

# Funkschau

## NEUES VOM FUNK DER BASTLER DER FERNEMPfang

INHALT DES VIERTEN AUGUST-HEFTES 24. AUGUST 1928:  
 Hertweck: Noch einmal: Randbemerkungen zu Bastelwettbewerben / Kappelmayer: Wie Amerika baut / Ziegler: Endstufe parallel oder in gegentakt! / Hertweck: Superacht im Bau / Ein praktischer Halter für Hochohmwiderrstände / Unter welchen Voraussetzungen kann man ein Netzanschlußgerät mit Gleichstrom betreiben?

DIE NÄCHSTEN HEFTE BRINGEN U. A.:  
 Wie Amerika baut / Ortsempfänger und Netzanschluß lassen sich / Milliampere-meter und Verzerrung / Von der großen Deutschen Funkausstellung, Berlin / Ortsempfänger und Netzanschluß schließen Freundschaft / Erst ver-steh', dann dreh' / Der Superacht läuft v. Stapel



Improvisationen im Juni oder:  
 Die Reparatur am Antennenmast

# Radiofrohe Paddlerfeste



Die mittägliche Siesta mit Rundfunkmusik im Zelt-schatten:  
 das wahre Paradies auf Erden



Diese Erde, non der Kajakfrau gelegt, muß doch gut sein

Phot. C. Hertweck, Neckar-gartach

## Noch einmal Randbemerkungen zu Bastelwettbewerben

Die zu meinem Aufsatz in Nr. 21 eingegangenen Zuschriften befaßten sich, in der Hauptsache, mit meiner Idee des Abstoppens der Einstellzeiten zur Feststellung der Bedienungsschwierigkeit. Zugegeben muß werden, daß dies nicht die ideale Lösung ist, obwohl sie ziemlich gute Vergleiche liefern würde. Eine festgesetzte Zahl von Stationen muß in bestimmter Reihenfolge auf eine ganz bestimmte Lautstärke gebracht werden, und eben die dazu gebrauchte Zeit wird gewertet. Sehr gut ist der Gedanke von C. E. Reiß-München, einen speziellen Hilfssender im Prüfungsraum aufzustellen; man wird so tatsächlich auf die Sendestärke rechnen können, die die Ampere-meter des Senders angeben.

Das Allerschönste an diesem Gedanken ist aber, daß bei der Benutzung des nahen Hilfssenders eigentlich kein „Rennen“ mehr vorliegt mit all seinen Zufälligkeiten und imponderablen Umständen, sondern eine exakte Durchmessung aller Eigenschaften. Das Gerät mit den besten Werten ist dann eben auch das beste Gerät.

Da ist z. B. die Empfangslautstärke. Sie wird gemessen, wie Ranke das in Verbindung mit seinem Panzersechser

geschildert hat. Zu messen wäre die Empfangsstärke auf mindestens drei Frequenzen, ganz oben, ganz unten und in der Mitte jeden Bereiches. Geräte, die auf niedrigen Frequenzen ebenso hohe Lautstärken geben wie auf hohen, werden da die besten Wertungsziffern bekommen. Diese Messung ist bei Empfang von Rundfunksendern wegen ihrer Unzuverlässigkeit unmöglich.

Weiter kann man die Klangreinheit messen, indem man den Hilfssender moduliert mit bekannter Sprechstromintensität, und die empfangene Lautstärke wieder mißt. Allerdings wird man dabei um die Mithilfe eines Musikers nicht herumkommen, der die Wiedergabe der den Sender bespielenden Schallplatten beurteilt. Übrigens lohnte es sich auch, die Klangreinheit bei verschiedenen Sendefrequenzen zu messen. Bei einem HF-Verstärker mit vier HF-Stufen habe ich schon einmal die Beobachtung gemacht, daß er auf niedrigen Frequenzen keine so gute Reinheit mehr gab als auf hohen.

Weiter läßt sich die Selektivität sehr exakt messen durch Aufnahme etwa dreier Kurven. Man sieht dann auch genau, wie weit die Kurven abgeplattet sind und die Reinheit beeinflussen.

Kritisiert wurde auch mein Verlangen, die Geräte von den Erbauern steuern zu lassen. Nicht mit Unrecht, denn wenn man die Geräte mit dem Hilfssender kontrolliert, handelt es sich um relativ einfach auszuführende Messungen. Selbstverständlich, zu Hause kann man ein Gerät auch „abbremsen“ und seine Leistung ermitteln. Es wird auch noch einige Zeit dauern, bis man die theoretisch festgelegte ideale Leistung vollständig erreicht hat, und so lange interessiert einen weniger die eigene Leistung als die der Gegner im Vergleich. Eben dieses Kennenlernen der gegnerischen Leistung war bisher zumindest sehr erschwert. Sowie man jedoch jede Eigenschaft mißt, braucht bei der Durchmessung kein Mensch mehr da zu sein, höchstens ein Unparteiischer. Der Wettbewerb ist kein „Rennen“ mehr sondern ein exakter Vergleich mit Ergebnissen, auf die man sich hängen lassen kann, und die man vor allem zu Hause mit aller möglichen Mühe und in jeder Richtung durcharbeiten kann.

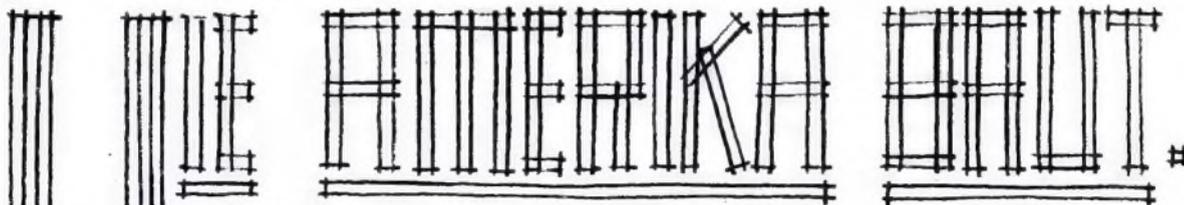
Die Bedienungsschwierigkeit hereinzunehmen und zu bewerten erscheint mir unrentabel. Sie ist ein sehr subjektiver Begriff und leicht geeignet, unsere sonst sehr objektiven Ergebnisse zu fälschen. Zugegeben, daß sie heute sehr klein ist, auch wenn man keine gemeinsamen Abstimmungen vorgesehen hat. Bei der Messung mit dem Hilfssender fällt der

Faktor der schnelleren oder langsameren Bedienung weg. Hinterher entscheidet die Knopfzahl des Gerätes im Vergleich zur Leistung. Man wird es ruhig den Käufern der Geräte überlassen können, ob sie ein Gerät haben wollen, das hohe Selektion und eine gewisse Elastizität der Siebkraft zeigt und vier oder fünf Abstimmungen hat oder eines, das bei unformaler und sonst mittelmäßiger Siebkraft nur eine Abstimmung aufweist. So wie es Leute gibt, die mit Vorliebe im ranken, kippligen Schwedeneiner herumgondeln, nur weil er so herrlich läuft, so wird es auch Leute geben, die gern ein oder zwei Knöpfe mehr auf der Platte haben, wenn sie nur durch irgend eine überdurchschnittliche Leistung gerechtfertigt sind.

Zum Schluß möchte ich nochmals wiederholen, was in meinem ersten Aufsatz z. T. verkannt wurde.

Ein Wettbewerb mit subjektiven Vergleichen muß in Anwesenheit und unter Mitwirkung der Gerätebesitzer erfolgen. Viel besser ist ein Wettbewerb mit objektiven Messungen, wie Herr Reiß dies vorschlägt. Ein Wettbewerb nach seitheriger Usance ist ein schönes Spiel, das wohl gesellschaftliche, aber keinerlei technische Werte schafft. Grundsatz muß sein, in jedem Wettbewerb, der technische Bedeutung beansprucht, die Zahl an Stelle des Preisrichterurteils treten zu lassen.

C. Hertweck.



## I. DIE GRUNDLAGEN

### Erste Forderung: Selektivität

Will man aus den Arbeiten der amerikanischen Industrie etwas lernen, so muß man zunächst wissen, daß in USA. zahlreiche Stationen verschiedener Sendestärke auf sehr engem Raum zusammengedrängt sind. So z. B. in New York allein über 30. Darum spielt die Selektivität der Geräte im Rundfunkwellenband eine sehr große Rolle. Wir kommen in Deutschland, wo wir meist nur den Lokalsender beim Fernempfang zu bekämpfen haben, mit einem Sperrkreis (Wellenfalle) aus, der das Gerät für die Lokalsenderwelle praktisch unempfindlich macht. Wenn zwei, drei oder mehr Sender ausgeblendet werden sollen, versagt die Sperrkreisschaltung. — Auch der Superheterodyn-Empfänger (oder — ganz allgemein gesagt — ein Gerät mit Zwischenfrequenzverstärkung) ist hier nutzlos: Jeder der lange Zeit mit Zwischenfrequenzempfängern gearbeitet hat, kennt das schwierige Problem der Ausschaltung der zahlreichen Nebenwellen des Lokalsenders. (Beim Berliner lassen sich mit einem guten Super mehr als ein Dutzend nachweisen). Es gehört wenig Phantasie dazu, sich die Katastrophe in einem Überlagerungsempfänger vorzustellen, wenn statt einem Einzigen etwa ein Dutzend Lokalsender zu bekämpfen sind. Klar, daß der Super hier einfach unmöglich ist, wenn man nicht durch Unterdrückung einer Überlagererwelle und Bandfilter die Selektivität übermäßig steigert.

So kamen die Amerikaner ganz von selbst zum Empfänger mit zwei oder drei abstimmbaren, hochselektiven Hochfrequenzverstärkerstufen, einem Audion und zwei Niederfrequenzverstärkerstufen. Die außerordentliche Zusammendrängung von Sendern an einem Platz und die große Zahl der Lokalstörungen in amerikanischen Metropolen verhalf bei diesen Standardgeräten der völligen Abschirmung zum Siege.

Man kann ruhig sagen: Das Low-Loß-Prinzip beim Hochfrequenzverstärkerbau ist dem Schirmprinzip gewichen.

Schaltet man nämlich drei abstimmenscharfe Hochfrequenzverstärkerstufen und ein Audion hintereinander, so wird man bald zur Überzeugung kommen, daß durch die Beschneidung der Seitenbänder (je 5000 Hertz zu beiden Seiten der Empfangsfrequenz müssen aus musikalischen Gründen unbedingt mitkommen!) ein musikalischer Empfang unmöglich wurde. Die Intensität der weitest entfernten Seitenbandfrequenz darf nicht um mehr als ungefähr 50% kleiner sein als die Intensität der Empfangsfrequenz. Würde man — wie früher — mit besonders gering verlustigen Kreisen arbeiten, so käme man zwar auf sehr große Lautstärken und hohe Selektivität,

würde aber unbedingt Seitenbänder beschneiden, was zu einem dünnen, armseligen Klang der Musik führen müßte. Gerade aus diesem Grunde muß ich den deutschen Bastler vor hintereinander geschalteten Hochfrequenzstufen mit kapazitiv-induktiver Rückkopplung warnen. Man stellt — um immer größere Reichweiten und Lautstärken zu erzielen — solche Kreise unwillkürlich auf so scharfe Dämpfungsreduktion ein, daß die Seitenbänder böß beschnitten werden. —

Während der Drehkondensator bei einer amerikanischen Hochfrequenzstufe ein Fabrikat mit dicken Platten und verhältnismäßig großen Plattenabständen von rubustem mechanischen Bau darstellt, ist die Gitterspule auf einen Zylinderkörper von höchstens  $4\frac{1}{2}$  cm Durchmesser mit Drahtstärken von 0,3 bis 0,5 mm gewickelt. Alle Drehkondensatoren werden durch eine oder zwei Trommelscheiben angetrieben. Gewöhnlich zwei, wobei die eine in Wellenlängen und die andere in Graden geeicht ist. Ein solcher Abstimmkreis ergibt mit der Röhre zusammen im Normalbetrieb eine Dämpfungskurve, die über den ganzen Wellenbereich gleichmäßig verläuft und 10 Kilohertz um die Resonanzspitze herum — symmetrisch nach links und rechts verteilt — nicht mehr als 50% abfällt. Also gerade das, was wir — wie oben gesagt — heute brauchen.

Zu dieser Eigendämpfung trägt wesentlich die Schirmkappe bei. Sie ist allseitig von der Spule mehr als 3 cm entfernt. Beim „Fada“ beispielsweise 5 cm. Und vollständig geschlossen bis auf ein Loch von etwa  $\frac{3}{4}$  cm Durchmesser, durch das man mit einem langen Schraubenzieher hineinfassen kann, um das Neutrodon zwecks genauer Neutralisierung einmal richtig einzustellen. Diese allseitige Geschlossenheit jeder einzelnen Hochfrequenzverstärkerstufe (die Röhre ist neuerdings nicht mehr eingeschlossen, aber sämtliche Schaltteile einschließlich des Drehkondensators) ist für die richtige Schirmung unbedingt notwendig. Die Gitterzuführung zur außen liegenden Röhre ist durch den konstruktiven Aufbau besonders kurz und in geerdetem Bleikabel verlegt.

Die amerikanischen Hochfrequenzverstärkerrohren zeichnen sich durch geringe Kapazität zwischen Gitter und Anode, robusten Aufbau und einen Durchgriff von 6% im Mittel aus. Sie werden direkt mit Wechselstrom geheizt. —

Jeder Apparatebesitzer kann, wenn er Lust hat, durch die nebenstehend dargestellte Einheit sein altes Normalgerät sofort in einen modernen Schirmgitterempfänger umwandeln; denn vollgeschirmt ist das Gerät sowieso, so daß er nur die gewöhnliche Röhre gegen eine solche mit Schutznetz auszutauschen braucht.



Eine amerikanische Schutznetzröhre, eingebaut in eine Kapsel, aus der nur unten die Steckernetzstifte herausragen.

## Nur Anodengleichrichtung!

Die Amerikaner sind effektiv weiter wie wir. In Deutschland ist die Erkenntnis noch lange nicht genügend durchgedrungen, daß jedes Audion, das für Nah- und Fernempfang gebraucht werden soll, nur in Anodengleichrichtungsschaltung arbeiten darf. Das ist eigentlich einfach und selbstverständlich. Nur schade, daß es praktisch so wenige wissen.

Ein Audion in Gitter-Gleichrichtungsschaltung vermag höchstens Spannungsamplituden bis 2,5 Volt verzerrungsfrei gleichzurichten. Man kann hier in Berlin noch in 10 Kilometer Entfernung vom Sender an guten Hochantennen Amplituden von 7 bis 10 Volt feststellen. Kein Wunder, daß ein solches Audion hier verzerren muß. Gerade diese Übersteuerung wurde seinerzeit von den Loewe-Leuten in der Dreifachröhre verhindert (nicht bewußt, aber tatsächlich, denn die Röhre arbeitete von vornherein in Anodengleichrichtung). Man schob die außerordentliche Reinheit des Empfangs mit dieser Röhre völlig zu unrecht auf den Widerstandsverstärker. In Wirklichkeit war es aber die Verhinderung von Verzerrungen im Audion, die sonst immer auftraten, wenn man ein Audion mit Gittergleichrichtung in der Nähe des Lokalsenders, d. h. mit stärkeren Spannungsamplituden wie 2,5 Volt belastet. —

Gegner der Richtverstärkung haben eingewendet, daß die Anodengleichrichtung nicht empfindlich genug wäre. Das ist nur solange richtig gewesen, als man hierzu nicht Röhren niedrigen Durchgriffs verwenden konnte, und nicht grundsätzlich in die Anodenleitung einen hohen Widerstand von 3–8 Megohm einschaltete. Heute ist dies aber selbstverständlich. Jedes Audion mit Anodengleichrichtung wird heute mit diesem hohen Widerstand im Anodenkreis versehen und erhält, wenn es rückgekoppelt sein soll, parallel zu diesem Widerstand zur Hochfrequenzüberbrückung einen Drehkondensator von 250 cm. Tatsächlich erreicht man hierdurch praktisch eine Vergrößerung der dynamischen Steilheit der Röhre, die bis zum Grenzwert (gleich der statischen Steilheit) ansteigen kann und eine solche Empfindlichkeitssteigerung des Audions nach Richtung kleiner Hochfrequenzwechselspannungen, daß sie im Maximum die der Gittergleichrichtung erreicht.

Also: Durch die Richtverstärkung mit Audionröhren niedrigen Durchgriffs, hoher Anodenspannung und hoher Anodenwiderstände, welche für Hochfrequenz durch einen Drehkondensator überbrückt sind, erreicht man die gleiche Empfindlichkeit wie bei Gittergleichrichtung, aber eine solche Verbreiterung des verzerrungsfrei steuerbaren Gitterwechselspannungsbereichs, daß unter normalen Verhältnissen nichtlineare Verzerrungen auch beim Empfang des Lokalsenders völlig ausgeschaltet werden.

Das Richtverstärker-Audion mit Hochohmwiderstand bedarf keiner Amplitudbegrenzung und ist auf seinem Gebiet etwa das gleiche wie der elektro-dynamische Lautsprecher gegenüber dem elektro-magnetischen gewöhnlicher Art.

## Die Amplitudbegrenzung

Das ist ein finsteres Kapitel in der deutschen Radioindustrie! Wenn man einen Sender übersteuert (Prag krankte daran fast ein Jahr), dann ist die Musik in der unglaublichsten Weise verzerrt. Unser Ohr ist für Frequenzabhängigkeiten so wenig empfindlich, daß es kaum eine Rolle spielt, ob die Amplituden in Abhängigkeit von der Frequenz bis zu 50% verfälscht sind. Durch die Differenzierung der Instrumente unseres heutigen Orchesters nach Richtung der Klangfarben aber haben wir uns eine außerordentliche Feinhörigkeit für die Zahl, richtige Frequenzlage und naturgetreue Amplitude der Oberschwingungen in einem Klangbild angewöhnt. Bei Übersteuerung, ganz gleich, ob sie am Sender oder Empfänger liegt, wird nun das Klangbild in der Weise gefälscht, daß artfremde Oberschwingungen hinzukommen, bei Sprache z. B. die Stimme ihres persönlichen Charakters entkleidet wird. Und derartige Klanglügen beleidigen unser Ohr aufs empfindlichste. Darum ist die Vermeidung nichtlinearer Verzerrungen oder, anders gesagt, die Vermeidung von Übersteuerungen im Empfänger oder Verstärker eine der wichtigsten Aufgaben des Konstrukteurs. Über die Verzerrungen, die durch das Audion entstehen können, haben wir oben gesprochen. Aber auch beim Hochfrequenzverstärker können sie auftreten. Man muß deshalb — wie dies in allen amerikanischen Empfängern gemacht wird — irgend eine Amplitudbegrenzung anbringen, die in Tätigkeit tritt, wenn wir den starken Lokalsender aufnehmen. Ein regelbarer Hochohmwiderstand 1000 bis 50 000 Ohm parallel zur Leitung Antenne — Erde oder parallel zur Primärseite von einem der Hochfrequenztransformatoren oder ein solcher Widerstand in einer der Gitterleitungen beim Hochfrequenzverstärker tut gute Dienste. Manchmal wird auch schon die Verstimmung eines Kreises gegen den anderen ge-

nügen. Die alleinige Regelung der Verstärkerkraft durch den Heizwiderstand kann aus vielen Gründen nicht empfohlen werden. Beim Niederfrequenzteil der Anlage schaltet man einen Hochohmwiderstand gleicher Größe parallel zu einer der Sekundärseiten der beiden Niederfrequenztransformatoren. Bei Grammophonplattenverstärkung kommt ein Potentiometer von 1000 Ohm parallel zur Elektrode.

## Ohne Leistung keine Leistung

Soll heißen: Wenn in den Endverstärker nicht eine gehörige Leistung hineingesteckt wird, so kann auch nie und nimmer eine reine Wiedergabe herauskommen.

Unsere RE 134 als Endröhre gibt bei 180 Volt Anodenspannung maximal höchstens 0,3 Watt Endleistung verzerrungsfrei ab. Rechnen wir mit Energieschwankungen von nur 1:50 zwischen Pianissimo und schärfstem Fortissimo, so würde beim Pianissimo  $\frac{1}{50}$  von 0,3 Watt, also 0,006 Watt wirksam sein. Das ist aber so wenig, daß die meisten Lautsprecher dabei in kaum hörbaren Flüsterton verfallen. Stellen wir die Amplitudbegrenzung nun so ein, daß im Pianissimo  $\frac{1}{100}$  Watt wirksam ist, so wäre beim schärfsten Fortissimo  $\frac{1}{2}$  Watt wirksam. Da die Röhre nur 0,3 Watt aushält (trotzdem wir die schon verhältnismäßig hohe Anodenspannung von 180 Volt angenommen haben), würden bei jeder Fortissimostelle nichtlineare Verzerrungen durch Übersteuerung der Endröhre auftreten. Darum verwenden die Amerikaner in der Endstufe starke Röhren wie die UX 250, die bis zu 4,5 Watt bei einer Anodenspannung von 450 Volt abgeben kann. Die etwas kleinere amerikanische Endröhre UX 210 wird gewöhnlich im Gegentakt geschaltet, um größere Endleistungen aus ihr entnehmen zu können. Dabei denken die Amerikaner — wobei sie sich mit unserer Wissenschaft decken — an einen Leistungsbedarf der Zimmerlautsprecher von mindestens  $\frac{1}{2}$  Watt und in größeren Räumen von 5 Watt.

Die Verhütung der Übersteuerung beim Hochfrequenzverstärker und beim Audion verbürgt solange keinen reinen Empfang, als wir nicht auch in der Endstufe eine genügende Leistungsreserve, die sicher vor Übersteuerungen bewahrt, haben. Die deutsche Industrie kündigt zwar für den Herbst die Konstruktion neuer Endverstärkertypen an, bisher haben wir aber nur von der Radioröhrenfabrik, Hamburg (Valvo) eine solche Endverstärkeröhre gesehen, LK 4130, mit der man nach ihren Daten etwa zwei Watt verzerrungsfrei durchsteuern kann. Solange solche Röhren nicht auf dem Markt sind, und große Lautstärken verlangt werden, gibt es nur den einen Weg, Übersteuerungen der Endröhre zu vermeiden: Man benützt die höchst zulässige Anodenspannung und schaltet eine größere Zahl von Röhren parallel.

Die Vermeidung von Übersteuerungen beim Hochfrequenzverstärker, Audion und Niederfrequenzverstärker erscheint so zunächst als wichtigste Aufgabe bei der Konstruktion moderner Rundfunkgeräte. Der Amateur aber, der auf dem Lande wohnt und keinen Lokalsender zu befürchten hat, braucht solcherlei Schwierigkeiten lange nicht in dem Maße zu berücksichtigen wie der Konstrukteur in der Fabrik, der ja einen Apparat baut, welcher für alle Interessenten in Betracht kommt.

(Schluß folgt.)

O. Kappelmayer.

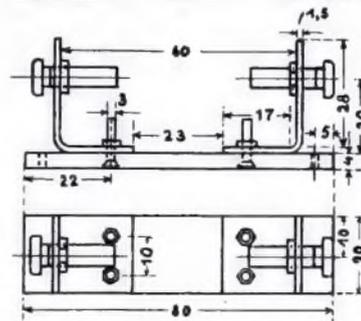
## Ein praktischer Halter für Hochohmwiderstände

Schon seit längerer Zeit sind im Handel Halter für Hochohmwiderstände erhältlich, bei denen die Befestigung der Widerstände durch Festschrauben erfolgt. Ihre Preise sind jedoch ziemlich hoch. Der hier beschriebene Halter steht ohne Zweifel diesen an Güte nicht nach.

Nur der Platzbedarf ist etwas größer. Doch läßt sich das in Kauf nehmen, da diese Art von Haltern denen mit Federn mechanisch und elektrisch überlegen sind. Auch sind die Kosten sehr gering. Man benötigt zwei je ca. 50 mm lange, 20 mm breite und 1,5 mm starke Messingstücke, die in dieser Breite und Stärke als Bandmessing in Eisenwarengeschäften käuflich sind. Außerdem vier 3 mm starke und ca. 15 mm lange Linsenkopfschrauben, die zur Befestigung der Messingträger und des Anschlußdrahtes dienen. Dann sind noch zwei 4-mm-Buchsen

und ein Stück Hartgummi oder Troitz erforderlich. Der weitere Aufbau und die Maße sind deutlich aus den beiden Zeichnungen ersichtlich. In die Messingträger ist in den bezeichneten Höhen (20 mm vom oberen Rande des Sockels) je ein 6 mm großes Loch gebohrt und direkt anschließend an dieses je eine Mutter der beiden Buchsen gelötet. Dies geschieht am besten dadurch, daß man erst Mutter und Messing verzinkt und dann die heiße (doch nicht glühende) Mutter dagegendrückt. Die Buchsen sind in ihren Lagern, den Muttern, beweglich, und so ist die Möglichkeit gegeben, für jede Größe von Hochohmwiderständen einen sicheren Anschluß zu schaffen.

R. B.



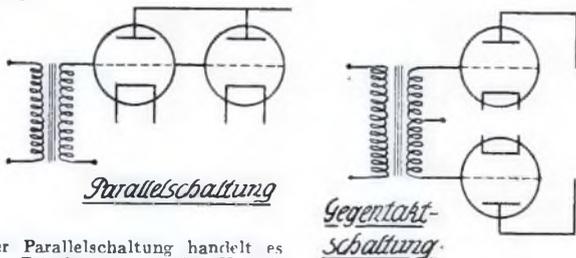
# Endstufeparallel oder Gegentakt? Grundprinzip- Vorteile und Nachteile

Gerade gute Lautsprecher können „verzerrn“.

Ein großer Teil der in Lautsprecher auftretenden Verzerrungen ist heute immer noch auf Amplitudenverzerrungen durch die Übersteuerung der Endröhre zurückzuführen. Bei den ersten Lautsprechern, sowohl mit als auch ohne Trichter, waren Klirrtöne, die durch Übersteuern der Endröhren verursacht wurden, ziemlich weitgehend unterdrückt und damit selbstverständlich auch ein wesentlicher Teil der Feinheiten von Sprache und Musik. Diese Lautsprecher hatten nicht für alle Frequenzen gleiche Wiedergabefähigkeit, sie bevorzugten die Mittellage und vernachlässigten die tiefsten und die höchsten Töne, zu denen auch ausschließlich die Klirrtöne gehören. Die Industrie hat heute bereits eine Anzahl recht brauchbarer Lautsprecher, wie Falzlautsprecher, Konus und dergl. auf den Markt gebracht. Diese Instrumente geben die Frequenzen von 100—10000 Hertz ziemlich gleichmäßig und die von 250—5000 Hertz meist konstant wieder. Es ist klar, daß solche Lautsprecher auch alle Klirrtöne der übersteuerten Röhren wiedergeben und deshalb an die Verstärkeranlage ganz erhebliche Anforderungen stellen. Ich möchte hier von der Kopplungsart — sei es Transformator-, sei es Widerstands- oder Gitterstromkopplung — vollkommen absehen. Ich mache die Voraussetzung, daß sie keinerlei Verzerrungen hervorrufen solle. Gleichzeitig möchte ich aber nicht versäumen, an dieser Stelle festzulegen, daß für eine einwandfreie Verstärkung nicht unbedingt eine Widerstandsverstärkung notwendig ist. Diese Verstärkungsart bietet nämlich gegenüber einem richtig gebauten Transformatorverstärker in Kaskaden- oder besser noch in Gegentaktanschaltung keinerlei Vorzüge. Beim Umschalten von einem einwandfreien Widerstandsverstärker auf einen einwandfreien Transformatorverstärker wird niemand einen Unterschied in der Klangfärbung feststellen können. Die Mode des Widerstandsverstärkerbaues war eigentlich hauptsächlich durch das Fehlen guter Transformatoren bedingt. Dieser Mißstand ist ja heute vollständig behoben.

## Keine Parallelkondensatoren!

Bevor wir auf unser Thema eingehen, möchte ich auf eine andere, sehr verbreitete Unart aufmerksam machen. Viele Bastler suchen die Klirrtöne der übersteuerten Endröhre dadurch zu beseitigen, daß sie parallel zum Lautsprecher einen größeren Kondensator schalten. Es ist das ein ganz grausames Mittel; zwar werden die Störtöne zum Verschwinden gebracht, aber wie der Kondensator für sie einen Nebenschluß bildet, so bildet er auch einen für die hohen Frequenzen von Musik und Sprache. Die Musik wird ihrer Feinheiten vollkommen beraubt und auf eine tiefere Tonlage umgefärbt. Man beschränkt dadurch also die Wiedergabe des Lautsprechers wieder auf mittlere Frequenzen und ist damit wieder am Anfang der Lautsprecherentwicklung angelangt.



Bei der Parallelschaltung handelt es sich im Prinzip nur um eine Vergrößerung der wirksamen Elektronen in der Röhre. Hier z. B. wird der Heizfaden, das Gitter und die Anode doppelt so groß

Bei der Gegentaktanschaltung erhalten die beiden Steuergitter abwechselnd denselben Impuls

Will man einwandfreie Wiedergabe, so muß die Endstufe tadellos gebaut und so bemessen sein, daß Übersteuerungen auf keinen Fall auftreten. Gewöhnlich wird man ja mit einer End-

röhre von 50 MA Emission und einer Steilheit von 2 MA/V bei einer Anodenspannung von 220 Volt auskommen. Oft aber wird die Leistung einer solchen Anlage nicht ausreichen, um ein größeres Zimmer zu füllen. Wir haben nun zwei Verfahren, um die Leistung des Endverstärkers zu erhöhen: Erstens die Gegentakt- und zweitens die Parallelschaltung mehrerer Lautsprecherröhren. Über die Anwendung und Wirkungsweise bestehen noch oft sehr große Unklarheiten, so daß ich die beiden Verfahren hier kurz charakterisieren will.

## Gegentakt.

Betrachten wir zuerst die Endstufe im Gegentakt! Auf die Theorie dieser Schaltung kann ich im Rahmen dieses Aufsatzes nicht näher eingehen. Ich verweise auf frühere Artikel über Gegentaktverstärker<sup>1)</sup>. Wenden wir uns also gleich der praktischen Seite zu. Wann wird man die Endstufe eines Verstärkers in Gegentakt bauen? Die Antwort lautet: In zwei Fällen; 1. um für Lautsprecherbetrieb gewöhnliche Verstärkerröhren anwenden zu können, oder 2. um dem Verstärker größere Energien zuführen zu können (und dadurch größere Lautstärke zu erzielen). Kurz, um einen weiteren Arbeitsbereich zu erhalten. Es besteht nun vielfach die Meinung, es würde eine Gegentaktstufe die Lautstärke eines gewöhnlichen Zweifachverstärkers besitzen, diese Ansicht ist vollkommen falsch. Der Verstärkungsfaktor der Gegentaktanschaltung ist zwar ein verhältnismäßig guter, aber die Lautstärke ist ungefähr gleich der eines normalen Einröhrenverstärkers (also nicht doppelt so groß!). Die Steilheit der beiden Röhren verändert sich nicht (!). Der große Vorteil der Gegentaktanschaltung ist, abgesehen von der „unverzerrten Verstärkung“, lediglich der, daß man ihr annähernd die doppelte Energie vom Empfänger aus zuführen kann, die man einer gewöhnlichen Endröhre zuführen dürfte. Der Gegentaktverstärker liefert also wohl größere Lautstärken, aber nicht auf Grund des Verstärkungsfaktors, sondern auf Grund eines Mehraufwandes an Empfangsenergie. Deshalb ist es auch möglich, zwei kleinere Verstärkerröhren, von denen eine wegen Übersteuerung unbrauchbar wäre, in Gegentaktanschaltung für mittlere Leistung zu verwenden<sup>2)</sup>.

## Die Wechselspannung wird nämlich in zwei Raten verabreicht.

Jede Hälfte wird einzeln von je einer Röhre ohne Verzerrung verstärkt. Am Ausgange addieren sich die Schwankungen (Schluß Seite 272)

- 1) „Bastler“ Nr. 41/1927 „Der kombinierte Gegentaktverstärker“.
- 2) Worauf diese Eigenschaft des Gegentaktverstärkers beruht, ist leicht zu verstehen. An der Primärseite eines Transformators wirke ein Wechselstrom so, daß an der Sekundärseite desselben Wechselspannungen von  $\pm 2$  Volt auftreten. Diese Wechselspannungen werden dem Gitter der Endröhre zugeführt. Sie habe die Charakteristik, die in Abb. 1 angegeben ist. Wir sehen dann aus dieser Abbildung, daß unsere Röhre nicht imstande ist, Wechselspannungen von  $\pm 2$  Volt verzerrungsfrei in Stromschwankungen umzusetzen, es treten Amplitudenverzerrungen auf (Klirrtöne und dergl.). Wir haben also den Fall, daß die vorhandene Energie nicht voll verwendet werden kann, da die Endröhre übersteuert wird. Hier ist die Gegentaktanschaltung am Platze. Warum bei ihr keine Frequenzverzerrungen auftreten, ersehen wir aus Abb. 2. An

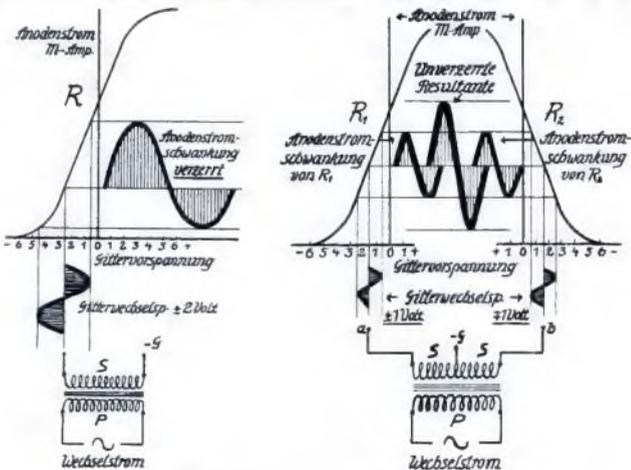


Abb. 1 Zur Gegentaktanschaltung. Abb. 2 Für eine einzige Röhre sind zwei gleich große Röhren in Gegentakt die Spannungsschwankungen verarbeiteten. Resultat: Verzerrte Verstärkung Verstärkung unverzerrt

der Primärseite wirkt wieder der gleiche Wechselstrom wie im vorhergehenden Falle. Wir würden also bei einem gewöhnlichen Transformator eine Gitterwechselspannung von  $\pm 2$  Volt erhalten. Beim Gegentakttransformator ist das ganz anders. Wir erhalten nämlich statt einer Gitterwechselspannung von  $\pm 2$  Volt eine solche von  $\pm 1$  Volt bei a und  $\pm 1$  Volt bei b (Abb. 2).



Von C. Hertweck,  
Neckargartach

Unterzubringen waren vier Drehkondensatoren,<sup>1)</sup> ein Panzer für drei Zwischenfrequenzstufen, drei Panzerspulen und die erforderlichen Röhrensockel mit einer NF-Stufe. Bei meinem Meta 6<sup>2)</sup> hatte ich mal ein eisernes Chassis verwendet. Es sind elektrisch absolut

keine Bedenken dagegen vorzubringen, mechanisch wird der Aufbau ungemein solide und doch luftig und elegant, nur ist das Eisengestell für den durchschnittlichen Bastler schwer herzustellen. Ich habe mir lange überlegt, wie das anders zu machen ginge, bin aber wegen der Eleganz des Aufbaues doch wieder zum Eisenchassis zurückgekehrt. Es wäre sehr erfreulich, wenn sich unter den Lesern dieses Artikels ein Schlosser befände, der bereit wäre, solche Gestelle anzufertigen.

### Das Chassis

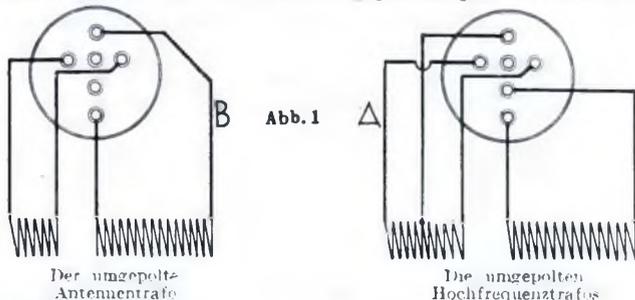
Über den Bau des Chassis selbst brauche ich wohl nichts mehr zu sagen, nach der Blaupause<sup>3)</sup> und den Photos muß man es machen können. Wer es nicht kann, läßt besser die Finger davon und das Chassis beim Schlosser machen. Genietet wird mit 4-mm-Nieten kalt, alle Verbindungsstellen werden vor dem Nieten einigermassen blankgemacht, da das Chassis negative Heizspannung führen soll. Die Befestigungslöcher für Einzelteile werden 3,5 mm gebohrt, man hat dann mit 3 mm Montageschrauben Luft, auch wenn einem der Bohrer einmal etwas verlaufen ist. Die Röhrensockel sind auf Flacheisen gesetzt, die zwischen die Winkel III und IV genietet werden. Der Sockel des Oszillators ist in der Blaupause auch auf ein solches Stückchen Bandeisen gesetzt, in den Photos sieht man ihn etwas verzweifelt seitlich an den Winkel III gepappt, da ich seine Notwendigkeit erst nachträglich erkannte.

Wenn man das Chassis vom Schlosser anfertigen läßt, muß man mit RM. 25.— bis 30.— Kosten rechnen; das Eisen dazu kostet bei Selbstbau nur etwa RM. 5.—, hoch gerechnet.

Nach der Fertigstellung wird das Chassis mit der Feilenbürste gereinigt (groben Rost hat man schon vorher mit der Feilenkuppe abgestoßen) und mit schwarzem Spritlack zweimal gestrichen. Man hüte sich, zuviel Lack hinzuschmieren, der nur wieder abbröckeln würde. Mit einem großen Pinsel wird alles eben überfahren.

### Der Panzer

Ein weiteres Kapitel für sich ist der Panzerkasten für den Zwischenfrequenzverstärker. Ein Kasten, an dem nichts auszusetzen ist, ist zu erhalten bei Metallwarenfabrik Fischer-Eckert, Heilbronn. Die Firma besitzt von mir eine Zeichnung und fertigt mit einer Lieferzeit von acht Tagen den Panzer unter der Bezeichnung „Dreifachkasten für Panzerachter“ zum Preise von RM. 22.— an. Nach aufgegebener genauer Zeichnung



1) Vgl. „Wie ich zu meinem Superacht kam“. 2. Augustheft; dort auch das Schaltenschema.  
2) Vgl. „Bastler“ Nr. 24, 25 (1927) 3) Nr. 40, Preis 2,80 M.

werden auch andere Panzerkästen in jeder Materialstärke gebaut. Der Panzer wird ungebohrt geliefert. Die Befestigungslöcher werden nach denen im Chassis angerissen, die übrigen nach den Einzelteilen.

### Die Spulen

Die Panzerspulen sind Radixspulen; leider müssen wir sie abmontieren und den teuren Hartgummiboden fortwerfen. Von Spulen können wir zwei normale Prim. Centr. gebrauchen; die müssen wir loslöten und die Anschlüsse so an die Stecker führen, wie dies die Skizze (Abb. 1) zeigt. Ich selbst habe es vorgezogen, alles abzureißen und ganz neue Wicklungen aufzubringen. Das hat verschiedene Vorteile.

Die Primärspule kann ich wickeln, wie das Ranke macht, nämlich mit zwei parallelen Drähten. Dann kann ich ihr nur zwanzig Windungen geben, also jedem Draht zehn, dadurch steigt meine Selektion. Die Sekundärspule wickle ich mit Massivdraht anstatt mit Hochfrequenzlitze. Verwendet werden achtzig Windungen 0,5 mm Doppelbaumwolldraht. Achtzig Windungen sind zuviel. Unter Empfang von Zürich wird soviel abgewickelt, bis die Kondensatoren beider Spulen auf Skalenteil 95 der hundertteiligen Skala stehen.

Wie dies die Skizze zeigt, kommen an die Stecker des unteren Spulendeckels starke Kupferdrähte, an die erst die Spulendrähte nach Skizze (Abb. 2) gelötet werden. Wenn die Drähte stark genug sind, brauchen sie nicht isoliert zu werden.

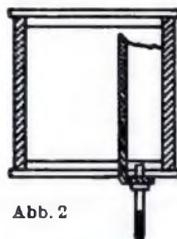


Abb. 2

Wie die Spulenschlüsse zu den Steckern geführt werden

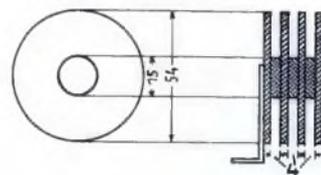


Abb. 4. Maßzeichnung zu einem Zwischenfrequenztransformator

Die dritte Spule, die Oszillatorspule, hat keine Mittelanzapfung der Primärseite, die hier vierzig Windungen hat und als Rückkopplungsspule gebraucht wird. Die Sekundärseite hat wieder achtzig und mitläufig vorläufig zuviel Windungen.

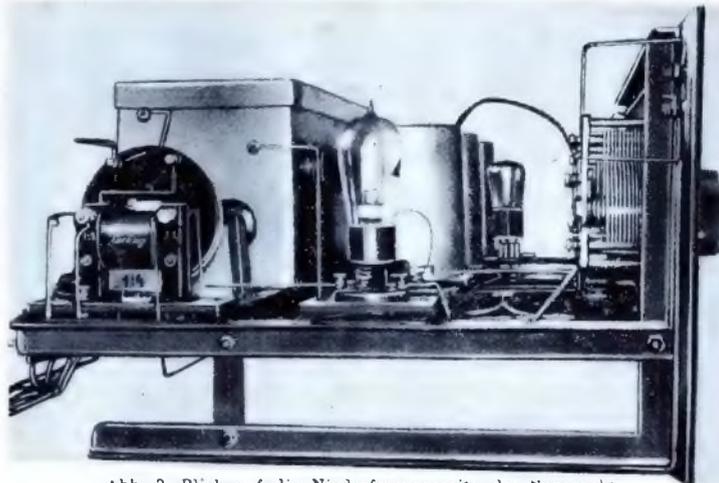


Abb. 3. Blick auf die Niederfrequenzseite des Superacht.

### Die Zwischenfrequenztransformatoren

Ihre Herstellung ist sehr einfach. Nach Skizze (Abb. 4) werden Scheiben aus 4-mm-Pertinax ausgesägt, mit einer langen Montageschraube unter sich und mit dem Befestigungswinkel verschraubt und vollgewickelt. Gebraucht wird 0,2-mm-Doppel-seidendraht. Zuerst wird die Primärseite mit 400 Windungen vollgewickelt, dann kommen die beiden Hälften der Sekundärseite mit je genau soviel Windungen dran. Wie aus den Photos zu ersehen, sind die Spulen des Filtertransformators getrennt, die beiden Hälften der Sekundärseite, die übrigens immer gleichsinnig gewickelt sein müssen, sind unmittelbar nebeneinander. Die Primärseite hat einen etwas stärkeren Kern laut Abb. 5

und darauf 600 Windungen. Die Befestigungsschraube dieser Spule läuft in einem Schlitz in der Panzerwand, um die Kopp- lung günstigst einstellen zu können. Man beachte die Photos. Die Drahtenden läßt man zehn Zentimeter frei in die Welt gucken.

**Die Fertigmontage.**

Zuerst beginnt man mit der Montage des Panzerkastens nach der Blaupause. Nachdem man die Befestigungslöcher für das Chassis gebohrt hat, werden die übrigen Löcher nach den Einzelteilen gebohrt, wobei man darauf achtet, mit keinem Loch ein Chassiseisen zu treffen. Erst werden die Röhrensockel montiert, Radixsockel, deren eine Heizklemme man umdreht und als Befestigungsschraube verwendet. Man spart dadurch die negative Heizleitung. Das eine Ende des Silitstabhalters führt an — Heizleitung. Auch dort bohren wir ganz durch und verwenden die Klemme gleich als Befestigung. Ebenso führt die Mittelanzapfung der Sekundärseite des dritten Transformators an eine Befestigungsschraube, genau wie das eine Potentiometerende.

Wenn die Röhrensockel sitzen, müssen isolierte Klemmen eingesetzt werden. Man braucht eigentlich eine Förg-Schraubenschachtel; ich habe dazu die abfallenden Schraubenbolzen und Muttern von den Radixspulen genommen. Ein Bolzen ist 3 mm stark. Darüber kommt ein 3 mm langes Stück Isolierschlauch.



Abb. 5 Maße zum Filter, sonst wie die Zwischen- transformier

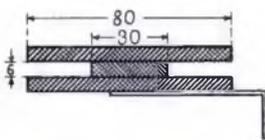


Abb. 6 Maße zur Audiodrossel

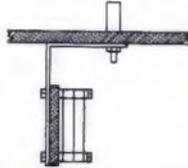
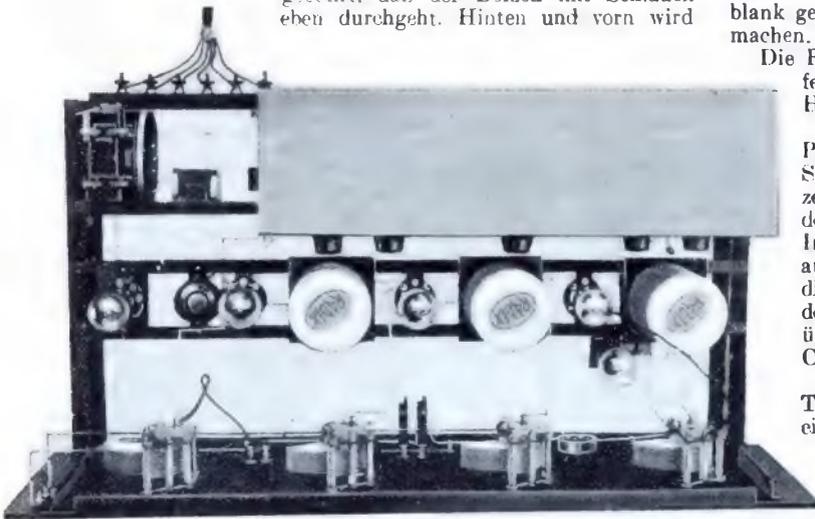


Abb. 7 Die Befestigung der Neutrodome an den Spulenbuchsen

Das Loch in der Panzerwand wird so weit gebohrt, daß der Bolzen mit Schlauch eben durchgeht. Hinten und vorn wird



Die Eigenartigkeit des Superacht ist wohl am besten aus diesen beiden Photos zu ersehen, die das Gerät von oben und unten zeigen

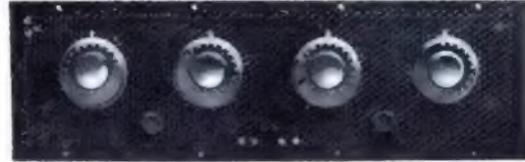
ein Pertinaxscheibchen aufgeschoben (Papier tut's auch), dann werden zwei Muttern aufgeschraubt. Der Bolzen sitzt wohlisoliert im Panzerblech. Es ist gut, noch zu kontrollieren. Wo die Bolzen hin müssen, ist aus der Blaupause zu ersehen, man nummeriere sie auch entsprechend. In den Photos ist bei Bolzen I und II noch ein dritter zu sehen, der fortfällt. Beim Bohren der Löcher darf man nicht zu sehr drücken, da sonst gewaltige Grat- aufgetrieben werden, die auf der Innenseite schwer zu entfernen sind.

Erst wenn Sockel und Bolzen sitzen, werden Drehkondensatoren und Heizwiderstand mit Potentiometer angebracht. Die Atombdrehkondensatoren dürfen ohne weiteres auf das Panzerblech geschraubt werden, bei Widerstand und Potentiometer ist sehr sorgfältig darauf zu achten, daß die Achsen und überhaupt leitende Teile den Panzer nirgends berühren; also Löcher genügend weit bohren!

Die Drahtführung kann nach der Blaupause gleich ange- fangen werden. Für die Schleiferleitung des Potentiometers und die Anodenspannung werden in die Zwischenwände am oberen Rande Löcher gebohrt und mit Isolierschlauch ausgebüch- st. Alle übrigen durchgehenden Leitungen gehen durch die Aus- sparungen am unteren Rande der Zwischenwände und sind aus Wachsdraht. Die Drehkondensatoren erhalten an jede einen 5 cm langen Drahtstummel.

Ist soweit alles fertig, so werden die Transformatoren ein- gesetzt und die Drähte entsprechend mit den Drahtenden der Kondensatoren verlötet.

Der Niederfrequenztransformator sitzt mit der Drossel (Abb. 6) zusammen und einem Ableitblock auf einem Trolit- plättchen über Winkel V und VI (siehe Blaupause). Der Trans- formator soll nicht über 1:4 haben und so schwer wie mög- lich sein. Der Körtling in meinem Gerät ist gerade untere



Ein richtig- gehender Rennwagen, der Superacht

Grenze. Ich habe nur eine NF-Stufe, weil sie immer ausreicht und eine zweite nur überlastet würde. Bei den bekannten drei Dutzend starken Sendern wird sogar diese eine Stufe im trauten Verein mit dem Audion überlastet, wenn man alles scharf abstimmt.

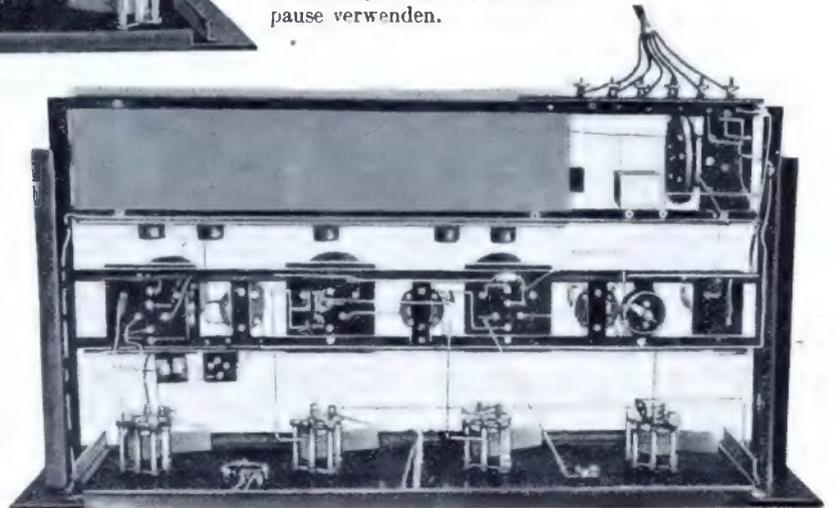
Die Drossel ist etwas reichlich groß geraten, ich habe jhr fünfhundert Windungen gegeben. Dreihundert genügen eben- falls; wenn man nicht einfach eine 300er Wabe nehmen will, kann sie nach Skizze und Photos leicht angefertigt werden.

Die Hochfrequenztransformatoren habe ich auf 90:90 mm große rechteckige Trolitplättchen montiert und Kapselunterteil samt Plättchen mit durchgehenden Schrauben auf dem Chassis festgeschraubt. Die Löcher für diese Schrauben im Chassis werden mit einem 8- bis 10-mm-Bohrer leicht ausgesenkt und blank gemacht, damit die Muttern gut Kontakt mit dem Eisen machen.

Die Röhrensockel müssen jetzt allerdings mit beiden Bolzen festgemacht werden, von denen der eine mit der einen Heizklemme verbunden wird.

Die Neutrodome, Radix, von denen wir jede zweite Platte abnehmen, werden mit Messingwinkeln so an den Spulenbuchsen festgeschraubt, wie dies die Abb. 7 genauer zeigt. Man achte darauf, daß von den Achsen der Neutro- done die eine nach links, die andere nach rechts guckt. In jede Achse wird ein Schlitz gesägt, so daß man von außen mit einem schraubenzieherartig gespitzen Holzspan die Neutrodome stellen kann. Im meinem Gerät sitzt eines der Neutrodome auf der Vorderplatte; dies ist absolut überflüssig und darum wurde es in die Blaupause als am Chassis befestigt verzeichnet.

Der Heizwiderstand für die HF-Röhren ist an einem Trolitstreifen über Winkel III und IV befestigt. Man kann einen gewöhnlichen wie in den Photos oder einen Zylin- derwiderstand wie in der Blau- pause verwenden.

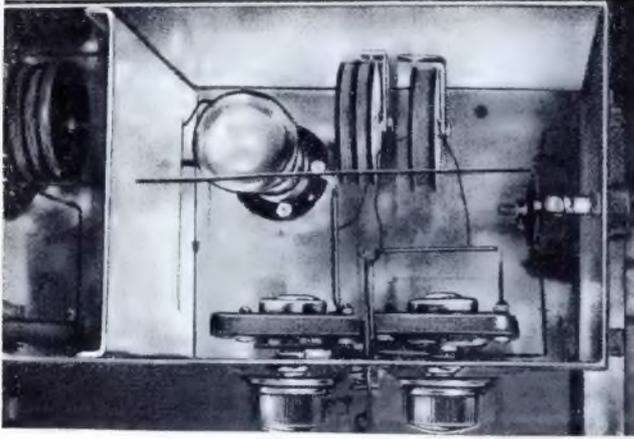


Der Sockel für die Niederfrequenzröhre sitzt natürlich auch auf einem Bandeisestückchen. In den Photos ist er auf Trolit

sitzend zu sehen, da ich ihn erst nachträglich einsetzte und im fertigen Gerät nicht mehr herumrieten wollte.

Für den Oszillator braucht man noch einen Silitstahthalter, den ich in meinem Gerät wohl oder übel auf die Unterseite eines Spulenplättchens kleben mußte. Der solide Bastler wird ihn natürlich an Winkel IV schrauben, wie in der Blaupause, und entsprechende Löcher vorsehen. Die Blocks, die überall noch herumliegen, können an den Leitungen aufgehängt werden.

Wir brauchen zwei Schalter, einen für den Apparat vor dem Audion und einen für den Verstärker. Ich habe, wie im Meta 6, die zwei selbst gemacht und zwar als Schlüsselschalter. Es mag sich da jeder selbst etwas ausdenken oder Schalter der Industrie nehmen.



Die Filterbox

Position	Materialliste	Anzahl	Preis
	Art		
1	Drehkondensatoren Förg Erika, Feinstellung nicht unbedingt notwendig, besondere Knöpfe wünschenswert	4	36— 48
2	Radixtransformatoren mit Basen evtl. für vollen Wellenbereich von 200 bis 2000 m. Becher normal, Transformer „Prim. Centr.“	3	48— 75
3	Drehkondensatoren für Zwischenfrequenz, Glimmertyp, 500 cm, Atomfrequenz mit Knöpfchen	5	15— 20
4	Niederfrequenztransformator 1:4, möglichst große und schwer, Primärseite mindestens 4000 Windungen	1	10— 20
5	Drosselspule Selbstanfertigung oder 300 Honigwabe, auch käuflich	1	1— 7
6	Potentiometer, 500 Ohm, Metallgerüst mit Vorsicht zu genießen, möglichst voll Isoliermaterial	1	2— 3
7	Heizwiderstand, 15 Ohm, weiter nicht kritisch, sonst wie Potentiometer	1	1— 2
8	Röhrensockel, wegen einfacher Montage Radix, auch NSF oder ähnliches brauchbar	8	8— 16
9	Heizwiderstand wie Pos. 7, kann auch Zylinderwiderstand sein	1	1— 2
10	Silitstahthalter für Oszillator mit 2 Megohm Widerstand	1	1— 2
11	Silithalter für Audion mit 1 Megohm Widerstand	1	1— 2
12	Zwischentransformator Selbstbau nach Skizze, einer mit Mittelabgriff der Sek.-Seite	2	2— 3
13	Filtertransformator, nach Zeichnung und Photo	1	3— 4
14	Gitterblockkondensator 500 cm	1	1— 2
15	Gitterblock 1000 cm	1	1— 2
16	Anodenausgleichblock 5000 cm	1	1— 2
17	Audionableitblock 2000 cm	1	1— 2
18	Anodenausgleichblock 2 MF	1	2— 3
19	Panzerkasten für Zwischenverstärker, Selbstanfertigung oder Sonderanfertigung durch Fabrik	1	5— 23
20	Neutrodome, möglichst leicht und klein, Radix einfach	2	3— 4
21	Heizschalter, Selbstbau oder Förg-Schalter	2	1— 4
22	Chassis Eisen, Selbstanfertigung oder Sonderanfertigung durch Schlosser nach Zeichnung. Einschließlich zweier Winkel für Frontplatte	1	5— 25
23	Frontplatte Aluminium gebeizt oder Trolit gaufriert	1	6— 12
24	Schraubenmaterial. Förg-Schachtel	1	4— 5
25	Klemmen und Buchsen	—	2— 6
26	Schaltdraht, Dynamodraht, Spulendraht, sofern nicht in Transformer bereits eingerechnet	—	5— 10
27	Apparatkasten, Holz nach Geschmack	—	20— 60
	Insgesamt RM.		186—364
	Dazu Röhren 2 VT 128		14 RM.
	5 VT 112		30 RM.
	1 DM 300		5 RM.
			49 RM.

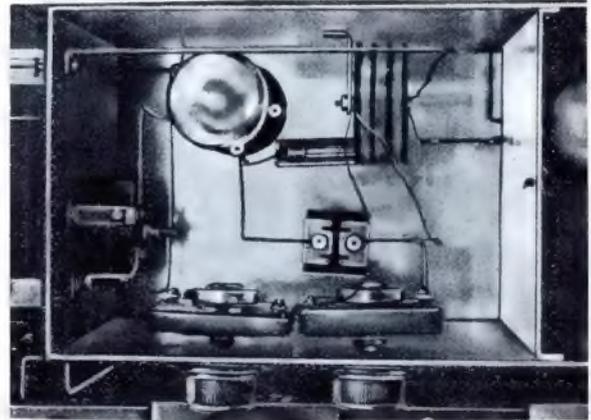
Die Drehkondensatoren sind die Förg-Mittellinien, Modell Erika. Ein sehr feiner Herr wird hier zweifellos Frequenzkondensatoren verwenden wollen; dagegen ist nichts zu sagen, nur sind die Erikas genau so vorteilhaft. Feinstellung habe ich nicht verwendet, ich habe nun einmal eine Antipathie dagegen und gebe gern zu, daß dies zu fünfzig Prozent eine persönliche Schrulle ist. Ich ziehe die großen Mammutskalen vor. Übrigens wird man schwerlich um besondere Knöpfe herkommen, denn die mitgelieferten kleinen Knöpfe sehen auf der Riesenplatte gar zu putzig aus, sie gehen förmlich darauf verloren.

Als Vorderplatte habe ich rhombisch gemustertes Trolit verwendet, einzig und allein weil es gut aussieht. Man kann ebensogut 5 mm starkes Aluminium nehmen, das auch sehr gut aussieht und muß dann nur die beiden Rahmenbuchsen und den Oszillatorkondensator isoliert durchführen. Nicht vergessen darf man die beiden Winkel Nr. I und II an Ober- bzw. Unterkante der Schaltplatte, sie würde sonst zu leicht brechen oder sich mindestens durchschlagen.

Übrigens brauchen wir die Vorderplatte gleich, nachdem das Chassis fertig ist. In die Flansche der aufrechtstehenden T-Eisen werden je zwei 3,5-mm-Löcher gebohrt und dann die Trolitplatte mit der Vorderseite nach unten auf den Tisch gelegt. Das Chassis wird „aufs Gesicht“ daraufgestellt, ausgemittelt, einigermaßen im Winkel ausgerichtet und die Bohrlöcher in der Trolitplatte angerissen; zur Probe wird sie festgeschraubt, um dann gleich wieder abgenommen zu werden.

Des weiteren brauchen wir noch ein Klemmbrettchen für die Batterieanschlüsse, sechs an der Zahl, und eine Buchse, in die die Erdeleitung gestöpselt wird. Wenn wir auch mit Rahmen empfangen, erden müssen wir deswegen doch.

In der Reihenfolge, wie ich das hier beschrieben habe, wird das Chassis fertig montiert, erst der in sich fertige Zwischenverstärker, dann die Hochfrequenzseite mit Frequenzwandler,



Die Box des zweiten Gleichrichters mit der Rückkopplung

dann die Niederfrequenzseite. Sofort beginnen wir auch mit der Drahtführung nach Schaltchema und Blaupause. Alle dort stark ausgezogenen Leitungen sind aus Massivkupfer mit 1,5 mm Durchmesser. Ich selbst verwende ausschließlich gewöhnlichen, gut ausgeglühten Kupferdraht, der gestreckt und mit Schmirgel sauber geputzt wird. Die gestrichelten Leitungen sind aus Dynamodraht, das ist Kupferdraht, 1 mm stark und hübsch weich, zwei- bis dreimal mit Baumwolle umspinnen. Er wird leicht gestreckt und an den Chassiswinkeln entlang geführt. Man klemmt ihn während des Arbeitens mit Büroadeln dort fest, um später nach der völligen Fertigstellung alles mit Zelluloid-Acetonkitt zu überstreichen, der ziemlich dünnflüssig sein kann. Die Drahtbündel kleben dann steinhart an dem Chassislack und können auch schwarz überstrichen werden. Welche Drähte an welchen Winkeln fahren steht in der zugehörigen Blaupause. Die Blaupause für die Drahtführung des ganzen Gerätes ist spiegelverkehrt gezeichnet. Bei der Schematisierung hat man das Gerät ja doch auf dem „Gesicht“ stehend vor sich liegen und sieht alles von unten. So von unten gesehen ist auch die Drahtführung gezeichnet.

Mancher wird zweifelhaft den Kopf schütteln, wenn ich verlange, er solle da einen Haufen Leitungen zusammenpappen; er hat doch gelernt, mit den Leitungen müsse man möglichst weit auseinanderbleiben! Ganz recht, er soll das auch tun, aber mit den dick ausgezogenen Leitungen. Die anderen führen alle Gleichstrom oder Niederfrequenz und da ist eine hohe gegenseitige Kapazität sogar wünschenswert. Dadurch, daß sie an den geerdeten Winkeln laufen, können sie auch nicht als Antennen wirken.

Erst ganz zuletzt wird die Vorderplatte mit den Kondensatoren angebracht und die Leitungsführung vollendet.

In der Blaupause sind mehrere freie Drahtenden zu sehen, sie führen alle an die Klemme, die daneben geschrieben steht. Die zur Seitenschraube der Doppelgitterröhre führende Leitung ist aus Gummiaderlitze.

Wenn scheinbar alles fertig ist, nehme man einen Tag Urlaub und sämtliche Blaupausen und kontrolliere alle Leitungen und alle Isolationen mit Batterie und Galvanometer oder Kopfhörer durch. Man wird dann manchen Fluch bei der Inbetriebnahme sparen können. Wenn ich je wieder mal einen Panzerachter baue, mache ich es nämlich auch so.

Damit wäre das Gerät bis auf den Stapellauf fertig. Darüber kommt demnächst noch einiges Beherzigenswerte.

(Schluß von Seite 268)

nach komplizierten Vorgängen zu einer Summe, die genau so groß ist, wie die Schwankungen in einer einzigen sehr großen Röhre.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, daß die Gegentaktschaltung einen doppelt so großen Arbeitsbereich liefert, als die einfache Verstärkerschaltung, wozu ihr aber zur Erzielung größerer Lautstärken auch größere Empfangsenergien zugeführt werden müssen.

Ergebnis: Die Gegentaktschaltung ist überall da anzuwenden, wo ein Überschuß an Empfangsenergie nicht ausgenützt werden kann, das heißt: durch Übersteuerung der Endröhre verzerrt würde.

**Parallel.**

Ganz anders sind die Verhältnisse beim zweiten Verfahren, der Parallelschaltung mehrerer Lautsprecherröhren. Wie der Name schon sagt, werden hier zwei oder auch mehr Lautsprecherröhren parallel geschaltet. Ich betrachte hier nur den Fall für zwei Röhren. Wann wird man nun diese Schaltung anwenden? Diese Frage ist einfach zu beantworten: Wenn die dem Endverstärker zugeführte Empfangsenergie so bemessen ist, daß eine Röhre zwar nicht übersteuert wird, aber nicht die nötige Leistung und Lautstärke liefert. Während der Gegentaktschaltung nur die Leistung eines Einröhrenverstärkers besitzt, hat die Anlage mit Parallelröhren je nach Anzahl derselben die 2fache, 3fache, usw. Leistung. In unserem Falle ist die Leistung also doppelt so groß<sup>3)</sup>.

Eine bessere Aussteuerungsmöglichkeit, eine Arbeitsbereichserweiterung bietet diese Schaltung grundsätzlich nicht. Man darf ihr nicht mehr Empfangsenergie zuführen, als eine Röhre vertragen kann. Deshalb ist es auch notwendig, daß alle paaralle geschalteten Röhren gleich beschaffen sind. Wenn eine der Röhren übersteuert ist, so ist die Leistung der gesamten Verstärker-

anlage verzerrt. Aus dem Vorhergehenden folgt, daß die Parallelschaltung zweier Röhren die doppelte Verstärkung ergibt und daß ihr gegenüber dem ersten Verfahren nur die Hälfte der Energie zugeführt werden muß.

Ergebnis: Die Parallelschaltung ist überall da anzuwenden, wo die Verstärkung einer Endröhre infolge Mangels an Empfangsenergie nicht ausreicht und eine weitere Verstärkerstufe vermieden werden soll. (Diese könnte natürlich auch nicht den gewünschten Erfolg bringen, da die zugeführte Energie dann wieder so groß wäre, daß die Endröhre ganz sicher übersteuert würde.)

**Welche Schaltungsart ist wirtschaftlicher?**

Nun noch einige Bemerkungen über die Wirtschaftlichkeit der beiden Schaltungen. Der Heizstromverbrauch ist naturgemäß gleich. Der Anodenstrom ist der gleiche, nicht aber der Anodenstromverbrauch. Bei der Gegentaktschaltung bleibt der Anodenstrom immer konstant, denn die Gitterwechselspannungen sind gegenphasig. Rufen sie in der einen Röhre ein Steigen des Anodenstromes hervor, so erfolgt in der anderen ein Fallen in dem gleichen Maße. Steigerung und Fall heben sich auf. Anders bei der Parallelschaltung. Bei dieser Schaltung schwankt der Strom in jedem Zeitpunkt mit der Größe der Anoden-Wechselstromamplitude. Es treten Höchststromentnahmen auf. Bei Netzanoden und Anodenakkus ist das ohne Belang. Bei Trockenbatterien hat es jedoch unangenehme Folgen. Schließt man an einen Gegentaktschalter und an einen Parallelröhrenverstärker je eine Trockenbatterie an, so wird die des letzteren am ersten verbraucht sein. Das ist darauf zurückzuführen, daß die Batterie durch die plötzlich auftretenden Maximalströme des Parallelröhrenverstärkers bedeutend mehr belastet wird als durch den konstanten Strom des Gegentaktschalters. Ich möchte noch bemerken, daß sich der Zeiger eines Milliampereometers, das in den Anodenkreis geschaltet ist, bei jeder der beiden Schaltungen vollkommen ruhig verhalten muß. Jedes Hin- und Herpendeln des Zeigers bedeutet eine Übersteuerung. Die beiden Amplituden innerhalb einer Periode sind dann nicht gleich groß, das heißt: der negative Teil der Schwingung ist nicht gleich dem positiven (z. B. Abb. 1) und es bleibt ein Restbetrag, der das Pendeln des Zeigers verursacht. Die Wechselströme einer Schwingungsperiode wiederzugeben, ist ein gewöhnliches Milliampereometer nicht imstande.

Das sind alle Gesichtspunkte, nach denen wir die Frage: „Endstufe parallel oder in Gegentakt?“ untersuchen müssen. Es zeigt sich wieder, daß jede Schaltung den Verhältnissen des einzelnen angepaßt sein muß.

H. Ziegler

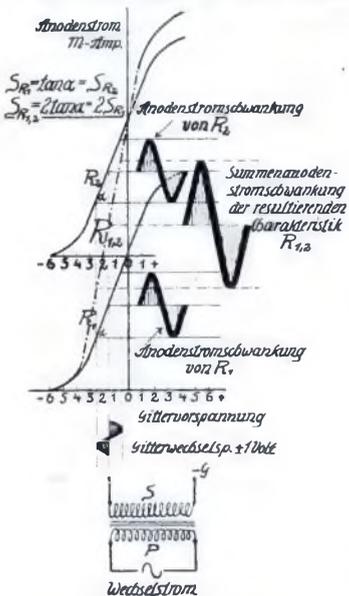
**Unter welchen Voraussetzungen kann man ein Netzanschlußgerät für Gleichstrom betreiben?**

Da bekanntlich Netzanschlußgeräte für Gleichstrom vom V. D. E. nicht genehmigt sind, andererseits aber das Arbeiten mit Anodenbatterie oder Anodenakkumulator höchst unpraktisch und kostspielig ist, ist es wichtig, sich darüber klar zu werden, unter welchen Voraussetzungen man das Gleichstromnetz, ohne den Vorschriften des V. D. E. zuwider zu handeln, als Anoden- oder Heizstromquelle für den Röhrenapparat verwenden kann. Da Netzanschlußgeräte als gesonderte Apparate vom V. D. E. nicht zugelassen sind, ist es erforderlich, das Netzanschlußgerät für Gleichstrom als festen Bestandteil des Röhrenempfängers in das Apparategehäuse einzubauen. Dabei ist zu beachten, daß Antennen- und Erdklemmen, sowie die Anschlüsse zum Lautsprecher oder Kopfhörer in keiner Weise mit einem Pol des Gleichstromnetzes in leitender Verbindung stehen dürfen. Die Antenne, sowie auch die Erde kann man von dem übrigen Empfangsapparat leicht mit Hilfe durchschlagsicherer Blockkondensatoren von 3000 bis 5000 cm Kapazität trennen, die in die Antennen- und in die Erdleitung geschaltet werden und die den hochfrequenten Antennenströmen keinen Widerstand in den Weg legen. Dadurch sind Antenne und Erde zuverlässig von dem Gleichstrom des Netzes getrennt. Der Lautsprecher oder Kopfhörer wird am sicherten und zuverlässigsten durch einen Ausgangstransformator vom Netzstrom getrennt. Für Anschlußbuchsen, die mit einem Netzpol galvanisch verbunden sind, dürfen nur Isolierbuchsen verwendet werden. Der Heizakkumulator darf aus diesem Grunde nicht zugänglich sein und muß im Innern des Empfangsapparates untergebracht werden. Ein anderer Weg ist, den Heizstrom durch Vorschalten eines passenden Widerstandes ebenso wie den Anodenstrom dem Netz zu entnehmen. Da es nicht zu vermeiden ist, daß man auch im Innern des Apparates zu arbeiten hat, ist eine Vorrichtung zu treffen, die beim Öffnen des Apparatdeckels beide Zuleitungen zum Gleichstromnetz selbsttätig unterbricht. Gewissenhafter und sauberer Aufbau, sowie sorgfältige Isolierung des Empfangsgerätes sind bei Verwendung des Netzgleichstromes als Anodenstrom oder Heizstrom eine selbstverständliche Forderung.

Bei einem nach diesen Gesichtspunkten sorgfältig und gewissenhaft aufgebauten Netzanschlußempfänger für Gleichstrom ist jede Gefahr ausgeschlossen. Unter Beachtung aller dieser Vorsichtsmaßregeln ist auch den Vorschriften des V. D. E. zum Betrieb von Netzanschlußgeräten und Netzanschlußempfängern für Gleichstrom genügt.

W. F.

In den nächsten Heften bringen wir eine Reihe Aufsätze aus berufener Feder über die 5. Große Deutsche Funkausstellung, die vom 31. August bis 5. September in Berlin stattfindet.



3) Um die Ursache zu verstehen, betrachten wir Abb. 3. Wir lassen wieder an der Primärseite eines Transformators einen Wechselstrom wirken, aber diesmal so, daß sekundär Wechselspannungen von  $\pm 1$  Volt auftreten (diese werden ja von den von mir angenommenen Röhren unverzerrt verstärkt, Abb. 2). Jede der Röhren verstärkt diese Wechselspannung und die Summe ergibt eine Anodenstromschwankung, die doppelt so groß ist, wie die einer Röhre. Der Verstärkungsfaktor hat sich verdoppelt. Nehmen wir an, die Röhren hätten eine Steilheit von 2 MA/V, so sind die Anodenstromschwankungen nach der Gleichung  $i_a = S \cdot eg$  (S = Steilheit, eg = Gitterwechselspannung) für die 1. Röhre:  $i_{a1} = 2 \cdot \pm 1 = \pm 2$  (MA), für die 2. Röhre:  $i_{a2} = 2 \cdot \pm 1 = \pm 2$  (MA). Die Gesamtschwankung ist also  $\pm 4$  MA.

Setzen wir das in die erste Gleichung ein und lösen sie nach S auf, so ergibt sich aus der Gleichung  $S = \frac{i_a}{eg}$ :  $S = \frac{4}{1}$ ;  $S = 4$  (MA/V).

Nun haben wir also die Ursache der Verdopplung des Verstärkungsfaktors: Die Steilheit ist zweimal so groß. Der Vorgang verläuft genau so, wie großer Steilheit (und Emission)

Abb. 3. Zur Parallelschaltung Derselben Spannungsschwankung am Gitter entspricht eine doppelt so große Änderung des Anodenstroms, d. h. die Steilheit ist doppelt so groß geworden.

wenn wir eine Röhre mit zweimal so verwenden würden. Abb. 3 zeigt dies.