

# FUNKSCHAU

MÜNCHEN, DEN 4. 1. 31.

**N1**  
VIERTELJAHR  
MK 1.80

## Rühnfunk im Jahre 2000 von Hans Dominik

Das Jahr 2000, der Beginn des dritten Jahrtausends nach Christi, der Zeitpunkt, den sich schon der Amerikaner Bellamy für seine Prophezeiungen wählte! Noch trennt uns eine Spanne von 70 Jahren von ihm. Doch viele, die heute als Kinder unter uns weilen, haben Aussicht, dieses Jahr zu erleben und einst einmal die technischen Wunder jener Zeit zu schauen.

Man kann die Zukunft besser beurteilen, wenn man vorher in die Vergangenheit blickt. Vor 70 Jahren schrieb man das Jahr 1860. Von elektrischen Dingen gab es damals nur den Telegraphen. Im Schoße der Zukunft ruhten noch die Telephonie, die ganze elektrische Starkstromtechnik mit ihren Kraftwerken, Hochspannungsleitungen und Bahnen, und die Funktechnik. Das elektrische Licht, heut in der kleinsten Wohnung heimisch, wurde als Seltenheit in den physikalischen Kabinetten gezeigt. An Kraftwagen oder gar an Flugzeuge war noch nicht zu denken. Könnte ein Sohn jener Zeit heute aus seinem Grabe wiederkehren und etwa plötzlich in den brandenden Ver-



kehr einer unserer Großstädte treten, er würde in einer verzauberten, rätselhaften, ihm völlig unfaßbaren Welt stehen. Das muß man sich vor Augen halten, wenn man es versuchen will, technische Entwicklungsmöglichkeiten für das Jahr 2000 vorauszusagen.

Einen gewissen Anhalt freilich findet die Phantasie bei solchem Versuch der Prophezeiung. Die technischen Errungenschaften, deren wir uns heute erfreuen, existierten vor 70 Jahren doch schon als Wünsche, und bedeuten zum Teil die reale Erfüllung noch viel älterer Wunschträume der Menschheit. Und das gestattet die Vermutung, daß auch vieles von dem, was wir heute noch dunkel ersehen, in 70 Jahren vielleicht, ja wahrscheinlich, greifbare Wirklichkeit geworden sein wird.

Was ist es nun aber, was sich der Rundfunkliebhaber heute als Ideal erträumt und ersehnt? Einen Empfangsapparat, einfach, zuverlässig und billig. Ein einziger Bedienungsknopf nur, der einen Zeiger über die lange Skala der elektrischen Wellen gleiten läßt, und jeder der vielen hundert Skalenteile bringt neue Klänge und neue Bilder aus allen Teilen der Erde. Eben noch vollkommen rein und klar, frei von allen Verzerrungen und Nebengeräuschen, etwa die Unterhaltung dreier Polarforscher und auf der Mattglasseheibe oder Leinwand daneben ebenso störungs- und flimmerfrei das gigantische Eismassiv der Antarktis, über das die Männer, deren Stimme wir vernehmen, dahinziehen. Eine geringe Drehung am Knopf und unser Blick erschaut auf der Scheibe ein glänzendes Bühnenbild der Metropolitan-Opera in Neuyork, während gleichzeitig die Stimmen der Sänger und Sängerinnen an unser Ohr dringen. Andere Drehungen und andere Bilder von indischen Städten, von afrikanischen Urwäldern, von Schlachten auf chinesischen Steppen werden sichtbar, während das Ohr zur selben Sekunde, vernimmt, was überall dort geschieht. Das ist der Wunsch unserer Zeit. Grundsätzlich ist seine Erfüllung möglich. Und wenn die technische Entwicklung in dem bisherigen Sturmschritt weitergeht, wird er bis zum Jahr 2000 erfüllt sein.

In gleicher Weise wird sich dabei die künftige Entwicklung auf die Sender und auf die Empfänger erstrecken. Mit der Tatsache, daß ein guter Empfang nur dann möglich ist, wenn die Feldstärke der Sendung wesentlich über derjenigen aller Störungen liegt, wird man immer rechnen müssen, und naturgemäß muß dies zu einer immer weiteren Vergrößerung der Sendenergien führen. In der kurzen Zeit von 1925 bis 1930 hat sich die Stärke der europäischen Sender reichlich verhundertfacht. Ist sie doch von eins bis zwei Kilowatt bis zu 200 Kilowatt gestiegen. Danach gehört nicht allzuviel Prophetengabe dazu, um für die Zukunft eine weitere starke Steigerung auf ein Vielfaches der heutigen Sendestärken vorauszusagen. Gewiß scheint es heute noch phantastisch, von Sendern mit 10000 oder gar 100000 Kilowatt Antennenleistung zu sprechen. Aber mindestens ebenso phantastisch wäre vor 50 Jahren der Gedanke einer elektrischen Zentrale von mehreren 100000 Kilowatt erschienen und heute haben wir deren eine ganze Anzahl. Der Großsender des Jahres 2000 wird die nötige Energie aus dem dann zweifellos vorhandenen europäisch - afrikanischen Höchstspannungsnetz nehmen und wird sie als Großabnehmer zu einem so niedrigen Tarif beziehen, daß die Stromkosten auch bei einem Dauerbedarf von mehreren zehntausend Kilowatt wirtschaftlich tragbar bleiben. Bei Sendenergien in der hier

angedeuteten Größenordnung wirkt aber der Raum zwischen Erde und Heavyside-Schicht nur noch als Fläche und nicht mehr als Raum. Die Schwächung des Sendefeldes erfolgt nicht mehr wie bei geringeren Sendestärken mit dem Quadrat, sondern nur noch mit der ersten Potenz der Entfernung, und das heißt praktisch, daß ein derartiger Großsender auf jedem Punkt der Erdkugel gut und klangstark empfangen werden kann.

Wie wird sich das Vorhandensein solcher ultrastarken Sender nun für die Empfangsapparate auswirken? Als Königswusterhausen seine Antennenleistung auf 35 Kilowatt erhöhte, hieß es scherzhaft, jetzt kann man die Station in Berlin mit einem Stiefelknecht hören. In der Tat ist das Feld dieses Großsenders heute schon so stark, daß man in Berlin mit der Mehrzahl der Vier-Röhren-Geräte, insbesondere bei Netzanschluß, keine auswärtigen Stationen aufnehmen kann, solange Königswusterhausen sendet. In verstärktem Maße werden sich diese Erscheinungen bei den extremstarken Sendern der Zukunft zeigen. Aber schon heute kennen wir wenigstens theoretisch die Mittel, um diesem Embarras de richesse entgegenzuwirken, und werden sie im weiteren Lauf der Jahrzehnte ganz allgemein anwenden müssen.

Gute Metallpanzerung des ganzen Empfängers und innerhalb dieses Hauptpanzers nochmalige Panzerung aller Spulen, Röhren und eventuell auch Kondensatoren, so daß keine unerwünschte Energie in den Empfänger hereinkommen und auf unkontrollierbaren Wegen zwischen seinen Einzelteilen hin- und herwandern kann. Heut, an Metallflugzeuge mit sicheren Kabinen gewöhnt, lachen wir bereits über die halsbrecherischen Bambuskonstruktionen, in denen sich die Flieger vor 20 Jahren dem Luftmeer anvertrauten. Ebenso werden sicherlich unsere Kinder und Enkel über die heutigen Rundfunkapparate lächeln, deren empfindliche Einzelteile ohne metallischen Schutz der Einwirkung jeder beliebigen Ätherschwingung ausgesetzt sind. Abgeschirmte Rahmenantennen von variabler Fläche geben die weitere Möglichkeit, nur ein ganz bestimmtes Energiequantum in den Empfangsapparat hineinzulassen.

Schließlich aber muß die Selektivität des Empfängers so groß, seine Resonanzkurve so steil sein, daß auch die starken Felder engbenachbarter Wellenlängen nicht zu stören vermögen. Gerade auf diesem Gebiet wird noch die wichtigste Erfindungsarbeit zu leisten sein. Die Theorie bietet hier verschiedene Möglichkeiten, von denen an dieser Stelle nur der schon während des Krieges für die Zwecke der Erdtelegraphie entwickelte Doppelschwingungskreis erwähnt werden möge. Er besteht aus zwei parallel geschalteten, gegen die zu empfangende Wellenlänge um einen geringen Prozentsatz ver-

stimmten Schwingungskreisen, liefert eine außerordentlich schmale und steile Resonanzkurve und gestattet eine dementsprechende Erhöhung der Selektivität. Überhaupt wird man, wenn man die funk- und schwingungstechnischen Erfindungen der letzten Jahre des Weltkrieges durchstöbert, eine ganze Reihe von Ideen entdecken, die für den Rundfunk der Zukunft noch sehr fruchtbar werden können.

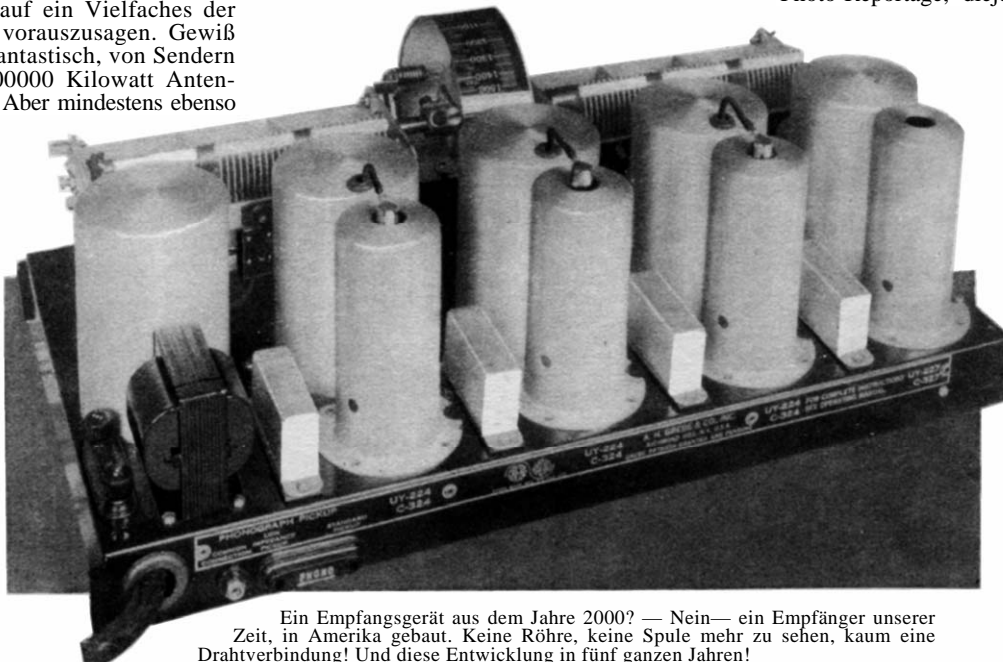
Mit solchen ortsfesten Großsendern und Empfangsapparaten wird ein Rundfunk der eingangs angedeuteten Art zweifellos möglich werden. Aber der Hörer und Seher des Jahres 2000 will ja nicht nur Darbietungen aus dem Sende-raum oder irgendwelchen Kunststätten haben. Er wünscht darüber hinaus hochaktuelle Augenblicksreportage von allen Punkten der Erde, wo etwas Wichtiges vorfällt. Die Erfüllung dieses Wunsches setzt eine die ganze Erde umspannende Funkagentur voraus. Eine Agentur mit Tausenden von Agenten, die ausgerüstet mit den leistungsfähigsten Kurzwellensendern für Klang und Bild überall dort stecken, wo gerade etwas Aktuelles passiert, und ihre Berichte à tempo an die nächsten Groß-Empfangsstationen geben. Berichte! Das heißt alles das, was von diesen Vorgängen durch die Linse der photographischen Kamera auf ihre Empfangsscheiben fällt und was akustisch an ihre Mikrophone dringt. Wie solche Dinge dann von der Empfangsstation durch den Draht zum nächsten Großsender gelangen und von diesem weiter gegeben werden, das wissen wir heute schon und haben es auch schon zum Teil.

Nur die Frage steht zur Erörterung, ob eine derartig gewaltige Organisation, wie sie eine solche Weltfunkagentur darstellt, technisch und wirtschaftlich durchführbar sein wird. Technisch im Lauf der nächsten 70 Jahre zweifellos. Denn nach den erstaunlichen Fortschritten, welche die gerichtete Kurzwellensendung während der letzten 10 Jahre gemacht hat, muß es als sicher gelten, daß diese neue Verkehrsart im Lauf der nächsten Menschenalter zur Vollkommenheit entwickelt wird. Ob auch wirtschaftlich? Um darauf die Antwort zu geben, braucht man nur den Entwicklungsgang der großen Nachrichtenagenturen während der verflorenen 70 Jahre zu betrachten.

70 Jahre ist es gerade her, daß Herr Reuter, einem Rate von Werner Siemens folgend, sich dazu entschloß, die Brieftaubenpost aufzugeben und sich des neuen elektrischen Telegraphen für die schnelle Verbreitung seiner Nachrichten zu bedienen. Und wie dann immer neue Übermittlungsarten wie Telephon, Fernschreiber, Börsenticker usw. aufkamen, wurden sie schleunigst von den großen Telegraphenagenturen der Reuter, Havas, Wolf und anderer in Gebrauch genommen. Die Erfindung der photographischen Trockenplatte führte fast augenblicklich zur Photo-Reportage, diejenige der Bildtelegraphie brachte das Moment des Schnellverkehrs in diese Reportage.

Ganz naturgemäß und zwangsläufig werden auch die stürmischen Fortschritte auf dem Gebiet der akustischen und optischen Funktechnik die Organisation dieser großen Nachrichtenagenturen tief einschneidend verändern. Es ist möglich, ja sogar sehr wahrscheinlich, daß deren Hauptkunden im Jahre 2000 nicht mehr die Zeitungsredaktionen, sondern die Großsender der Erde sein werden. Daß vielleicht sogar die gedruckte und bebilderte Zeitung unserer Tage zu jenem Zeitpunkt durch den Rundfunk in Wort

(Schluß nächste Seite unten)



Ein Empfangsgerät aus dem Jahre 2000? — Nein — ein Empfänger unserer Zeit, in Amerika gebaut. Keine Röhre, keine Spule mehr zu sehen, kaum eine Drahtverbindung! Und diese Entwicklung in fünf ganzen Jahren!

# Das Photo als Schallplatte

Hundertprozentige Schallplatten aus Papier! — „Optophon“ — ein Tonbild-Grammophon

„Optophonie“ nennt sich das neueste Aufnahmeverfahren, akustische Wahrnehmungen, Musik, Sprache, Geräusche, als optische Tonbilder zu reproduzieren.

Während der Sprech- und Tonfilm bisher fast ausschließlich nur in Lichtspielhäusern in größtem Maßstab Eingang gefunden hat, finden wir neuerdings in Amerika Tonfilm-Grammophone auf dem Markt, die weniger kosten als eine gute Sprechmaschine und vermittels kleiner Schmalfilmrollen ganze Opern über Radio-Verstärker und Lautsprecher wiederzugeben gestatten, in einer Qualität, die unübertrefflich ist, an die elektrische Schallplatten-Reproduktion nicht heranreicht. — Obwohl die heutigen Schallplatten, was die Qualität der Wiedergabe anbetrifft, wirklich als erstklassig anzusehen sind, ist es doch unmöglich, Musik und Sprache so vollkommen naturwahr und insbesondere mit präzisester Lautstärke festzuhalten, wie eben auf dem Filmband. — Wie die Praxis zeigt, ist aber der Schallplatte bisher im Tonfilm noch kein ernsthafter Konkurrent erwachsen, was seinen Grund in der Hauptsache nur in dem höheren Preis des letzteren hat. Jetzt geht, man allgemein zur Verwendung von Papierfilmen über, wobei sich das Bild sofort wesentlich ändert. —

Während nun zur Wiedergabe dieser Tonfilme, wie erwähnt, die Anschaffung einer sog. „Tonkamera“ nötig ist, ermöglicht es das deutsche „Optophon“-Verfahren, Lichtton-Musik mit jeder vorhandenen Sprechmaschine über Kraftverstärker durch Lautsprecher wiederzugeben. Die Vorteile sind also ganz bedeutende. — Alle bekannten Aufnahmefethoden zur Bannung von Tönen durch Licht benutzten Filmbänder. Dies birgt gewisse Nachteile. Der Film nutzt sich wie die Schallplatte bei öfterer Reproduktion ab, vor allem aber kann er reißen, und Tonfilme lassen sich nicht zusammenflicken wie Bildfilme, ohne daß einige Töne ausfallen. (Beim Kinetonfilm verhütet das bekanntlich der sog. „Schraubenspiegel“.) Aus diesen Gründen gelangt beim „Optophonie“-Verfahren kein Filmstreifen, sondern eine runde Filmscheibe aus Karton zur Verwendung. Derartige Tonbildplatten unterliegen fast überhaupt keiner Abnutzung, denn sie werden nicht durch Abrollen beansprucht, andererseits auch von keiner Nadel abgespielt, sondern durch einen „Lichtstift“ abgetastet. — Recht bemerkenswert ist, daß solche Tonbildplatten trotz höchst-erreichbarer Tonqualität billiger sind, als die Schallplatten bei gleicher Größe und Spieldauer. (Sie werden in Kürze im Handel erscheinen.)

Das Prinzip der „Optophon“-Aufnahme veranschaulicht Abb. 1. Die „Matrize“, bei der Schallplatte aus Wachs, ist hier eine runde photographische Platte, die durch ein Antriebswerk in Drehungen versetzt wird. Darüber ist eine

(Schluß von voriger Seite)

und Bild stark in den Hintergrund gedrängt wird. Schlagen wir heute Bellamys „Rückblick aus dem Jahre 2000“ auf, jenes nun auch schon beinahe 50 Jahre alte Buch, so finden wir Prognosezeichnungen eines optischen und akustischen Fernverkehrs, die damals, als sie geschrieben wurden, vollkommen utopisch und überphantastisch anmuten mußten. Nach dem, was seitdem als Rundfunk- und Fernsichttechnik in die Welt gekommen ist, erscheinen die Voraussagen des phantasiereichen Amerikaners durchaus möglich und wenn die weitere Entwicklung ihm fürderhin in der gleichen Weise Recht gibt, dann werden wir im Jahre 2000 einen Weltrundfunk in Wort und Bild von der Art haben, wie er hier kurz geschildert wurde.

Kerrzelle ungeordnet, welcher die verstärkten Mikrofonströme zugeführt werden und als Relais wirkend diese in wertentsprechende Lichtschwankungen umwandelt. — Wenn man sich

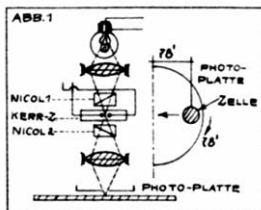


Abb. 1. Bei dem neuen Aufnahmeverfahren zeichnet ein Lichtstrahl den Ton auf eine Photo-Platte

num vergegenwärtigt, daß sich die Platte dreht und das Lichtrelais zwangsläufig synchron nach der Mitte zu geführt wird, so ergibt sich, daß die Schallaufzeichnung genau wie bei der Schallplatte in einer dichten Spirale erfolgt, mit dem Unterschied, daß frequenzentsprechend nicht Wellenlinien aufgezeichnet werden (Schallplatte), sondern ganz ebenmäßige Spirallinien. Ist die Platte entwickelt, so kann man, diese unter einer starken Lupe betrachtet, den Wechsel von Hell und Dunkel in vielen Nuancen deutlich wahrnehmen — Diese Spirallinien enthalten Klangfarbe, Tonstärke und Tonhöhe in der vollkommensten Weise. —

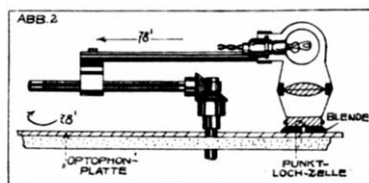


Abb. 2. Ein einfacher Zusatzapparat, auf das Grammophon aufgesetzt, ermöglicht das Abspielen der Photo-Platten.

Von dieser „Vater“-Platte (es werden in Wirklichkeit zugleich mehrere aufgenommen) können nunmehr im Wege des photographischen Schnellkopierverfahrens Tausende von Vervielfältigungen auf Papier angefertigt werden. Die ganze Schallplattenfabrikation ist, wie seltsam es klingt, ein reiner photographischer Prozeß, deshalb fabriziert auch diese Platten eine Fabrik photographischer Papiere. — Die „Optophon“-Platten, wie sie in den Handel kommen werden, bestehen aus einer 3 Millimeter starken Pappscheibe und tragen beiderseitig eine lichtempfindliche Schicht. Durch Kopierautomaten höchster Präzision wird auf beide Seiten durch die „Vaterplatte“ das Tonbild des Musikstückes aufkopiert.

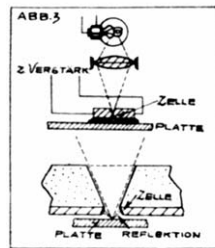


Abb. 3. Die Vergrößerung der neuartigen „Abnahme dose“ läßt eine ringförmige Photozelle erkennen, durch die der Lichtstrahl hindurchtritt.

Wie eingangs erwähnt, können die „Optophon“-Platten für jede Sprechmaschine Verwendung finden, doch ist eine kleine Zusatzvorrichtung nötig, die auf die Achse des Plattentellers gesteckt wird. — Wir haben ja gesehen, daß Musik und Sprache optisch, nicht mechanisch, auf die Platte gebannt wurden, folglich sind auch keine Schallrillen vorhanden, in welchen eine Nadel gleiten kann. Es ist also erforderlich, daß wir die „optischen Töne“ wieder in wertentsprechende elektrische Ströme umwandeln. Diese Vorrichtung zeigt Abb. 2 im Schnitt. Ersichtlichweise besteht dieselbe aus einem sehr einfachen Spindelgetriebe, an dessen Ende der Lichtverwandler angebracht ist. — In einem kleinen Gehäuse befindet sich eine elektrische Birne, sowie eine Linse, während in

der Spitze eine ganz neuartige sog. „Selan-Punkt-Lochzelle“ steckt, der wichtigste Faktor des ganzen, das Lichtstrom-Relais.

In der Abb. 3 ist stark vergrößert schematisch dargestellt, wie die Umwandlung vor sich geht. — Durch die Linse wird das Licht der Lampe zu einem einzigen Punkt vereinigt, der durch ein haarfeines Loch mitten durch die trichter-spiralförmig gewickelte Selan-Punktlochzelle auf die Oberfläche der Tonbildplatte fällt. Letztere dreht sich normal mit 78 Touren p. Min. und jede Umdrehung der Platte führt den Lichtstrahl um Spirallänge nach dem Zentrum derselben zwangsläufig durch die Spindel. — Fällt nun der Lichtstrahl auf eine helle Stelle, so wird viel Licht auf die Zelle reflektiert und die Folge ist ein starker Stromfluß nach dem Verstärker. Wie gesagt, wechseln Hell und Dunkel auf der Platte sekundlich in allen Nuancen mehrere tausend Male, dabei erfolgt die „Umformung“ immer sofort genau proportional dem Helligkeitsgrade in Ströme. Nach entsprechender Verstärkung der Tonbildströme erfolgt dann die Wiedergabe von Musik und Sprache in üblicher Weise durch Lautsprecher in höchst vollkommener Originaltreue. — Besonders dürfte noch die Feststellung interessieren, daß eine „Optophon“-Platte von 30 cm Durchmesser für 10 Minuten Spieldauer einer Schmaltonfilmlänge von 240 Metern entspricht.

R.V.

## Aber, bester Herr Maier!

„Sie dürfen sich wirklich nicht wundern, daß alle sechs Wochen Ihre Anodenbatterie leer ist. Wie können Sie auch so leichtsinnig sein und die Gittervorspannung falsch stöpseln? Dadurch wird unter Umständen zwei- und dreimal mehr Strom aus der Anodenbatterie entnommen wie nötig, und die Röhren leiden vielleicht auch noch. Sie schimpfen auf die Geldknappheit und werfen doch manchmal das Geld zum Fenster heraus.“

„Na, Sie können sich doch denken, daß ich das nicht aus Langeweile, sondern irrtümlich getan habe. Worauf muß ich denn überhaupt achten? Ich habe doch von Plus und Minus keine blasse Ahnung.“

„Aufpassen, lieber Herr Maier! Den Händler fragen, wie es richtig gemacht wird. In den Zeitschriften gelegentlich darauf achten, wie die Stecker am Minusende der Batterie zu stöpseln sind. Immer kommt ein Stecker auf Minus (—) und ein oder gar zwei andere auf + 6 oder + 10,5 Volt und so weiter. Das hängt nämlich von den Röhren ab; Sie können es aus der Gebrauchsanweisung ersehen. Wenn Sie die beiden Stecker wechseln, wie Sie das ja schon prompt gemacht haben, so frißt die Lautsprecherröhre binnen kurzem die Anode leer. Zum Überfluß ist auch die Wiedergabe im Lautsprecher schlecht. Also bitte in der Gebrauchsanweisung genau nachsehen oder den Händler fragen.“

ewe



Ich bin selbst in der Lage, den Wert oder Unwert einer Zeitschrift zu beurteilen. Ich möchte Ihnen hierdurch sagen, daß mir von allen Zeitschriften, die ich lesen muß, die Funkschau zweifellos die interessanteste ist. Obwohl für mich hauptsächlich Besprechungen von Neuerungen in Frage kommen, lese ich doch immer gerne Ihre Baubeschreibungen, die unbedingt aktuell sind und in gleicher Art in keiner anderen Zeitschrift auftauchen. Ich habe Ihre Schaltungen daher schon sehr vielen Bastlern empfohlen, die alle sehr gute Erfahrungen gemacht haben. Ich persönlich möchte jedenfalls auf die Funkschau nicht verzichten.

H.K., Leipzig

# 3-f-Röhren-Hochleistungsgerät FÜR WECHSELSTROM

KONKURRENZLOS IM PREIS-  
3 SCHIRMGITTERRÖHREN-  
HÖCHSTE TRENNSCHÄRFE-  
GLOCKENREINER EMPFANG.

## Allgemeines zur Schaltung.

Abb. 1 zeigt uns das Schaltbild. Wir sehen sofort: Schirmgitterrohr in der Hochfrequenz, Schirmgitterrohr im Audion und noch die Möglichkeit, auch in die Endstufe eine Schutzgitterröhre hineinzustecken. — Also: Ein Gerät höchster Leistungsfähigkeit.

Ein Zweiweg-Gleichrichterrohr läßt einen kräftigen Netzteil vermuten. — Und — die Vermutung stimmt. Der Trafo ist dem Gleichrichterrohr ebenbürtig. Man kann damit statt der RE 134, die in der Stückliste enthalten ist, leicht auch eine RE 304 oder — wenn man für Schutzgitter-Endröhren schwärmt — auch eine L 425 D betreiben.

Die Verwendung einer Gitterbatterie gestattet den bequemen Übergang von einer Endröhrentype zur andern.

## Die Antennenankoppelung.

Sie geschieht über einen Differentialkondensator. Das gibt die beste Regelmöglichkeit für Empfangslautstärke und Trennschärfe. Sind die ankommenden Senderschwingungen recht schwach, so werden wir uns — zur Aufbesserung der Lautstärke — selbstverständlich vorwiegend der Rückkopplung bedienen müssen!

Anders ist's, wenn an sich genügend Lautstärke zur Verfügung steht. Da werden wir normalerweise die Rückkopplung herausdrehen

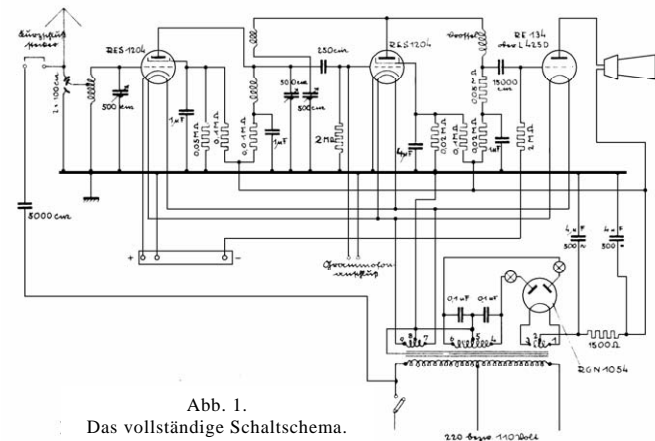


Abb. 1.  
Das vollständige Schaltschema.

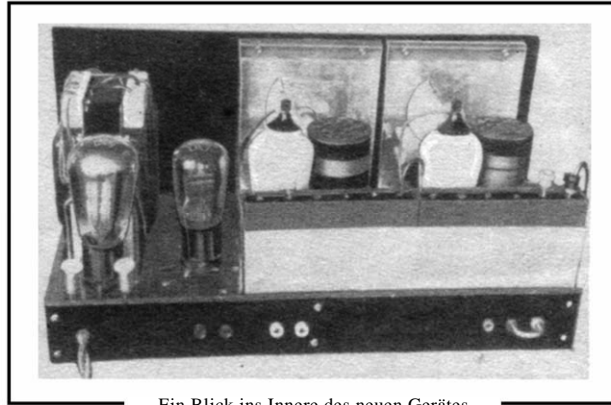
und schließlich auch noch mit der Antennenankoppelung abdämpfen.

Abdämpfung bei scharf angezogener Rückkopplung, das kommt dann in Frage, wenn besonders hohe Trennschärfe gewünscht wird.

Neben dem Antennenanschluß zeigt sich im Schaltbild ein Kurzschlußstecker. Er ermöglicht es, auf einfachste Weise die im Gerät eingebaute Lichtantenne statt der sonstigen Antenne zu benutzen.

## Zur Hochfrequenzstufe.

Zur Hochfrequenzstufe ist nicht allzuviel zu bemerken. Sie arbeitet selbstverständlich mit geringer negativer Gittervorspannung. Der Anodenstromzweig ist möglich einfach gehalten. Auf Hochfrequenzdrosseln habe ich mit Rücksicht auf den Preis verzichtet und die Anodenspannungszuführung einfach über den Gitterkreis



Ein Blick ins Innere des neuen Gerätes

der nächsten Röhre bewerkstelligt. Das ist die Lösung, die die geringsten Mittel erfordert. Um trotz dieser direkten Ankoppelung an die nächste Röhre günstige Verhältnisse zu erhalten, fließt der Anodenstrom der Hochfrequenzröhre aber nicht durch die gesamte Gitterspule, sondern nur durch einen Teil davon.

## Zum Schirmgitteraudion.

Gegen Schirmgitterhochfrequenz läßt sich wohl kaum etwas einwenden. Schirmgitteraudion aber, da mißtraut man schon eher. Auch ich habe zunächst nicht gerade allzuviel davon gehalten.

Hinter dem Audion hat man ja Niederfrequenz und Schirmgitterröhren weisen doch mehrere hunderttausend Ohm Innenwiderstand auf. Nun heißt es normalerweise: Der Außenwider-

stand aufweist. Tun wir das, so geht zu viel von der Spannung verloren, die die Anodenstromquelle zur Verfügung stellt. Die Röhre erhält nur noch derart wenig Spannung, daß das Schirmgitter letzten Endes überhaupt keine Spannung mehr bekommen darf.

Die Schirmgitterröhre arbeitet bekanntlich ja dann am besten, wenn die Schirmgitterspannung weit unter der Anodenspannung liegt.

Rechnungen, über die ich vielleicht demnächst einmal schreiben werde, haben die erstaunliche Tatsache ergeben,

daß eine Schirmgitterröhre gar keinen hohen Außenwiderstand nötig hat. Sie verstärkt recht schön, wenn im Anodenkreis lediglich 10000—50000 Ohm liegen. — Und diese Ohm können ruhig als ein Hochohmwiderstand ausgeführt sein (z. B. Dralowid-Polywatt).

Ich hatte es zunächst mit einer möglichst kapazitätsfreien großen Niederfrequenzdrossel versucht. Der Hochohmwiderstand jedoch, den ich nachher einbaute, war zumindest nicht schlechter. Ich bilde mir sogar ein, daß sich bei ihm die Wiedergabe frequenzgetreuer zeigte.

Die zahlreichen Versuche, die ich mit Schirmgitteraudions angestellt habe, ermutigen mich, durchaus ein solches Schirmgitteraudion in diesen Apparat hier einzubauen.

## Über die Niederfrequenzstufe

wäre nicht viel zu sagen. — Höchstens die Röhrenfrage. Die Niederfrequenzstufe läßt sich m. E. mit Rücksicht auf gute Wiedergabe am besten durch eine normale Endröhre betreiben. Eingangs wurde bereits erwähnt, daß der Netzanschlußteil immerhin so groß bemessen ist, daß wir eine RE 304 oder auch gar eine RE 604 verwenden dürfen<sup>1)</sup>. Liebt jemand Schutzgitterendröhren, so kann er sie leicht verwenden. Bei der Benutzung einer RE 164 oder der entsprechenden Typen muß entsprechend Abb. 2 noch eine Spannungsteilerschaltung vorgesehen werden. Platz ist genügend vorhanden.

Bei den Valvo-Schutzgitterendröhren L415d und L425d (Preise 19 und 22 RM.) ist eine Schaltungsänderung nicht notwendig.

Der Einfachheit halber bekommt der Endröhrensockel fünf Anschlüsse (Wechselstromsockel) und man achtet darauf, daß man eine Schutzgitterröhre bekommt, bei der das Schutz-

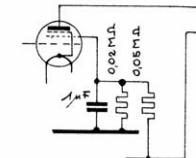


Abb. 2. Der Spannungsteiler mit Beruhigungskondensator für die RES 164 d als Endröhre.

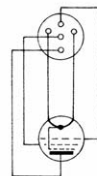
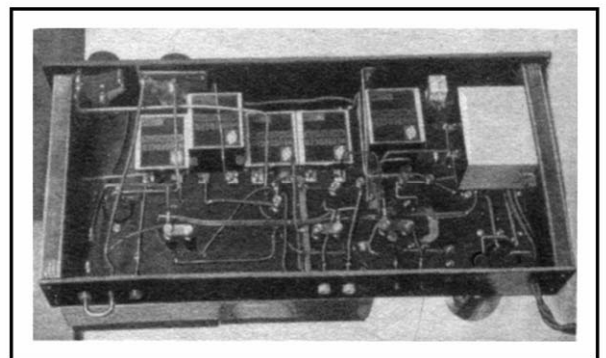


Abb. 3.  
Man sollte Schutzgitter-Endröhren mit dieser Sockelschaltung benutzen!

stand soll hoch sein gegen den Innenwiderstand. Für die Sprachfrequenzen aber — von den tiefsten Tönen bis zu den höchsten — Widerstände von mehreren hunderttausend Ohm herzustellen —, das hat seine Haken.

Man könnte vielleicht daran denken, einfach einen Hochohmwiderstand herzunehmen, der — sagen wir einmal — ein oder zwei Megohm Wi-

Ein Blick unter das Gerät läßt die Anordnung der Kondensatoren und der senkrecht stehenden Widerstände deutlich erkennen.



<sup>1)</sup> Achtung, richtige Gittervorspannung! Siehe Röhrenliste!



gitter an den mittleren Kontaktstift angeschlossen ist (Abb. 3).

### Eine wichtige Bemerkung über die Schutz- und Schirmgitterspannungen.

Man spart manchmal, indem man es mit dem Schutzgitter so macht, wie mit der Anode. D. h. man setzt die Spannung einfach durch einen Vorwiderstand herab — also so, wie in Abb. 4. Doch das ist nicht empfehlenswert. Besonders beim Audion geht die Sache viel besser, wenn man die Spannungsteilerschaltung (siehe Abb. 1 u. 3) benutzt.

### Und die Gittervorspannung.

Wie bereits gesagt — die entnehmen wir einer Batterie. Das ist billig und wohl auch netztonfreier, als wenn man die Gitterspannungen über Widerstände gewinnen würde. Außerdem ginge in den Gitterwiderständen ein Teil der Anodenspannung verloren, was besonders der Endstufe unangenehm ist, zumal wir doch aus Sparsamkeit an Stelle einer Drossel lediglich einen Filoswiderstand benutzen.

### Vom Aufbau.

Der Gesamtaufbau ist dem des Gleichstrom-Schirmgitter-Dreiers, der kürzlich in der Funkschau beschrieben wurde (Funkschau erstes Novemberheft 1930), recht ähnlich. Ich habe mich aber lediglich aus rein äußerlichen Gründen an diese Aufbauform gehalten.

Einige Änderungen allerdings — die schieben mir doch recht zweckmäßig. Da wäre zunächst

### Die Frontplatte.

Die z. B. lasse ich auf allen Seiten ungefähr  $7\frac{1}{2}$  mm vorstehen. Auf diese Weise ist es möglich, den Kasten, den ein solches Gerät ja unbedingt bekommen muß, recht einfach zu gestalten. Der Kasten braucht gar nicht zum Öffnen zu sein. Man gibt seinen Seitenwänden vorn eine Einsenkung, die den überstehenden Teil der Frontplatte aufnimmt und das Festschrauben dort gestattet. Die Hinterwand erhält einen Ausschnitt, der gerade so groß ist, daß er die Buchsenleiste zugänglich macht. An der Rückwand braucht dann nur noch ein kleiner Vorsprung zu sein, der die Montageplatte daran hindert, sich beim Umlegen des Kastens etwa nach dessen Oberseite hin zu bewegen. Eine der beigegebenen Abbildungen veranschaulicht das (Abb. 5).

### Zwei Kleinigkeiten.

Die Blockkondensatoren habe ich nicht an der Buchsenleiste befestigt. Das erscheint mir nicht recht praktisch. Ein Anschrauben an der Montageplatte gestaltet den Aufbau bequemer und übersichtlicher und erlaubt es, mit den geringsten Leitungslängen auszukommen.

Dann die Panzerkästen. Ich liebe Winkelmessing. Deshalb habe ich oben an der Rückseite der Frontplatte zwei Winkelmessingstücke befestigt. Sie geben eine stabile Auflage für die Panzerkästen und gestatten ein bequemes Festschrauben.

An Stelle von Abschirmkästen könnten Aluminiumbüchsen in Betracht gezogen werden,

die lediglich die Spulensätze umschließen. Ich habe trotzdem Abschirmkästen beibehalten, weil sich doch gezeigt hat, daß die in besondere Büchsen gesetzten Spulen auf diese Weise verhältnismäßig stark gedämpft werden. In den geräumigen Abschirmkästen ist von einer solchen Dämpfung nicht mehr viel zu merken.

### Röhrensockel oder Röhrenbuchsen?

Trotzdem Röhrenbuchsen billig sind, habe ich Röhrensockel eingebaut, und zwar nicht nur für die Röhren selbst, sondern auch für die Spulen. Dieser Einbau von Röhrensockeln geschah aus mehreren Gründen. Erstens einmal ist es für manchen Bastler nicht ganz leicht, die Löcher für die Buchsen genau an die Stellen zu bringen, wo sie hingehören. Der Erfolg ist dann, daß die Röhren sich nur schlecht einstecken lassen und beim Herausziehen durch den Ruck womöglich beschädigt werden. Ein zweiter Grund besteht darin, daß die Röhren in Zukunft mit festen Steckerstiften geliefert werden. Feste Steckerstifte aber erfordern federnde Buchsen; solche sind jedoch mit Schraubbefestigung im Handel heute leider noch nicht zu



Die Hochohmwiderstände sind einfach in die Grundplatte gehängt. Man muß dazu etwas längere Schrauben nehmen, als sie die Widerstände im Original haben (ca. 7 mm lang, 2,6 - mm - Gewinde).

haben. Nun wäre da auch noch ein dritter Grund, der für Röhrensockel spricht. Das sind die Ausschnitte, die in die Abschirmkästen gemacht werden müssen, damit die Buchsen gut isoliert bleiben. Die Röhrensockel verdecken die Ränder dieser Ausschnitte. Deshalb macht es nichts, wenn die Sache nicht ganz sauber ausfällt.

Das Gerät kommt einschließlich Röhren (M. 62.50) noch nicht einmal auf 180 M., ist also wirklich konkurrenzlos billig.

### Und nun die Widerstandsmontage

Auffallen wird die Art, in der die Hochohmwiderstände an der Montageplatte befestigt sind. Sie wurden einfach mittels Schrauben senkrecht nach unten hängend montiert. Das gibt einen außerordentlich klaren Aufbau und sehr

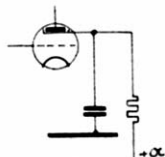


Abb. 4. Hier ist statt des Spannungsteilers am Schutzgitter nur ein Vorwiderstand vorhanden.

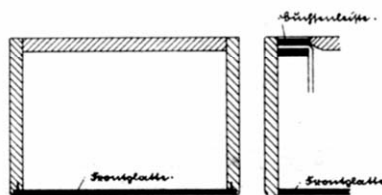
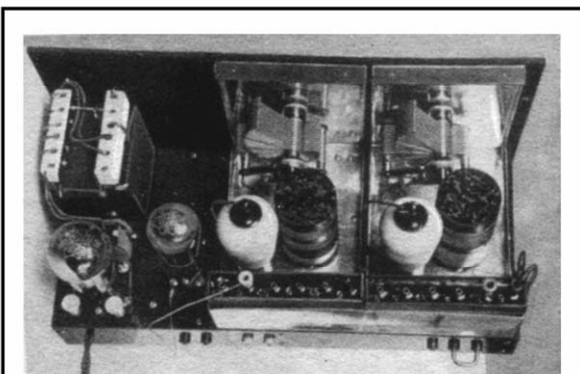
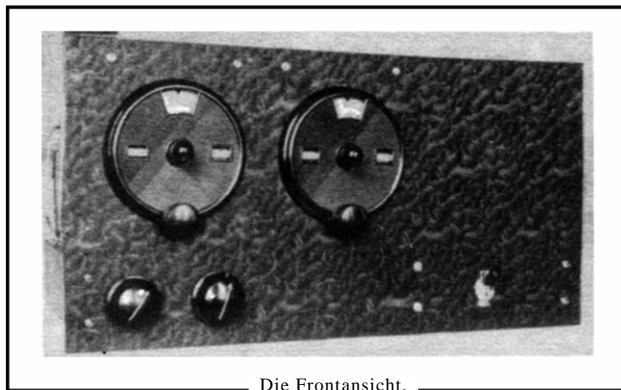


Abb. 5. Vom Einbau in einen Kasten.



Je eine Stufe (Spule + Kondensator + Röhre) sitzen in einem Panzerkasten. Dahinter die Gitterbatterien.



Die Frontansicht.

kurze Leitungen. Eine Reihe dieser Leitungen habe ich durch dünne Blechstreifen ersetzt. Die kurzen Leitungen bzw. Blechstreifen versteifen die Widerstände noch gegeneinander, so daß dadurch die ganze Angelegenheit außerordentlich stabil wird. *F. Bergtold.*

**E.-F.-Baumappe Nr. 190 mit Blaupause erscheint in diesen Tagen.**

### Stückliste

#### Stückzahl

- 1 Netztrafo Ismet Type 15367 mit Klemmen
- 1 Dralowid-Polywatt-Universal 0,01 Megohm
- 2 Dralowid-Polywatt-Universal 0,02 Megohm
- 2 Dralowid-Polywatt-Universal 0,05 Megohm
- 2 Dralowid-Polywatt-Universal 0,1 Megohm
- 2 Dralowid-Konstant-Universal 2 Megohm
- 1 Dralowid-Filos-Universal 1500 Ohm
- 1 Dralowid-Mikafarad-Universal 250 cm
- 1 Dralowid-Mikafarad-Universal 5000 cm
- 1 Dralowid-Mikafarad-Universal 15000 cm
- 1 Blockkondensator 500 Volt ca. 4 MF
- 2 Blockkondensator 500 Volt = 4 MF
- 3 Blockkondensator 500 Volt = 1 MF
- 1 Blockkondensator 1500 Volt = 2x0,1 MF
- 6 Lanco-Röhrensockel Einbauform 5 polig
- 2 Nora-Drehkos 500 cm Six
- 1 Nora-Drehko 500 cm
- 2 Feinstellskalen Isomona (Isopreß)
- 1 Differentialkondensator Lüdtke 2x100 cm
- 1 Montageplatte 400x180x3 Pertinax, Harex
- 1 Buchsenleiste 400x50x3 Pertinax oder Harex
- 1 Frontplatte 415x210x5 Pertinax oder Harex
- 2 Bretchen 177x50x15 Sperrholz
- 1 Aluminiumblech siehe Blaupause 0,5 mm stark
- 7 isolierte Buchsen 4 mm
- 1 Litze 2 m, 0,75 zweidrig
- 1 Doppelstecker
- 2 Gitterbatterien zu je 9 Volt Pertrix, Material für Spulen, Schaltdraht, Isolierschlauch, Material für Hochfrequenzdrossel, Schrauben, Winkel (Saba)
- 1 Schalter Kabi
- 2 RES 1204
- 1 RE 134
- 1 RGN 1054

## Es gefällt mir nicht

daß die Funkschau nur 8 Seiten hat.

Ich soll Ihnen schreiben, was mir gefällt und was nicht.

Seit Herbst 1927 lese ich Ihren Bastler und Funkschau. Die beiden Jahrgänge 1928 und 1929 habe ich mir in Buchform binden lassen. So habe ich nun zwei Bücher (das dritte wird ja erst im Januar 1931 fertig), die in der Radiofachliteratur einzig dastehen und niemals ihresgleichen finden werden.

Mein erster Empfänger war der Panzersehser; nach mancher schlaflosen Nacht ging er, aber der Bastler-Teufel hatte mich auch in den Krallen. Der zweite Empfänger war der Superacht. Er mußte bald wieder sterben, denn für meine Batterien war der Kerl zu dick.

Nun baute ich mir einen Vier-Röhren-Apparat nach eigenem System. Aus jeder Schaltung in der Funkschau wurde etwas geklaut, bis eine Höchstleistung zu erwarten war. Der Apparat besteht aus Hochfrequenz-Schirmgitterstufe, Audion mit Anodengleichrichtung, eine Niederfrequenzstufe (Trafo) und eine Gegentaktstufe mit gewöhnlichem Trafo und Ausgangsdrossel. Ohne Ihre Funkschau wäre ich nie so in die Materie eingeweiht worden.

Sonderbarerweise passierte mir schon ein paarmal, daß ich mir etwas zusammengebaut hatte und kurze Zeit darauf kam in der Funkschau die Baubeschreibung. Wie zum Beispiel der billige dynamische Lautsprecher im letzten Oktoberheft. Diesen hatte ich ein paar Tage vorher zusammengebaut. (Wir gratulieren! Das nennen wir fortschrittlich sein! Die Schriftlitz.)

Was mir nicht gefällt, ist, daß die Funkschau nur acht Seiten hat.

Bringen Sie Ihre Funkschau auf dieser Basis wieder, so wie sie jetzt besteht, kann keine Bastlerseele sich darüber beschweren und die Funkschau behält ihre führende Stelle auf dem Radio-Bastel-Gebiet.

*W., Pforzheim.*

# RÖHRENVERZERRUNG UND GEGENTAKT

## ÜBER DIE ARBEITSWEISE DER GEGENTAKTSCHALTUNG

### Über die Arbeitsweise der Gegentaktschaltung

haben wir uns im ersten Märzheft<sup>1)</sup> sehr eingehend miteinander unterhalten. — Sie sind doch noch im Bilde? — Immerhin, schaden wird's wohl nicht, wenn ich ein ganz klein wenig wiederhole.

Wie damals, so beschränken wir uns auch heute allein auf die Endstufe. Bei ihr nämlich ist das Gegentaktschaltung von ganz besonderer Bedeutung.

Also Abb. 1. Hier sehen Sie die bekannte Gegentaktschaltung. Von links her wird die den Tonwellen entsprechende Wechselspannung aus der vorhergehenden Stufe bezogen. Nach rechts wird die Wechselstromleistung an den Lautsprecher abgegeben.

Nun bitte ich einen Moment lang um ganz besondere Aufmerksamkeit! Da (links in Abb. 1) ist der Trafo, der die Gitterwechselspannung abgibt. Seine Sekundärwicklung hat in der Mitte eine Anzapfung. Wegen dieser Mittelanzapfung bekommt jede Röhre gerade die Hälfte der vom Transformator gelieferten Wechselspannung

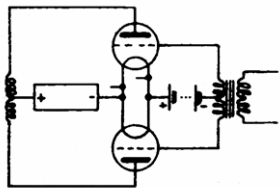


Abb. 1. Die Gegentaktschaltung.

und zwar so, daß die Vorzeichen dieser halben Gitterwechselspannungen für beide Röhren verschieden sind.

Jetzt — im Augenblick — soll z. B. die untere Klemme der Trafo-Sekundärwicklung positiv gegen die obere sein. Dann ist gegenüber der Mittelanzapfung (und damit auch gegen die Heizfäden) das Gitter der oberen Röhre negativ, das der unteren positiv.

Im Anodenkreis arbeitet jede Röhre für sich auf eine Hälfte der dort vorhandenen Gegentaktschaltung. Das kann die Primärspule eines Ausgangstransformators; oder auch die Lautsprecherwicklung selber sein.

Wegen des verschiedenen Vorzeichens der

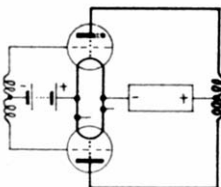
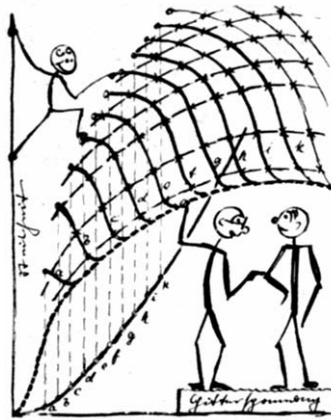


Abb. 2. Wie der Anodenwechselstrom im Idealfall fließt (dicke Linien).

Gitterwechselspannungen nimmt der Anodenstrom der einen Röhre gerade dann ab, während er bei der andern Röhre zunimmt und umgekehrt. Für ganz gleiche und ganz gerade Arbeitskennlinien beider Röhren würden die beiden Anodenwechselströme den halben Gitterwechselspannungen vollkommen genau entsprechen. Die Anodenstromzunahme bei der einen Röhre wäre der Anodenstromabnahme bei der andern Röhre stets vollständig gleich. Der Anodenwechselstrom käme somit ausschließlich in dem in Abb. 2 dick ausgezogenen Stromkreis zustande. Der Zweig, der die Anodenstromquelle enthält, würde nicht den geringsten Bruchteil des Anodenwechselstromes führen, solange das

<sup>1)</sup> „Gegentakt in Funktion“.



„Im Kurvenwald“.  
Mit dieser vielsagenden Bemerkung übergab uns unser Mitarbeiter F. Bergtold obige Skizze. Er behauptet sogar, daß aus diesen Kurven der doch ziemlich verständliche Aufsatz über die Gegentaktschaltung entstanden sei. Kaum glaublich!

gerade Kennlinienstück nicht überschritten wird.

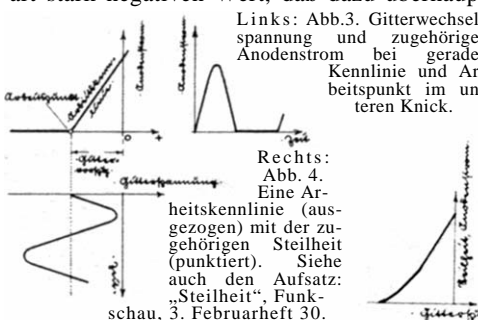
### Gerade Arbeitskennlinie mit Arbeitspunkt im unteren Knick.

Wir behalten jetzt einmal die vollständig geraden und gleichen Röhrenkennlinien bei und verlegen den Arbeitspunkt durch starke Erhöhung der negativen Gittervorspannung in den unteren Knick.

**Wenn wir hier einen ausführlichen Artikel bringen über das immer wieder umstrittene Problem der Röhrenverzerrungskompensation in der Gegentaktschaltung, so tun wir das in dem Bewußtsein, daß viele unserer Leser sich nur mit ausnehmend großer Mühe durch die folgenden Seiten werden durchbeißen können. Trotzdem wagen wir den Versuch in der Überzeugung, daß jeder eifrige Leser immerhin vom Wesen der Gegentaktschaltung ein Erkleckliches mehr verstehen wird, wenn er sich heute unserer Führung anvertraut.**

Die obere Röhre soll in diesem Moment eine positive Halbwellen der Gitterwechselspannung bekommen. Die Abb. 3 zeigt, daß zu einer positiven Gitterspannungs-Halbwellen eine genau entsprechende Anodenstrom-Halbwellen gehört.

Was tut wohl während dessen die andere Röhre? — Nun — sie tut gar nichts! — Die auf sie entfallende Halbwellen der Gitterwechselspannung ist im Augenblick negativ. Die gesamte Gitterspannung hat jetzt also einen derart stark negativen Wert, daß dazu überhaupt



Links: Abb. 3. Gitterwechselspannung und zugehöriger Anodenstrom bei gerader Kennlinie und Arbeitspunkt im unteren Knick.

Rechts: Abb. 4. Eine Arbeitskennlinie (ausgezogen) mit der zugehörigen Steilheit (punktiert). Siehe auch den Aufsatz: „Steilheit“, Funkschau, 3. Februarheft 30.

kein Anodenstrom mehr gehört (Abb. 3). Hier kommt somit kein Strom zustande.

Die Anodenstrom-Halbwellen der ersten Röhre kann über die zweite Röhre nicht fließen. Sie

sieht sich deshalb gezwungen, einen anderen Weg zu wählen: über den anodenseitigen Mittelabgriff, über die Anodenstromquelle (bzw. über deren Überbrückungskondensator) zum Heizfaden.

Das ist genau so, als ob wir es lediglich mit dieser einen Röhre und der ihr zugehörigen Hälfte des Ausgangstransformators zu tun hätten. Die andere Seite der Gegentaktschaltung ist — wie bereits gesagt — außer Betrieb.

Nun kommt die nächste Halbwellen der Gitterwechselspannung an die Reihe. Sie ist für die erste Röhre negativ. Die erste Röhre kann damit nichts anfangen. Ihre Gesamtgitterspannung ist während dieser ganzen Halbwellen so stark negativ, daß kein Anodenstrom zustandekommt. Jetzt aber bekommt die zweite Röhre die positive Halbwellen der Gitter-Wechselspannung. Und das hat hier die entsprechende Anodenstrom-Halbwellen zur Folge. Bei der zweiten Halbwellen wirkt also nur der untere Teil der Gegentaktschaltung (Röhre einschließlich zugehöriger Hälfte des Ausgangstransformators).

Wäre der Transformator ganz ideal, d. h. hätte er überhaupt keine Verluste, so würde sich die Anodenstrom-Halbwellen, die von der einen Röhre herrührt, derart an die Halbwellen der andern Röhre anschließen, daß wir insgesamt ein vollkommen naturgetreues Anodenstromabbild der Gitterwechselspannung bekämen.

### Die tatsächliche Röhrenkennlinie.

Die ist nun nicht so geradlinig, wie das vorstehend angenommen war. Insbesondere an

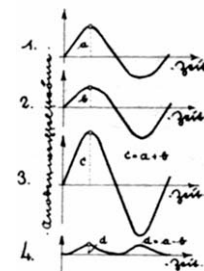


Abb. 5. Erstens: Der Anodenwechselstrom der einen Röhre. Zweitens: Der Anodenwechselstrom der andern Röhre.

(Hier ist die negative Halbwellen nach oben, die positive nach unten aufgetragen).

Drittens: Die Summe beider Anodenströme, die übrigens nur zur Hälfte sich auswirkt, weil jeder Einzelstrom (a und b) ja nur jeweils einen der beiden Wicklungshälften durchfließt. Viertens: Die Differenz der Anodenströme. Diese Differenz fließt im Mittelzweig, der die Anodenbatterie enthält.

ihrem unteren Ende hat sie, wie wir ja wissen, eine deutliche Krümmung. Genau genommen gibt's ja überhaupt kein gerades Stück an ihr. Das sieht man besonders deutlich, wenn die Steilheitskurve der Röhre aufgezeichnet wird (Abb. 4).

Erfahrungsgemäß hat man für die Verwendung normaler Röhrenkennlinien in Gegentaktschaltung zwei Möglichkeiten. Die eine besteht darin, den Arbeitspunkt genau an dieselbe Stelle zu legen, wie bei der einzelnen Röhre. Die andere Möglichkeit bezieht sich darauf, die negative Gitterspannung ganz wesentlich über den normalen Wert hinaus zu erhöhen.

Daß die erste Möglichkeit ohne weiteres verwirklicht werden kann, und daß bei ihr praktisch keine Röhrenverzerrungen auftreten, wird allgemein anerkannt. Ob aber die andere Möglichkeit brauchbar ist, darüber bestehen verschiedene Meinungen.

### Tatsächliche Arbeitskennlinie und normale Gittervorspannung.

Wir beschäftigen uns einen Augenblick doch mit der ersten Möglichkeit. Bei ihr wird für jede Röhre ein Kennlinienstück benutzt, das nur wenig gekrümmt ist. Deshalb würde es sich —

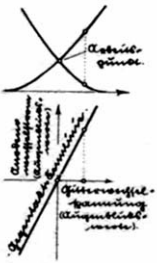


Abb. 6. Die Entstehung der Gegentakt-Kennlinien aus den beiden übereinander geschobenen Arbeitskennlinien der Einzelröhren.

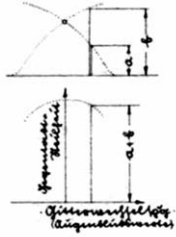


Abb. 7. Statt der Kennlinien sind hier deren Steilheiten zur Gesamt-Gegentaktsteilheit zusammengefaßt.

wie bereits gesagt — eigentlich erübrigen, hier auf die Verzerrung überhaupt einzugehen. Wir wollen aber das Prinzip erörtern und dabei ist zunächst einmal die Höhe der Verzerrung nicht ausschlaggebend.

Wir überlegen: Die Kennlinien der modernen Röhren sind fast ausschließlich so gestaltet, daß die Steilheit mit zunehmendem Anodenstrom wächst. D. h. die positive Anodenstrom-Halbwelle wird — wenn auch nur unbedeutend — etwas spitz ausgezogen, die negative Halbwelle dagegen etwas breit gedrückt (Abb. 5). Nun wirkt aber stets eine positive Welle der einen Röhre mit einer negativen der anderen Welle zusammen. Was der einen Halbwelle fehlt, wird somit durch die andere — wenigstens einigermaßen — ergänzt (Abb. 5).

Entsprechend dem Aufsatz vom 1. Märzheft (Funkschau 1930) hätten wir uns übrigens gar nicht um die einzelnen Röhren selbst zu kümmern brauchen. Dort habe ich nämlich gezeigt, wie aus den zwei Arbeitskennlinien die Gegentaktlinie direkt zu gewinnen ist. Zur besseren Erinnerung an die Abbildungen 9 und 10 des genannten Aufsatzes wird hier (in Abb. 6) die Entstehung solch einer Gegentaktkennlinie nochmal veranschaulicht.

Statt des Anodenstromes können wir natürlich auch die Steilheiten zusammennehmen und bekommen dann ein noch klareres Bild vom Ausgleich der Krümmungen (Abb. 7).

**Wir geben jetzt größere Gittervorspannungen.**

Um die Sache gleich ganz gründlich vorzunehmen, wählen wir die negative Gittervorspannung derart groß, daß im Ruhezustand überhaupt kein Anodenstrom zustande kommen kann und gehen dann ganz langsam damit herunter.

Weil ich nicht unnützlich viele Worte machen will, habe ich einen Filmstreifen gezeichnet, auf dessen Einzelbildchen der Arbeitspunkt immer wieder etwas anders liegt. Wir müssen uns das so vorstellen, als ob der Arbeitspunkt (infolge ständig verkleinerter negativer Gitterspannung) dauernd nach rechts — d. h. die Arbeitskennlinie aufwärts rutscht.

Für Leser, die daran Interesse haben, sei bemerkt, daß die Anodengleichspannung dabei nicht dieselbe bleibt. Die Anodengleichspannung muß verkleinert werden, wenn der Arbeitspunkt hier nach rechts oben wandern soll.

Also nun zum Filmstreifen! Die Arbeitskennlinie der Einzelröhre (links) ist gemessen. Die Gegentaktlinien und die zugehörigen Gegentakt-Steilheitskurven (rechts) sind daraus genau konstruiert. Wir verfolgen jetzt die Bilder.

Die Lage 1 des Arbeitspunktes ist nicht zu brauchen. Man sieht das sofort an der Gegentaktkennlinie und noch mehr an der Steilheitskurve. Diese Kurve sollte im Idealfall ja eine Gerade sein!

Nr. 2 ginge schon eher. Ganz brauchen aber können wir doch erst Nr. 3 und 4. Besonders Nr. 4. Von da ab jedoch wird die Sache wieder schlechter. Bis einschließlich Nr. 11 ist nichts Schönes zu sehen. Nr. 12 und 13 jedoch sind schließlich von neuem geeignet. Sie sind es sogar noch besser als 3 und 4. — Nun — das ist kein Wunder, weil der Arbeitspunkt hier doch genau so liegt, wie bei der Einzelröhre. Folg-

lich muß man entweder mit normaler Gittervorspannung oder — bei evtl. ein klein wenig mehr Verzerrung — mit wesentlich höherer Gittervorspannung arbeiten.

Laut Röhrenbüchlein <sup>2)</sup> (Seite 26 und 27 bzw. Seite 16 und 17) errechnen sich die beiden Gittervorspannungswerte zu:

$$\text{Norm.Gittervorsp.} = \frac{(\text{Anodensp.} \cdot 50) \times \text{Durchgriff}\%}{150}$$

(Zahlenbeispiel und noch genauere Formeln siehe Röhrenbüchlein) und

$$\text{Hohe Gittervorsp. für Gegentakt} = \frac{\text{Anodenspannung} \times \text{Durchgriff}\%}{100}$$

Wenn wir die Abb. 6 und 7 betrachten, so kommt uns übrigens der Gedanke, daß auch zwei ungleiche Arbeitskennlinien sich ganz schön zu einer einigermaßen geraden Gegen-

<sup>2)</sup> Das Buch der Röhren, Preis 95 Pfennig, Verlag der Bayerischen Radiozeitung (G. Franz'sche Hofbuchdruckerei, München).

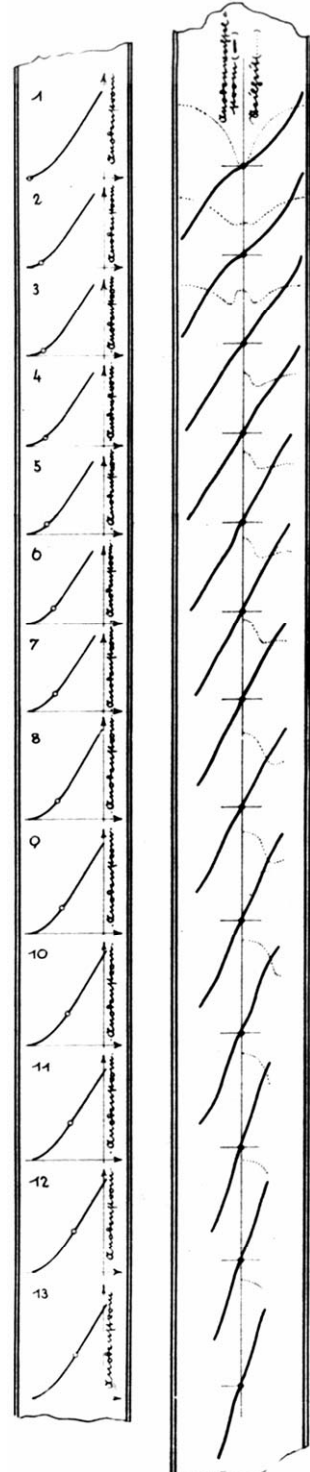


Abb. 8. Ein Film, der zeigt, wie die Gegentaktlinien aussehen und die zugehörigen Steilheitslinien, wenn die Gittervorspannung sich ändert.

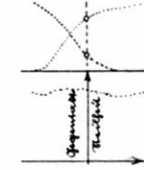


Abb. 9. Auch zwei ganz verschiedenartige Arbeitskennlinien können sich zu einer guten Gegentakt-Kennlinie ergänzen. Das ist hier mittels der Steilheitskurven gezeigt. (Vergl. Abb. 7).

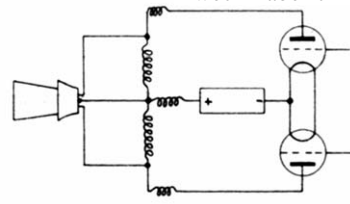


Abb. 10. Rechts von den Röhren die Schaltung, die uns den Transformator und die Unvollkommenheit des Lautsprechers ersetzt, ganz rechts der ideale Lautsprecher. Für uns wichtig sind die drei waagerechten Drosseln. (Die senkrechten habe ich mit eingezeichnet, um eine gewisse Übereinstimmung mit dem Aufsatz über den Zwischentrafo zu bekommen.)

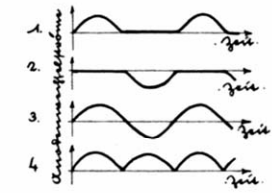


Abb. 11. Die Einzelströme, deren Summe und deren über den Mittelabgriff fließende Differenz zu den Verhältnissen von Abb. 3. (Vergl. hierzu den Text Abb. 5).



Abb. 12. Die an Stelle von Nr. 3 der Abb. 11 tretende Anodenstromsumme. Man sieht die verzerrende Wirkung der Drosseln.

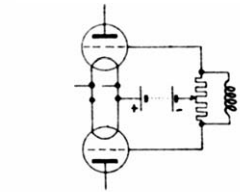


Abb. 13. Das Potentiometer zum Abgleichen der Arbeitskennlinien. Das Potentiometer sollte nicht weniger als 1 Megohm Widerstand aufweisen.

taktkennlinie. ergänzen können. In der Abb. 9 habe ich den Beweis für diese Sache erbracht. Bis jetzt haben wir Trafo und Lautsprecher als ganz ideal angesehen. Das aber stimmt mit der Wirklichkeit nicht überein. Deshalb ist es notwendig zu erörtern, was

**Trafo und Lautsprecher bei der Kompensation der Röhrenverzerrung mitzureden haben<sup>3)</sup>.**

Gleichgültig ob Lautsprecher allein oder Lautsprecher mit Trafo zusammen — stets kommt die Schaltung auf das hinaus, was in Abb. 10 gezeichnet ist. Der Anodenwechselstrom sieht sich gezwungen, durch Drosselspulen hindurchzugehen. Diese Drosselspulen liegen in allen drei Leitungen. Die dem Mittelabgriff zugehörige Drossel ist dabei ziemlich viel größer, als die beiden anderen Drosseln.

Fall 1. Die Gittervorspannung hat die für Einzelröhren normale Größe. Dann schließt sich der Anodenstrom zu einem nur ganz geringen Teil über Mittelabgriff und Anodenbatterie. Die Hauptsache geht direkt von Röhre zu Röhre. Hierbei liegen die Verhältnisse genau wie bei der einzelnen Röhre. Die Drosseln können sich lediglich durch eine (geringe) Beeinträchtigung der hohen Frequenzen äußern. Über diese Frequenzabhängigkeit siehe den Aufsatz „Anpassung und dann Tonwiedergabe“.<sup>4)</sup>

Fall 2. Wir nehmen den hohen Wert der Gittervorspannung. Der Anodenstrom geht dann großenteils immer über den Mittelabgriff. Deshalb gewinnt hier auch die mittlere Drossel Bedeutung. Im Fall 2 haben es sämtliche drei Drosseln jedoch nicht allein mit den hohen Sprachfrequenzen — d. h. mit den hohen Tonwellen, die gesendet werden. Hier ist die Geschichte komplizierter. Wir müssen uns die Verhältnisse deshalb in Ruhe ansehen. Zu diesem Zweck habe ich den extremen Fall von Abb. 3

vorgenommen und die zugehörigen Ströme entsprechend Abb. 5 dargestellt. So ist die Abb. 11 entstanden. Wir sehen da die beiden Einzelströme, die über die untere bzw. obere Drossel fließen. Darunter ist die Summe der Einzelströme gezeichnet, so, wie sie auf den Lautsprecher wirken sollte — wie sie auch wirklich zustande käme, wenn die Drosseln nicht wären. Als viertes Bild schließlich sehen wir die Differenz der zwei Anodenströme. Diese

Differenz fließt über den Mittelabgriff und damit über die mittlere Drossel. Alles, was also über die drei (wagerechten) Drosseln von Abb. 10 geht, sind Ströme, deren Kurven scharfe Ecken haben (Abb. 11). Scharfe Ecken nun sind für die Drosselspulen das selbe wie hohe Frequenzen. Die Drosselspulen lassen die scharfen Ecken nicht so ohne weiteres durch sich hindurch. Sie schleifen die Ecken gewissermaßen ab. Wenn aber in Nr. 4 von Abb. 11 die Ecken abgerundet werden, so kommt als wirksame Anodenstromkurve (d. h. an Stelle von Nr. 3) eine im Vergleich dazu verzerrte Kurve heraus. Das Resultat hat im Prinzip etwa die Form von Abb. 12. Sind also bei Fall 2 die Drosseln von Abb. 10 nennenswert und die Ecken der Einzelstromkurven sowie vor allem die Ecken der Mittelabgriff-Stromkurve recht scharf, dann

<sup>3)</sup> Ich empfehle hierzu das Studium der Aufsätze: „Grundlegendes über Spulen“, Funkschau, 2. Januarheft 1929; „Vom Zwischentrafo“, Funkschau, 3. Januarheft 1930; „Anpassung und dann Tonwiedergabe“, Funkschau, 2. Novemberheft 1929.  
<sup>4)</sup> 2. Novemberheft 1929.

gibt's (nichtlineare) Verzerrungen auch für den Fall, daß die Krümmungen der Röhren-Arbeitskennlinien sich vollständig kompensieren.

Das praktische Resultat dieser Überlegungen betr. Anwendung der hohen Gittervorspannung: Zunächst muß dafür gesorgt werden, daß die drei wagerechten Drosselspulen der Abb. 10 gering ausfallen. Am besten ist es in dieser Hinsicht, auf jede eigentliche Ausgangsschaltung zu verzichten, den Lautsprecher vielmehr selbst in Gegentaktsschaltung auszuführen und direkt anzuschließen. — Dann aber muß auch die

### Form der Arbeitskennlinien

die richtige sein. Ich erinnere an die Abbildungen 6, 7, 8 und 9 sowie an den letzten Abschnitt.

Aus alledem ergibt sich für beide brauchbaren Werte der Gittervorspannung die Forderung nach einem möglichst zügigen Verlauf der Arbeitskennlinien.

Wollen wir lediglich die normale Gittervorspannung benutzen, so erstreckt sich die Forderung nach gleichmäßiger Krümmung nicht bis auf den untersten Bereich der Arbeitskennlinien. Sie dürfen also hier mit einem ganz schroffen Anstieg beginnen: Der untere Knick kann scharf sein. Der übrige Teil der Arbeitskennlinie sollte jedoch keine nennenswerten Krümmungsverschiedenheiten aufweisen.

Anders aber, wenn wir den Arbeitspunkt recht weit nach links schieben wollen — d. h. wenn der hohe Wert der negativen Gittervorspannung Anwendung findet — da muß die Steilheitskurve (siehe Abb. 4) über die ganze Arbeitskennlinie möglichst zügig verlaufen. Vor allem darf in diesem Fall die Steilheitskurve nicht mit einem schroffen Anstieg beginnen. Ein scharfer unterer Knick nämlich würde die richtige Wahl der hohen Gittervorspannung zu kritisch machen. Und dann gäbe es schließlich wegen der Drosseln von Abb. 10 — auch bei günstigster Gittervorspannung doch noch Verzerrungen (Abb. 12).

Die Forderung nach einem wenig ausgeprägten Knick bei Anwendung hoher Gittervorspannung verbietet hier übrigens die Anwendung sehr hoher Außenwiderstände.

### Zur Einstellung des günstigsten Krümmungsausgleiches.

Das eine Mittel wäre die richtige Wahl der Gittervorspannung. Dieser Punkt ist durch Abb. 8 bereits erledigt.

Das andere Mittel besteht darin, die Steilheiten der beiden Arbeitskennlinien gegeneinander abzugleichen. Das geht sehr einfach, wenn man den gitterseitigen Mittelabgriff (Abb. 1 links) nicht am Transformator bewerkstelligt, sondern mittels eines Potentiometers.

Das Potentiometer gestattet es, den beiden Röhren statt jeweils der Hälfte der Gesamt-Gitterwechselspannung zwei verschieden große Bruchteile davon zuzuführen.

Bezogen auf die Gesamt-Gitterwechselspannung wird bei der Röhre, die den kleineren Bruchteil bekommt, gewissermaßen die Steilheit verkleinert, bei der andern Röhre dagegen um den entsprechenden Betrag vergrößert.

Die Abgleichung durch entsprechende Regulierung der zwei Heizströme vorzunehmen, war früher einmal üblich. Heute macht man das nicht mehr, weil die Einstellung zu kritisch ist und die Verhältnisse sich im Laufe der Zeit doch immer wieder von selbst ändern.

Man hätte schließlich die Möglichkeit, die Gittervorspannungen für beide Röhren getrennt einzustellen. Doch wird sich der hierbei notwendigerweise größere Aufwand an Schaltmitteln kaum lohnen.

F. Bergtold.



**G. L. Jettenbach (0495):** Ich besitze seit einem Jahr einen Nora-Netzanschlußempfänger Form K3Wd. Da der Empfang jedoch zu schwach ist, beabsichtige ich, den Empfänger umzubauen. Gewünscht wäre ein 3-, wenn möglich sogar ein 4-Röhren-Schirmgitter-Netzempfänger.

1. Ist ein Umbau dieser Art überhaupt möglich? Wenn ja:
2. Welches Gerät wäre am empfehlenswertesten?
3. Woher kann ich die Baumappe beziehen?
4. Welche Teile des vorhandenen Empfängers kann ich zum Bau des gewünschten wieder verwenden, ohne die Güte des neuen Gerätes zu vermindern?
5. Wie hoch müßten sich meine Aufwendungen belaufen?

Antw.: 1. Ein Umbau dieses Fabrikdreiers zu einem anderen Gerät ist nicht gut möglich, weil eben bei den Fabrikempfängern die Bauteile größtenteils durch Nietungen usw. befestigt sind, bzw. in der Form auf eine gewisse Serienherstellung zugeschnitten sind.

2. Für einen Neubau — Ihren Wünschen entsprechend — käme unser Schirmgittervierer für Wechselstrom nach E.F.-Baumappe Nr. 86 (Preis M. 1.70) in Betracht.

3. Sämtliche bei uns erschienenen Baumappen können, wenn nicht bei Ihrem Händler erhältlich, direkt von uns bezogen werden.

4. Niederfrequenztrafos, Drehkondensatoren, Blockkondensatoren, Röhrensockel und der gesamte Netzteil (wenn er nicht gerade knapp für den „Dreier“ dimensioniert ist) sind ohne weiteres verwendbar.

5. Ihre Aufwendungen sind beim Neubau eines Vierers ungefähr M. 100.—

Wir schlagen Ihnen nun etwas ganz anderes vor. Setzen Sie vor Ihren 3-Röhrenempfänger eine Schirmgitter-Hochfrequenzstufe und Sie machen dadurch Ihr Gerät in der Leistung, wenn vielleicht nicht ganz gleich, aber zumindest annähernd so gut wie einen Schirmgittervierer. Wir haben auch ein Schirmgittervorsatzgerät als E.F.-Baumappe herausgebracht. Die Mappe trägt die Nr. 76 und kann zum Preis von M. 1.60 direkt von uns bezogen werden. Auf diese Weise können Sie mit der Hälfte des oben genannten Betrages aus.

**J. H. Kirchenlaibach (0506):** Ich baute mir den billigen Dynamischen nach Baumappe 88. Was ist für Unterschied bei hoch- oder niederohmiger Triebspule? Was ist bei letzterer für Ausgangstransformator notwendig, wie wird dieser geschaltet? Wo erhältlich? Der Lautsprecher soll für stärkste Lautstärke ohne Rücksicht auf Preis gebaut werden.

Antw.: Bei Verwendung einer hochohmigen Triebspule benötigen Sie keinen Ausgangsrafo, was natürlich unter Umständen vorteilhaft ist. Bei Verwendung einer niederohmigen Triebspule dagegen benötigen Sie einen Abwärtstrafo, etwa einen solchen mit dem Übersetzungsverhältnis 1 : 30 — 1 : 50. An die Primärwicklung dieses Ausgangsrafos kommt dann der Ausgang des Gerätes zu liegen, an die Sekundärwicklung ist direkt die niederohmige Triebspule anzuschließen. Die Einzelteile erhalten Sie bei der Firma Böhm & Wiedemann, München, Karlsplatz 14. Sie können diesen Lautsprecher etwa mit 4 Watt belasten.

**H. K. Dresden (0511):** Ich habe mir den Apparat nach Ihrer Baumappe „EF Nr. 72“ gebaut. Bin mit der Leistung und Selektivität desselben sehr zufrieden. Wohne ca. 2 Kilometer von unserem Sender und habe ohne Hinzuschalten des Leitkreises keine Schwierigkeiten mit dem Ortssender. Das einzige, was mir an dem Gerät nicht gefällt, ist das Auswachseln der Spulen, und ich frage hiermit an, ob Sie mir nicht nähere Angaben über festeingebaute, umschaltbare Spulen (hohe und niedere Welle) geben könnten? Oder haben Sie ein anderes, ebenso gutes Gerät evtl. Einknopfbedienungs?

Antw.: Es ist auch bei dem erwähnten Gerät möglich, daß eine Umschaltvorrichtung angebracht wird, die die Spulen für lange oder kurze Wellen wahlweise ein- oder ausschaltet. Wir raten Ihnen jedoch von einer derartigen Einrichtung ab und empfehlen Ihnen, die kleine Umständlichkeit des Spulenwechsels mit in Kauf zu nehmen, da durch die dazu nötigen Leitungen bei unpassender Verlegung sicher unerwünschte Kopplungen auftreten, die unter Umständen die Leistungsfähigkeit des Gerätes in Frage stellen können. Ein Gerät, in dem umschaltbare Spulen verwendet sind, ist unser billiger Wechselstrom-Schirmgittervierer für Netzanschluß an 220 Volt Wechselstrom nach unserer EF-Baumappe Nr. 86. Es handelt sich hier um ein sehr modernes Gerät, mit dem Sie sicher die gleichen Erfolge wie mit Ihrem alten Gerät erzielen werden.

**F. B. Nürnberg (0587):** Bin im Besitze eines Telefonen-Dreiröhren-Gerätes mit Lautsprecher Elion und guter Außenantenne. Ich bin sehr zufrieden damit, nur möchte ich auch andere Sender hören. Ich bitte um Bescheid, wie ich meinen Empfänger verbessern könnte, um möglichst viele Sender zu hören. Röhren sind RE-054—054—154-Anode 100-Volt-Akku 4 Volt. Wenn ich dazu ein Vorsatzgerät brauche, wo kann ich bitte eine Baumappe für solches erhalten und wie hoch würden sich die Auslagen gestalten.

Bitte, erleichtern Sie uns unser Streben nach höchster Qualität auch im Briefkastenverkehr, indem Sie Ihre Anfrage so kurz wie möglich fassen und sie klar und präzise formulieren. Numerieren Sie bitte Ihre Fragen. Vergessen Sie auch nicht die Beratungsgebühr von 50 Pfg. — Die Ausarbeitung von Schaltungen oder Drahtführungsskizzen kann nicht vorgenommen werden.

Wegen einer Prüfung Ihres Selbstgebautes, die wir in unserem Laboratorium vornehmen können, lesen Sie bitte nach im 1. Dezember-Heft (Jahrgang 1930) Seite 400.

Antw.: Zur Erhöhung der Reichweite und Trennschärfe Ihres Gerätes empfehlen wir Ihnen ein Vorsatzgerät zu bauen und zwar den „Vorspann“ nach EF-Baumappe Nr. 53. Die Baumappe können Sie durch uns beziehen, sofern Ihr Radiohändler sie nicht führt. Sie kostet 1,20 RM. Der Bau des Gerätes selbst kommt auf ca. 25 RM.

**K. St. Augsburg (0508):** Ich beabsichtige, vom Detektor- zum Röhrenapparat, überzugehen. Den Apparat möchte ich nach Ihrer Baumappe Nr. 162 als Schirmgitternetzvierer bauen. Ehe ich jedoch zum Bau selbst schreite, möchte ich mich gerne über nachstehende Punkte informieren:

- a) Ist das Gerät so modern, daß die Trennschärfe ausreichend ist, den Ortssender (ca. 1 Kilometer entfernt) auszuschließen?
- b) Kann die Trennschärfe später erhöht werden, wenn die neuen Großsender in Betrieb sind? und in welcher Weise?
- c) Läßt sich das Gerät auch stufenweise ausbauen, um die ersten Anschaffungskosten nicht zu hoch zu gestalten?
- d) Ist es besser, das Gerät mit Einzelkondensatoren auszurüsten, um schärfer abstimmen zu können?
- e) Können die neuen Stab-Röhren Verwendung finden?
- f) Welchen Lautsprecher können Sie zu dem genannten Gerät empfehlen?

Vielleicht interessiert Sie nachstehendes: Gestern Sonnabend 1. 11. abends hörte ich mit meinem Detektorapparat an Lichtantenne während des Orgelkonzertes einen italienischen Sender. Ich habe mit meinem Detektor noch nie einen fremden Sender gehört und halte den erzielten Empfang für eine Übertragung.

Antw.: Selbstverständlich wird der Schirmgittervierer den Ortssender so weit ausschließen, wie es eben einem Vierer möglich ist.

Statt der etwas veralteten Baumappe Nr. 162 empfehlen wir Ihnen unseren neuen Schirmgitter-Vierer (Europafunk-Baumappe Nr. 86, Preis 1,70 RM.) mit dem Titel „Der billige Schirmgittervierer“ für Wechselstrom.

Die Trennschärfe wird auch bei Inbetriebnahme der neuen Großsender ausreichen.

Das Gerät stufenweise auszubauen, können wir Ihnen leider nicht raten, da das Gerät als ganzes konstruiert wurde und sich bei Einzelstufenaufbau große Schwierigkeiten ergeben würden. Bei Verwendung von Einzelkondensatoren, wie es ja im Gerät Nr. 86 vorgesehen wurde, ergibt sich eine genauere Abstimmung, mithin größere Trennschärfe. Stab-Röhren einzusetzen oder sonstige Veränderungen vorzunehmen ist nicht ratsam, da zu konstruktiven Veränderungen immer eine größere Baupraxis nötig ist, um vor einem Mißerfolg sicher zu sein.

Die Lautsprecherwahl bleibt immer noch eine Sache des persönlichen Geschmacks und des Portemonnaies. Sie machen das am besten so, daß Sie mehrere Lautsprecher an Ihrem Gerät ausprobieren und den Ihrem Gefühl am besten entsprechenden Lautsprecher wählen.

Bezüglich Ihres Empfangsergebnisses vom 1. 11. können wir Ihnen mitteilen, daß solche Beobachtungen schon vor mehreren Detektorhörern gemacht wurden, und daß diese mit der relativ äußerst geringen Trennschärfe eines Detektorgerätes zusammenhängen. Es scheint sich bei Ihnen um den Sender Rom oder Wien gehandelt zu haben.

**R. Z. Würzburg (0500):** Ich baute den billigen Schirmgittervierer nach EF-Baumappe Nr. 86. Teilen Sie mir bitte mit, was für Spulen ich verwenden muß, um Langwellen zu hören, da die Spulen nach der Pause nur für Kurzwellen sind. Haben Sie näheres für Langwellenspulen für diesen Apparat?

Antw.: Um die Sender mit langen Wellen empfangen zu können, vergrößern Sie die Windungszahl sämtlicher Spulen um das 4—4½fache. Um mit dem Wickelraum auszukommen, nehmen Sie lackierten Draht mit kleinem Durchmesser, etwa 0,1 mm, und wickeln womöglich einlagig. Notfalls ist Draht mit noch kleinerem Durchmesser zu verwenden. Sie benötigen also einen zweiten Spulenzatz für lange Wellen.