiegand, Jahr 1925, S. 573; Scheiffler, Jahr 1926, S. 79; Jahr 1926, S. 462.

<sup>2)</sup> Vgl. „Der Jensen-Superhet“ im „Funk-Bastler“, Heft 14.

<sup>3)</sup> Vgl. „Funk-Bastler“, Jahr 1926, Heft 51: Badendieck, „Ein Superheterodyne-Ultradyne für größte Leistung“.



dierende Hochfrequenzströme nach Möglichkeit zu verringern, wurde bei sorgfältigster Leitungsführung durch Zwischenschaltung von großen Blockkondensatoren an jeder Stufe der Weg zwischen Anode—Heizfaden und Gitterkreis—Heizfaden (Überbrückung des Potentiometers!) verkürzt. Wegen der geringen Abmessungen des zur Verfügung stehenden Kastens ( $74 \times 24,5 \times 24,5$  cm) wurde vom Einbau des Niederfrequenzverstärkers mit seinem weithin streuenden Transformator abgesehen und dieser in einem besonderen Kasten angeordnet, der bei Bedarf durch eine lange Zuführung auf einem Nebentisch angeschlossen werden kann. Die Heizung der drei Zwischenfrequenzverstärker-Röhren wird gemeinsam durch einen Widerstand von 30 Ohm geregelt, hinter den in jede der drei negativen Heizleitungen noch ein Walzenwiderstand zur individuellen Versorgung jeder einzelnen Röhre eingebaut ist. Der Vorteil der Anordnung besteht darin, daß die Lautstärke kräftiger Stationen durch Verringern der Heizung sparsamer reguliert werden kann, als es bei Drehung des Potentiometers nach der positiven Seite und gleichbleibender Heizung geschehen würde.

Außerdem wurden Neutrodonkondensatoren in der von Hazeltine angegebenen Weise vorgesehen, jedoch zunächst

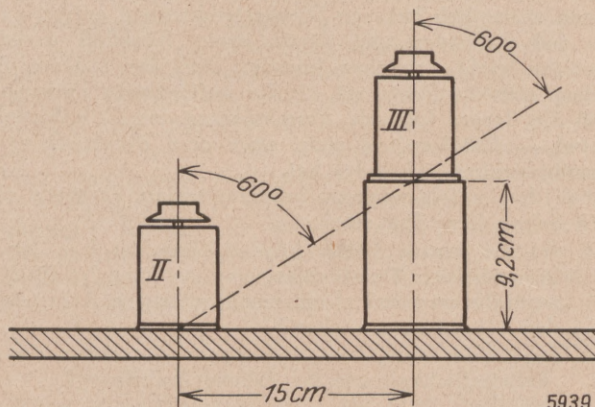


Abb. 1.

nicht eingeschaltet. Im übrigen gleicht der Aufbau des Zwischenfrequenzverstärkers dem allgemein üblichen. Als Röhren wurden verwendet: zunächst drei abgeglichene Huth LE 244 (Heizspannung 1,1 V., Durchgriff 10 v.H., innerer Widerstand 24 000 Ohm). Als Audion dient eine alte zweimal regenerierte RE 89 in Gittergleichrichtungsschaltung. Da aus Sparsamkeitsgründen den drei sehr genügsamen Huth-Röhren von einem besonderen Abgriff hinter der ersten — größeren — Zelle des 4 Volt-Heizakkumulators eine Spannung von 2 Volt zugeführt wird, kann das zwischen den beiden Heizleitungen liegende Potentiometer von 800 Ohm nur eine Vorspannung von maximal — 0,9 Volt liefern (die Heizwiderstände liegen in der negativen Heizleitung!), so daß die Anodenspannung dementsprechend niedrig zu 45 Volt sich ergab. Das Potentiometer verbraucht bei 2 Volt die halbe Strommenge (2,5 mA) als bei 4 Volt und spielt daher beim Gesamtverbrauch keine Rolle.

Bei fortgelassenen Heizleitungen ergibt sich somit ein Schaltbild, wie es die Abb. 2 zeigt.

Nach Abstimmung der Transformatoren auf die vorgesehene Zwischenfrequenz von 55 kHz<sup>4)</sup> und Einstellung der Heizung auf die vorgesehene Spannung zeigte der Zwischenfrequenzverstärker bei Anlegung einer negativen Gittervorspannung eine starke Schwingneigung, die sich durch Drehen des Potentiometers nach Plus leicht unterdrücken ließ, jedoch die Einstellung des optimalen Arbeitspunktes der Röhren verhinderte. Die Empfangsergebnisse waren befriedigend, sanken aber sofort ganz bedeutend, wenn schon eine der drei abge-

glichenen Röhren gegen eine andere desselben Typs ausgewechselt wurde. Nun wandte ich das bekannte Neutralisationsverfahren an: der 10 kW-Ortssender wurde möglichst lautstark eingestellt und jeweils eine Röhre ausgelöscht. Bei allen dreien schlug der Sender kräftig durch, bei der ersten infolge der dahinterstehenden dreifachen Hochfrequenzverstärkung derartig stark, daß man kaum einen Unterschied in der Lautstärke gegenüber dem Empfang bei brennender erster Röhre feststellen konnte. Nunmehr wurden die Neutrodone eingeschaltet. Überraschenderweise gelang bei allen drei Stufen die Neutralisation leicht und, nach Verlegung einzelner Leitungen auch bei der ersten Stufe, nahezu vollständig, was in bemerkenswertem Gegensatz zu den Schwierigkeiten bei der Abgleichung der Hazeltine-Neutralisation im Rundfunkwellenbereich stehen dürfte.

Die Tatsache, daß die durch die jeweils ausgelöschte Röhre noch durchdringenden Empfangsenergien durch die Hazeltine-Neutralisation kompensiert werden können, spricht dafür, daß es sich hierbei nicht um Kopplungen der Schwingkreise selbst handeln dürfte. Der letzte Beweis hierfür ergab sich, als (siehe unten) die Röhren ausgewechselt wurden; dabei verschob sich jedesmal die optimale Einstellung der Neutrodone, was sich nur durch Verschiedenheiten der inneren Kapazitäten der neu eingesetzten Röhre erklären läßt. Man ersieht hieraus, daß — entgegen der rechnerischen Annahme — die Gitter-Anoden-Kapazität der Röhren trotz ihres kleinen Wertes auch für die 5500 m-Welle keinen unendlichen Widerstand bedeutet, daß sie mit anderen Worten auch beim Langwellenverstärker wirksam ist und offenbar immer noch eine Schwingneigung hervorruft.

Nach vollständiger Neutralisation ist der Zwischenfrequenzverstärker bei voller Heizspannung schwingungsfrei geworden; nur bei ihrer Erhöhung über den vorgeschriebenen Wert hinaus gerät die Kaskade bei einer bestimmten negativen Einstellung des Potentiometers in Selbsterregung, ein Zeichen, daß wohl doch noch minimale Kopplungen der Schwingkreise bestehen. Auch hierbei läßt sich die bekannte Beobachtung machen, daß diese Eigenschwingungen des Zwischenfrequenzverstärkers bei Erregung der ersten, am Rahmen liegenden Röhre etwas eher einsetzen, indem diese den in latentem Schwingungszustand befindlichen Zwischenfrequenzverstärker anstößt. Neigt die erste Röhre ihrerseits zu Eigenschwingungen, wie ich es bei Einbau der Ultradyneschaltung beobachten konnte, dann verschieben sich die Ergebnisse, und man ist leicht zu einem Trugschluß geneigt, den man allerdings gut daran feststellen kann, daß die Schwingungen der ganzen Apparatur beim Hin- und Herdrehen des ersten (Rahmen-)Kondensators ein- und aussetzen, was nicht geschieht, wenn der Zwischenfrequenzteil allein der schwingende Teil ist. Bei voller Heizung und günstiger Gittervorspannung liegt der Arbeitspunkt der Zwischenfrequenzröhren nunmehr an optimaler Stelle der Charakteristik. Die Entdämpfung ist so weit reduziert, daß der Anschlagpunkt der Kaskade weit in das Gebiet voller Heizung hinausgeschoben ist. Dabei liegt das Empfangsoptimum nicht mehr kritisch dicht vor diesem Punkt, sondern zeigt eine erhebliche Breite und wird leicht ohne Bedienung des Potentiometers allein durch volles Anheizen der Röhren erreicht. Als dominierender Vorteil dieser Arbeitsweise ergab sich neben Vereinfachung der Bedienung und Steigerung der Empfindlichkeit (s. unten) eine weitgehende Unabhängigkeit von den individuellen Eigenschaften der einzelnen Röhren, indem sich nunmehr der abgegliche Röhrensatz als überflüssig erwies, der ja die Crux des üblichen Zwischenfrequenzverstärkers bildet.

Zu derartigen Versuchen bewährte sich der Empfang eines fernsten Senders nicht, weil die hier in der Großstadt reichlich vorhandenen Störungen dabei so stark werden, daß Täuschungen in der Lautstärke des Senders selbst unvermeidbar sind. Wir stellten deshalb einen fernen Sender (Rom) ohne Benutzung einer Antenne oder Erde nur mit einer Ledionspule von 50 Windungen als Rahmen ein. Das

<sup>4)</sup> Über die Eignung der Zwischenfrequenz vgl. „Funk-Bastler“, Jahr 1925, S. 359, „Ein Qualitäts-Superheterodyne-Empfänger“ von R. W. Cotton, übersetzt aus „Radio“, San Franzisko.



ergibt bei voller Dunkelheit in dem Neutrohet eine Lautstärke hinter dem 2. Audion, die bei Anschaltung von zwei Stufen Niederfrequenzverstärkung in Widerstandsschaltung von mittlerer Leistungsfähigkeit genügt, um die als Endröhre benutzte RE 154 bei 100 Volt Anoden- und -8 Volt Gittervorspannung zu übersteuern. Nunmehr wurden die benutzten Huth LE 244 vertauscht gegen folgende zwölf verschiedenen Röhrentypen, die mir von befreundeter Seite liebenswürdigerweise zur Verfügung gestellt wurden: Huth LE 344, LE 251, LE 199, Goldkopf, Superhuth; Delta D. V. 272 H; Ultra Universal 2 A, Universal 2 E, U 60 (drei Stück); Telefunken RE 062; Dolly Valve U 220; Blaupunkt Ampladyne; aus eigenen Besitz: Philips Miniwatt A 106.

Nach Einbau einer jeden dieser Röhren war Rom mit Ledion als Rahmen gut hörbar, bei den meisten ließ sich nicht einmal eine Verminderung der Lautstärke mit dem Ohr wahrnehmen, obgleich die Typen gegenüber den weiter

für den Hochleistungsüberhet gewöhnlicher Bauart bei den einzelnen Stücken ein und desselben Typs ist. Obwohl die sieben Röhren wahllos dem Lager entnommen waren, konnte in keiner Zusammenstellung untereinander und mit den drei vorhandenen mit dem Ohr eine Lautstärkenverminderung von Toulouse in dieser Empfangsanordnung festgestellt werden gegenüber dem Empfang mit dem abgeglichenen Röhrensatz; daß zu diesem „Rahmen“-Empfang maximale Empfindlichkeit der Apparatur gehört, muß doch ohne weiteres zugegeben werden! Bei einzelnen Stücken auftretende Schwingneigung konnte durch Abgleichung der individuell völlig verschiedenen Neutralisation sofort ohne Empfangsschwächung beseitigt werden.

Somit dürfte es klargestellt sein, daß beim schwingungsfreien Neutrohet — ebenso wie beim Neutrodyne des Rundfunkwellenbereiches — Röhren mit abgeglichenem Schwingungseinsatz nicht mehr erforderlich sind. Für den Bastler

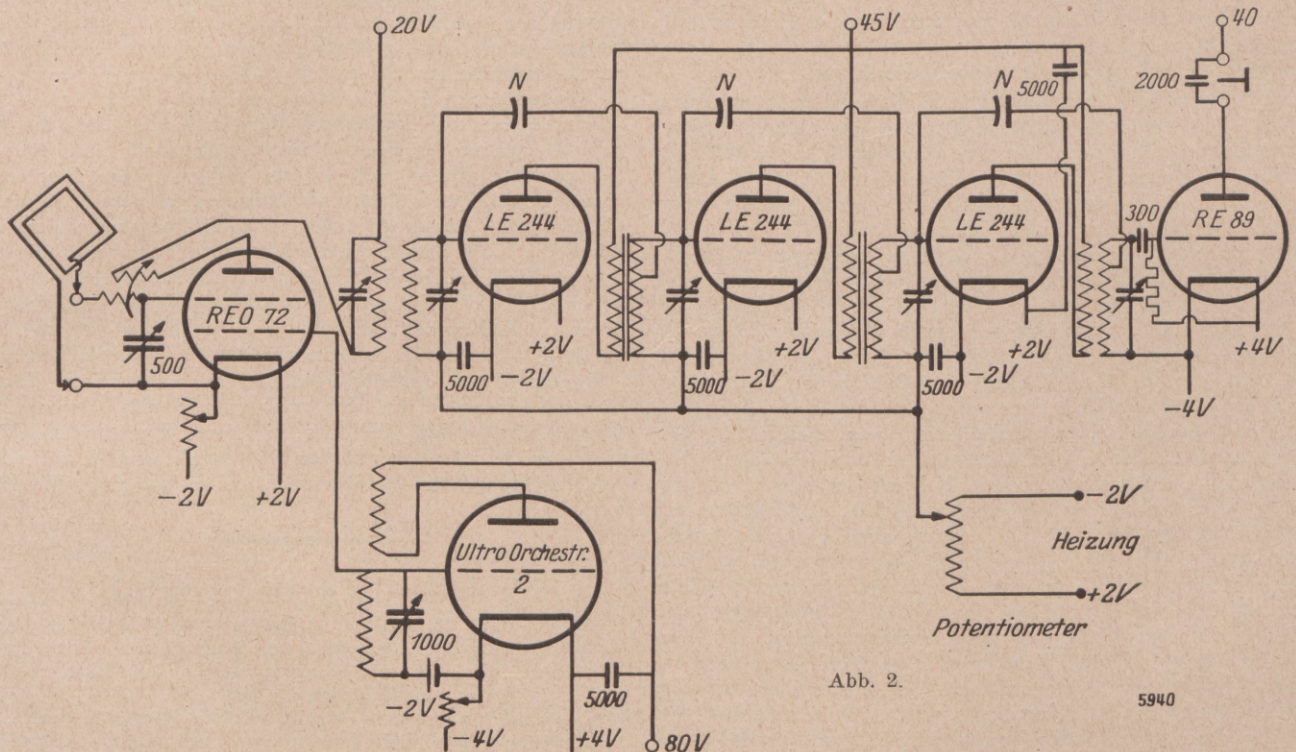


Abb. 2.

5940

im Empfänger arbeitenden Huth LE 244 doch gewiß erhebliche Verschiedenheiten aufweisen. Besonders bemerkenswert ist hierbei die Tatsache, daß die Röhren mit höherer Heizspannung von dem gemeinsamen Potentiometer, dessen Stellung übrigens nicht verändert wurde, nur mit wesentlich geringerer Gittervorspannung beliefert wurden als die LE 244 mit ihrer Heizspannung von 1,1 Volt, und daher bei der gemeinsamen Anodenspannung von 45 Volt unter ganz verschiedenen Verhältnissen arbeiten mußten.

Die Versuchsanordnung mit den notorisch ungünstigen Lautsprecherröhren usw. wählte ich, um zu zeigen, daß sich die Schaltung auch bei sehr ungünstigen Verhältnissen bewährt; in der Praxis dürfte man für die drei Zwischenfrequenzröhren wohl meist solche gleichen Typs wählen. Ich wiederholte deshalb den Versuch nunmehr mit sieben Röhren des Typs LE 244. Bei den an diesem Tage herrschenden günstigen Empfangsverhältnissen konnten wir Toulouse (389 m) mit Ledion, 50 Windungen, als alleinige Antenne einstellen bei ausreichender Lautstärke in drei parallel hinter dem Audion eingeschalteten Kopfhörern. Wer einmal versucht hat, sog. abgeglichene Röhren mit gleichem Schwingungseinsatz selbst herauszufinden, wird wissen, wie verschieden der Schwingungseinsatz und damit die Eignung

ergibt sich damit der unschätzbare Vorteil, daß er einmal nicht mehr mit Hangen und Bangen an seinem kostbaren abgeglichenen Zwischenfrequenz-Röhrensatz zu hängen braucht und Verluste an dieser Stelle u. U. selbst durch ganz verschiedene beliebige Röhren ersetzen kann. Dazu dürfte der weitere Vorzug treten, daß bei Einbau einer besonderen Anodenleitung für den Zwischenfrequenzteil ein Potentiometer mit seinem Stromverbrauch fortfallen könnte. Allerdings wird es der weitsichtige Funkfreund trotzdem vorsehen, um den Arbeitspunkt seiner Röhren möglichst günstig einstellen zu können.

\*

Es ist nunmehr noch die zweite Frage zu klären, ob der neutralisierte Superhet mit vollausgenutzten Röhren zum mindesten dieselbe Empfindlichkeit besitzt wie die übliche Anordnung mit unberechenbarer Rückkopplung, aber ungünstigem Arbeitspunkt der Röhren.

Meine Wohnung befindet sich im ersten Stock eines dreistöckigen Mietshauses mit 30 cm starken Ziegelwänden. Eisenträger sind meines Wissens nicht eingebaut. Das Haus selbst gehört zu einem großen Häuserblock, der nahe dem Nordostrande Breslaus gelegen ist. Nach Süden und Westen zu schließt sich die Großstadt an mit mehreren



eisernen Oderbrücken. Die Empfangsergebnisse in dieser Richtung haben daher besonderes Interesse. Eine Hochantenne besitze weder ich noch ein Nachbar, so daß eine Selbsttäuschung in dieser Richtung von vornherein ausgeschlossen ist. Genau in der Höhe meines nach der Straße zu gelegenen Empfangszimmers verläuft, 18 m vom Rahmen entfernt, der Fahrdraht der Straßenbahn mit Rollenabnehmern, die obendrein an dieser Stelle bergab fährt (!). Trotzdem sind die Störungen beim Empfang der starken europäischen Sender nur bei sehr trockenem Wetter und gewissen Wagen vorübergehend so stark, daß der Empfang wesentlich beeinträchtigt wird; sehr starke Sender (Rom usw.) lassen sich auch dann noch immer gut im Lautsprecher wiedergeben. Bei Regenwetter läßt sich ein dauernder Empfang auch kleiner, hier sonst nur recht schwierig aufnehmbarer Stationen, wie Brüssel, ohne weiteres durchführen. Als Empfangsantenne dient ausschließlich ein Rahmen von 85 cm Kantenlänge mit 10 Windungen Antennenlitze auf Hartgummi montiert, ohne Erdanschluß. Ein kleinerer Rahmen von 47 cm Kantenlänge und 15 Windungen gibt nur wenig geringere Lautstärken.

Unter ständiger Beobachtung von Mitte Februar bis Mitte März gelang mit dem größeren Rahmen die Aufnahme aller europäischen Stationen zwischen 250 und 580 sowie 1000 bis 1800 m Wellenlänge bei Dunkelheit, soweit sie nicht durch Interferenz mit einer Nachbarstation gestört waren oder überhaupt im Chaos einer Gemeinschaftswelle versinken. Es bezieht sich diese Angabe auf den Empfang mit Kopfhörer hinter dem Audion. Durch Anschaltung von einer und ganz ausnahmsweise zwei Stufen Niederfrequenz ließen sie sich bis zur Übersteuerung der beschriebenen Endröhre im Lautsprecher wiedergeben. Die Selektivität der Apparatur ist ohne merkliche musikalische Beeinträchtigung so groß, daß zwei starke 10 kH voneinander entfernte Sender glatt getrennt werden (z. B. Langenberg, Lyon, Berlin I). Der etwa 6 km entfernte 10 kW-Ortssender wird in 20 kH Abstand voll ausgekoppelt, so daß Mailand empfangen werden kann. Von den hier in Schlesien sehr schlecht aufnehmbaren spanischen Sendern empfang ich stets sehr lautstark Barcelona eaj1; ferner Madrid eaj7 und Catalana eaj13, an einzelnen Tagen auch Bilbao eaj11 und Salamanca eaj22. Ohne auf nähere Einzelheiten an dieser Stelle einzugehen, soll hier als bestes Kriterium das Empfangsergebnis mit der Ledion-Spule von 50 Windungen und 8 cm Durchmesser, ohne Erde (!), als „Rahmen“ berichtet werden; die scharfe Richtwirkung dieser Anordnung zeigt, daß hierbei nur die Spule als Antenne, die Batteriezuleitungen allenfalls als Gegengewicht, wirken.

Ohne Niederfrequenzverstärkung konnten hiermit im Kopfhörer sehr deutlich folgende zweiunddreißig Stationen aufgenommen werden<sup>1)</sup>:

Hamar;	Wien I;	Frederikstad;
Wien II;	Berlin I;	Frankfurt;
Berlin II;	Langenberg;	Krakau;
Budapest;	Oslo;	Bern;
München;	Rom;	Bremen;
Riga;	Brünn;	Hamburg;
Toulouse (!);	Neapel;	Danzig;
Stuttgart;	Königsberg;	Gleiwitz;
Leipzig;	Hannover;	Münster;
Graz;	Elberfeld;	Kiel;
Prag;	Dresden;	Stettin.

Sehr leise, aber bei voller Durchsteuerung deutlich hörbar waren folgende weitere zehn Sender:

Brüssel;	Göteborg;	Newcastle;
Aberdeen;	Sundswall G;	Barcelona eaj1.
Bournemouth;	Gothenburg;	
Stockholm;	London 362 m;	

<sup>1)</sup> Die in Heft 25 des „Funk-Bastler“, Jahr 1927, von mir aus Selektivitätsgründen empfohlene Hochfrequenzvorröhre wurde bei allen in diesem Aufsatz erwähnten Versuchen nicht vorgeschaltet.

Wenn sich auch manche auffallenden Resultate der Liste vielleicht durch besonders günstige Lage des Empfangsortes erklären lassen könnten<sup>2)</sup>, so z. B. der Empfang der nordischen Sender am Nordostrand der Großstadt, so stellt die Aufnahme von dem hier 1560 km entfernten Barcelona mit Ledionspule über die ganze dazwischenliegende Stadt hinweg ein Ergebnis dar, das mit einem Superhet der gewöhnlichen Anordnung sicher nicht überboten werden kann. Dabei konnte die Möglichkeit ausgeschlossen werden, daß etwa ein benachbarter Rückkopplungsempfänger an Hochantenne dabei seine Hand im Spiele hätte, denn dieser Empfang von Barcelona gelang an vielen Tagen, und außerdem hatte ich stets vorher den Sender mit Benutzung des großen Rahmens lange Zeit eingestellt, ohne daß sich — vor allem im Fading! — ein Rückkoppler „gemeldet“ hätte.

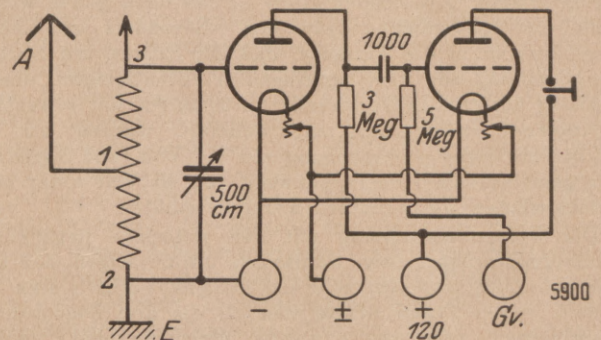
Es läßt sich sogar deutlich zeigen, daß durch Aufheben der Neutralisation nicht nur eine ganz wesentliche Steigerung der Schwingneigung, sondern auch eine starke Reduzierung der erreichbaren Empfangslautstärke eintritt. Ohne Neutralisation des Empfängers lassen sich nur die stärkeren der obengenannten 32 ersten Sender deutlich hören; die 10 Sender der zweiten Gruppe überhaupt nicht.

Namentlich bei Beachtung der Tatsache, daß die benutzten Röhren durchweg eine Betriebszeit von 400 bis 500 Stunden hinter sich hatten, zeigen diese Empfangsergebnisse wohl endgültig, daß beim neutralisierten Superhet die fehlenden Rückkopplungen reichlich kompensiert werden durch die Möglichkeit, die Zwischenfrequenzröhren bei Verlegung des Arbeitspunktes an die günstigste Stelle der Charakteristik und ungekürzter Heizspannung voll auszunutzen. Andererseits dürften sie wohl nur mit bestem Material — namentlich Transformatoren — erreichbar sein.

Zweck dieser Ausführungen ist, zur allgemeinen Nachprüfung anzuregen und den erfahrenen Funkbastler auf ein Gebiet hinzulenken, daß ihm mit seiner Variationsmöglichkeit — z. B. Verringerung der Röhrenzahl und Einbau einer Rückkopplung im Zwischenfrequenzteil — neue Möglichkeiten bietet.

## Eine billige Zweiröhrenschaltung.

Die in Heft 25 des „Funk-Bastler“ veröffentlichte billige Zweiröhren-Lautsprecherschaltung ähnelt der Zweiröhrenschaltung, die von mir benutzt wird. Die Klangreinheit ist eine ganz ausgezeichnete, und ich habe bis jetzt noch keine klangreinere Musik gehört, ebenso ist auch die Lautstärke hinreichend groß genug. Ich glaube, daß diese billige Schaltung ein wirkliches Volksgerät darstellt, das von



jedermann leicht bedient werden kann, weil keine Rückkopplung vorhanden und dadurch auch die Nachbarschaft nicht gestört wird. Viele Funkfreunde, die sich dieses Gerät zusammengestellt haben, sind sehr zufrieden. *John Wenskus.*

<sup>2)</sup> Nachschrift bei der Korrektur: Versuche mit einem Koffer-Superhet an transportablem Rahmen ergaben im Gegenteil eine erheblich größere Lautstärke und Reichweite in freistehenden Häusern in einer Kleinstadt und namentlich an der Küste.



# Der Selbstbau von Zwischenfrequenztransformatoren

Bauanleitung für einen Ultradyne-Empfänger mit Doppelgitter-Eingangsröhre.

Von

Ed. Kreitscha und O. Nedela.

Der Zwischenfrequenz- oder Transponierungsempfänger ist besonders wegen seiner einfachen Bedienung und Unabhängigkeit von der Hochantenne beliebt; trotzdem werden viele Bastler vom Selbstbau durch den hohen Preis der notwendigen Zwischenfrequenztransformatoren abgehalten. Es kommt hinzu, daß vielfach dringend davon abgeraten wird, die Zwischenfrequenztransformatoren selbst anzufertigen, es sei

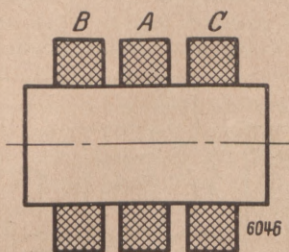


Abb. 1.

denn, daß man die notwendigen Hilfsapparate wie Milliamperemeter, Galvanometer, Wellenmesser usw. besitzt. Leider muß auch in diesem Zusammenhange zugegeben werden, daß nicht alle fertig gekauften und fest abgestimmten Transformatoren einwandfrei arbeiten.

Da es uns nach längeren Versuchen gelungen ist, tatsächlich einwandfreie Zwischenfrequenztransformatoren mit den bescheidensten Hilfsmitteln herzustellen, wollen wir im nachfolgenden eine Anleitung zum Selbstbau geben, dessen Ergebnisse sicherlich jeden Wettbewerb mit fertigen Transformatoren aufnehmen können.

Abb. 1 gibt ein Bild vom prinzipiellen Aufbau eines Zwischenfrequenztransformators; die drei Spulen A, B und C werden auf einer Holztrommel von etwa 24 mm Durchmesser über 21 Stifte, nach Art der Wabenspulen, jedoch immer über zwei Stifte, gewickelt. Verwendet wird etwa 1,5 kg 0,2 mm starker, doppelt-baumwollbesponnener Draht. Ohne Nachteil kann auch stärkerer einfach baumwolle oder seidenisolierter Draht benutzt werden. Man geht beim Wickeln vorteilhaft folgendermaßen vor: nachdem die zweimal 21 Stifte auf die Holztrommel gebracht wurden, wickelt man zunächst (auf den blanken Holzkörper zwischen die beiden Stiftrihen) nach Art der Zylinder-spulen etwa 10 bis 12 Windungen von dem für die Spulen bestimmten Draht auf, um die fertige Spule von der Trommel besser abziehen zu können. Auf diese Lage kommt ein festsitzender Ring aus einem schmalen Streifen dünnen Glanzdeckels oder steiferen Papiers, der Ring wird mit einem geeigneten Klebstoff geschlossen.

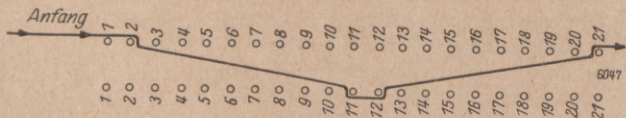


Abb. 2.

Nun beginnt das Wickeln von rechts über 1, 2 nach links 11, 12, wieder nach rechts 21, 1, herüber nach 10, 11 usw., bis elf Lagen fertig sind.

Im ganzen sind zwölf Spulen mit je 220 Windungen anzufertigen. Jede Lage hat 20 Windungen, so daß das Zählen der Windungen sehr erleichtert ist. Nach jeder vierten Lage bestreicht man den Draht zwischen den Stiften und außen mit gutem Zaponlack, so daß die Spule nach Abnahme fest zusammenhält.

In unserem Falle ist das Verhältnis zwischen Primär und Sekundär 1:2, jedoch ist die Sekundärseite in zwei Teile zerlegt. Wie aus Abb. 3 ersichtlich, ist „A“ die Primärwicklung, „B“ und „C“ die geteilte Sekundärwicklung; „D“

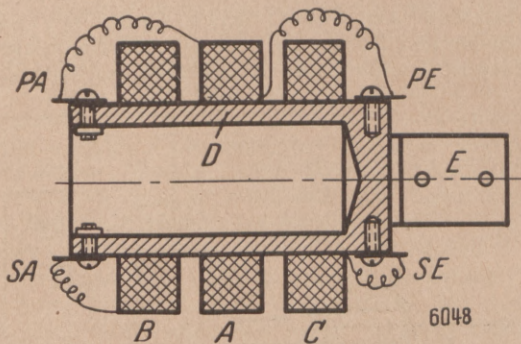


Abb. 3.

ist ein Rohrstück aus Hartgummi, Fiber oder trockenem, paraffiniertem Holz. Der Abstand der Spulen voneinander beträgt beim Filter (ersten Transformator) etwa 12 mm, bei den drei Zwischenfrequenztransformatoren etwa 2 mm. „E“ ist ein Messingwinkel, der zur Befestigung des ganzen Transformators auf dem Grundbrett des Apparates dient. Es ist auch darauf zu achten, daß die Spulen nach dem gleichen Windingssinn auf die Rohrstücke „D“ befestigt werden (Abb. 3).

Das Ende der Spule B wird mit dem Anfang der Spule C sauber verlötet. Die Bezeichnung PE, PA usw. entspricht den üblichen Bezeichnungen bei Transformatoren: PE = Primär Eingang, PA = Primär Ausgang, analog die Sekundärseite. Es werden verbunden: PE mit der Anode, PA mit dem Pluspol der Anodenspannung, SE mit dem Potentiometer und SA mit dem Gitter der Röhre.

Es empfiehlt sich, den fertigen Transformator mittels eines Ohmmeters zu prüfen; es zeigt sich hierbei unter Umständen ein Drahtbruch oder Kurzschluß in der Spule, der sofort zu beseitigen ist. Die prinzipielle Ausführung der Transformatoren ist nun gegeben.

Seit kurzem besteht jedoch die Tendenz, diese Transformatoren zu kapseln; die allgemeine Ausführung zeigt Abb. 4. Die Zuführungen von den Spulen führt man dann in Isolier-

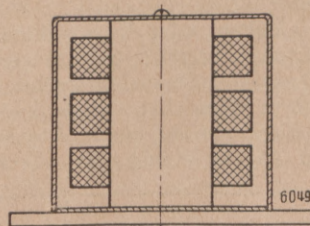


Abb. 4.

schläuchen zu Klemmschrauben an der Grundplatte aus Hartgummi. Die Kapsel aus dünnem Messingblech besteht aus drei Teilen: dem Mantel (gerollt und gelötet), dem Deckel und dem Boden. Alles andere besagt die Zeichnung. Die Kapselung selbst soll mit dem Minuspol der Batterie, also bei SE—Potentiometer verbunden sein. Dies erreicht man durch Anlöten eines Stückchens Draht an die Zylinder, das dann mit SE verbunden wird. Die Entfernung der Abschir-



mung von den Spulen soll nicht unter 12 mm an allen Seiten betragen.

Diese so hergestellten Zwischenfrequenztransformatoren sind nun allerdings gänzlich unabgestimmt; zur Abstimmung verwenden wir mit Vorteil kleine Quetschkondensatoren (Marke „Meridian“, „Miral“ oder ähnliche). Von diesen Quetschkondensatoren werden benötigt ein Stück bis 1000 cm und vier Stück bis 500 cm. Der Kondensator zu 1000 cm dient zur Abstimmung der Primärseite des Filters (erster Transformator), die vier anderen zur Abstimmung der Sekundärseiten. Die Schaltung ist aus dem Schema zu ersehen.

Nachstehend das Schaltbild des Empfängers (Abb. 5) für fünf Röhren mit Rahmen und Kopfhörer; diese Schaltung ist eine nicht mehr neue Ultradyneschaltung, die im

Die Abstimmquetschkondensatoren sind knapp hinter den Transformatoren am Grundbrett zu befestigen. Man wird auch die Röhrensockel zu den Zwischenfrequenztransformatoren so stellen, daß die Gitter- und Anodenleitungen möglichst kurz ausfallen. Zu beachten ist ferner, daß die Statorseite der Drehkondensatoren  $C_1$  und  $C_2$  zum Gitter führt, damit jeder Handkapazität vorgebeugt ist. Das Abschirmen der Vorderplatte ist nicht notwendig.

Zu erwähnen wäre noch, daß ohne Nachteil Heizwiderstand  $R_3$  weggelassen werden kann, jedoch ist Röhre V dann an  $R_2$  anzuschließen. Ebenso kann die Anodenspannung für das Audion die gleiche sein, wie für die Zwischenfrequenzröhren. Bei der Hartgummi- und Grundplatte wurde auf spätere Ergänzung auf sieben Röhren bereits Bedacht genommen.

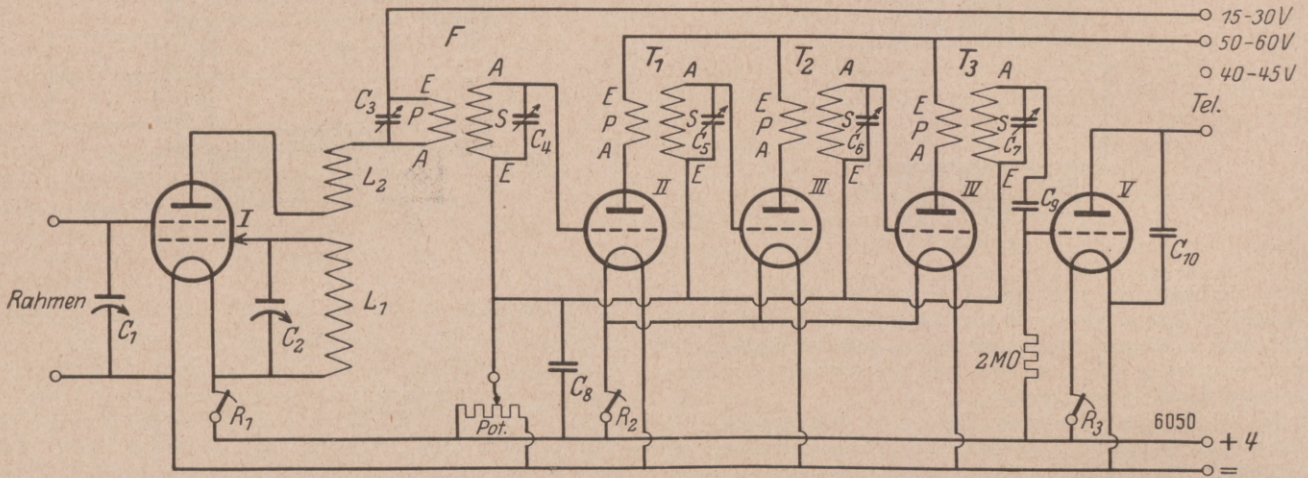


Abb. 5.

Gegensatz zu anderen Transponierungsschaltungen ungemein einfach herzustellen und zu bedienen ist und in ihrer Empfindlichkeit keinen Wettbewerb zu fürchten hat.

### Liste der Einzelteile.

$C_1$  und  $C_2$ : Drehkondensator zu je 500 cm; zwei Micro-Feineinstellscheiben; F,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ : selbstgebaute Zwischenfrequenztransformatoren;  $C_3$ : Quetschkondensator „Meridian“ 1000 cm;  $C_4$ ,  $C_5$ ,  $C_6$ ,  $C_7$ : Quetschkondensatoren „Meridian“ 500 cm;  $R_1$ : Heizwiderstand mit Knopf, 30 Ohm;  $R_2$ : Heizwiderstand mit Knopf, 15 Ohm;  $R_3$ : Heizwiderstand mit Knopf, 30 Ohm; Pot.: 1 Potentiometer 500 Ohm; 5 federnde Lampensockel; 1 Spulenkoppler;  $L_1$ : gute Flachspule 35 oder 50 Windg.;  $L_2$ : gute Flachspule 50 oder 35 Windg.;  $C_8$ : Blockkondensator 5000 cm;  $C_9$ : Blockkondensator 200 bis 250 cm;  $C_{10}$ : Blockkondensator 3000 cm; 1 Telefunken- oder Loewe-Widerstand 2 Megohm; 1 Hartgummiplatte  $190 \times 650 \times 6$  mm; 1 Grundbrett  $220 \times 650 \times 20$  mm; I: 1 Doppelgitterröhre; II, III, IV, V: 4 gew. Sparröhren oder abgestimmte Zwischenfrequenzröhren; 10 m Vierkantdraht blank, div. Schrauben usw.; 1 Rahmen mit 12–13 Windg., 50–60 cm Seitenlänge.

Werden die Zwischenfrequenztransformatoren liegend angeordnet, so müssen sie gegeneinander entkoppelt, d. h. in einem Winkel von  $90^\circ$ , aufgestellt werden. Das Spulenpaar  $L_1$  und  $L_2$  muß wieder gegen die Transformatoren entkoppelt sein. Bezüglich der Schaltung der Spulen ist noch zu beachten, daß die Anschlüsse richtig gemacht werden: die Anschlüsse  $L_1 + 4$  Volt liegen gerade gegenüber  $L_2$  Anode, und  $L_1$  zweites Gitter gegenüber  $L_2$  PA. Bei gekapselten Transformatoren braucht auf eine Entkopplung keine Rücksicht genommen zu werden.

Die Röhre I ist eine gute Doppelgitterröhre, z. B. Telefunken RE 73 d oder jetzt RE 72 d; es kann jedoch auch jede andere gute Doppelgitterröhre verwendet werden. Die Röhren II, III, IV und V sind abgegliche, d. h. abgestimmte Röhren. Die meisten größeren Röhrenfirmen bringen heute schon für die Zwischenfrequenz abgestimmte Röhren in den Handel. Im großen und ganzen läßt sich sagen, daß sich fast alle normalen Röhren verwenden lassen, doch müssen sie dann zu einem Satz selbst abgestimmt werden. Auf die Abstimmung kommen wir noch später zurück.

Wir setzen als selbstverständlich voraus, daß beim Bau alle üblichen Vorsichtsmaßnahmen wie: Abstand der Leitungen, Sauberkeit der Lötstellen usw. berücksichtigt wurden.

Je genauer, sauberer und zweckmäßiger man die Leitungen führt, desto leichter läßt sich ein kleiner Fehler finden, und man wird bald zur Überzeugung kommen, daß sich eine gründliche Gewissenhaftigkeit beim Bau bald lohnt.

Sind wir mit dem Apparat soweit, so schalten wir alle Elemente bis auf die Röhren ein und untersuchen mit einem Probierröhrchen oder Voltmeter die Heizleitung an den Heizfadenklemmen (selbstverständlich bei angeschalteter Anodenspannung). Wir drehen nun das Potentiometer stark in die Minusstellung und überzeugen uns, ob die letzte Röhre (Audion) beim leisen Anklopfen an ihren Glaskolben klingt und ob im Kopfhörer ein Knack zu hören ist, wenn wir ihn anschließen oder abschalten.

Die beiden Spulen  $L_1$  und  $L_2$  sind sehr fest gekoppelt; eine Betätigung der Kopplung von außen kann angebracht werden, ist aber nicht notwendig.

Wir schaffen uns vorerst ein etwa 20 cm langes Hartgummi- oder Holzstäbchen an, das unten als Schraubenzieher ausgebildet ist (zur Not auch ein langer Schraubenzieher), um die Quetschkondensatoren vorstellen zu können. Den 1000 cm-Quetschkondensator, der parallel zum Filter primär liegt, bringen wir nach dem Gefühl durch Ein-



drehen der Schrauben auf etwa ein Viertel seiner Kapazität, die restlichen auf etwa halbe Kapazität. Wir versuchen nun, ob die Zwischenfrequenz schwingt, indem wir das Potentiometer öfter stark auf Minus drehen. Schwingen auch die Zwischenfrequenzröhren nicht, so lassen wir vorerst den ersten Quetschkondensator (1000 cm) auf etwa ein Viertel eingestellt und verstellen die anderen Quetschkondensatoren willkürlich unter öfterem Drehen des Potentiometers nach Minus so lange, bis das Rauschen einsetzt. Nun verändern wir die Drehkondensatoren so lange, bis wir das Überlagerungspfeifen oder gar schwachen Empfang haben, den wir durch Nachstellen der beiden Drehkondensatoren und des Potentiometers auf die größte Lautstärke bringen. Nun erst regulieren wir sämtliche Quetschkondensatoren auf größte Lautstärke und Reinheit. Wir werden beim Versuch am Abend gewiß schon nach einigen Minuten Empfang haben. Am besten erfolgt die Endstellung bei einem etwas entfernten, aber klaren Sender.

Für jene Funkfreunde, die nichtabgestimmte Röhren verwenden, geben wir noch die Abstimmung der Zwischenfrequenzröhren an: wir entfernen aus dem Apparat die ersten zwei dieser Röhren, wobei wir aber den Heizwiderstand der Zwischenfrequenz etwas zurückdrehen, setzen den Kopfhörer auf und drehen das Potentiometer nach Minus. Wir werden wieder bei einer bestimmten Einstellung des Potentiometers das mit einem leisen Knack ein-

setzende Rauschen hören. Die Einstellung des Potentiometers notieren wir uns und tauschen die Röhre IV gegen eine andere aus und stellen wieder den Schwingungseinsatz fest usf. bis wir vier Röhren gefunden haben, die an der gleichen Potentiometerstellung nur ganz wenig abweichend, schwingen. Diese Röhren sind die für uns brauchbaren, die wir dann als II, III, IV und V in das Gerät einsetzen. Zu bemerken wäre noch, daß bei dieser Abgleichung die Heizeinstellung und Anodenspannung unverändert bleiben muß.

Das so hergestellte Empfangsgerät arbeitet nach genauer Abstimmung tadellos und rein, ist sehr selektiv und gibt die größeren europäischen Sender bei 50 bis 60 cm Rahmenseitenlänge überlaut im Kopfhörer, fast alle kleineren gut hörbar, doch hängt dies, wie bei jedem anderen Gerät, von der Tageszeit, Witterung und Aufstellungsort ab.

In der Schaltskizze wurde mit Absicht der niederfrequente Teil fortgelassen, es bleibt jedoch jedem Bastler überlassen, Transformatoren-, Drossel- oder Widerstandsverstärkung zu verwenden. Gesagt sei noch, daß eine Niederfrequenzstufe bei einigermaßen günstigen Empfangsverhältnissen ausreichenden Zimmer-Lautsprecherempfang ermöglicht.

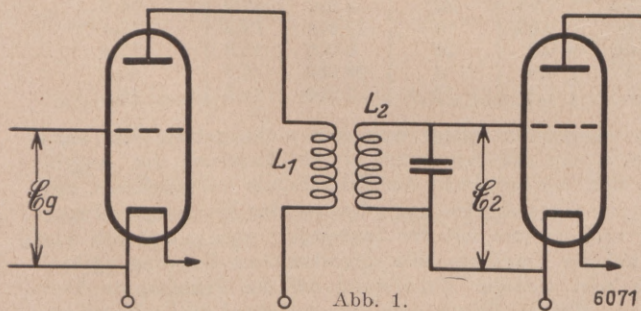
Für Mitteilungen über die Ergebnisse<sup>1)</sup>, die andere Funkfreunde beim Nachbau erzielt haben, wären wir dankbar und wir sind selbstverständlich bereit, weitere Auskünfte zu geben.

# Die Verstärkung der Hochfrequenzverstärker

Von  
**Dr. Kurt Hoffmann.**

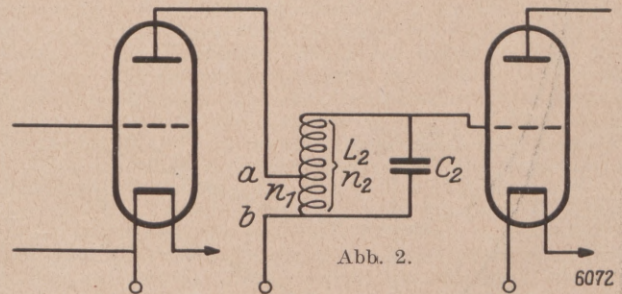
Für die richtige Dimensionierung eines Hochfrequenzverstärkers ist die Kenntnis der Wirkung der dabei benutzten Hochfrequenztransformatoren, ihre maximale Verstärkung, die sie mit einer bestimmten Röhre ergeben, nötig. Es sind nun wiederholt Formeln angegeben worden, jedoch wurde meist eine ausreichende Erörterung unterlassen. Es soll nun zunächst an einem einfachen Sonderfall, an dem man jedoch die wesentlichen Bedingungen, die für maximale Verstärkung zu erfüllen sind, erkennen kann, die Wirkungsweise einer Hochfrequenzverstärkerstufe besprochen werden.

In Abb. 1 ist eine Hochfrequenzverstärkerröhre gezeigt: auf das Gitter gelangt eine ungedämpfte Hochfrequenzwechselspannung  $\mathcal{E}_g$ ; diese wird in der ersten Röhre „verstärkt“, und hinter dem sekundär abgestimmten Hochfrequenztransformator erhält man eine Spannung  $\mathcal{E}_2$ , die also am Gitter der zweiten Röhre liegt. Das Verhältnis dieser beiden Spannungen  $\frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_g}$  soll berechnet werden.



Wir behandeln den einfachen Fall eines Transformators, bei dem alle Kraftlinien, die durch die  $n_1$  Windungen der Primärspule  $L_1$  gehen, auch durch sämtliche  $n_2$  Windungen der Spule  $L_2$  gehen und umgekehrt. Man nennt das den Fall der extrem festen Kopplung beider Spulen ( $k = 1$ ).

$\ddot{u} = \frac{n_1}{n_2}$  ist das Übersetzungsverhältnis. Identisch damit ist der in Abb. 2 gezeichnete Fall der induktiv-galvanischen Kopplung. Dabei ist die Spule  $L_1$  fortgelassen, und von der



Spule  $L_2$  sind  $n_2$  Windungen abgegriffen. Die Schaltungen der Abb. 1 und 2 sind also unter der gemachten Voraussetzung gleichwertig. Der Widerstand zwischen den Punkten a und b ist dann das  $\ddot{u}^2$ -fache des ganzen zwischen den Enden der Spule liegenden Widerstandes. Dieser beträgt für eine Empfangsfrequenz  $\omega$ , wenn der Kondensator  $C_2$  vernachlässigbar klein ist,  $\omega L$ ; kommt man aber durch Abstimmung des Kondensators  $C_2$  in die Nähe der Resonanz, so wächst er auf das  $\frac{\pi}{d}$ -fache, wenn wir mit d die Dämpfung des Schwingungskreises  $L_2 C_2$  bezeichnen. Für einigermaßen gut gebaute Kreise kann man d zu 0,03 annehmen, also

$$\frac{\pi}{d} = 100.$$

Um uns über die Größenordnung der in Frage kommenden Widerstände klar zu werden, bemerken wir, daß eine Spule, die mit einem 500 cm-Kondensator die Welle 500 m ergibt,

1) Die an die Schriftleitung des „Funk“ zu richten sind!



für diese Welle einen induktiven Widerstand  $\omega L = 500$  Ohm hat, der dann bei Zuschaltung des Kondensators und Abstimmung auf das Hundertfache, also auf 50 000 Ohm, steigt. Der Widerstand zwischen den Punkten a und b (bzw. an den Enden der Spule  $L_2$ ) wäre bei einem Übersetzungsverhältnis 1 : 3 der neunte Teil davon, also ungefähr 5500 Ohm. Dieser Widerstand ist der äußere Widerstand der ersten

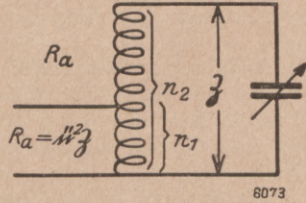


Abb. 3.

$\frac{R_1}{\ddot{u}} = \ddot{u} \mathfrak{Z}$ , d. h.  $R_1 = \ddot{u}^2 \mathfrak{Z} = \mathfrak{R}_a$ . Wenn man also maximale Verstärkung haben will, muß man den Abgriff (Abb. 3) (bzw. die Spule  $L_1$ ) so wählen, daß der äußere Widerstand  $\mathfrak{R}_a = \ddot{u}^2 \mathfrak{Z}$  gleich dem inneren Widerstand der Röhre  $R_1$  wird. Man sieht auch an der Kurve, daß diese Bedingung nicht genau innegehalten zu werden braucht, denn Abweichungen von 100 v. H. ergeben noch keine wesentliche Veränderung der Funktion. Setzt man also die Bedingung, daß äußerer und innerer Widerstand gleich groß ist, in die letzte Formel ein, so erhält man als maximal erreichbare Verstärkung

$$\left| \frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_g} \right|_{\max} = \frac{1}{D \ddot{u}} \quad (2)$$

Nehmen wir als Beispiel eine Röhre RE 064 mit einem Durchgriff von etwa 10 v. H. und einem inneren Widerstande von 20 000 Ohm. Wir wollen die Verstärkung für  $\lambda = 500$  m berechnen und nehmen an, wir hätten einen Schwingungskreis, wie er oben besprochen war, also  $\omega L_2 \cdot \frac{\pi}{d} = \mathfrak{Z} = 50\,000 \Omega$ . Damit der äußere Widerstand gleich dem inneren wird, muß das Übersetzungsverhältnis  $\ddot{u} = 0,63$  werden, folglich ist die Spannungsverstärkung  $10 \cdot \frac{1}{2 \cdot 0,63} = 8$ .

Die Formel (2) kann durch die Beziehung  $R_1 = \ddot{u}^2 \mathfrak{Z}$  oder  $\ddot{u} = \sqrt{\frac{R_1}{\mathfrak{Z}}}$  auf die Form gebracht werden

$$\left| \frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_g} \right|_{\max} = \frac{\sqrt{\mathfrak{Z}}}{2 D \sqrt{R_1}}$$

Hieraus sieht man klar, worauf es für die größte Verstärkung ankommt. Erstens auf ein großes  $\mathfrak{Z} = \omega L_2 \cdot \frac{\pi}{d}$ , d. h. einen Schwingungskreis mit möglichst großer Selbstinduktion und geringer Dämpfung, zweitens auf eine Röhre mit möglichst kleinen Werten von  $D/\sqrt{R_1}$ , was im allgemeinen auf möglichst kleinen Durchgriff  $D$  herauskommt (s. Tabelle), wobei zu beachten ist, daß, wenn  $R_1$  größer ist als  $\mathfrak{Z}$ , zur richtigen Anpassung  $\ddot{u}$  größer als 1 werden muß, d. h. die Primärseite muß mehr Windungen haben als die Sekundärseite. In der Tabelle sind für einige Röhrentypen die bei bester Anpassung erreichbaren Verstärkungsziffern gegeben, wobei für  $\mathfrak{Z}$  ein Wert eingesetzt ist, den ein gemessener Schwingungskreis ergab.

Typ	S Steilheit mA/V	D Durchgriff v. H.	R <sub>i</sub> Innerer Widerstand $\Omega$	D/ $\sqrt{R_1}$	Maximale Verstärkung
					$\left  \frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_g} \right _{\max}$ für $\lambda = 500$ m
RE 064	0,45	11	20 000	15,4	17,5
RE 154	0,65	20	8 000	17,0	16,0
RE 144	0,65	9	17 000	15,3	17,6
RE 504	0,8	20	6 000	15,5	17,4
A 425	0,9	4	28 000	6,8	40,0
B 403	1,2	33	2 500	16,5	16,4

Im allgemeinen pflegt man nun nicht extrem fest anzukoppeln und die Anpassung durch Änderung des Abgriffs oder der Windungszahl der Primärspule vorzunehmen, sondern man koppelt eine Spule bestimmter Windungszahl mehr oder weniger lose mit der Schwingkreisspule; dadurch wird bei auf die Empfangswelle abgestimmtem Schwingungskreis mehr oder weniger Widerstand auf die Primärspule übertragen. Hat die Primärseite eine genügend große Windungszahl und ist andererseits die Spule so weit beweglich, daß man auch genügend lose koppeln kann, so muß man durch richtige Einstellung gerade so viel Widerstand übertragen können, daß der innere gleich dem äußeren Widerstand wird.

Röhre. Wir fassen nun eine Röhre als Generator mit der elektromotorischen Kraft  $-\frac{\mathcal{E}_g}{D}$  und dem inneren Widerstand  $R_1$  auf. Dann berechnet sich die am äußeren Widerstand  $\mathfrak{R}_a$  liegende Spannung  $\mathcal{E}_1$  nach der Formel:

$$\mathcal{E}_1 = -\frac{\mathcal{E}_g \mathfrak{R}_a}{D R_1 + \mathfrak{R}_a}$$

Der äußere Widerstand ist, wie oben gezeigt,  $\ddot{u}^2 \mathfrak{Z}$ , wenn mit  $\mathfrak{Z}$  der Widerstand zwischen den Enden der Spule bei Abstimmung bezeichnet wird ( $\mathfrak{Z} = \omega L_2 \cdot \frac{\pi}{d}$ ).

Die Spannung  $\mathcal{E}_2$  an den Enden der Spule  $L_2$  ist  $\frac{\mathcal{E}_1}{\ddot{u}}$ . Folglich ist

$$\mathcal{E}_2 = \frac{\mathcal{E}_1}{\ddot{u}} = -\frac{\mathcal{E}_g \mathfrak{R}_a}{D \ddot{u} R_1 + \mathfrak{R}_a} = -\frac{\mathcal{E}_g \ddot{u} \mathfrak{Z}}{D R_1 + \ddot{u}^2 \mathfrak{Z}}$$

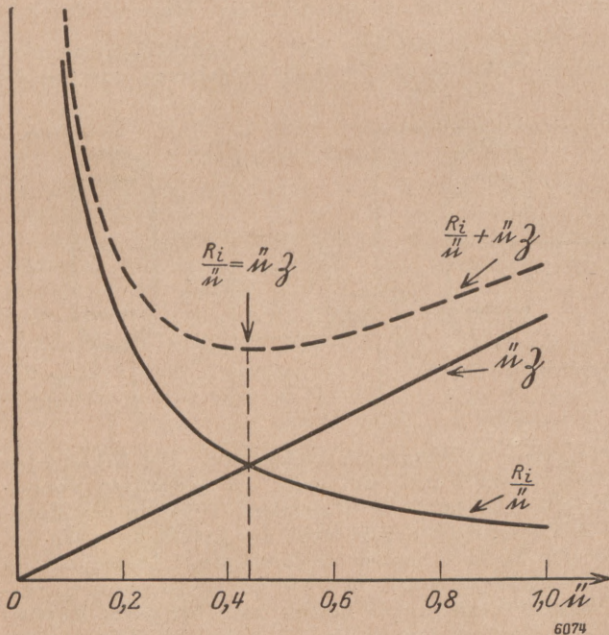


Abb. 4.

Die Verstärkung beträgt:

$$\left| \frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_g} \right| = \frac{1}{D} \frac{\ddot{u} \mathfrak{Z}}{R_1 + \ddot{u} \mathfrak{Z}} = \frac{1}{D} \frac{\mathfrak{Z}}{\frac{R_1}{\ddot{u}} + \ddot{u} \mathfrak{Z}} \quad (1)$$

Zeichnen wir (Abb. 4) die Funktion  $\frac{R_1}{\ddot{u}} + \ddot{u} \mathfrak{Z}$  in einem Diagramm auf, so finden wir, daß sie ein Minimum wird, wenn



Es fragt sich nun, ob es vorteilhafter für den erreichbaren Verstärkungsgrad ist, die Anpassung mit großer Primärspule und loser Kopplung oder mit kleiner Primärspule und möglichst fester Kopplung durchzuführen. Um diese Frage zu entscheiden, wollen wir die Rechnung streng durchführen. Das läßt sich verhältnismäßig einfach mit Hilfe der Kirchhoffschen Gleichungen machen, die wir für den Primär- und Sekundärstromkreis ansetzen (Abb. 5).

$$-\frac{\mathcal{E}_g}{D} = J_1 (R_1 + i \omega L_1) + J_2 i \omega L_{12}$$

$$0 = J_2 \left[ R_2 + i \left( \omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2} \right) \right] + J_1 i \omega L_{12}$$

Hierbei ist  $J_1$  der im Primärkreise fließende Wechselstrom,  $J_2$  der Schwingkreisstrom und  $L_{12}$  die gegenseitige Induktion der Spulen  $L_1$  und  $L_2$ . Nun ist in jedem praktisch vorkommenden Falle der Widerstand  $\omega L_1$  gegen  $R_1$  den inneren Röhrenwiderstand, zu vernachlässigen. Die erste Gleichung vereinfacht sich dann zu

$$-\frac{\mathcal{E}_g}{D} = J_1 R_1 + J_2 i \omega L_{12}$$

Wir können dann  $J_1$  aus beiden Gleichungen eliminieren und bekommen:

$$J_2 = \frac{1}{D} \frac{\mathcal{E}_g i \omega L_{12}}{R_1 \left[ R_2 + i \left( \omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2} \right) \right] + \omega^2 L_{12}^2}$$

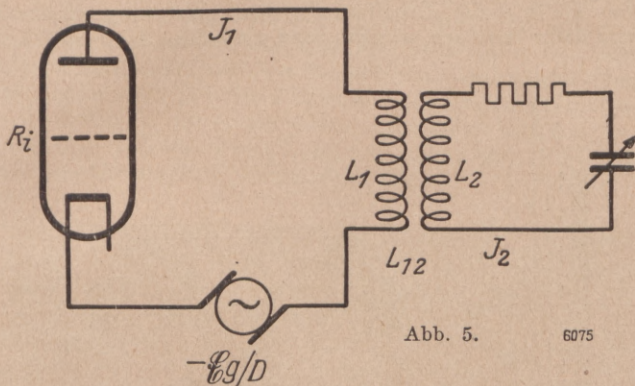


Abb. 5. 6075

Durch Verändern des Drehkondensators  $C_2$  kann man nun erreichen, daß  $\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2} = 0$  wird. Für diesen Wert wird dann der Nenner ein Minimum, also  $J_2$  ein Maximum, d. h. also, was wir erwarten müssen: wir bekommen ein Maximum des Sekundärstromes bei Abstimmung auf die Empfangsfrequenz  $\omega$ , also

$$|J_2|_{\max} = \frac{1}{D} \frac{\mathcal{E}_g \omega L_{12}}{R_1 R_2 + \omega^2 L_{12}^2}$$

die Spannung an der Sekundärspule wird dann

$$|\mathcal{E}_2|_{\max} = \omega L_2 |J_2|_{\max} = \frac{1}{D} \frac{|\mathcal{E}_g| \omega L_{12} \omega L_2}{R_1 R_2 + \omega^2 L_{12}^2} = \frac{|\mathcal{E}_g|}{D} \frac{\omega L_{12} \omega L_2}{R_1 + \frac{\omega^2 L_{12}^2}{R_2}}$$

Hierbei bedeutet  $\frac{\omega^2 L_{12}^2}{R_2}$  den vom Sekundärkreis durch die Kopplung übertragenen Widerstand, und es ergibt sich wieder, wie oben, ein Maximum für  $R_1 = \frac{\omega^2 L_{12}^2}{R_2}$ . Dann ist wieder optimale Anpassung vorhanden, und es ergibt sich dabei eine Spannungsverstärkung

$$\frac{|\mathcal{E}_2|_{\max}}{|\mathcal{E}_g|_{\max}} = \frac{1}{D} \frac{\omega L_{12} \cdot \frac{\omega L_2}{R_2}}{\frac{\omega^2 L_{12}^2}{R_2}} = \frac{1}{2D} \frac{L_2}{L_{12}}$$

Der Bruch  $\frac{L_2}{L_{12}}$  entspricht dem Übersetzungsverhältnis  $\frac{1}{u}$ . Da in dem Resultat  $L_1$  gar nicht vorkommt, ist die Größe

von  $L_1$  gleichgültig. Ich muß nur durch richtig gewählte Kopplung den erforderlichen Wert von  $L_{12}$  erreichen können.

Mit anderen Worten: Die optimale Verstärkung einer Hochfrequenzverstärkerstufe hängt nur von der Röhre und dem Schwingungskreis ab, dessen Selbstinduktion groß und dessen Dämpfung klein sein soll; dagegen nicht von der Kopplungsart, mit der ich die günstigste Anpassung vornehme.

Es wird auffallen, daß der größte Grad der Spannungsverstärkung bei einem äußeren Widerstand erreicht wird, der gleich dem inneren ist, während man bei Widerstandsverstärkern einen möglichst großen äußeren Widerstand anwenden muß. Der Widerspruch lößt sich einfach. Wäre die Aufgabe gegeben, an den Enden des äußeren Widerstandes eine möglichst große Spannung zu erzeugen, also an der Spule  $L_1$  (Abb. 1) oder zwischen den Punkten a und b (Abb. 2), dann müßte der äußere Widerstand möglichst groß gemacht werden. Man müßte also so fest wie möglich koppeln bzw. überkoppeln. Soll aber die Spannung an dem gegebenen und möglichst gut dimensionierten abgestimmten Schwingungskreis ein Maximum werden, dann muß auf ihn eine möglichst große Leistung übertragen werden, und die Bedingung dafür ist  $R_1 = R_a$ , Widerstand des Generators gleich Widerstand des Verbrauchers.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß man mit Hilfe von Röhren, die einen kleinen Durchgriff besitzen, beträchtliche Hochfrequenzverstärkungen erzielen kann. Die Schwierigkeiten, Röhren mit kleinem Durchgriff zu verwenden, beruhen darauf, daß schon kleine kapazitive Kopplungen diese Röhren zum Selbstschwingen veranlassen. Es ist daher unbedingt geboten, wenn man derartige Verstärkungsziffern erreichen will, eine Neutralisierung der inneren Röhrenkapazität vorzunehmen und alle übrigen kapazitiven oder induktiven Kopplungen, die nicht beabsichtigt sind, unbedingt zu vermeiden. Bei geeigneter Abschirmung der einzelnen Hochfrequenzstufen lassen sich aber sehr wirksame Hochfrequenzverstärker bauen.

**Rundfunk-Reisegeräte in Österreich.** Aus Wien wird mitgeteilt: Österreich gestattet ohne große Formalitäten die Einführung von Rundfunkempfängern, wenn sie nachweislich nur dem eigenen Gebrauch dienen; neuerdings ist auch die Ausstellung von Genehmigungsscheinen erheblich vereinfacht worden. Diese Berechtigungsscheine für Ausländer, also für Reisende und Touristen, können bei jedem Postamt gelöst werden. Der Berechtigungsschein, der in drei Teile zerfällt, wird für höchstens drei Monate, gerechnet vom Tage der Ausfertigung, ausgestellt und in allen drei Teilen mit dem Vermerke „Reise“ versehen. Der Teil III wird gegen Einziehung der Ausfertigungsgebühr von 20 Groschen und der Rundfunkteilnehmergebühr von 1 Schilling monatlich ausgedauert. Die Teilnehmergebühr ist für die ganze Gültigkeitsdauer des Berechtigungsscheines im voraus zu bezahlen, wobei jeder auch nur teilweise in Anspruch genommene Monat voll zu rechnen ist. Die Gültigkeit eines für die Höchstdauer von drei Monaten ausgestellten Berechtigungsscheines kann nicht verlängert werden; er berechtigt zur Benutzung der mitgeführten Empfangseinrichtung nur für persönlichen Bedarf, nicht aber für öffentliche Vorführungen, Vorführungen vor Kunden und dergleichen.

**Der amerikanische National-Radiotag.** Der 21. September ist als nationaler „Radio-Tag“ der Vereinigten Staaten festgesetzt, mit dem die „Radiosaison“ 1927/28 eröffnet werden soll. Am Abend dieses Tages wird das vierte Jahresbankett der amerikanischen Funkindustrie durch etwa 60 Sender verbreitet werden.

**Tokios neuer 10 kW-Rundfunksender.** Die neue japanische Rundfunkcorporation hat beschlossen, einen neuen 10 kW-Sender in der Präfektur Saitama, ungefähr 32 km von Tokio entfernt, zu errichten. Der neue Sender soll die jetzige 1 kW-Station in Atagoyama ersetzen. Man hofft, daß die neue Station mit ihrem Dienst im nächsten Frühjahr beginnen kann.

**370 000 Rundfunkhörer in Japan.** Die Gesamtzahl der gemeldeten Rundfunkhörer in Japan beträgt 370 000, von denen allein 237 000 dem Kautobezirk angehören.



# Der tönende Kondensator als Lautsprecher

Von  
Hans Vogt.

Der Verfasser, bekannt geworden durch seine Arbeiten am sprechenden Film, gibt einen Überblick über die verschiedenen Einrichtungen und Vorschläge, die bisher gemacht wurden, um das Prinzip der elektrostatischen Anziehung zur Erzeugung von Schallwellen zu benutzen. Da jetzt bereits technisch brauchbare Konstruktionen vorliegen und einen verbesserten Lautsprecherempfang versprechen, dürften diese Ausführungen für sehr viele unserer Rundfunkhörer von großem Interesse sein.

Um elektrische Wechselströme des akustischen Frequenzgebietes (30 bis 15 000 Hertz) in Schallwellen umzusetzen, stehen uns verschiedene physikalische Möglichkeiten zur Verfügung. Im Vordergrund des Interesses steht der elektromagnetische, der elektrodynamische und der elektrostatische Vorgang. Bei dem elektromagnetischen werden die Wechselströme mittels eines Elektromagneten, der auf einen flächenhaft ausgebildeten Körper einwirkt, zur Erschütterung der Luft und damit zur Erzeugung von Schall benutzt. Bei dem elektrodynamischen Vorgang wird Schall durch die Einwirkung eines Magnetfeldes auf ein zweites, z. B. das von einem Solenoid erzeugte, in der Weise hervorgerufen, daß man die einzelnen Windungen des Solenoids mit einer schwingbar angeordneten schallabgebenden Fläche starr verbindet. Bei dem elektrostatischen Vorgang endlich ist es die in Abhängigkeit von der Spannung variierende elektrische, zwischen zwei geladenen Flächen auftretende Anziehungskraft, die zur Bewegung der Flächen und damit zu einem Schalleffekt führt. Ich habe diesen Vorgang im „Funk“<sup>1)</sup> schon einmal näher geschildert, so daß ich mich hierüber im Rahmen dieser Arbeit, die vor allem einen Überblick über die bisher bekanntgewordenen elektrostatischen Lautsprech-Einrichtungen geben soll, kurzfassen kann.

Für die Anwendung des Effektes der elektrostatischen Anziehung zur Erzeugung von Schall spricht verschiedenes. Man kann relativ große schwingende Flächen an allen Punkten erregen, den betreffenden Flächen wenig Masse geben, um die oberen Frequenzen herauszuholen, und kann sie so stark dämpfen, daß kaum noch eine nennenswerte Eigenschwingung vorhanden ist. Infolgedessen ist, was auch die Erfahrung mittlerweile bestätigt hat, von elektrostatischen Lautsprechereinrichtungen eine natürlichere und originalgetreue Wiedergabe zu erwarten als sie andere Einrichtungen zu vermitteln vermögen. Besonders die Wiedergabe mit den neuesten elektrostatischen Apparaten ist unter günstigen Aufnahmebedingungen gänzlich frei von gewissen unerwünschten Färbungen, die den mechanischen Charakter des Wiedergabemittels verrieten.

Allen elektrostatischen Einrichtungen gemeinsam sind zwei entgegengesetzt geladene Flächen, von denen die eine beweglich und die andere ruhend ist. Es handelt sich also um einen Kondensator, der sich von den üblichen Kondensatoren nur dadurch unterscheidet, daß mit zunehmender Spannung der Abstand zwischen den beiden Belegen kleiner wird.

In Abb. 1 ist ein derartiges Gebilde schematisch dargestellt. Zwischen den Platten  $p$  und  $m$ , von denen  $m$  beweglich ist, findet eine Anziehung statt. Je größer die anliegende Spannung ist, um so größer ist die auf die bewegliche Platte  $m$  ausgeübte Kraft, und um so näher wird sie an  $p$  herangezogen. Die Kapazität wächst. Läßt die Spannung nach, dann bewegt sich die Platte wieder in ihre ursprüngliche Lage zurück. Die Kapazität sinkt. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß ein derartiger Kondensator, wenn er mit einer wechselnden Spannung betrieben wird, die Luft erschüttern muß, zu einem „tönenden Kondensator“ wird.

Für das Verhalten eines derartigen Gebildes gilt folgende Beziehung: Die zwischen den beiden Platten wirkende mechanische Kraft ist proportional dem Quadrat der Potentialdifferenz und umgekehrt proportional dem Quadrat des Abstandes. Hieraus ist zu ersehen, daß — von anderen Faktoren wie Luftdämpfung, Elastizität usw. zunächst abgesehen — wesentlich für den Wirkungsgrad derartiger elektrostatischer Einrichtungen hohe Spannungen und geringe Abstände sind.

Die ersten Beobachtungen, die dazu führten, den elektrostatischen Effekt für akustische Zwecke zu benutzen, sind wohl an unvollkommen zusammengeschlossenen Blockkondensatoren gemacht worden. Legt man einen locker gepackten Blockkondensator an eine Wechselspannung, so fängt er an zu tönen, und zwar liegt der Ton eine Oktave höher als der, der der wirklichen Wechselstromfrequenz entsprechen würde. Diese Frequenzverdopplung hängt, wie wir später sehen werden, mit der fehlenden elektrischen Vorspannung zusammen. Die ersten Versuche, diesen Effekt für die Zwecke des Fernhörens und der Telephonie nutzbar zu machen, sind ebenso alt wie die Arbeiten, die das elektromagnetische Prinzip dafür benutzen, nämlich rund ein halbes Jahrhundert.

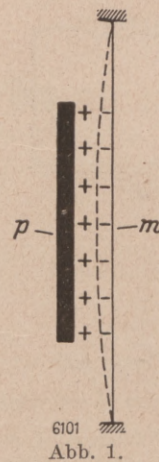


Abb. 1.

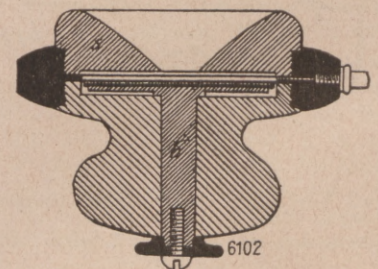


Abb. 2.

Die Literatur der achtziger und neunziger Jahre enthält eine ganze Reihe von Vorschlägen und Konstruktionen, die den „sprechenden“ Kondensator zu verwirklichen suchten. Ich erwähne die Namen Varley und Lord Kelvin, die sich mehr mit dem Vorgang als solchem beschäftigten, ferner Edison<sup>2)</sup> und Dolbaer<sup>3)</sup>, die bereits Konstruktionen für tönende Kondensatoren angegeben haben, die als Ohrtelefon gebraucht werden sollten.

Wie eine derartige Einrichtung beschaffen war, zeigt Abb. 2, die einer deutschen Patentschrift entnommen ist. Man erkennt deutlich die bewegte und die ruhende Platte, den Isolationsring zwischen beiden und die Zuführungsleitungen. Nachdem aber das von Graham Bell geschaffene elektromagnetische Telefon so ungleich bessere Erfolge gab als die damals geschaffenen elektrostatischen Einrichtungen, bei denen die Wiedergabe aus Gründen, die wir heute erkennen, wohl kaum über ein schwaches Piepsen hinausgekommen sein dürfte, wandte sich das Interesse der Erfinder und Konstrukteure von diesem ihnen aussichtslos erscheinenden Prinzip gänzlich ab. Erst viele Jahre später finden wir einen Bericht über Versuche, die Ort und Rieger<sup>4)</sup> angestellt haben. Diese Erfinder benutzten ein

2) Edison, „The Electrician“, 1878, S. 15.

3) Dolbaer, DRP. 18 435.

4) Ort und Rieger, ETZ 1909, Heft 28.

1) Vogt, Hans, „Funk“, Jahr 1925, Heft 1: Die elektrischen Schallaufnahme- und -wiedergabemittel des Triergon.



gespanntes Paket von Kondensatorfolien und geben an, daß es ihnen geglückt ist, unter Benutzung dieser Einrichtung Telephonie-Erfolge zu erzielen. Zu einem nennenswerten praktisch verwendbaren Ergebnis dürfte es aber wohl kaum gekommen sein, wie beim jetzigen Stande unseres Wissens um den elektrostatischen Effekt leicht einzusehen ist. War doch die Dämpfung, die durch die zwischen den Platten eingeschlossene Luftmasse ausgeübt wurde, so eminent groß, daß nennenswerte Bewegungen der Belege zunächst nicht zustande kommen konnten. An den Namen Unterholzner<sup>5)</sup> knüpft sich der Vorschlag, den ruhenden Belag zu durchlöchern und die Luftkompression zu reduzieren, zweifellos eine sehr wichtige Anregung.

Eine praktische Bedeutung erlangte das elektrostatische Prinzip zum ersten Male jedoch erst durch die Arbeiten des Triergon (Massolle, Vogt, Dr. Engl) gelegentlich der ersten Vorführungen des sprechenden Films am 17. September 1922 in der Alhambra in Berlin. Die zum Film gehörigen akustischen Darbietungen wurden durch mehrere elektrostatisch erregte Lautsprecher erzeugt. Die Erfolge, die Triergon mit Bezugnahme auf dieses Wiedergabemittel buchen konnte, waren in der Hauptsache durch folgende neue Maßnahmen erzielt worden: Das Triergon verwendete radial gespannte Membranen aus Glimmer, die auf der einen Seite mit einem Silberniederschlag versehen waren<sup>6)</sup>. Diese Membranen waren auf einem durchlöcherten Metallkörper angeordnet. Die auftretende Eigenschwingung der Membran wurde in der Weise vermieden, daß man die Membran in der Mitte unterstützte oder aber sie in mehrere exzentrische Ringflächen zerteilte<sup>7)</sup>. Abb. 3 zeigt eine derartige Konstruktion und dürfte, da sie in der obenerwähnten Arbeit des Verfassers im Rahmen dieser Zeitschrift schon einmal erläutert wurde, ohne weiteres verständlich sein.

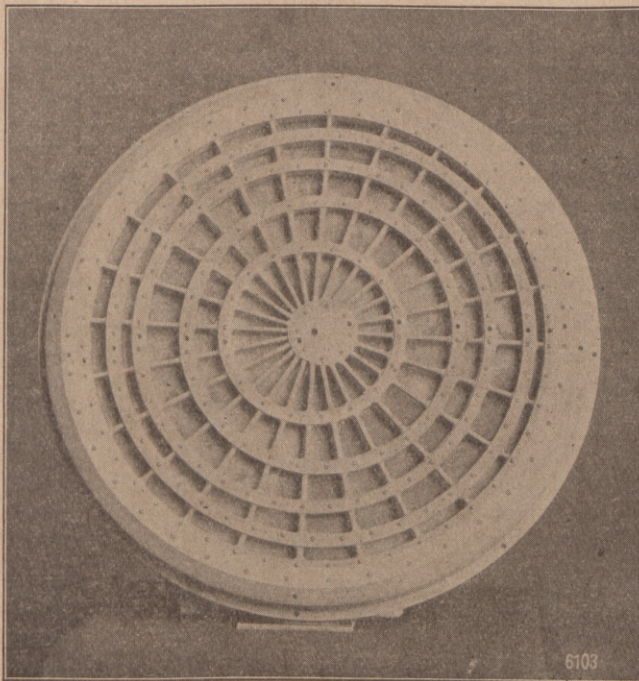


Abb. 3.

Es zeigte sich jedoch, daß diese Einrichtungen in der Herstellung verhältnismäßig kostspielig waren, besonders infolge der extrem großen, teuren und leicht zerbrechlichen Glimmerkristalle. Sie brauchten ferner sehr große Betriebsspannungen (500 bis 700 Volt). Sehr häufig benachteiligten

5) Unterholzner, DRP. 259 440.  
6) Triergon, DRP. 368 899 und DRP. 368 900.  
7) Triergon, DRP. 437 541 und DRP. 426 839.

Restladungen, die sich in dem Material festsetzen, den elektrostatischen Anziehungsvorgang. Infolgedessen konnten diese Einrichtungen keine nennenswerte praktische Bedeutung erlangen, trotzdem man an mehreren Stellen versuchte, sie zu vereinfachen, um sie vor allem dem Rundfunkempfang dienstbar zu machen.

Einige Jahre später wurde eine Anordnung von Eugen Reisz bekannt, die im wesentlichen aus einer durchlöcherten, etwas gekrümmten Blechplatte bestand, über die eine dünne mit einem leitenden Überzug versehene Gummihaut gezogen war. Die Löcher wiesen gekrümmte Ränder auf. Hier handelt es sich nicht, wie bei den früheren Anordnungen, um eine frei schwingende Membran, sondern man hat es gewissermaßen mit einem Dielektrikum zu tun, das unter dem Einfluß der Anziehungskraft zusammengedrückt bezw. in die mit einem gekrümmten Rand versehenen Löcher abwechselnd hineingezogen wurde, so daß auf diese Art die anliegenden Luftschichten erregt wurden. Bei dieser Anordnung ist die Dämpfung des schwingenden Belages infolge der relativ großen molekularen Reibung im Dielektrikum sehr groß. Nennenswerte Resonanzlagen sind demzufolge nicht zu konstatieren. Die Wiedergabe ist, wenn auch das obere Frequenzbereich etwas geschwächt wiedergegeben wird, sehr gut. Ob es gelingt, diese Einrichtung so herzustellen, daß sie den Einflüssen der Atmosphäre und Temperaturschwankungen usw. gegenüber widerstandsfähig bleibt und ihre Gebrauchsfähigkeit nicht mit der Zeit einbüßt, müssen weitere Versuche ergeben.

Endlich sei noch über eine Konstruktion berichtet, die vom Verfasser entwickelt wurde und die gegenüber bekannten weitere technische Fortschritte aufweist. Ausgehend von der Tatsache, daß die bisher beobachteten Schwierigkeiten bei elektrostatischen Telephonen vorwiegend in Membranmaterial lagen, habe ich zunächst in Zusammenarbeit mit namhaften Spezialisten ein Membranmaterial geschaffen, das den Bedingungen, die akustischerseits bezüglich Stabilität, Dauerhaftigkeit, Leichtigkeit und Zerreibfestigkeit zu stellen sind, vollauf entspricht. Diese Versuche, die sehr zeitraubend und kostspielig waren, führten zu einem vollen Erfolg. Dieses neue Blatt, eine sehr elastische Leichtmetalllegierung, bewegt sich als Ganzes schwingend vor einer Gitterfläche. Durch entsprechende Ausbildung der Kompressionsräume ist es gelungen, das Blatt praktisch völlig aperiodisch zu erregen, d. h. es besitzt, trotzdem es völlig frei schwingt, keine hervortretenden Eigenschwingungen. Infolge seiner geringen Masse gibt es jedem Impuls nach. Dieses Moment, sowie die geringe Frequenzabhängigkeit sind die Ursachen dafür, daß der Wiedergabe der mechanische Charakter, den fast alle nichtstatischen Lautsprecher aufweisen, fehlt.

In Abb. 4 ist diese neue Konstruktion schematisch dargestellt: m ist die Membran, p die durchlöcherte Platte, s sind die perforierten Schutzschichten, die verhindern, daß die inneren Teile durch äußere Einflüsse benachteiligt werden können, r eine das Ganze umschließende Einrahmung und f der den Lautsprecher tragende Fuß. Um den elektrostatischen Lautsprecher durch Variation des Abstandes zwischen p und m innerhalb der vorkommenden Spannungen günstigst einstellen zu können, ist eine Regulierschraube vorgesehen. Abb. 5 zeigt den Lautsprecher von der Rückseite mit den Anschlußschnüren und der Einstellvorrichtung. Die Frequenzabhängigkeit des neuen Lautsprechers wird dargestellt durch die in Abb. 6 gezeichnete, im Institut von Prof. Barkhausen in Dresden aufgenommene Frequenzabhängigkeitskurve (dickgestrichelt). Die Messungen sind an einem Exemplar ohne Schallschirm gemacht. Man

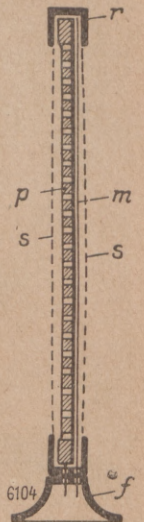


Abb. 4.



ersieht aus der Kurve, daß der Frequenzbereich gegenüber einem Trichterlautsprecher (punktierter Form) nach oben und unten beträchtlich erweitert ist, außerdem nur geringe Schwankungen der Lautstärke in Abhängigkeit von der Frequenz auftreten. Die besonders

Drossel von etwa 15 bis 30 Henry bei einem Gleichstromwiderstand von etwa 500 bis 1000 Ohm.

Abb. 7 zeigt eine derartige Schaltung in schematischer Darstellung. Die für die Kopplung erforderliche Drossel  $w$  ist bei einer Ausführung des Lautsprechers in den Fuß ein-

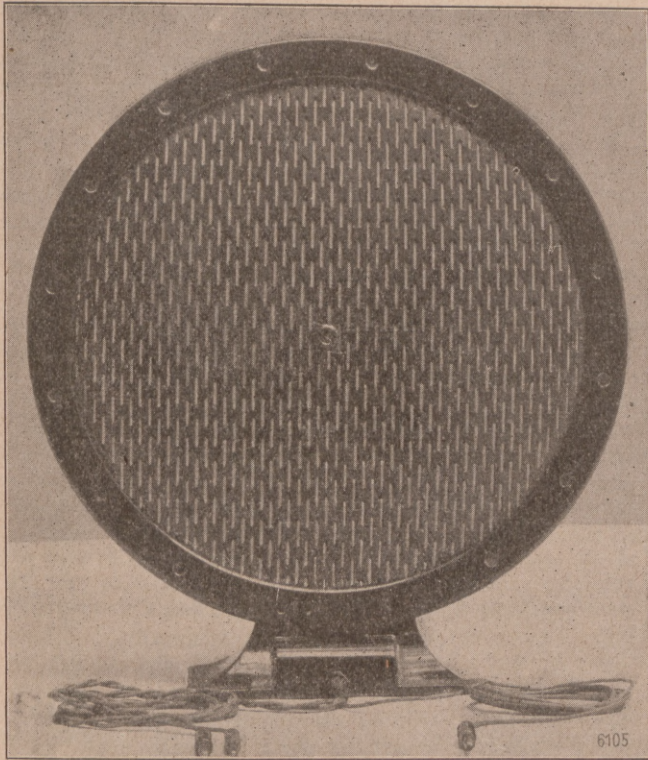


Abb. 5.

kräftige Wiedergabe der tiefen Frequenzen, die in einzelnen Fällen vielleicht erwünscht sein kann, wird erzielt durch Einbau der Einrichtung in eine Holzverkleidung, die den Druckausgleich der langsamen Frequenzen um den Rand herum erschwert und sie zwingt, weiter in den Raum hinauszutreten. Besonders hervorzuheben ist, daß diese Anordnung, wie bisher noch keine andere, die für die charakte-

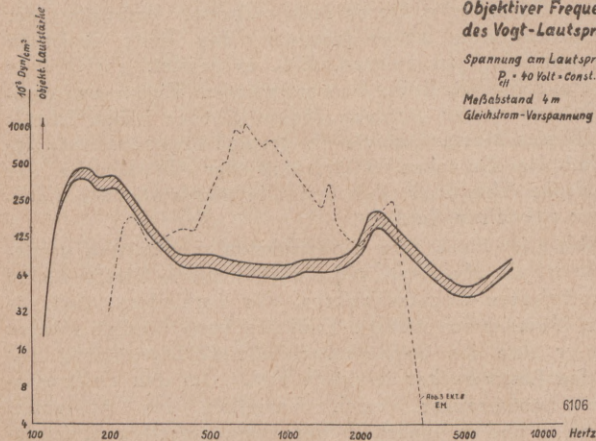


Abb. 6.

ristische Färbung von Sprache und Musik wesentlichen Ober-tonbezirke (4000 bis 10 000 Hertz) in der gleichen Intensität wiedergibt wie die mittleren und tiefen Bereiche.

Die Inbetriebnahme des neuen Lautsprechers erfolgt am besten durch Parallelschalten zur letzten Röhre des Verstärkers. Zur Kopplung verwendet man am besten eine

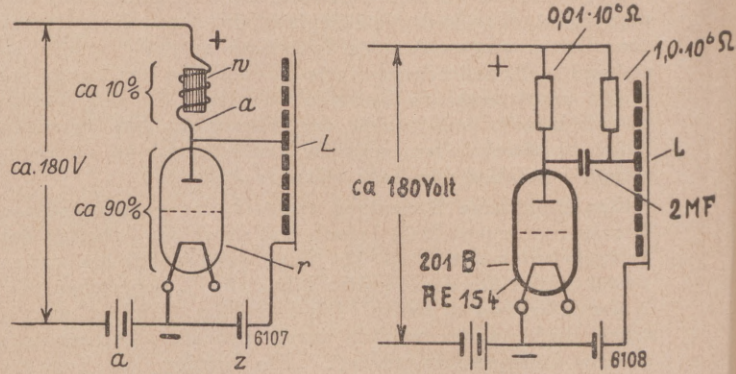


Abb. 7.

Abb. 8.

gebaut. Die Anschaltung wird dadurch genau so einfach wie die eines Magnetlautsprechers. Man hat nur noch einen dritten Stecker mit dem Minuspol der Anordnung, also mit der Heizbatterie, zu verbinden, um zu erreichen, daß der Lautsprecher parallel zur Verstärkerröhre liegt, an der 90 v. H. der Gesamtspannung vorhanden sind. Diese Spannung wirkt gleichzeitig als Vorspannung und macht damit die Frequenzverdopplung unmöglich.

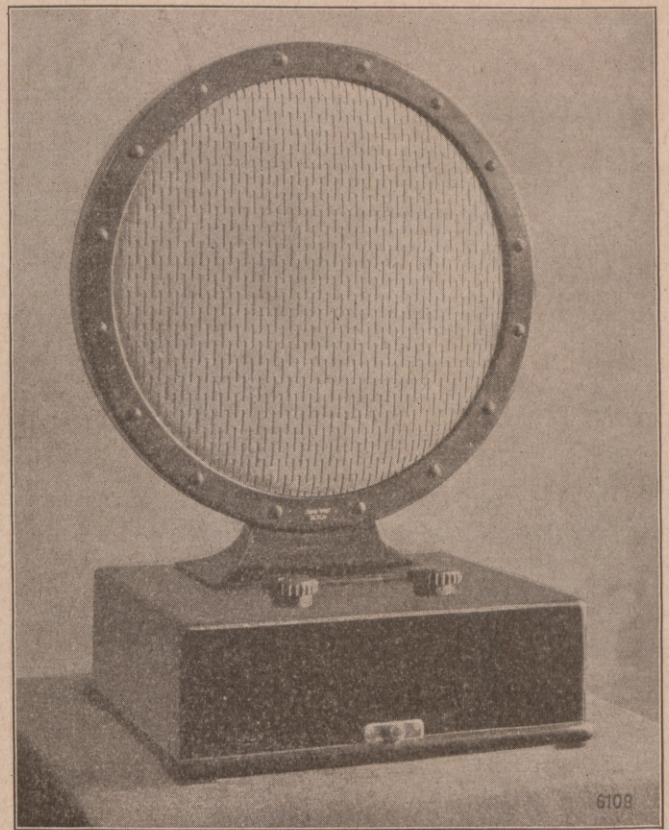


Abb. 9.

Der Bastler kann aber auch eine Schaltung verwenden, wie sie in Abb. 8 dargestellt ist und von Triergon angegeben wurde. Diese etwas komplizierte Schaltung bewirkt, daß die Gesamtspannung der Batterie am Lautsprecher liegt. Die Kopplung ist auch in diesem Fall eine Widerstandskopplung und erfolgt über einen  $2 \mu\text{F}$ -Kondensator.



Abb. 9 zeigt den neuen tönenden Kondensator in Verbindung mit einem Ortsempfänger und Dreiröhrenwiderstandsverstärker, der gleichzeitig als Träger für den Lautsprecher ausgebildet ist, eine Anordnung, die sich besonders deswegen bewährt, weil auch der Verstärker auf Verzerrungsfreiheit genau untersucht ist und die Bedienungsgriffe auf ein Mindestmaß (Druckknopfenschaltung und Lautstärkenregulierung) heruntergedrückt sind.

Bei dem Betrieb der elektrostatischen Lautsprecher darf man nicht zu niedrige Anodenspannungen verwenden, und zwar einerseits, weil mit zu niedrigen Anodenspannungen das Aussteuerungsbereich der Verstärkerröhren überhaupt zu kurz wird und allzuleicht auf den nicht mehr geradlinigen Teilen der Stromspannungscharakteristik gearbeitet wird. Andererseits wird bei elektrostatischen Lautsprechern aus Gründen, die mit dem Einfluß der Vorspannung zusammenhängen, die Wiedergabe bei höheren Spannungen besser als bei zu kleinen. Anodenspannungen von 160 bis 220 Volt dürften für den Normalgebrauch aber völlig ausreichend sein. Besonders wichtig bei der Benutzung der Kondensatorlautsprecher sind einwandfrei dimensionierte Verstärker. Während bei den üblichen Magnetlautsprechern mit dem bekannten grammophonähnlich „abgerundeten“ Ton Verstärkerfehler, hervorgerufen z. B. durch falsche Gitter-

vorspannungen, frequenzabhängige Transformatoren, unterheizte Röhren, Überkopplung, unzulängliche Isolationswiderstände, verbrauchte Anodenbatterien usw. nicht stark bemerkbar sind, gibt der hochempfindliche Kondensatorlautsprecher diese Fehler naturgemäß stärker wieder. Dagegen ermöglicht der neue Kondensatorlautsprecher an einwandfreien Empfängern auch eine Wiedergabe, die nicht mehr — wie man es oft verächtlich hört — als „Radio“ bezeichnet werden kann. Ganz besonders die Qualität der Sprachwiedergabe dürfte wohl kaum mehr durch mechanische Wiedergabemittel eine Steigerung erfahren können.

Zum Schluß sei noch bemerkt<sup>8)</sup>, daß die Dauerhaftigkeit der beschriebenen Anordnung unbeschränkt ist. Temperaturen von  $-20$  bis  $+80^{\circ}$  Celsius sind nach den neuesten Konstruktionsmaßnahmen ohne jeden Einfluß auf diese fast ganz aus Metall bestehende Einrichtung, ebenso die Einflüsse der Atmosphäre, Luftfeuchtigkeit u. dergl. Der elektroakustische Wirkungsgrad bewegt sich in der gleichen Größenordnung wie der der besten elektromagnetischen Lautsprecher. Es darf angenommen werden, daß die elektrostatischen Lautsprecher, wenn sie in Verbindung mit einwandfrei funktionierenden Geräten, die möglichst ihren Strombedarf vom Lichtnetz beziehen, verwendet werden, dem Rundfunk neue Freunde und Anhänger zuführen werden.

## Ein Vortrags- und Lichtbilderarchiv des Deutschen Funktechnischen Verbandes

Von  
Dr. P. Gehne.

Erweckung technischen Verständnisses, Verbreitung technischer Kenntnisse, Erziehung zum technischen Denken sind zeitgemäße Forderungen, deren Erfüllung durch die Einführung des Rundfunks nähergerückt erschienen, Aufgaben deren Lösung die Funkvereine bereits im Augenblicke ihrer Gründung aufgriffen und eifrig verfolgten. Abhaltung funktechnischer Kurse und Vortragsreihen bildeten das Hauptarbeitsgebiet der jungen Vereine. Die Arbeit, gestützt auf einen beinahe amtlichen Lehrauftrag, getragen von dem Bewußtsein, öffentlichen Interessen zu dienen und mit opferfreudiger Uneigennützigkeit geleistet aus innerem Antrieb, aus Liebe zur Sache, hat, wie wiederholt seitens der maßgebenden Stellen anerkannt wurde, gute Früchte getragen.

Die ungeahnt schnelle Verbreitung des Rundfunks, die Lösung und Überwindung mancher Hemmnisse und Gefahren, ist zu einem nicht zu unterschätzenden Teile dieser rührigen Vereinsarbeit zu verdanken, einer Arbeit, deren Auswirkungen sich über die ursprünglich angestrebten Ziele hinaus als förderlich und nützlich erwiesen hat. Ein nicht geringer Prozentsatz der heute im Funkhandel und in der Funkkleinindustrie tätigen Personen verdankt seine Fachkenntnisse oder mindestens die Grundlagen hierzu den technischen Kursen der Funkvereine. Berücksichtigt man ferner die ganz außerordentlich wirkungsvolle Propaganda der Funkvereine für den Rundfunk, so darf man wohl mit Recht behaupten, daß nicht nur die Allgemeinheit, sondern besonders auch Sendegesellschaften, Funkindustrie und Funkhandel alle Ursache haben, mit der oft unter erheblichen Opfern an Zeit und Geld geleisteten Arbeit der Funkvereine einverstanden zu sein und ihre Weiterarbeit zu fördern.

Die Vereine selbst sind ihren ursprünglichen Zielen treu geblieben, betrachten auch heute noch technische, in erster Linie natürlich funktechnische Aufklärungs- und Bildungsarbeit als eine ihrer wichtigsten Aufgaben. Die Brennpunkte dieser Arbeit liegen, wie leicht verständlich, in den größeren und mittleren Städten, wo die für solche Kurse erforderlichen Kräfte und Hilfsmittel meist in genügender An-

zahl zur Verfügung stehen. Schon lange aber geht das Bestreben der Vereine dahin, auch in kleinen Städten und auch auf dem Lande eine wirkungsvolle Aufklärungs- und Werbearbeit für den Rundfunk zu leisten. Es ist, ganz abgesehen davon, daß ihnen schon der vollkommene Mangel an nennenswerten Mitteln Beschränkungen auferlegt, durchaus begreiflich und entspricht ihrer Entwicklung, daß sie dadurch ihre ideellen Bestrebungen in den Vordergrund stellen und zunächst darauf sinnen, die Einrichtung von Kursen und das Abhalten funktechnischer Vorträge in solchen Gegenden zu erleichtern.

So entstand der Gedanke, eine Reihe von grundlegenden Vorträgen auszuarbeiten, die auch dort, wo es an Vortragenden, die über die erforderlichen eingehenden physikalischen und funktechnischen Kenntnisse verfügen, fehlt, die Möglichkeit bietet, einwandfreie Vorträge halten zu lassen. Gewiß ist eine solche gelesene Ausarbeitung kein idealer Ersatz für einen vom Vortragenden selbst verarbeiteten, auf den ihm bekannten Zuhörerkreis eingestellten und im unmittelbaren Kontakt mit ihm je nach Bedarf sich diesen Forderungen des Augenblicks anschmiegenden lebendigen Vortrag. Aber ganz abgesehen davon, daß eine gute, inhaltlich richtige und klare Vorlesung immer noch besser ist als ein schlechter und fehlerhafter Vortrag, wird der extreme Fall der einfachen Vorlesung ja nicht die Regel bilden. Der Vortragende soll natürlich, so weit als möglich, den ihm gelieferten Vortrag vorher durchgearbeitet haben; ist er dazu in der Lage, wird er ihn selbst in der einen oder anderen Weise den besonderen Bedürfnissen seiner Hörer anpassen, ein anderer wird ihn lediglich als Material benutzen, um daraus einen eigenen Vortrag aufzubauen, wieder ein anderer wird ihn nur zur Ergänzung und Überprüfung eigener

<sup>8)</sup> Die Herstellung des neuen Kondensatorlautsprechers erfolgt durch Hans Vogt, Berlin W 35, Gentlauer Straße 17, sowie durch die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin, die eine Lizenz auf die Vogtschen Schutzrechte besitzt.



Vorträge benutzen. Zum mindesten werden solche Vorträge den Nutzen haben, die von jedem Vortragenden sonst immer wieder neu zu leistende Arbeit der Zusammenstellung und Sichtung des Materials zu ersparen oder wesentlich zu erleichtern.

Schwieriger noch und zeitraubender als die Sammlung des Vortragsstoffes ist häufig die Beschaffung geeigneten Anschauungsmaterials in Form von Bildern und Schaltzeichnungen. Es fehlt bisher an einer jedem zugänglichen Lichtbildersammlung. Zwar sind hier und da private Lichtbilderserien geschaffen und gesammelt worden, auch hier oft in mühevoller und unnötiger Weise stets wiederholte Arbeit, die aber der Allgemeinheit nicht zugänglich sind.

Als der Deutsche Funktechnische Verband daher an die Verwirklichung des Planes einer funktechnischen Vortragsammlung herantrat, wurde sofort auch die Schaffung einer Lichtbildersammlung ins Auge gefaßt. Zunächst wurde vom Unterrichts- und Vortragsausschuß des D.F.T.V. gemeinsam mit dem Vorstand ein Vortragsprogramm aufgestellt und die Inangriffnahme zweier Vortragsreihen von je zwölf Vorträgen beschlossen. Die erste Reihe umfaßt Vorträge über die physikalischen und elektrotechnischen Grundlagen der Hochfrequenztechnik und gibt insgesamt eine allgemeinverständliche Einführung in das Gebiet. Die zweite Reihe befaßt sich mit der eigentlichen praktischen Hochfrequenztechnik. Eine Reihe bewährter Fachleute hat sich mit uneigennützigem Eifer der Mühe der Ausarbeitung der Vorträge in höchst dankenswerter Weise unterzogen; die ausgearbeiteten Vorträge sind dann wiederholt von Mitgliedern des Vortrags- und Unterrichtsausschusses und von anderer Seite überprüft, ausgefeilt und aufeinander abgeglichen worden. Die erste Reihe von zwölf Vorträgen liegt nunmehr fertig vor, jeder Vortrag ist in etwa 30 Umdruckexemplaren hergestellt und als festgeheftetes Bändchen vom D.F.T.V. leihweise, und zwar für die Verbandsvereine unentgeltlich zu beziehen. Jedem Vortrage ist eine Reihe von Diapositiven beigegeben, auf deren Herstellung ganz besondere Sorgfalt verwendet wurde. Ein Teil der Bilder ist mit freundlicher Genehmigung des Verfassers dem bekannten Buche von Dr. F. Fuchs, „Grundriß der Funktelegraphie“, entnommen worden, andere sind nach den Vorlagen der Verfasser der Vorträge im Auftrage des D.F.T.V. gezeichnet worden. Die Lichtbilder sind in mustergültiger Ausführung von der Technisch-wissenschaftlichen Lehrmittelzentrale zum großen Teil mehrfarbig hergestellt. Die für die erste Vortragsreihe hergestellte Serie von fast 100 Diapositiven liegt ebenfalls in der Geschäftsstelle des Verbandes in je zehn Exemplaren zum Versand bereit. Damit dürfte ein sehr wertvoller Grundstock zu einer der Allgemeinheit zugänglichen Lichtbildersammlung für die Funktechnik geschaffen sein, um deren weiteren Ausbau sich der Verband eifrig bemühen wird und die, was besonders betont sei, auch unabhängig von den zugehörigen Vorträgen vergeben werden kann, so daß sie für alle Vortragsveranstaltungen ein wertvolles Hilfsmittel darstellt.

Leider war es dem Verbandsvereine nicht möglich, die sehr erheblichen Kosten für die Vervielfältigung der Vorträge und besonders für die Herstellung der etwa 1000 Diapositive aus eigenen Mitteln aufzubringen. Es sei daher der Heinrich-Hertz-Gesellschaft und dem Elektrotechnischen Verein auch an dieser Stelle der wärmste Dank des D.F.T.V. für die Bereitstellung der erforderlichen Mittel ausgesprochen. Wärmsten Dank gebührt in erster Linie den Verfassern der Vorträge, den Herren Dr. Danzfuß, Dr. Duckert, Romeike, Dr. Schleier und Dr. Verch sowie den Herren Dr. Conrad, Dr. Fuchs, Forstmann, Prof. Schäffer und Dr. Zorn, die sich der Mühe der Durchsicht und Überarbeitung unterzogen haben. Ein ganz

besonderer Dank sei schließlich dem Präsidenten des Telegraphentechnischen Reichsamts, Herrn Prof. Dr. K. W. Wagner, ausgesprochen, dessen Eingreifen der D.F.T.V. in erster Linie verdankt, daß er seine Pläne praktisch verwirklichen konnte.

Nachstehend sei eine Übersicht der bisher fertig vorliegenden Vorträge, welche die Reihe A „Wissenschaftliche Vorträge zur Einführung“ bilden, gegeben. Die Abbildungen mögen in willkürlicher Wahl eine Anschauung von der Ausführung der Lichtbilder geben.

1. Das magnetische Kraftfeld und die Induktionserscheinungen.
2. Gleich- und Wechselstrom und ihr Verhalten gegenüber einer Kapazität und Selbstinduktion.
3. Der geschlossene und offene Schwingungskreis; die Resonanz zweier Kreise und der Wellenmesser.
4. Die gedämpfte, ungedämpfte und modulierte Welle.
5. Wirkungsweise der Antenne, Verlängerung und Verkürzung der Grundschiwingung.
6. Die Wirkungsweise des Detektorempfängers.
7. Die physikalischen Vorgänge der Röhre.
8. Die Verstärkerwirkung der Röhre.
9. Das Audion ohne und mit Rückkopplung. Erkennen des Selbstschwingens und Verhinderung der Störungen durch zu feste Rückkopplung.
10. Der Kurzwellenempfänger.
11. Die Ausbreitung der Wellen. Einfluß der Wellenlänge, der Atmosphäre und des Bodens auf die Ausbreitung der Wellen.
12. Der Kurzwellensender.

Die Lichtbilder sollen übrigens auch in Form von Papierkopien hergestellt und abgegeben werden, ebenso wird ein Katalog der vorliegenden Diapositive mit photographischen Abbildungen herausgegeben werden, an Hand dessen jeder in der Lage sein wird, die jeweils benötigten Bilder auszuwählen.

Was bisher fertig vorliegt, ist ein Anfang, soll, wie gesagt, nur einen Grundstock bilden, auf dem weiter aufgebaut werden soll. Die zweite Reihe B der Vorträge liegt im Manuskript bereits vor, ihre Bearbeitung und die Herstellung der Lichtbilder ist in Angriff genommen. Einzelvorträge, z. B. über besondere Empfängertypen, über interessante Stationen, über Funkverkehr, industrielle Einrichtungen usw. sollen folgen. Der Ruf zur Mitarbeit geht an alle, die in der Lage sind, mitzuwirken. Der D.F.T.V. wird es mit besonderem Dank begrüßen, wenn ihm Vortragsmanuskripte, interessante Bilder, Anregungen usw. zur Prüfung zugehen. Hoffen wir, daß die begonnene Sammlung sich zu einem möglichst lückenlosen Archiv von Vorträgen und insbesondere Lichtbildern auswächst, das jedem Vortragenden zur Verfügung steht und ihm manche mühevollen Arbeit abnimmt und erleichtert und so, getreu den Traditionen der Funkvereine, an seinem Teil zur Verbreitung und Förderung technischer Kenntnisse und technischen Verständnisses mitwirkt.

**Die Hochfrequenzverstärkung beim Leithäuser-Reinartz.** Welcher Funkfreund hat praktische Erfahrungen mit der in Heft 5 des „Funk-Bastler“, Jahr 1927, unter dem Namen „Hochfrequenzverstärkung beim Leithäuser-Reinartz-Empfänger“ veröffentlichten Schaltung gesammelt? Mitteilungen bitte ich an die Schriftleitung des „Funk“ zu richten.

*Georg Stender.*

**Welche Station war es?** Am 24. August hörte ich von 0.30 bis 1 Uhr eine Station direkt unterhalb von Kopenhagen. Die Sendung war Orchestermusik. Um 0.50 Uhr wurde angesagt, Name der Station war aber nicht zu verstehen, nur die letzten Worte „opra Aida“, worauf die Ouvertüre der Oper „Aida“ folgte. Um 1 Uhr hörte die Musik auf, worauf in mir unbekannter Sprache Mitteilungen gemacht wurden. Der Ansager beschloß die Sendung mit dem Wort „nat“. Kann es Reykjavik auf Island mit der Wellenlänge 333,3 gewesen sein? *F. v. Schmoller.*



## Die Technik des Rundfunks in Lichtbildern

Messung der Eigenwelle und Kapazität von Antennen

$\lambda_0^m = h \cdot f^m$      $\lambda_0^m = 5 \cdot l^m$      $\lambda_0^m = 5,5 \cdot l^m$

Einfluß der Antennenform auf die Länge der Eigenwelle  $\lambda_0$

DFTV Fuchs 1927    TWL 18963

Dreifinger-Flagal (rechte Hand---Generator)

DFTV Dr. Danzfuß 1927    TWL 18933

Aufbau der Kathodenröhre mit Gitter

DFTV Fuchs 1927    TWL 18975

Braun'scher Sender u. Empfänger

DFTV Dr. Fuchs 1927    TWL 18945

Magnetische Kraftlinien eines elektrischen Leiters

DFTV Dr. Danzfuß 1927    TWL 18932

Ausführung der Erdung bei drahtlosen Empfangs- und Sendeanlagen

DFTV Fuchs 1927    TWL 18964

Gleichrichter- und Audianschaltung

DFTV Rametka 1927    TWL 18978

Übergang vom geschlossenen zum offenen Schwingkreis (feldlinienverlauf)

DFTV Dr. Danzfuß 1927    TWL 18942

Gleichrichter- und Audianschaltung

DFTV Rametka 1927    TWL 18978

Audion mit Rückkopplung und Niederfrequenzverstärker

DFTV Rametka 1927    TWL 18507

Elektronenstrom und Charakteristik einer Elektronenröhre

DFTV Rametka 1927    TWL 18976

Hochfrequenzverstärker mit Audion

DFTV Fuchs 1927    TWL 18507

Entladung zwischen kalten Elektroden

DFTV Fuchs 1927    TWL 18972

Magnetische Kraftlinien zwischen Polen

DFTV Dr. Danzfuß 1927    TWL 18937

Akustische Resonanz

DFTV Fuchs 1927    TWL 18946



# Die Wellenausbreitung bei verfinsteter Sonne

Beobachtungen über die Ausbreitung der drahtlosen Wellen während der Sonnenfinsternis am 29. Juni 1927.

Von

**M. Bäumler.**

Postrat im Telegraphentechnischen Reichsamt.

Die Sonnenfinsternis am 29. Juni ist in Europa in ausgedehntem Maße zu Studien über die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen benutzt worden. Das Telegraphentechnische Reichsamt hat sich durch eigene Messungen daran beteiligt und hat ferner die Mitwirkung der Funkfreunde erbeten. Für diese handelte es sich darum, durch den einfachen Hörempfang festzustellen, ob am Tage der Sonnenfinsternis gegenüber dem vorhergehenden und dem folgenden Tage Unterschiede im Gange der Lautstärke und in der Stärke der Schwunderscheinungen wie nach Sonnenuntergang mit zunehmender Dunkelheit zu beobachten waren.

Für diese Beobachtungen waren die Rundfunksender Berlin (483,9 m), Langenberg (468,8 m), Stuttgart (369,7 m) und Königswusterhausen (1250 m) mit Schallplattenmusik eingesetzt worden. Es war dabei beabsichtigt, eine möglichst gleichmäßige Musik ohne große Tonstärkeunterschiede auszusenden, um die Lautstärke nicht schon durch die Aussendungen selbst abzustufen, was jedoch nicht immer eingehalten worden ist. Obgleich der Abschätzung der Lautstärke beim Hörempfang die Mängel einer subjektiven Beobachtungsmethode anhaften, deren Ergebnisse von der Geschicklichkeit und der physischen Einstellung des Beobachters und außerdem von der gleichen Einstellung der Empfangsgeräte an den drei Tagen abhängen, so war doch zu hoffen, daß beim Eingange eines großen Materials eine Vielheit gleichartiger Beobachtungen vorhanden sein würde, die entsprechend gedeutet werden konnten. Insgesamt sind 247 Beobachtungen eingegangen, von denen 29 für die Beurteilung wegen unzureichenden Inhalts der Mitteilung ausgeschieden werden mußten. Die verbleibenden 218 Umschriften verteilen sich wie folgt:

Sender	Anzahl	kein Unterschied	Zunahme	Abnahme
Stuttgart	66	19	40	7
Langenberg (Rheinland)	65	27	29	9
Berlin	25	11	9	5
Königswusterhausen	52	21	22	9
Verschiedene	10			

Wenn man nun die geographische Lage der Empfangsorte zum Sender berücksichtigt, so widersprechen sich die Er-

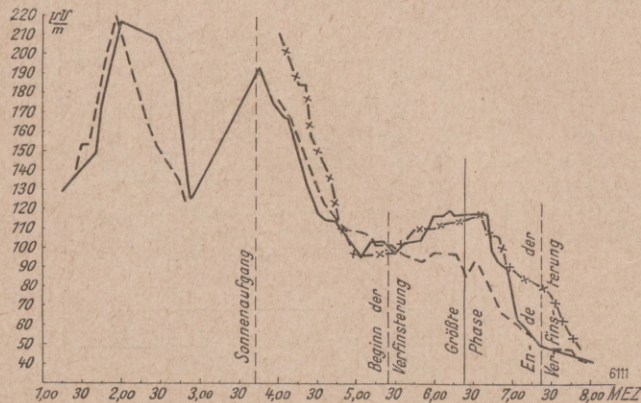


Abb. 1.

gebnisse bei den Sendern Berlin, Langenberg und Königswusterhausen, so daß sichere Angaben über eingetretene Änderungen der Lautstärke dieser Sender während der Sonnenfinsternis nicht gemacht werden können.

Die meisten Beobachtungsstellen des Stuttgarter Senders liegen im Rheinland und in Westfalen; unter den Ergebnissen befindet sich auch eine rein objektive Feststellung. Für diesen Sender scheint während der Verfinsternis eine

Zunahme der Lautstärke vorhanden gewesen zu sein, mit der auch starke Lautstärkeschwankungen verbunden waren.

Vom Telegraphentechnischen Reichsamt sind objektive Messungen der einfallenden Wechselfelder

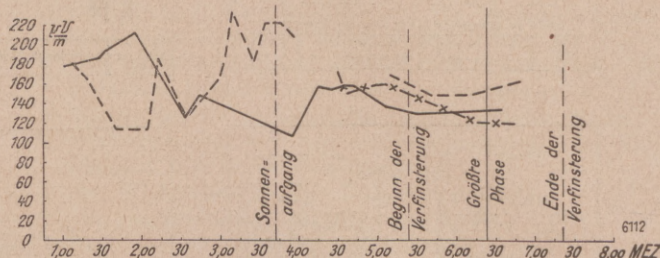


Abb. 2.

bei langen, mittleren und kurzen Wellen ausgeführt worden. Bei diesen Messungen handelt es sich um rein objektive Feststellungen mittels Instrumenten. Für die langen und mittleren Wellen sind Meßgeräte nach der von G. Anders im Telegraphentechnischen Reichsamt entwickelten Methode verwendet worden<sup>1)</sup>.

Die Messungen von langen Wellen haben sich auf die amerikanischen Sender Marion (WSO, 11650 m) und Rocky Point (WSS, 16120 m) der Radio Corporation und auf den europäischen Sender Stavanger (LCM, 12300 m) erstreckt. Die amerikanischen Sender haben, sofern sie nicht telegraphischen Verkehr abgewickelt haben, am 28., 29. und 30. Juni von 4 bis 8 Uhr für unsere Messungen Zeichen gesandt. Die Meßergebnisse von WSO und WSS sind in den Kurvenblättern (Abb. 1 und 2) dargestellt. Die Kurven haben an den drei Beobachtungstagen zu den kritischen Zeiten gleichen Verlauf und weichen auch hinsichtlich der Stärke der einfallenden Felder so wenig voneinander ab, daß ein Einfluß der Sonnenfinsternis nicht vorhanden ist. Das zeigt sich besonders bei den Kurven von WSO der Abb. 1 vom 29. und 30. Juni, die sich umeinander-schlingen.

Wenn man sich die Verteilung von Licht und Dunkelheit auf dem Wege der Wellen von Amerika nach Europa vergewärtigt, so haben wir zur Zeit der größten Verfinsternis in England und Norwegen in Amerika Mitternacht, nur ein kleiner Teil des Weges liegt noch im Dunklen. Die Veränderungen in der Atmosphäre durch die Sonnenfinsternis, die in England und Norwegen während der Totalität nur 45 bis 50 Sekunden gedauert hat, ist scheinbar nicht groß genug gewesen, einen ebensolchen Einfluß auf die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen auszuüben, wie wir ihn nach Sonnenuntergang beobachten.

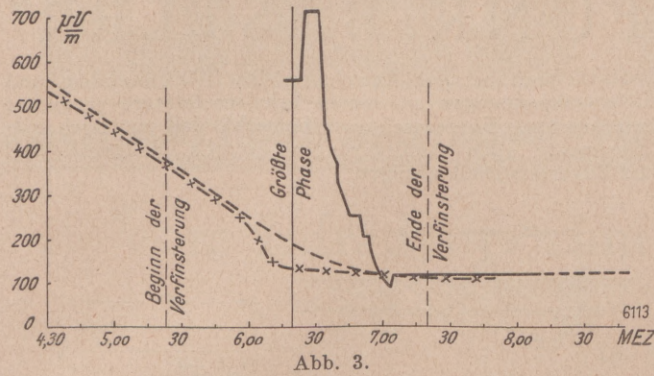
Ein abweichendes Bild zeigen die Messungen von Stavanger (Abb. 3). Während der größten Phase der Sonnenfinsternis ist hier ein beträchtliches Anwachsen der Feldstärke festgestellt worden. Den gewöhnlichen Verlauf der Feldkurven in der Zeit von 4 bis 8 Uhr zeigen Kurven vom 14. und 23. Juli. Da Nauen am 28., 29. und 30. Juni zu den Meßzeiten auf Welle 13000 m gesandt hat, sind einwandfreie Messungen nur in einer kurzen Pause am 29. Juni möglich gewesen. Der scharfe Anstieg der Feldstärke während der größten Phase der Finsternis und der scharfe Abfall nachher decken sich mit unseren früheren Beobachtungen über das Anwachsen und Abfallen der Feldstärke bei Sonnenunter- und -aufgang. Wir haben früher bei Stavanger Unterschiede von 1:10 festgestellt, denen während der Sonnenfinsternis solche von 1:7 gegenüberstehen. An- und Abstieg der Feldstärke spielen sich jedoch während der Sonnenfinsternis in viel kürzerer Zeit ab, als zu anderen Zeiten. Die Sonnenfinsternis hat in diesem Falle in bezug

<sup>1)</sup> Näheres in der „Elektrischen Nachrichtentechnik“ Bd. 2, S. 401, 1925.



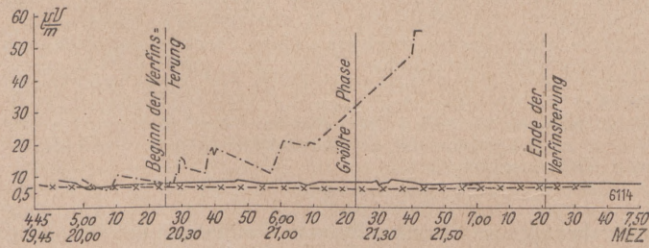
auf die Feldstärkeänderungen dieselben Erscheinungen hervorgerufen wie der Wechsel von Tag und Nacht. Der Grad der Verfinsternung hat in Stavanger 100 v.H. betragen, so daß also die Wellen von Stavanger aus einem Gebiete vollkommener Verfinsternung kommen.

Für die Messungen auf mittleren Wellen sind die Rundfunksender London (361,4 m), Berlin (483,9 m) und



Königswusterhausen (1250 m) benutzt worden. Als Beobachtungsort war Borkum gewählt worden, weil es hier möglich war, auch einen englischen Sender zu messen, der in einem Gebiete fast vollständiger Bedeckung der Sonne durch den Mond lag und weil die Entfernungen Sender — Empfänger nahezu gleich sind. In der Ausbreitung der Wellen besteht jedoch insofern ein Unterschied, als die von England kommenden Wellen sich über Wasser aus einem Gebiete starker Verdunkelung in ein Gebiet weniger starker Verdunkelung fortpflanzten, während die von Berlin und Königswusterhausen ausgehenden Wellen umgekehrte Verhältnisse vorfanden und sich über Land ausbreiteten. Der Grad der Verfinsternung betrug in Berlin 87 v.H., in Borkum etwa 92 v.H. und in London 96 v.H. Die Ergebnisse der Messungen zeigen die Abb. 4, 5 und 6. Neben den aufgenommenen drei Feldstärkekurven vom 28., 29. und 30. Juni ist noch eine vierte strichpunktierte Kurve eingezeichnet, die den Verlauf des Feldstärkeanstiegs bei Sonnenuntergang am 28. Juni in der Zeit von 19.45 bis 21.45 Uhr wiedergibt, und zwar ist die Kurve so gelegt worden, daß der Anstieg nach Sonnenuntergang sich zeitlich mit der größten Phase der Verfinsternung deckt. Wir sehen bei dieser Kurve eine nach Sonnenuntergang einsetzende Feldstärkezunahme und das Auftreten von Schwunderscheinungen bei allen drei Sendern, am stärksten bei London.

Für Berlin und Königswusterhausen lassen die Meßkurven keine Änderung des Feldstärkeverlaufs und keine Schwunderscheinungen während der Sonnenfinsternis erkennen. Die



höheren Feldstärkewerte von Königswusterhausen am 29. Juni können m. E. nicht auf Rechnung der Sonnenfinsternis gesetzt werden, denn sie sind bereits vor dem Beginn der Bedeckung der Sonne vorhanden und bleiben in derselben Größe während und nach der Verfinsternung bestehen.

Ein etwas anderes Bild ergeben die Messungen von London, Abb. 6. Während am 28. und 30. Juni die Feldstärkekurven gleichmäßig ohne Schwankungen verlaufen, zeigen die am 29. Juni, zur Zeit der Verfinsternung, größere Schwankungen, die jedoch nicht so groß sind als die nach Sonnenuntergang. Diese Schwunderscheinungen sind so ausgeprägt und sehen denen bei eintretender Dunkelheit so ähn-

lich, daß hier eine Einwirkung der Sonnenfinsternis vorzuliegen scheint; auch läßt die durchschnittliche Feldstärkekurve einen leichten Anstieg mit zunehmender Verfinsternung erkennen.

Mit einer objektiven Empfangsmethode sind vom physikalischen Institut der Universität Königsberg (Pr.) am 29. Juni während der größten Verfinsternung für den Sender Berlin

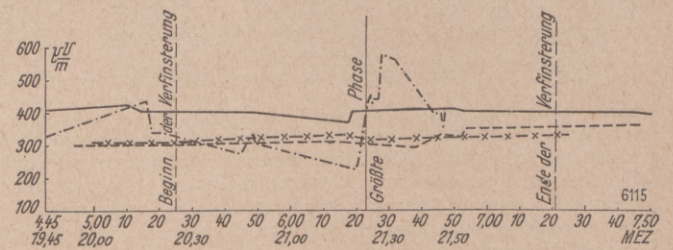


Abb. 5.

stärkere Feldstärkeschwankungen als am Vergleichstage und eine geringe Feldstärkezunahme beobachtet worden.

Mit einer ebensolchen Anordnung sind vom Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe (Baden) ein Versuchssender in Döberitz auf Welle 215 m und Langenberg (Rheinland) gemessen und für beide Sender ein Aufstieg der Feldstärke, stärkere Schwankungen während der Sonnenfinsternis festgestellt worden.

Beobachtungen des physikalischen Instituts der technischen Hochschule in Stuttgart mit der Parallelohmethode in Abständen von einer Minute haben ebenfalls eine Zunahme der Lautstärke und starke Schwankungen für den Sender Langenberg (Rheinland) ergeben.

Bei dem Schwachstrominstitut der Technischen Hochschule in Dresden ist die Feldstärkekurve des Senders Langenberg (Rheinland) am 28. und 29. Juni mit einem selbstregistrierenden Instrument aufgenommen worden. Die Kurve zeigt am 28. größere Schwankungen, während sie am 29. glatt verläuft. Die Höhe der Kurve ist an beiden Tagen die gleiche.

Die Kurzwellenbeobachtungen sind zum Teil mit einer objektiven, zum Teil mit der Parallelohmethode ausgeführt worden und haben keine eindeutigen Ergebnisse gebracht.

Das Ergebnis der Beobachtungen und Messungen ist dahin zusammengefaßt:

1. Bei den langen amerikanischen Wellen ist kein Einfluß der Sonnenfinsternis vorhanden. Die Zone der Verfinsternung ist bei der großen Entfernung (6600 km) nicht ausgedehnt genug, um ähnliche Wirkungen auf die Ausbreitung

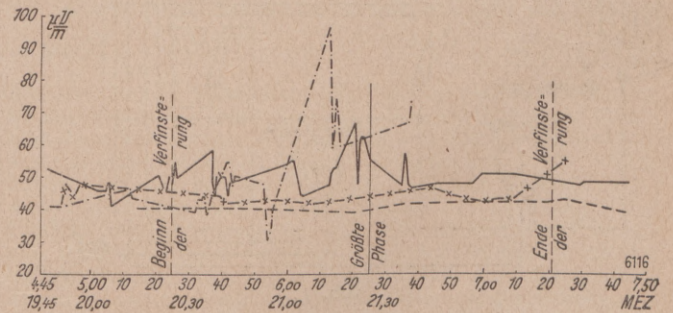


Abb. 6.

der elektromagnetischen Wellen wie der Sonnenuntergang hervorzurufen. Bei Stavanger ist die Entfernung erheblich kürzer (1000 km). Die Wellen verlaufen auf ihrem ganzen Wege zwischen Sender und Empfänger in einer verfinsterten, z. T. sogar völlig verfinsterten, Zone; hier treten dieselben Erscheinungen wie bei Sonnenuntergang auf.

2. Bei den Rundfunkwellen lassen die objektiven Messungen den Ansatz zu ähnlichen Erscheinungen wie beim Eintritt der Dunkelheit erkennen. Scheinbar ist die Stärke und die Dauer der Verfinsternung nicht ausreichend gewesen, ähnliche Wirkungen wie die Dunkelheit nach Sonnenuntergang hervorzurufen. Die Änderungen waren so gering, daß



sie mit den subjektiven Beobachtungsmethoden der Rundfunkteilnehmer nicht mit Sicherheit erfaßt werden konnten.

3. Bei den kurzen amerikanischen Wellen haben die Beobachtungen kein eindeutiges Bild ergeben.

Allen Beobachtern, die ihre Ergebnisse eingesandt haben und allen Beteiligten, die sonst zur Durchführung der Versuche beigetragen haben, wird hiermit der Dank des Telegraphentechnischen Reichsamts ausgesprochen.

# BRIEFE AN DEN „FUNK-BASTLER“

## Das Meßinstrument im Empfänger.

Eine vollendet gute Musik- und Sprachwiedergabe erreicht man nur durch genaue Einstellung des Empfangsgeräts mit Hilfe von Meßinstrumenten. Voraussetzung ist, daß man nur solche mit Drehspulmeßwerk ausgerüstete Instrumente einbaut, deren Eigenverbrauch sehr gering und ohne nennenswerten Einfluß auf das Stromverhältnis eines Schwachstromkreises ist.

Im folgenden soll nun eine Einrichtung beschrieben werden, mit der man auf einfache Art und Weise durch Schalter oder Druckknöpfe die Anoden- und Heizspannung, Heiz- und Emissionsstrom messen kann. Für die Spannungen wählt man am besten ein Voltmeter mit zwei Meßbereichen, und zwar 0 bis 6 Volt und 0 bis 120 Volt; für die Ströme ein Amperemeter ebenfalls mit zwei Meßbereichen, und zwar 0 bis 0,02 Amp und 0 bis 2 Amp. Zum Messen der Spannungen benötigt man außerdem einen Stufenschalter, welcher soviel Kontakte hat, wie Röhren im Empfänger sind, zuzüglich eines Nullkontakts und je einem Kontakt für Heiz-, Anoden- und Gittervorspannbatterie. Zum Messen des Heizstromes einen zweipoligen Stufenschalter, auf dessen erster Stufe der Stromzeiger abgeschaltet ist, und wenn er auf der zweiten Stufe sich in den Stromkreis legt, kann man mit Hilfe der Heizwiderstände die Röhren ebenfalls mittels Stromverbrauch einregulieren, dadurch einzeln und insgesamt messen. Zum Messen des Emissions-

Gefährlichkeit bei der Anordnung der Heiz-, Anoden- und Gittervorspannungen auf einem Schalter letztere gesondert unterbringen. Ferner sei noch bemerkt, daß nur Drehspulinstrumente allen Anforderungen betreffs Meßgenauigkeit und Zuverlässigkeit genügen.

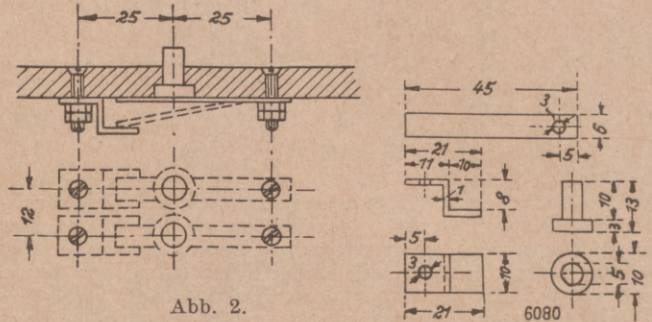


Abb. 2.

Wenn man von Drehschaltern absehen will, kann die Messung auch durch Druckknöpfe bewerkstelligt werden, die in entsprechender Anzahl unter den Instrumenten auf der Hartgummiplatte angebracht werden. Der Druckknopf aus Knochenmaterial drückt ein federndes Bronzeblech auf einen Messingwinkel und stellt dadurch die gewünschte Verbindung her. In Abb. 2 ist die Anfertigung genauer dargestellt.  
*Alexander Kasyaka.*

## Eine Ausschaltvorrichtung.

Vielen Bastlern ist es sicher erwünscht, eine Vorrichtung zu besitzen, die zu bestimmter Stunde das Empfangsgerät selbsttätig ausschaltet. Ich habe mir folgende Einrichtung eingebaut, die ich zum Nachbau beschreiben möchte.

In eine gewöhnliche Weckuhr bohrt man an einer Seite ein Loch und schraubt eine Buchse hinein, entfernt die oben angebrachte Klingel und befestigt an deren Stellen ein Holzklötzchen (etwa 1,5 x 1,5 x 1,5 cm), in das eine kurze Buchse hineingeschraubt ist, dergestalt auf der Uhr, daß ein in die Buchse gesteckter Bananenstecker noch daraus hervorsieht und den Hammer des Weckers berührt. Man verbindet minus Anodenbatterie mit minus Akkumulator und minus Akkumulator mit der in die Uhr geschraubten Buchse.

In die obere Buchse setzt man einen Stecker, von dem man zur leichteren Beweglichkeit ein oder zwei Federn abgebrochen hat und verbindet von da mit minus beim Gerät. Berührt der Stecker den Hammer, dann ist eingeschaltet. Beim Ausschalten wird der Stecker vom Hammer in die Buchse zurückgeschlagen, der Kontakt ist gelöst, beide Minuspole sind ausgeschaltet.

**Erfahrungen mit Duplex Binocle Oszillator.** Ich beabsichtige einen Tropadyne zu bauen. Nun bin ich schon auf so vieles aufmerksam gemacht worden, doch ist es auch von anderen Seiten wieder verworfen worden. Ich hörte auch von dem Duplex Binocle Oszillator, er soll die ganze Spule ersetzen können. Welcher Funkfreund kann mir hierzu einen guten Rat erteilen?  
*Erhard Otto.*

**Wer hat Erfahrungen mit galvanischer Röhrenkopplung?** In Heft 31 des „Funk-Bastler“, Jahr 1927, Seite 439, ist ein Dreiröhrenempfangsgerät mit galvanischer Röhrenkopplung, nach Amateur Wireless 10. 580 1927/Nr. 253, abgebildet. Funkbastlern, die mit der Leistungsfähigkeit dieses Empfängers bekannt sind, wäre ich für Mitteilungen ihrer Erfahrungen sehr dankbar.  
*Hel. Heimmann.*

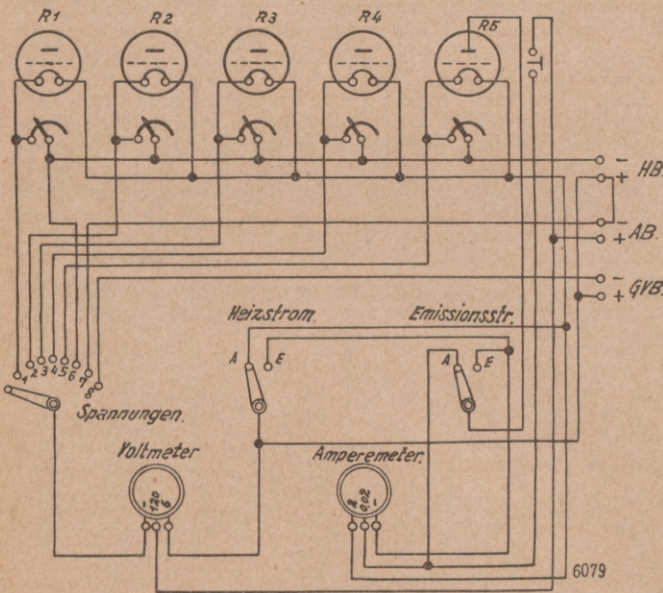


Abb. 1.

- |                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1: Heizspannung R <sub>1</sub> . | 5: Heizspannung R <sub>5</sub> . |
| 2: „ R <sub>2</sub> .            | 6: „ des Akkumulators.           |
| 3: „ R <sub>3</sub> .            | 7: Anodenspannung.               |
| 4: „ R <sub>4</sub> .            | 8: Gittervorspannung.            |

stromes benötigt man ebenfalls einen zweipoligen Stufenschalter, mit dem man den Stromzeiger in den Anodenstromkreis einer Röhre legen kann, wodurch die Aufstellung von Röhrencharakteristiken ermöglicht wird.

Aus dem Schaltbild (Abb. 1) ersieht man alles Nähere, wie Instrumente und Schalter anzuschließen sind. Bei dem Schalter für die Spannungen ist nur ein gutes Fabrikat zu verwenden, da bei demselben Kontakte und Anschlußdrähte sich nicht berühren dürfen. Man kann auch wegen der