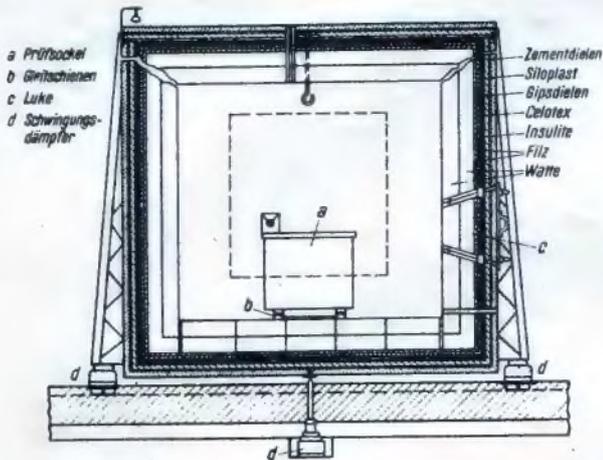


**Inhalt:** Der absolute Nullpunkt des Schalls / Rundfunk-Neuigkeiten / Vom Schaltzeichen zur Schaltung: Bandfilter / Wir arbeiten mit der Meßgeräte-Serie / Eine vollständige, tragbare Einrichtung für die Schallplatten-Selbstaufnahme, III. Teil.



So ist der schalldämpfte Raum ausgeführt.  
(Werkzeichnung Siemens)



Rechts: Tür des schalldämpften Raumes im Zentrallaboratorium von Siemens & Halske. Das Bild läßt die Dicke der Wattedichten erkennen, die den ganzen Raum umgeben. Die Schallausbreitung in diesem Raum ist wie im Freien, da die Wände jeden Ton verschlucken.

(3 Werkaufnahmen Siemens & Halske)

## Der absolute Nullpunkt des Schalls



Die Physiker müssen einen riesigen apparatetechnischen Aufwand treiben, um dem absoluten Nullpunkt der Temperatur nahe-zukommen. Ebenso geht es den Akustikern, wenn sie den „ab-  
absoluten Nullpunkt des Schalls“, d. h. den Wert 0 Phon, erreichen wollen. Im Zentrallaboratorium von Siemens & Halske hat man zu diesem Zweck einen großen Raum aus Zement- und Gipsdielen aufgebaut, hat ihn innen mit Celotex-, Insulite- und Filzplatten verkleidet, und man hat schließlich noch einen ganzen Waggon Watte verwendet, um Fußboden, Decke und Wände auszupolstern. Schwingungsdämpfer verhindern, daß Gebäudeschwingungen auf ihn übertragen werden, und eine besonders ausgeklügelte Unterteilung der riesigen Wattedengen in unzählige auf den Wänden hochkant stehende „Platten“ sorgt dafür, daß jeder in diesem Raum erzeugte Schall möglichst restlos verschluckt und nicht reflektiert wird. Man kann in diesem Raum laut sprechen oder schreien — der andere hört es nur leise, wie aus weiter Ferne. Man spricht unwillkürlich lauter, um sich dem anderen verständlich zu machen, und man lächelt mitleidig über einen Rundfunkempfänger, der in diesem Raum muntere Weifen wiedergibt — er ist ja viel zu leise, wahrscheinlich ist der Lautsprecher defekt oder

Links: Blick in den schalldämpften Raum, den Siemens & Halske in ihrem Zentrallaboratorium zur Vornahme akustischer Untersuchungen und Messungen eingerichtet hat. Wände, Decken und Boden des Raumes sind aus Wattedichten und Watteduffen aufgebaut, so daß der Schall verschluckt wird. Roste machen den Boden begehbar. In dem Raum ist gerade eine Apparatur aufgebaut, mit der die Richtwirkung von Lautsprechern untersucht wird.



Die Lautsprecher im Hintergrund dieses Bildes machen keine Musik, sondern Lärm, entsetzlichen Lärm, daß die Ohren schmerzen und der Magen hebel! Dazu hat man Schallplatten nach der Natur in Maschinenräumen aufgenommen und gibt sie riesig verstärkt wieder, so daß im Krachraum die ursprüngliche Lautstärke herrscht. Hier werden bei Siemens & Halske die Fernsprecher geprüft, die eine Verständigung in lärmgefüllten Räumen ermöglichen, wo selbst lautestes Schreien nicht mehr ans Ohr dringt.

die Endröhre verbraucht. Dabei ist es ein fabrikneues Gerät, mit dem man sonst einen ganzen Saal mit Rundfunkmusik füllen kann... Mit diesem Schallschluckraum tut man eigentlich nichts an-

deres, als die Verhältnisse im Freien — fern aller menschlichen Siedlungen und damit aller reflektierenden Bauten — getreu nachzubilden. In einer Industriestadt wie Siemensstadt, kann man sich ein schalltotes Freiluft-Laboratorium nicht schaffen, weil überall ein gewisser Geräuschpegel vorhanden ist; deshalb griff man zur Wanne, um die gewünschten Verhältnisse mitten in einem großen Labor herzustellen. Der Schallschluckraum wird zu Messungen an Mikrofonen und Lautsprechern benutzt, um Empfindlichkeit und Frequenzkurven aufzunehmen, die Richtwirkung von Schallempfängern und Schallsendern zu erforschen und dergleichen mehr. Bei Siemens kann man aber nicht nur den absoluten Nullpunkt des Schalls, man kann auch eine „akustische Siedehitze“ herstellen. Dazu ist der Krachraum da, mit harten, stark reflektierenden Wänden und mit einer Lautsprecheranlage, die ein Stadion füllen kann und die noch dazu Maschinenlärm- und Flugmotoren-Platten abspielt. In diesem Raum, der zur Untersuchung und Prüfung von Fernsprechern für Maschinenhäuser, Schiffe, Gruben — also für lärmgefüllte Räume — wie auch von Mikrofonen und Telephonen dient, wie sie die Funkanlagen in den Flugzeugen erfordern, herrscht ein derart unerhörter Krach, daß man in ihm nicht nur Kopf-, sondern Magenbeschwerden bekommt; nicht jeder kann sich so großen Schalleistungen ohne Beeinträchtigung seines Wohlbefindens aussetzen. Hier kann man sich gegenseitig die wütesten Beschimpfungen ins Gesicht schreien; der andere nimmt sie gar nicht wahr. Und doch — man kann sich ausgezeichnet verständigen, wenn man sich der Fernsprecher bedient, die an Verfüßgestellen aufgehängt sind. Weiche Gummikissen schließen das Ohr fast schalldicht nach außen ab, und die besondere Bauart der Mikrophone macht diese gegen den Raumtschall ziemlich unempfindlich. Mit Hilfe dieser neuen Fernsprecher kann man in dem größten Lärm, den wir überhaupt erzeugen können, gut verständliche Gespräche führen — ein Wunder der Nachrichtentechnik und Elektroakustik, das wir nur dem Einsatz umfassendster Forschungsarbeit, die zum großen Teil eine mühselige Kleinarbeit ist, verdanken. Erich Schwandt.

## RUNDFUNK-NEUIGKEITEN

### Schweizer Rundfunkhändler wurden geprüft

Vor der Einführung einer besonderen Erlaubnis, sich als Rundfunkhändler zu betätigen, hatte die Schweiz etwa 3000 Händler. Dadurch, daß besondere Prüfungen eingeführt wurden, sank die Zahl fast schlagartig auf 900. Die Prüfung für den Rundfunkhändler ist nicht ganz einfach, denn ein Anwärter wird eine Stunde mündlich und eine Stunde schriftlich in Elektro- und Meßtechnik geprüft, ferner eine weitere halbe Stunde über praktische Berufserfahrungen, worüber übrigens auch eine schriftliche Arbeit zu leisten ist, und ferner drei Stunden in feinem handwerklichen Können. Jeder Anwärter muß eine abgeschlossene Lehrzeit hinter sich haben und ununterbrochen zwei Jahre in einem Rundfunkgeschäft tätig gewesen sein. Diese scharfen Bestimmungen haben dazu geführt, daß tatsächlich nur wirkliche Fachleute im Rundfunkhandel tätig sind — ein Vorteil, der, wie jeder beipflichten wird, gar nicht hoch genug eingeschätzt werden kann.

### Kein Welt-Kurzwellenplan

Wie wir aus Kairo hören, wird auf der zur Zeit tagenden Welt-nachrichtenkonferenz der beabsichtigte Weltverteilungsplan für die kurzen Wellen noch nicht zustandekommen. Es ist aber anzunehmen, daß ein Senderausstoß sich in absehbarer Zeit energig mit diesem Problem befassen wird.

### 704 Rundfunklender in den Vereinigten Staaten

Wie die amerikanische Aufsichtsbehörde mitteilt, hat sich im Rundfunkjahr 1936/37 die Zahl der Sender um 44 vermehrt. Es gibt zur Zeit 704 Rundfunkstationen.

### Ein neuer Vatikanlender

Der neue Kurzwellensender des Vatikans, der bereits Versuchs-sendungen durchgeführt hat, geht seiner Vollendung entgegen. Abgesehen von seiner Bedeutung für Übersee soll er eine Antenne für Europafendungen erhalten.

### Röhrenpreislenkung in Dänemark

In Deutschland sind die Röhrenpreise gesenkt worden, und es verlautet, daß die dänische Regierung jetzt die gleichen Absichten fordert und fördert. Da Dänemark in hohem Maße auf den Röhrenimport angewiesen ist, soll die Senkung durch eine Zollermäßigung oder sogar Zollfreiheit begünstigt werden. Für diesen Fall haben die europäischen Röhrenfabriken eine günstige Preisgestaltung angeboten, um unter Umständen die Konkurrenz der amerikanischen Röhren abzubiegen. Mit der Durchführung dieser Pläne ist am 1. Juli unter Umständen zu rechnen, so daß in der kommenden Saison die Preislenkung sich auf den gesamten Rundfunkmarkt auswirken kann.

### Die europäische Wellenüberwachungsstelle

Die Wellenkontrollstelle des Weltrundfunkvereins in Brüssel bezieht Mitte dieses Monats ihr neues Heim in der Avenue Lancastre zu Brüssel. Die Kontrollstelle hat hier ein ganz modernes Heim, in dem sie unter Leitung von Professor Brailiard noch umfangreicher als bisher den europäischen Rundfunk über-wachen kann.

### Eine Londoner Fernseh-ausstellung

Auf einer großen Londoner Ausstellung, die vom 5. bis 21. April stattfindet, soll das Fernsehen in ganz besonderem Maße gezeigt werden. Zur Belegung wird diese Fernsehschau mit einem Wettbewerb für Amateure verbunden sein, die sich als Fernsehkünstler versuchen werden.

Die Schau wird einen Fernseh-Senderaum hinter Glascheiben zeigen, dreißig Empfänger werden die Fernsehdarstellungen übertragen, und die fahrbare Fernseh-anlage, der sog. Fernseh-wagen, wird von den Fernsehfreunden besichtigt werden können.

Der Fernseh-wagen der BBC. stellt eine wirklich fahrbare Fernseh-anlage dar, die es ohne Kabel und ohne Zwischenfilmverfahren gestattet, drahtlos die Fernsehaufnahmen zum eigentlichen Londoner Fernsehender zu übertragen. Die BBC. verfügt über zwei solcher fahrbaren Fernseheinheiten, von denen die erste schon längere Zeit im Betrieb ist und sich voll bewährt hat. Die Anlage besteht aus zwei Wagen, wobei der erste Wagen die Bildfänger-einrichtung und Kontrollapparaturen und einen Fernseh-kabelan-schluß enthält, der auf 300 m ausgelegt werden kann. Nach Möglichkeit benutzt man natürlich den Drahtweg, aber ist das nicht möglich, dann tritt der zweite Wagen, der einen besonderen Fernsehender besitzt, in Betrieb. Der Sendewagen arbeitet mit einem 1-kW-Sender auf Wellen von 600 MHz und überträgt nur das Bild. Der Ton wird immer über den nächst erreichbaren Fern-sprechanschluß zum Sender gehalten.

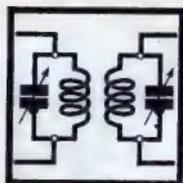
Da man bei Außenübertragungen nicht immer die ganze Wagen-apparatur mitnehmen will, verfügt die BBC. noch über einen kleinen 100 Watt starken Ultrakurzwellensender, der für Vorver-suche eingesetzt wird, ob von dem in Aussicht genommenen Ort auch tatsächlich eine drahtlose Verbindung hergestellt werden kann. Die BBC. beabsichtigt, mehrere solcher Fernseheinheiten in Betrieb zu nehmen, um für Außenübertragungen so beweglich wie möglich zu sein.

### Ausländische Rundfunkausstellungen

Vom 19. Juni bis zum 4. Juli findet in Bordeaux, eine Messe statt, die gleichzeitig mit einer Rundfunkschau verbunden ist.

Die polnische Rundfunk-Industrie hat beschlossen, ihre diesjährige Rundfunkausstellung vom 27. August bis zum 11. September in Warschau durchzuführen.

Der englische Rundfunk hat eine Rundfunk-Wanderausstellung zusammengestellt, die im Augenblick in London gezeigt wird und später große englische Städte besuchen soll.



# BANDFILTER

## Aussehen und Bedeutung des Schaltbildes.

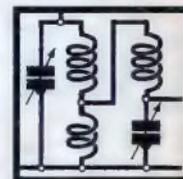
Hier sind zwei Schwingkreise eingetragen, deren Spulen einander unmittelbar gegenüberstehen. Eine Verbindung, über die eine Spannung von dem einen Schwingkreis auf den anderen Schwingkreis weitergegeben werden könnte, ist nicht eingetragen. Durch den geringen Zwischenraum zwischen den Spulenschaltzeichen soll hier jedoch angedeutet werden, daß die beiden Spulen aufeinander einwirken.

Der linke Kreis erhält über eine Röhre oder sonstwie eine Hochfrequenzspannung. Die Schwingkreispule entwickelt das zugehörige Magnetfeld. Dieses Magnetfeld durchsetzt zum Teil auch die zweite Spule. Dadurch kommt eine magnetische Kopplung zustande, die eine Spannungsübertragung von der einen Spule auf die andere bewirkt (1. Folge 15 dieser Aufsatzreihe). Selbstverständlich darf die magnetische Kopplung nur lose sein. Andernfalls könnten sich die beiden Schwingkreise nicht genügend frei auswirken. Eine lose Kopplung wird z. B. dadurch erzielt, daß man die Spulen in genügender Entfernung voneinander anordnet. An Stelle einer unmittelbaren magnetischen Kopplung der zwei Abstimmkreis-Spulen können andere Kopplungsarten treten. Bei-

beispielsweise 1000 Hertz, so schwankt die Stärke der einzelnen Wellen. Tausendmal in der Sekunde erreichen die Wellen des Senders einen Höchstwert und tausendmal in der Sekunde einen



Links: Abb. 5. Resonanzkurve eines Bandfilters (dick) und im Vergleich dazu die Resonanzkurve eines Einzelkreises (dünn).

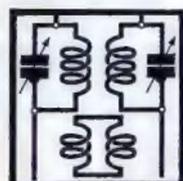


Rechts: Abb. 8. Umzeichnung des in Abb. 2 gezeigten Schaltbildes.

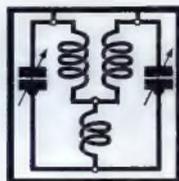
Mindestwert (Abb. 6). Man könnte meinen, diese Schwankungen, die den in die Sendewellen eingepprägten Ton bedeuten, hätten ausschließlich mit der Stärke der Sendewellen etwas zu tun. Dies trifft jedoch nicht zu: Bei der Übertragung eines Tones mit einer Frequenz von 1000 Hertz entstehen neben der eigentlichen Sendewelle noch zwei weitere Wellen, deren Frequenzen um die erwähnten 1000 Hertz des eingepprägten Tones von der Sendefrequenz nach oben und unten abweichen.

Daß diese beiden „Seitenwellen“ tatsächlich auftreten und — gemeinsam mit der Trägerwelle — den eingepprägten Ton verkörpern, können wir am besten folgendermaßen einsehen: Wir betrachten die Bildung der gepprägten Welle aus der Trägerwelle und den beiden zugehörigen Seitenwellen. Wir sehen in dem oberen Teil der Abb. 7 eine Trägerwelle. Darunter sind zwei zu ihr gehörige Seitenwellen dargestellt. Aus den drei Wellen ergibt sich der Verlauf der gepprägten Welle (Abb. 6), wenn wir die jeweils zum selben Zeitpunkt gehörigen Augenblickswerte zusammenzählen.

Wir haben hiermit erkannt, daß eine gepprägte Sendewelle tatsächlich aus drei Wellen besteht, wobei jede der zwei Seitenwellen von der Trägerwelle um die zu übertragende Tonfrequenz ab-

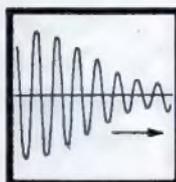


Links: Abb. 1. Bandfilter mit zwei besonderen Kopplungsspulen.

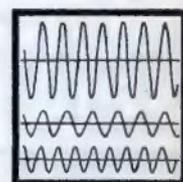


Rechts: Abb. 2. Bandfilter mit einer beiden Kreisen gemeinsamen Kopplungsinduktivität.

spiele hierfür sind in den Abb. 1 mit 4 veranschaulicht. Abb. 1 stellt eine magnetische Kopplung dar, die durch besondere Kopplungsspulen zustande kommt. Abb. 2 zeigt eine Kopplung, die durch einen beiden Kreisen gemeinsamen Spulenteil erzielt wird. In Abb. 3 ist an Stelle des gemeinsamen Spulenteiles ein für beide Kreise wirksamer Kondensator mit großer Kapazität benutzt. Abb. 4 stellt eine andere Kopplung mittels eines Kondensators dar, bei der der Kondensator die oberen Enden der beiden Kreise miteinander verbindet und so zusammen mit dem durch die untere Leitung angedeuteten Gestell des Gerätes die Spannungsübertragung möglich macht. Der Kondensator hat in diesem Fall eine sehr geringe Kapazität.



Links: Abb. 6. Eine tongepprägte Sendewelle.



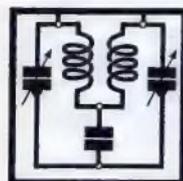
Rechts: Abb. 7. Die Trägerwelle und die beiden Seitenwellen, die der Abb. 6 entsprechen.

## Der Zweck der Bandfilter.

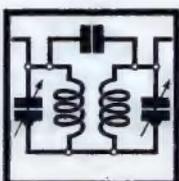
Ein aus zwei Abstimmkreisen aufgebautes Bandfilter vermag offenbar die gewünschte Sendefrequenz besser aus den übrigen Sendefrequenzen herauszutrennen als ein einzelner Abstimmkreis. Dies allein aber ist keine ausreichende Begründung für die Beliebtheit, der sich die Bandfilter bei den Empfängerkonstrukteuren erfreuen.

weicht. Hat die Tonfrequenz z. B. 10 000 Hertz, so liegen die beiden Seitenwellen um diese 10 000 Hertz von der Frequenz der Trägerwelle entfernt. Zur Übertragung eines Tonfrequenzbereiches, der bis zu 10 000 Hertz hinaufreichen soll, wird demgemäß ein Frequenzband mit einer Breite von 20 000 Hertz benötigt.

Verlangen wir eine ohne Anwendung gekünstelter Mittel gleichmäßige Wiedergabe aller Töne bis z. B. 5000 Hertz, so muß sich im Empfänger der zugehörige Frequenzbereich, der  $2 \times 5000$  Hertz umfaßt, gleichmäßig auswirken. Diese Forderung aber ist mit Hilfe einzelner Abstimmkreise nur recht schwer zu erfüllen. Wir müßten diese Kreise abweichend voneinander einstellen, so daß ein Kreis auf die Frequenz der Trägerwelle und die anderen Kreise auf andere davon um einige tausend Hertz nach oben und unten abweichende Frequenzen abgestimmt würden. Das wäre sehr mühsam. Außerdem aber könnten wir selbst mit einer in der geschilderten Weise einwandfrei vorgenommenen Abgleichung nur bei verschwindend geringen Verzerrungen in den zwischen den einzelnen Kreisen vorhandenen Röhren eine einwandfreie Wiedergabe erreichen. Die Bandfilter bieten eine viel günstigere Möglichkeit, ein Frequenzband gleichmäßig zu übertragen.



Links: Abb. 3. Bandfilter mit einer beiden Kreisen gemeinsamen Kopplungskapazität.



Rechts: Abb. 4. Kapazitive Kopplung durch einen kleinen, zwischen die beiden oberen Abstimmkreis-Enden geschalteten Kondensator.

Eine höhere Trennschärfe ließe sich ja auch dadurch erhalten, daß man den einzelnen Abstimmkreis verbessert, indem man seine Verluste vermindert. Das Bandfilter aber hat vor einem sehr guten Abstimmkreis noch einen ganz besonderen Vorzug: Seine Resonanzkurve ist abgeflacht (Abb. 5). Das Bandfilter trennt demgemäß ein ganzes Frequenzband fast gleichmäßig aus den übrigen Frequenzen heraus, was mit einem einzelnen Abstimmkreis nicht möglich ist (vergl. Abb. 5).

## Trägerwelle und Seitenwellen.

Wenn ein Sender sendet, ohne augenblicklich irgendwelche Töne zu übertragen, strahlt er allein diejenige Frequenz aus, die ihm vorgegeben ist. Überträgt der Sender aber einen Ton von

## Zwei Bandfilterkreise verstimmen sich gegenseitig.

Alle hier gezeigten Bandfilter arbeiten in grundsätzlich gleicher Weise. Deshalb genügt es, eines davon näher zu betrachten. Hierfür wählen wir das in Abb. 2 gezeigte Bandfilter, bei dem die Zusammenhänge am einfachsten zu übersehen sind. Das Bandfilter, das über den sehr hohen Innenwiderstand der vorangehenden Röhre betrieben wird, können wir der Abb. 8 gemäß umzeichnen. Damit wird deutlich, daß das Bandfilter einen doppelten Spannungsteiler darstellt.

(Fortsetzung nächste Seite unten)

# Wir arbeiten mit der Die Meßgeräte-Serie

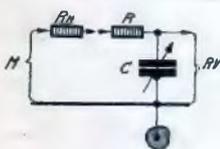
Mit der Beschreibung des Hochfrequenz-Prüfgenerators sind alle konstruktiven Unterlagen für die wichtigsten Geräte unserer Reihe mit einer für den halbwegs erfahrenen Amateur oder Techniker ausreichenden Ausführlichkeit gegeben worden. Obwohl die Geräte an sich nicht schwer zu bedienen sind, erhalten sie ihren vollen Wert erst dann, wenn ihrem Erbauer die nötigen Meßverfahren bekannt sind. Daher soll eine weitere Aufsatzeihe in zwingender Folge diejenigen Verfahren nebst den etwa zugehörigen Hilfsvorrichtungen behandeln, die in der Praxis erfahrungsgemäß von Bedeutung sind.

## I. Die Aufnahme von NF-Kurven ...

Geräte, die zumindest dazu erforderlich sind: Netzgerät, Tongenerator, Drehspul-Voltmeter mit Gleichrichter.

Bevor wir an die Messungen gehen, wollen wir jedem Gerät der Kürze halber einen Buchstaben zuteilen:

T = Tongenerator, M = NF-Meßverstärker, P = Prüfgenerator, RV = Röhrevoltmeter, OZ = Oszilloskop.



Links: Abb. 1. Unterfuchung einer Tonblende.



Rechts: Abb. 2. Unterfuchung einer 9-kHz-Sperre.

### ... an einzelnen Schaltelementen.

Es mag wünschenswert erscheinen, die Eigenschaften der in einem NF-Verstärker zu verwendenden Bauteile schon vor ihrem Einbau nachzuprüfen, um ungeeignete Teile von vorneherein von den weiteren Versuchen auszuschließen. Die einfachste Messung dieser Art ist etwa die Messung der Selbstinduktion eines Übertragers oder einer Drossel. Derartige Messungen gehören aber nicht in das Kapitel „Aufnahme von NF-Kurven“ und sollen daher einer späteren Besprechung vorbehalten bleiben. Aber auch die Messung des Frequenzganges von Drosseln und Übertragern außerhalb ihrer eigentlichen Schaltungen ist nur von sehr bedingtem Wert, da es nicht immer gelingen wird, die in der wirklichen Schaltung auftretenden Kapazitäten, Dämpfungen usw. bei der Messung so nachzubilden, daß das Meßbild den tatsächlichen Verhältnissen eindeutig entspricht.

Zur Prüfung von Drosseln und Trafos brauchen wir die Geräte T, M und RV. Mit T und M erzeugen wir eine NF-Spannung in der Größenordnung von 1 Volt, die bei allen Frequenzen auf der gleichen Höhe gehalten werden muß. Den Innenwiderstand der in normalen Schaltungen vor der Drossel oder dem Trafo liegenden Verstärkerröhre müssen wir bei der Messung durch einen Ohmischen Widerstand  $R_H$  ersetzen, der zwischen M und dem zu prüfenden Teil liegt. Soll beispielsweise ein Trafo geprüft wer-

(Fortsetzung von voriger Seite)

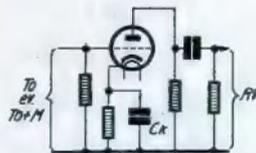
Der rechte Zweig hat nicht die volle Selbstinduktion, da ihm die Kopplungsspule fehlt. Folglich gehört zu diesem Teil eine Resonanzfrequenz, die höher liegt als die gemeinsame Resonanzfrequenz der Einzelkreise. Das ist die eine Resonanzfrequenz des Bandfilters.

Für Frequenzen unterhalb der Resonanzfrequenz des rechten Zweiges überwiegt im rechten Zweig der kapazitive Widerstand. Das hat zur Folge, daß die Nebeneinanderschaltung, die aus der Kopplungsspule und dem rechten Zweig besteht, einen höheren induktiven Widerstand hat als die Kopplungsspule allein. Stärkere Auswirkung der Induktivität bedeutet eine Verschiebung der Resonanzfrequenz nach unten. Die Gesamtschaltung hat somit eine Resonanzfrequenz, die tiefer liegt als die der Einzelkreise. Das ist die andere Resonanzfrequenz des Bandfilters.

Aus dieser Erklärung kann man entnehmen, daß die beiden im Bandfilter auftretenden Resonanzfrequenzen um so weiter von der gemeinsamen Resonanzfrequenz der zwei Einzelkreise abweichen, je fester die Kopplung gemacht wird.

### Der Sattel der Bandfilter-Resonanzkurve.

Bei fester Kopplung ergibt sich für die Resonanzfrequenz der Einzelkreise eine Einfattlung der Bandfilter-Resonanzkurve. Wir wollen ergründen, weshalb das so ist: Für die Einzelkreis-Resonanzfrequenz ist der Kondensatorwiderstand gleich dem gesamten induktiven Widerstand einer Spule nebst des Kopplungsteiles. Im rechten Zweig fehlt der Kopplungsteil, infolgedessen überwiegt



O b e n: Abb. 3. Unterfuchung einer Spannungsverstärkerstufe.

Rechts: Abb. 6. Ein Nomogramm, das die Umrechnung der Ausgangsspannung (in Prozenten) in Dezibelwerte wesentlich erleichtert.



den, der gewöhnlich in Verbindung mit der Röhre AC2 mit  $R_i = 12 \text{ k}\Omega$  verwendet wird, so wählen  $R_H$  ebenfalls mit  $12 \text{ k}\Omega$ , dürfen jedoch am Meßverstärker M dann nur auf den untersten drei durch S2 wählbaren Spannungsteiler-Stufen arbeiten, da sonst der Innenwiderstand des Ausgangs von M gegen  $R_H$  nicht mehr zu vernachlässigen wäre. Die am Ausgang des angeschlossenen Teiles auftretende Spannung wird zweckmäßig mit RV gemessen. Bei diesen Messungen fehlt jedoch noch die Gleichstrom-Vorbelastung des geprüften Teiles. Will man auch diese berücksichtigen, so schaltet man das zu prüfende Teil gleich mit der Röhre zusammen, für die es bestimmt ist.

### ... an Tonabnehmern.

Wir arbeiten mit Frequenzplatten und messen die gelieferte Spannung mit RV, bei sehr kleinen Spannungen mit M.

### ... an Teilschaltungen.

Auch hier gilt zum Teil, was bei den einzelnen Schaltelementen gesagt wurde; völlig wirklichkeitsgetreue Ergebnisse sind oft erst nach Einfügung der betreffenden Teilschaltung in die zugehörige Verstärkerstufe zu erhalten. Daneben gibt es einfache Fälle, die auch außerhalb ihrer Gesamtschaltung behandelt werden können. Die Schaltbilder 1 und 2 geben dafür zwei Beispiele. Im ersten Fall liegt eine hochohmige Tonblende vor, wie sie oft gitterseitig zu finden ist. Die Tonblende besteht aus dem Vorwiderstand R und dem Querkondensator C, und es soll ihr Frequenzgang ermittelt werden. Dazu muß wieder zwischen M und der Tonblende der Hilfswiderstand  $R_H$  eingeführt werden, der die Ausgangsimpedanz der Verstärkerstufe ersetzt, die in der normalen Schaltung vor der Tonblende liegt. Diese Ausgangsimpedanz ist zu berechnen aus der Parallelschaltung von Innen- und Außenwiderstand der Vorstufe:

$$R_H = \frac{R_i \times R_a}{R_a + R_i}$$

Macht der so errechnete Wert jedoch nur 10 bis 20% des Wertes von R aus, was nach einer Dreipol-Verstärkerstufe in Frage

hier für die Einzelkreis-Resonanzfrequenz der Kondensatorwiderstand um den dem Kopplungsteil entsprechenden Wert. Demgemäß bilden der rechte Zweig und der Kopplungsteil zusammen für die Einzelkreis-Resonanzfrequenz einen Sperrkreis. Dieser beeinträchtigt die Wirksamkeit der linken Spule erheblich, was eine bedeutende Verminderung des Widerstandes der Gesamtschaltung mit sich bringt. Die auf das Bandfilter entfallende Spannung hat somit für die Resonanzfrequenz der Einzelkreise einen geringen Wert.

### Die Bandfilter in der Praxis.

Abstimmbare Kreise miteinander in Gleichlauf zu bringen, ist schon an sich nicht ganz einfach. Wesentlich schwieriger wird es mit dem Gleichlaufabgleich, wenn diese Kreise paarweise zu Bandfiltern vereinigt sind. Durch die Abstimmung wird nämlich die Bandfilterkopplung beeinflusst, was eine unerwünschte Änderung der Bandfilter-Resonanzkurve bewirkt. Die Bandfilterwirkung aber soll über den gesamten Abstimmbereich dieselbe bleiben. Das kann aber bei abstimmbaren Bandfiltern nur durch besondere Maßnahmen erreicht werden, die die Abgleichung stören und dem Empfänger verteuern.

Darin liegt der Grund, warum Geradeaus-Geräte nur höchst selten mit Bandfiltern ausgerüstet werden und weshalb man Bandfilter vor allem in den Zwischenfrequenzstufen der Überlagerungsgeräte antrifft. Die gleichbleibende Zwischenfrequenz gibt die Möglichkeit, fest eingestellte Bandfilter zu verwenden und dadurch alle Gleichlauf-Schwierigkeiten zu vermeiden. F. Bergtold.

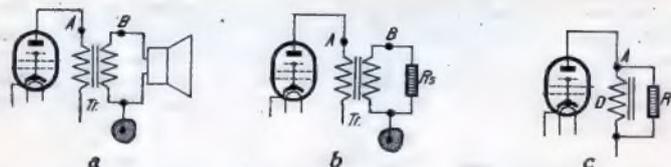


Abb. 4. Die wichtigsten Möglichkeiten zur Messung der Ausgangsspannung einer Endstufe.

kommt, so können wir  $R_H$  einfach weglassen. — Im zweiten Beispiel (Abb. 2) wird eine 9-kHz-Sperre auf ihre Wirksamkeit geprüft bzw. genau auf 9 kHz eingestellt. Auch hier ist zwischen M und die Sperre wieder  $R_H$  zu schalten, da die Sperre sonst unwirksam erscheinen würde. Ist beispielsweise der Innenwiderstand der Endstufe, an der die Sperre später angebracht werden soll, 50 k $\Omega$  und die Belastungs-Impedanz (Primär-Impedanz des Lautsprecher-Trafo) 7 k $\Omega$ , so ergibt sich  $R_H$  nach der obigen Formel zu etwa 6 k $\Omega$ .

... an Vorstufen.

Bei der Untersuchung von Vorstufen werden etwa die Verhältnisse der Abb. 3 vorliegen. Als eingangsseitige Tonspannungs-Quelle genügt in den meisten Fällen T allein, vorausgesetzt, daß dieser auch wirklich bei allen Frequenzen die gleiche Spannung abgibt, was nur durch die Verwendung eines kapazitätsarmen Potentiometers in T und durch vollständiges Aufdrehen desselben zu erreichen ist. Die Verwendung des Tongenerators allein besitzt nebenbei den Nachteil, daß sie keinen Aufschluß über den Abolutwert der erzielten Verstärkung gibt, da ja die kleine von T gelieferte Tonspannung (ca. 0,06 Volt) nur mit dem Meßverstärker, nicht aber mit unserem Röhrenvoltmeter nachmeßbar ist. Wir verwenden daher zur Lieferung der Eingangs-Spannung besser T mit M. Dabei müssen wir jedoch darauf achten, daß wir die gelieferte NF-Spannung nicht zu hoch treiben, da die untersuchte Schaltung sonst übersteuert wird und so ein falsches Bild vom Frequenzgang entsteht. (In einer übersteuerten Stufe werden etwaige Höcker der Frequenzkurve verflacht.) Praktisch werden wir die Eingangsspannung in der Größenordnung von 0,3 Volt halten. Die Ausgangs-Spannung der zu prüfenden Stufe wird dann je nach deren Art zwischen 6 und 50 Volt liegen. Das sind Werte, die wir mit unserem Röhrenvoltmeter sehr bequem messen können. Allerdings werden widerstandsgekoppelte Stufen bei 50 Volt Ausgangs-Spannung im allgemeinen schon übersteuert sein, und wir gehen dann mit der Eingangs-Spannung so weit herunter, bis die Ausgangs-Spannung 10 Volt nirgends überschreitet.

Bei diesen kleinen Spannungen sind Spannungsmessungen mit dem Oszilloskop noch nicht recht genau, wir verwenden daher auf alle Fälle ausgangsseitig unser Röhrenvoltmeter. Die Verwendung eines stromverbrauchenden Spannungsmessers kommt am Ausgang von Vorstufen nicht in Frage, außer wenn es sich etwa um eine kräftige Treiberstufe eines B-Verstärkers handelt.

Die Messung von Vorstufen liefert nicht nur ein klares Bild über den Einfluß der Bemessung der Kondensatoren und Widerstände, sondern sie ist zugleich vorzüglich geeignet zur Beurteilung von NF-Übertragern oder Drosseln. Bei genauen Messungen sollte jedoch die nachgeschaltete Endstufe mit dem Lautsprecher möglichst angehalten bleiben, weil dann auch der Einfluß der Anodenrückwirkung in der Endstufe in das Meßergebnis eingeht. Unerwünscht ist natürlich das Eingehen der Kapazität und des Ohmischen Eingangswiderstandes des Röhrenvoltmeters, doch ist die Kapazität bei entsprechender Leitungsführung außerordentlich gering, und der Gitterableit-Widerstand des Röhrenvoltmeters kann bei ganz genauen Messungen weggelassen und durch den entsprechenden Ableitwiderstand am Ausgang der zu prüfenden Stufe ersetzt werden. Ein derart genaues Vorgehen ist jedoch erfahrungsgemäß nur in den seltensten Fällen notwendig.

Soll der Frequenzgang aufgenommen werden, so werden wir uns selbstverständlich auf einige ausgewählte Frequenzen beschränken müssen, die wir so legen, daß der Bereich 25—10 000 Hz in zehn annähernd gleiche Abschnitte aufgeteilt wird. Die tiefen Frequenzen müssen ein ganzzahliger Bruchteil oder ein ganzzahliges Vielfaches der Netzfrequenz sein, damit sie sich mit dem Oszilloskop leicht bestimmen lassen. Daraus ergibt sich etwa die in der Tabelle Abb. 5 in der obersten waagerechten Zeile zu findende Reihe von

Meßfrequenzen. In diese Reihe werden wir weitere Meßfrequenzen zweckmäßig nur dann aufnehmen, wenn sich, später beim Zeichnen der Kurve, ergeben sollte, daß etwa gerade in einem Gebiet starker Kurvenkrümmung nicht genügend Meßpunkte vorhanden sind. Für jeden Meßpunkt stellen wir die zugehörige vom Röhrenvoltmeter angezeigte Ausgangsspannung fest, wie das in der zweiten waagerechten Zeile an einem beliebig herausgegriffenen Meßbeispiel gezeigt wird. Auf die Auswertung dieser Tabelle kommen wir am Schluß zurück.

... an Endstufen.

Der Eingangs-Spannungsbedarf ist bei Endstufen naturgemäß etwas größer als bei Vorstufen und kann daher nur durch die Zusammenhaltung von T und M gedeckt werden. Wir gehen beispielsweise mit der Eingangsspannung bei der AL 4 in die Größenordnung von 0,5 Volt, bei der AL 2 von 1,5 Volt und bei der AD 1 von 5 Volt. Es ergeben sich dabei Ausgangsspannungen, die bereits mit dem Oszilloskop meßbar sind, wobei wir natürlich nur die senkrechte Ablenkung benutzen. Auch das Röhrenvoltmeter oder ein Drehspul-Instrument mit Gleichrichter und mit bescheidenem Stromverbrauch (ca. 2 mA) ist für die Ausgangs-Spannungsmessung geeignet, da Endstufen eine gewisse Belastung ja ohne weiteres vertragen. Ein solches Voltmeter ist beispielsweise im NF-Meßverstärker enthalten und zwar sogar in der angenehmen Form mit einem 4- $\mu$ F-Trennblock zur Abriegelung der Gleichspannung und mit einem Meßbereich-Umschalter. Den niedersten Meßbereich benutzen wir möglichst nur bei Messungen an niederohmigen Ausgangsschaltungen.

Grundsätzlich messen wir an unseren Endstufen nicht die Ausgangsleistung, sondern die Ausgangsspannung, aus der sich ja die Leistung bei bekannter Impedanz des Ausgangs errechnen läßt.

$$\text{Leistung (Watt)} = \frac{\text{Ausgangsspannung}^2 \text{ (Volt)}}{\text{Ausgangswiderstand } (\Omega)}$$

(Gilt genau nur bei Messung nach Abb. 4b [B] und 4c [A].)

Zur Feststellung des Frequenzganges brauchen wir die Umrechnung von Spannung auf Leistung nicht, sondern wir betrachten in derselben Weise wie bei den Vorstufen und Schaltelementen die Spannung als maßgeblich; andernfalls wäre auch die am Schluß gegebene Anleitung zur Ermittlung der Decibel-Werte nicht ohne weiteres gültig.

Nun taucht jedoch die wichtige Frage auf, an welchem Punkt der Ausgangsschaltung die Spannung eigentlich gemessen werden soll! Wir stehen hier vor verschiedenen Möglichkeiten, von denen die wichtigsten in Abb. 4 angedeutet sind. Zunächst müssen wir entscheiden, ob die Eigenschaften des Lautsprechers, d. h. die Frequenzabhängigkeit seiner Schwingpulen-Impedanz und der Frequenzgang des zugehörigen Trafo, mit in die Messung eingehen sollen. Wir werden diese Frage nur dann bejahen, wenn unsere Endstufe ein für allemal mit einem bestimmten Lautsprecher betrieben werden soll, da sich dann wohl am ehesten ein Frequenzgang ergibt, der den tatsächlichen und für das Ohr maßgeblichen Verhältnissen entspricht. Wir können dann gemäß Abb. 4a entweder am Punkt A eine „Hochvoltmessung“ machen, oder am Punkt B eine „Niedervoltmessung“, wobei natürlich letztere den wirklichen Verhältnissen am nächsten kommt, da sie unmittelbar an der Schwingpule des Lautsprechers erfolgt. An dieser Stelle werden allerdings nur Spannungen in der Größenordnung von 3 Volt auftreten, so daß die Verwendung des Oszilloskops ausscheidet.

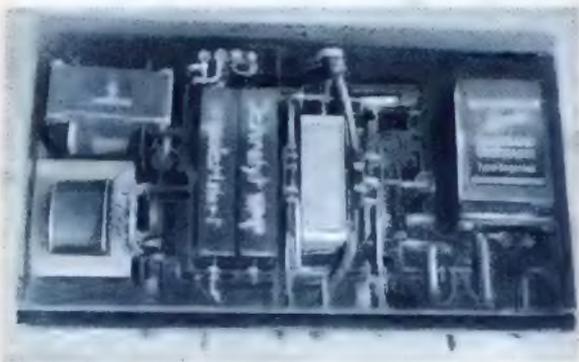
Soll der Lautsprecher, nicht aber sein Trafo ausgeschieden werden, so ersetzen wir zweckmäßig die Schwingpule des Lautsprechers während der Messung durch den kleinen Belastungswiderstand  $R_s$ , der dieselbe Größe besitzen muß wie die Schwingpulen-Impedanz. Auch in diesem Fall (4b) kann wahlweise am Punkt A oder am Punkt B gemessen werden. Die Eigenschaften des Ausgangstrafo gehen in beiden Fällen in das Meßergebnis ein, und zwar natürlich bei Messung an B stärker als bei A. Bei Fünfpolröhren ergibt sich übrigens die Annehmlichkeit, daß die Endleistung der Endspannung wegen des konstanten Anoden-Wechselstromes praktisch proportional ist.

Wird hingegen eine Verstärker-Untersuchung angestrebt, die vom Lautsprecher und seinem Trafo völlig unabhängig ist, so schalten wir den Trafo ab und ersetzen ihn durch eine hochinduktive Drossel D, der ein Belastungswiderstand R parallel geschaltet wird. Gut bewährt hat sich an dieser Stelle die auch im NF-Meßverstärker enthaltene Drossel-Type. R wird so gewählt, daß sich

Abb. 5. Meßtabelle mit Auswertungen zur Zeichnung der Frequenzkurve.

| Frequenz          | 25    | 50    | 100   | 200     | 400 | 800 | 2 000  | 4 000  | 6 000  | 8 000  | 10 000 |
|-------------------|-------|-------|-------|---------|-----|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ausgangs-Spannung | 8.5   | 11    | 13.4  | 14.5    | 15  | 15  | 17.5   | 22     | 18.3   | 12.7   | 9      |
| %                 | 56.6  | 73.4  | 89    | 96.6    | 100 | 100 | 117    | 147    | 122    | 84.6   | 60     |
| db                | -4.95 | -2.68 | -1.2  | -0.3    | 0   | 0   | +1.36  | +3.34  | +1.72  | -1.26  | -4.4   |
| Neper             | -0.57 | -0.31 | -0.14 | -0.0345 | 0   | 0   | +0.157 | +0.384 | +0.198 | -0.145 | -0.507 |





Die Innenansicht. Links rückwärts der Spartransformator, davor die Netzdroffel, in der Mitte der Ausgangstransformator, rechts der Breitband-Eingangstransformator.

die eine entsprechende Anhebung der gewünschten Frequenzen bewirken. Leider hat für uns diese Methode den Nachteil, daß sie Platz braucht. Wir verwenden daher den seit einiger Zeit auf dem Markt befindlichen Breitbandübertrager, bei dem von Haus aus die Grenzfrequenzen angehoben sind (Type 1:3 steigend). Der Preis liegt freilich etwas hoch, aber gegenüber einem Normaltransformator in Verbindung mit Resonanzkreisen kommen wir mit dem Preis ungefähr auf daselbe hinaus.

#### Die Schaltung.

Der Eingangsträger ist über einen Block von  $0,1 \mu\text{F}$  gleichstromfrei an die Vorstufen angekoppelt. Dieser Block bewirkt nicht nur eine Sperrung des Gleichstromes, sondern erzielt auch eine Resonanzüberhöhung der tiefen Frequenzen. Er darf keinesfalls weggelassen werden, denn jeder Gleichstromfluß durch die Wicklungen verdirbt die Eigenschaften des Kernbleches. Die beiden Sekundärwicklungen sind je mit einem Block von  $300 \text{ pF}$  überbrückt, um niederfrequente Selbsterregung der Endstufe zu verhindern. Die Gegenkopplung gestattet es bekanntlich, den Klirrfaktor der Endstufe zu senken und durch entsprechende Wahl der Schaltelemente bestimmte Tonbereiche anzuheben. In unserer Endstufe sind die Werte so bemessen, daß beim Einschalten der Gegenkopplung eine Bassanhebung eintritt. Die Gegenkopplung ist mit einem 2poligen Schalter abschaltbar, denn die Vorteile, die sie uns bringt, müssen wir mit einem Rückgang der Verstärkung erkaufen. So haben wir es in der Hand, ganz nach Wunsch mit oder ohne Gegenkopplung zu arbeiten. Grundsätzlich ist die Gegenkopplung beim Schneiden abzuschalten, damit wir nicht zu viel Bässe bekommen, während sie bei der Wiedergabe eingeschaltet wird. Die für die Gegenkopplung verantwortlichen Schaltmittel sind die beiden  $10\,000\text{-pF}$ -Kondensatoren, die direkt an den Anoden der CL 4 liegen, ferner die  $400\,000\text{-}\Omega$ -Widerstände, die hinter dem Gegenkopplungsschalter  $S_{GK}$  liegen und die  $50\,000\text{-}\Omega$ -Widerstände, welche von den nach Mitte liegenden Seiten der Sekundärwicklung nach „-“ Anode gehen. Je größer man die an Anode liegenden Kopplungskondensatoren macht, um so weniger werden die Bässe angehoben. Je mehr man die  $400\,000\text{-}\Omega$ -Widerstände verkleinert, um so stärker wird die Gegenkopplung wirksam und um so mehr geht die Verstärkung zurück. Die im Schaltbild angegebenen Werte sind jedoch für unsere Zwecke die günstigsten. Die negative Gittervorspannung für die beiden CL 4 erhalten wir durch Kathodenwiderstände, die mit Kondensatoren überbrückt sind. Wir verwenden hier Widerstände mit Abgreiffchellen. Die Abgreiffchellen ermöglichen die Gittervorspannung so einzustellen, daß beide Röhren gleichen Anodenstrom haben. Als Ausgangstransformator findet ein Übertrager mit hoch- und niederohmiger Sekundärwicklung Verwendung. Während der  $2000\text{-}\Omega$ -Ausgang für den Anschluß der Schneiddose gedacht ist, läßt sich der  $6\text{-}\Omega$ -Ausgang zum Anschluß eines großen mit 9 Watt belastbaren dynamischen Lautsprechers verwenden.



Neben den Endröhren die Amplitudenröhre und der Heizwiderstand.

(Sämtl. Aufnahmen vom Verfasser)

Um unseren Verstärker richtig ausnutzen zu können, benötigen wir eine Aussteuerungskontrolle. Wir wollen den Verstärker bei der Aufnahme weder übersteuern, noch zu wenig aussteuern. Auf das Mithören mit dem Kontrollhörer kann man sich nämlich nicht so recht verlassen. Die bekannteste Übersteuerungskontrolle ist die, daß man in den Anodenkreis der Endstufe einen Stromzeiger legt. Sobald der Verstärker übersteuert wird, fängt der Zeiger des Instrumentes an zu schwanken. Für den Anschluß des Instrumentes sind zwei Buchsen vorgegeben. Wenn man einmal vergessen sollte, das Instrument anzuschalten, wäre jedoch der Anodenstromkreis unterbrochen und die beiden CL 4 gefährdet. Aus diesem Grunde ist der Anschluß für das Instrument mit einem Shunt überbrückt. Diesen Shunt stellen wir so ein, daß unser Milliampereometer die Hälfte des tatsächlich fließenden Stromes anzeigt. Wir können nun also ganz einwandfrei feststellen, wenn der Verstärker übersteuert wird, aber wie hoch wir tatsächlich aussteuern, können wir nicht feststellen. Wir bauen in unseren Verstärker deshalb noch eine Amplitudenröhre ein, bringen auf der Röhre zwei Marken entsprechend an und steuern so aus, daß der Leuchtfaden immer zwischen den beiden Marken pendelt. Die Glimmröhre erhält über einen Widerstand von  $40\,000 \Omega$  eine Vorspannung aus dem Netzteil. Diese Vorspannung soll so groß sein, daß die Röhre gerade zündet. Der Leuchtfaden darf noch nicht sichtbar sein, nur die kurze Elektrode soll mit Glimmlicht bedeckt sein. Sollte die Röhre noch nicht zünden, so muß der Widerstand etwas kleiner gewählt werden ( $35\,000 \Omega$ ). Wenn hingegen der Leuchtfaden schon in unbesprochenem Zustand auf die lange Elektrode übertritt, muß der Widerstand vergrößert werden ( $50\,000 \Omega$ ). Die Tonfrequenz wird der Röhre über den Kopplungsblock von  $15\,000 \text{ pF}$  und einem Widerstand von  $15\,000 \Omega$  aus dem  $2000\text{-}\Omega$ -Ausgang zugeführt. Wichtig ist, daß der andere Pol dieses Ausganges an Chassis liegt. (Blanke Buchse einsetzen!) Von Wichtigkeit ist endlich noch der Block von  $1 \mu\text{F}$ , der „Minus“-Anode mit dem Chassis verbindet.

#### Der Netzteil.

Da unsere beiden CL 4 knapp  $100 \text{ mA}$  Anodenstrom benötigen, verwenden wir als Gleichrichter die CY 2, deren beide Systeme parallel geschaltet sind. Zur Spannungserhöhung am  $110\text{-Volt}$ -Wechselstromnetz dient ein kleiner Autotransformator. Die Umschaltung auf die verschiedenen Spannungen und Stromarten geschieht mit einem einzigen Schalter in denkbar praktischer Weise. Bei Gleichstrombetrieb arbeitet die CY 2 nicht als Ventil, sondern läuft leer. Man kann sie sogar aus der Fassung entfernen, wenn man die Heizanschlüsse durch einen Widerstand von  $150 \Omega$  überbrückt. Allerdings müssen wir, da die CY 2 bei Gleichstromnetzen nicht als Ventil arbeitet, unpolarisierte Elektrolytkondensatoren verwenden. Im Modellgerät wurde als Drossel ein zufällig vorhandener Trafo eines GPM-365-Lautsprechers eingebaut. Als Sicherung für das gesamte Gerät liegt im Netzeingang eine Taschenlampenbirne  $4 \text{ V}/0,4 \text{ A}$ , die gleichzeitig als Kontrolllampe dient. Um außerdem noch beim Durchschlagen eines Netz Kondensators einen sicheren Schutz der CY 2 und des Autotransformators zu haben, liegt noch eine Feinsicherung ( $150 \text{ mA}$ ) hinter der Kathode der CY 2.

#### Der Aufbau.

Sämtliche Teile, mit Ausnahme der Röhren und des Heizwiderstandes, sind unter das Eisenblech-Chassis gebaut, das durch ein Abdeckblech abgedeckt ist. Das Chassis ist übrigens mit den wichtigsten Bohrungen versehen auch fertig erhältlich. Um eine gute Wärmeabstrahlung sicherzustellen, wurde das Chassis schwarz lackiert. (Am dankbarsten ist der sog. „Eisblumenlack.“) Um die Endstufe handlich zu gestalten, wurde der Heizwiderstand nicht festgeschraubt, sondern in eine Röhrenfassung eingesetzt. Er läßt sich somit ebenso wie die Röhren entfernen. Der ganze Verstärker paßt bequem in die Aktentafel.

#### Stückliste

Fabrikat und Type der im Mustergerät verwendeten Einzelteile teilt die Schriftleitung auf Anfrage gegen Rückporto mit. Beziehen Sie diese Einzelteile durch Ihren Radlohändler! Sie erhalten sie hier zu Originalpreisen.

- 1 Eisenblechchassis lt. Skizze
- 1 Bodenblech + 1 U-Winkel hierzu
- 1 Breitbandübertrager 1:3 steigend (1)
- 1 Ausgangsträger  $2000 \Omega$ ,  $6 \Omega$
- 1 Netz-Autotransformator
- 1 Netzdroffel  $100 \text{ MA}$   $200 \Omega$  oder ein Widerstand  $200 \Omega$
- 2 Elektrolytbecher  $8 \mu\text{F}$  unpolarisiert
- 2 Niedervolt-Elektrolyt-Kondensatoren  $12 \mu\text{F}$   $20 \text{ V}$
- 8 Rollblocks:  $0,1$ ,  $1,0$ ,  $20\,000$ ,  $10\,000$ ,  $10\,000$ ,  $300$ ,  $300$ ,  $15\,000$
- 6 Widerstände:  $15\,000$ ,  $40\,000$ ,  $400\,000$ ,  $400\,000$ ,  $50\,000$ ,  $50\,000 \Omega$  (1 Watt)
- 3 Draht-Widerstände mit bzw. ohne Abgreiffchelle,  $250$ ,  $250$ ,  $5 \Omega$
- 2 CL 4
- 1 CY 2
- 1 Glimmröhre mit 2 Anschlußkappen für die Glimmröhre
- 4 Röhrenfassungen, 2 Kippshalter zweipolig; 1 Heizwiderstand in Rollenform, ca.  $25 \text{ mm}$  Durchmesser; 1 Abgreiffchelle hierzu; 9 Telephonbuchsen  $4 \text{ mm}$  Durchmesser; 2 Buchsen für  $3 \text{ mm}$ ; 1 Netzwähler  $2 \times 4$  (Isol. Achse); 1 Feinsicherungselement mit Sicherung; 2 Gitterclips für CL 4; 1 Taschenlampenbirne  $4 \text{ V}$ ,  $0,4 \text{ Amp.}$ ; 1 Fassung hierzu, Schaltdraht, Röhrenschlauch, diverses Kleinmaterial.

Freilich ließ es sich nicht vermeiden, daß es unterhalb des Chassis etwas eng zugeht. Es ist daher unbedingt notwendig, die Einzelteile des Muttergeräts zu verwenden. Trotzdem ist der Aufbau nicht schwierig. Man muß nur in der richtigen Reihenfolge vorgehen. Nachdem die Röhrenfassungen montiert sind, wird mit Hilfe zweier Messingwinkel der Breitbandüberträger eingesetzt. Dieser wird auf der Schmalseite liegend angebracht. Vom Ausgangsüberträger, der etwa in der Mitte des Chassis Platz findet, entfernen wir das Fußblech und sparen so Platz für die beiden Buchsen der Glimmröhre. Der Netzpartransformator sitzt im Bild links hinten. Um 90° versetzt bauen wir evtl. eine kleine Netzdroffel ein. Es empfiehlt sich, diese erst einzubauen, wenn man mit allem fertig ist, da eine Droffel an den meisten Netzen entbehrlich ist. Die Sicherungslampe wird mit einem Messingwinkel befestigt. Jetzt verdrahten wir erst einmal alles gemäß der Schaltkizze.



Die Rückseite der Endstufe mit dem Netzumschalter und der Anodensicherung. Im Vordergrund die Amplitudenröhre (eine der beiden Kapfen abgenommen).

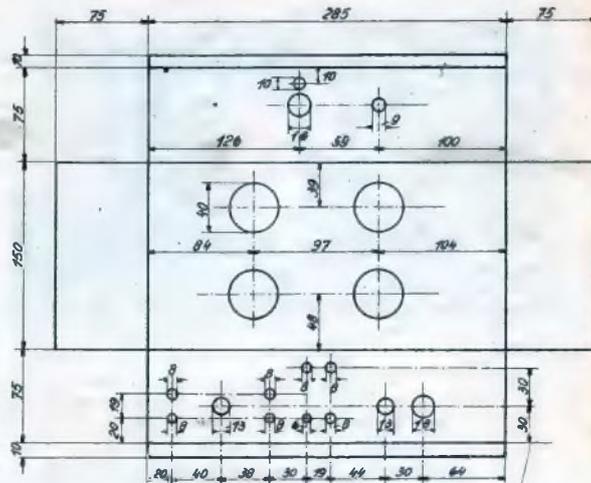
Die Verdrahtung ist unkritisch, so daß wir alle Drähte schön rechtwinklig legen können. Das Netz und die Gegenkopplung werden mit zweipoligen Netzschaltern gehalten. Auf der Rückseite des Chassis sitzt die Feinsicherung und der Stromartschalter. Dieses ist ein zweipoliger Vierfach-Umschalter, dessen bewegliche Pole miteinander verbunden und gegen die Drehachse isoliert sind. Die Drehachse ist kurz abgelägt und mit einem Schraubschlitz versehen. Man macht diesen Schlitz zweckmäßigerweise so breit, daß man die Umschaltung auch mit einem Geldstück vornehmen kann. Die beiden unpolarierten Elektrolyt-Kondensatoren werden zu allerletzt eingesetzt. Sie sind auf einem U-Winkel aufgeschraubt, der quer in das Chassis eingekittet ist. Da die Kondensatoren so leicht zugänglich sind, lassen sie sich bei einer Panne auch bequem und schnell auswechseln. Die nach innen liegenden Kontakte sind rechtwinklig abgebogen, damit sie nicht mit dem Netzschalter in Berührung kommen. Die Glimmlampe läßt sich ganz leicht anbringen, wenn man die von der Herstellerin gelieferten Steckfassungen benutzt. Diese werden über die Endkappen der Röhre gestülpt und sind mit je einem 3-mm-Steckerstift versehen. Auf der Oberseite des Chassis befinden sich hierzu zwei isolierte 3-mm-Buchsen.

Da wir ein Allstromgerät vor uns haben, müssen wir berührungssicher bauen. So darf z. B. die negative Grundleitung nicht direkt an Chassis liegen, sondern muß über den bereits erwähnten 1-µF-Block mit diesem verbunden werden.

**Der Betrieb.**

Wir schalten den Verstärker ein und regeln die Gittervorspannung so ein, daß beide CL 4 genau gleichen Anodenstrom haben. Zu dieser Messung leihen wir uns am besten zwei Stromzeiger, die wir in die beiden Anodenleitungen der CL 4 legen. Dann stellen wir erforderlichenfalls die richtige Zündspannung für die Glimmröhre ein, wie das schon beschrieben wurde. Nun verbinden wir über ein abgeschirmtes Kabel die Endstufe mit unserem Kofferempfänger.

Auf genaueste Anpassung des Lautsprechers oder der Schneiddose ist unbedingt zu achten. Während die meisten Lautsprecher auf 2000 Ω anpaßbar sind, ist das bei den Schneiddosen nicht immer der Fall. Man frage im Zweifelsfalle erst einmal bei der Herstellerfirma nach der Impedanz der verwendeten Dose. Beträgt diese 2000 Ω, dann läßt sich die Dose ohne weiteres an den Verstärkerausgang legen. Im andern Falle muß sie durch den im Schneidkoffer untergebrachten Anpaßtransformator an den Verstärker angepaßt werden. Eine der bekanntesten Schneiddosen auf dem deutschen Markt hat eine Impedanz von 14000 Ω. Diese Dose läßt sich richtig anpassen, wenn man sie unter Zwischenhaltung eines 2-µF-Bethers an die beiden Anoden der CL 4 legt. Die Herstellerin des Breitbandübertragers liefert übrigens einen Transformator für zwei mal CL 4, der eine sehr große Anzahl von Anpaßmöglichkeiten bietet. Er ist allerdings wesentlich größer als der im Modellgerät eingebaute. Wer ihn also verwenden möchte, muß das Chassis entsprechend größer wählen.



Das Chassis mit den wichtigsten Bohrungen.

Obwohl unser Verstärker auch auf das 110-Volt-Gleichstromnetz umschaltbar ist, sind hier die Bedingungen doch sehr ungünstig, da wir mit nur etwa 90 V Anodenspannung rechnen können. Die Sprechleitung sinkt auf etwa 1,2 Watt. Hier gibt es nur zwei Möglichkeiten: Entweder luchen wir uns den anderen Außenleiter des Lichtnetzes, damit uns 220 V zur Verfügung stehen, oder wir halten für diesen Sonderfall zwei CL 2 bereit. Mit dieser Bestückung gibt unser Verstärker immerhin etwa 3,2 Watt ab. Der Heizwiderstand ist dann durch Verschieben der mittleren Abgreiffchelle auf 185 Ω einzustellen.

Es ist noch zu erwähnen, daß sich die vorliegende Endstufe selbstverständlich nicht nur für die Tonaufnahme eignet, sondern auch für zahlreiche andere Zwecke. Über ein Drahtfunk-Anschlußglied läßt sie sich z. B. in hervorragender Weise für Gemeinschaftsempfang benutzen. Auch hinter dem Audion des VE arbeitet die Endstufe ausgezeichnet. Der eine Pol des Einganges kommt an das VE-Chassis, der andere direkt an die Anode des Audion. Mit einem guten 9-Watt-Lautsprecher oder mit drei GPM 365 ist eine ausreichende Versorgung mittlerer Säle leicht möglich. F. Kühne.

(IV. Teil folgt)

**Universal-MESSBRÜCKE**  
GM4140

Hochempfindliche und parallaxfreie Null-Anzeige durch das magische Auge, große Meßgenauigkeit, eine einzige Skala für umfassende Meßbereiche und der bequeme Vollnetzanschluß sind die Kennzeichen dieses ganz neuartigen Gerätes, das sich auch durch ungewöhnlich kleine Abmessungen und geringes Gewicht als wertvolles Montage- und Betriebsinstrument bewährt.

Fordern Sie ausführliche Angaben und außerdem Druckschriften über unser Spezial-Röhren-Programm, sowie über Kathodenstrahlröhren, Photozellen, Thermokreuze, Oszillographen usw.

**PHILIPS-ELECTRO-SPECIAL**  
G · m · b · H  
BERLIN W62