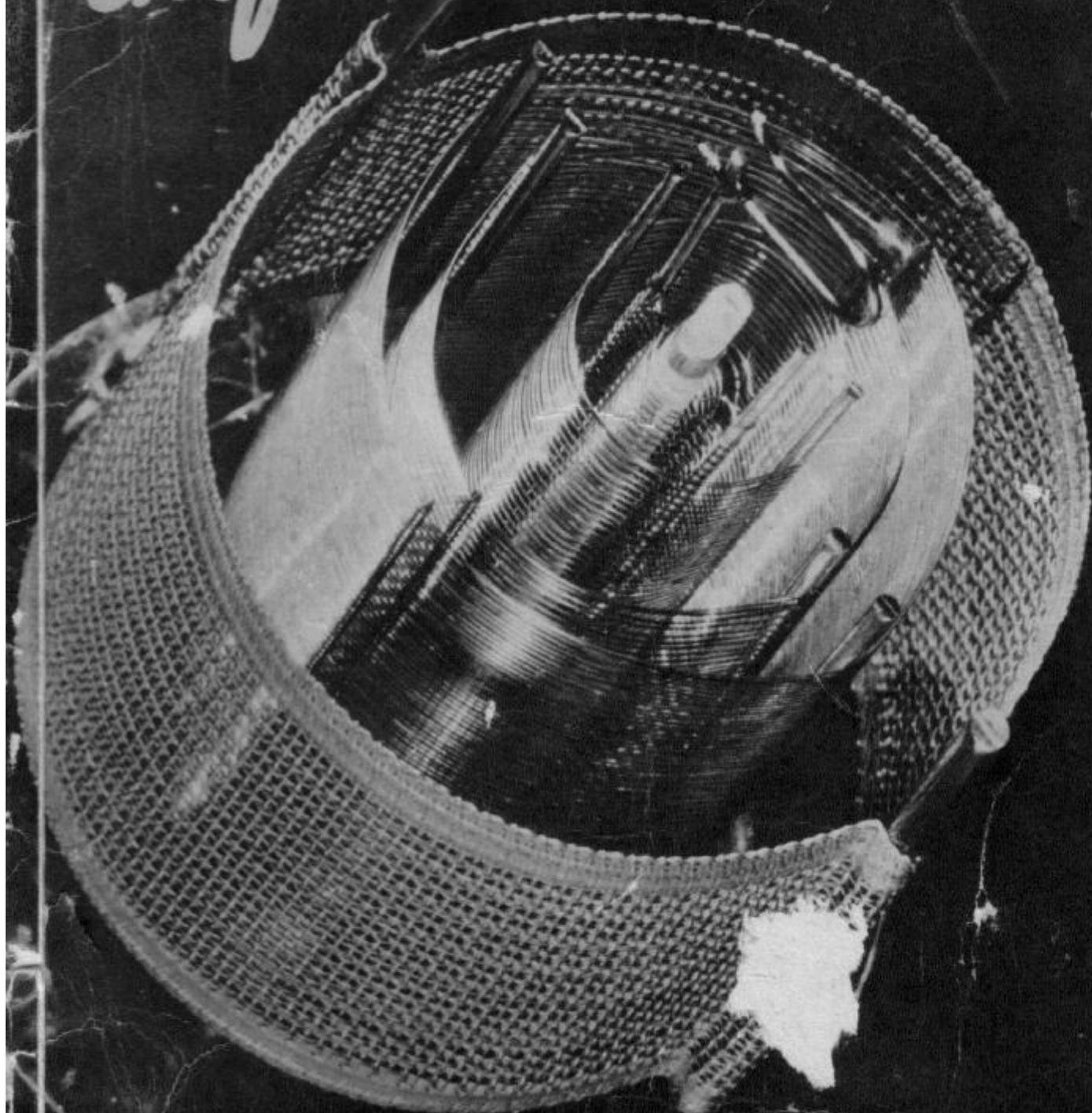


OTTO KAPPELMAYER

Mit meinem Radio
auf Du und Du





*Wenn die Sterne strahlen
singt und klingt
es im Aethermeer*

Die
Rundfunkzeitschrift

EUROPA- STUNDE

mit dem praktischen
Stundenprogramm
in Verbindung mit
Fach- und
Wochenprogramm
ist der bewährte Füh-
rer für den Fernempfang

Roman - Bilder - Rätsel
Geräteversicherung

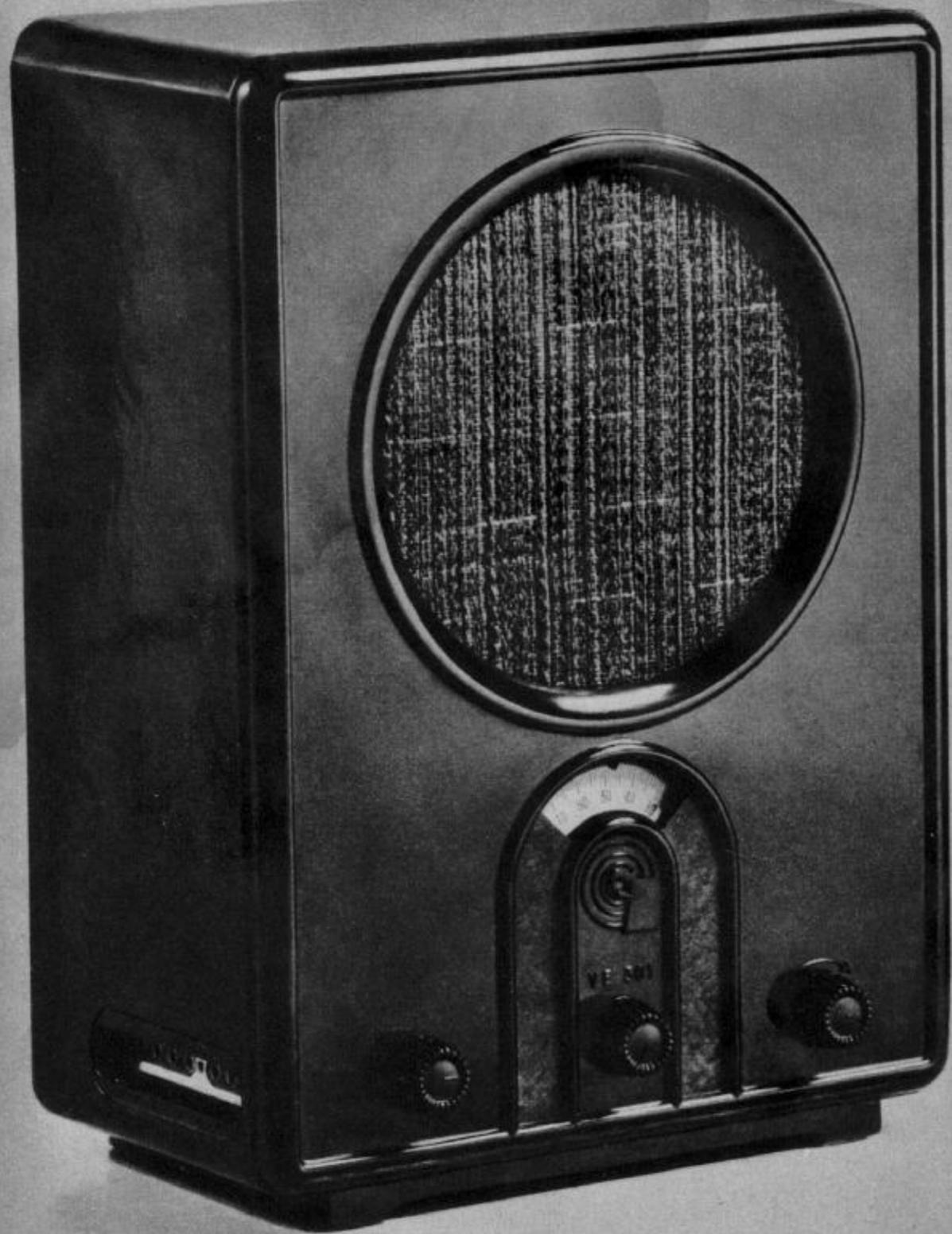
Monatsabonnement 85 Pf. / Probeheft kostenlos vom Verlag der Europa-Stunde. / Berlin SW 68

MIT
MEINEM RADIO
auf DU und DU

Ein technisches Bilderbuch
für jedermann
von

OTTO KAPPELMAYER

VERKEHRS - VERLAGSGESELLSCHAFT
(AUGUST SCHERL GMBH.),
BERLIN 1934



Der Volksempfänger des neuen Deutschlands
ist der Willensausdruck der Regierung, alle Deutschen an den Rundfunk heranzubringen.



DAS LIED EINER NACHT -



AUSGESENET IM ZENTRUM
DER WELTSTADT -

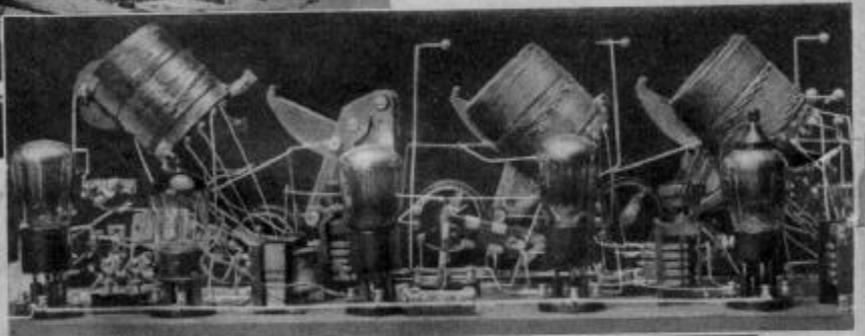
ERKLINGT IN DER EINSAMKEIT SÜDLICHER EISMEERE



DAS IST FERNEMPfang!



Der Fernempfang im Jahre 1924 war ein Geheimnis der Radiobastler . . .



Heute aber ist er eine Angelegenheit aller Menschen, denn die Apparate sind einfach und billig geworden

VORWORT

Tagtäglich sehen wir unseren Radioapparat in der Ecke des Zimmers, wir freuen uns so oft, wenn er uns die Gaben des Rundfunks makellos ins Heim bringt; versagt aber die wunderbare Musikkiste einmal ihren Dienst, dann merken wir erst, wie wenig wir vom Innern des Empfängers wissen! Dann geht es uns ähnlich wie mit unserem eigenen Körper, von dessen verschiedenen Organen wir gewöhnlich erst dann Kenntnis nehmen, wenn eines davon plötzlich krank wird!

Wenn man früher über unsere Damen als „Herrenfahrer“ mitleidig lächelte, so hat sich diese Anschauung im Laufe der letzten Jahre sehr gewandelt. Glauben Sie mir, eine Frau, die ihr Auto liebt, kennt es ganz genau! Und es gibt viele Frauen, die im Differential oder der Lichtmaschine besser Bescheid wissen als mancher Autoschlosser; denn die Frauen haben mit dem feinen Instinkt, der nun einmal das Gefühl der Frau nicht selten über den Verstand des Mannes erhebt, bald erfaßt, daß Autofahren erst Spaß macht, wenn man sein Auto wirklich kennt!

Im übrigen aber ist es eines geistig hochstehenden Menschen von Kultur nicht würdig, mit Dingen umzugehen, deren Wesen ihm tiefstes Geheimnis bleibt. Die Freude an den Dingen um uns kann nur der empfinden, der um dieses Wesen weiß. Darum ist es ein einfaches Gebot der Lebensklugheit, gerade den Radioapparat, der doch so viele Stunden des Lebens mit uns teilt, möglichst genau zu kennen!

In Bildern und Worten wollen wir deshalb den Radio vor den Augen des Lesers auseinanderlegen und zeigen, wie er arbeiten soll — und wie er arbeiten kann, wenn wir ihn ganz verstehen!

Wir werden zunächst die Einzelteile des Empfängers eingehend betrachten. Im zweiten Teil werden wir dann aus den Elementen die verschiedensten Empfänger zusammensetzen.

Und wenn wir alles gelesen und geistig verarbeitet haben, dann werden wir mit unserem Radio ganz auf du und du stehen!

OTTO KAPPELMAYER



Der Vierröhren-Neutrodyne-Empfänger war zu Anfang des Rundfunks der beste Fernempfänger und der stärkste Werber für den Gedanken des Fernempfangs



Abb. 1 Schaltsymbol des Drehkondensators

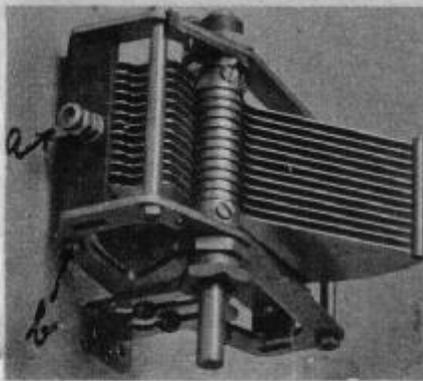


Abb. 2 Moderner Drehkondensator

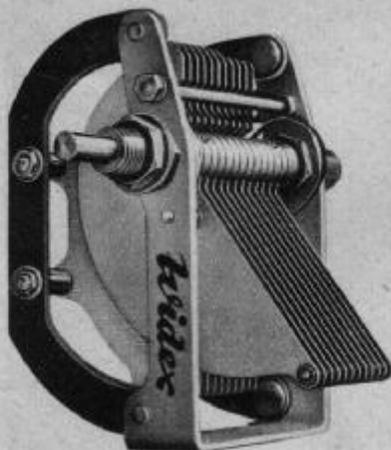


Abb. 3 Andere Form des modernen Drehkos

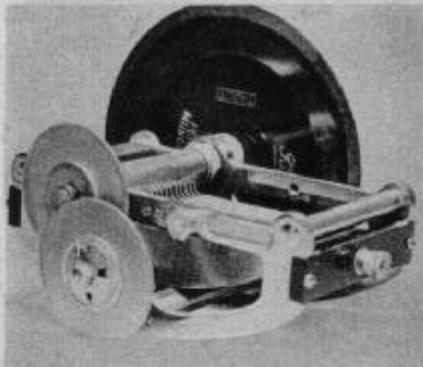


Abb. 4a Eingedrehter Rotor

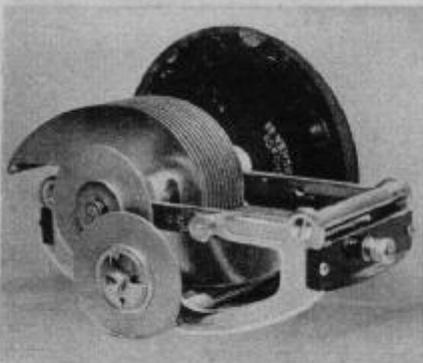
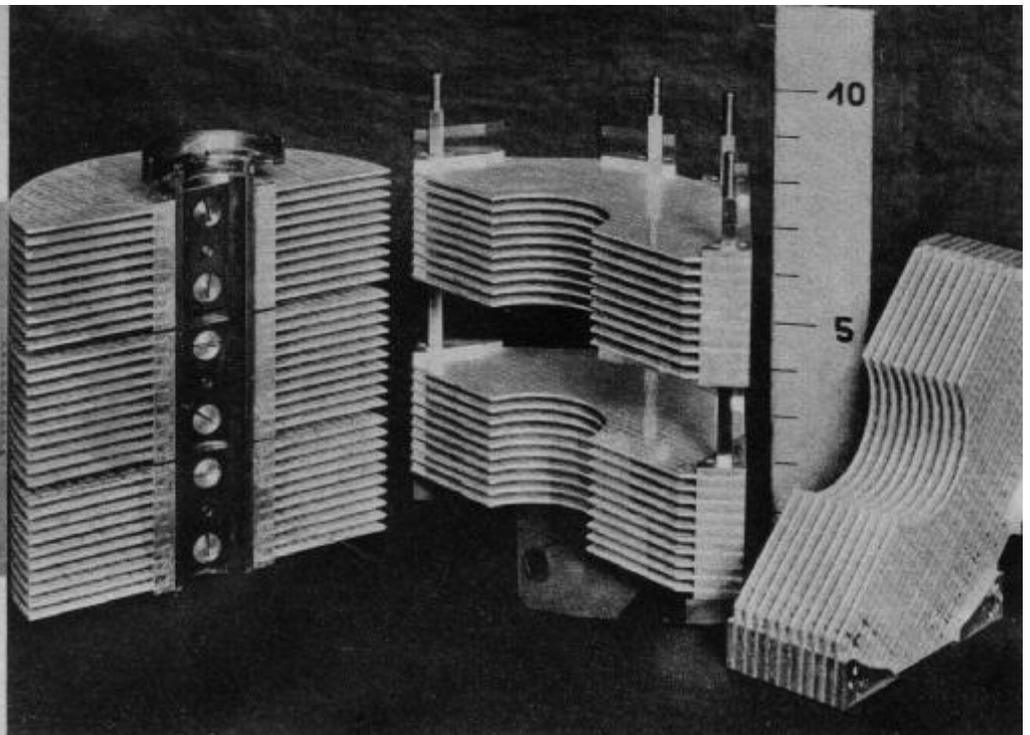


Abb. 4b Ausgedrehter Rotor



Feinste Fräsarbeit an Meßkondensatoren

I. DIE BAUELEMENTE MEINES RADIOS

Die Kondensatoren

Schauen wir uns den neuen Radioapparat einmal von innen an! Wenn wir an dem Mittelknopf drehen, bewegt sich der Zeiger über eine Skala von 0 bis 100 Grad oder er wandert über Wellenlängen- oder Kilohertzziffern und die Namen der Sender. Hinter diesem Drehknopf mit der Skalenscheibe sitzt das Wichtigste jedes Radioapparates, der Drehkondensator.

Bei a und b (Abb. 2) führen Drähte weg; auf der Achse sitzt der Drehknopf mit der Skala, die anzeigt, wie weit die beweglichen Platten, die technisch Rotor heißen, in die festen Platten hineingedreht sind. Die festen Platten nennt man Stator. Wenn der Rotor ganz in den Stator eingedreht ist, hat der „Drehko“ (die Fachabkürzung für Drehkondensator) seinen höchsten elektrischen Wert. Die Skala zeigt dann 100 Grad, und eine weitere Rechtsdrehung ist nicht mehr möglich (Abb. 4a).

Drehen wir umgekehrt das Rotorplattenpaket aus dem Stator heraus, dann hat der Drehko seinen kleinsten elektrischen Wert. Die Skala zeigt 0 Grad an (Abb. 4b). In manchen sehr alten Empfängern finden wir noch die umgekehrte Montage der Skala: Bei 0 Grad ist der Drehko „eingedreht“, bei 100 oder 180 Grad aber „ausgedreht“. Eine solche Skala nennt man „gegenläufig“.

Warum drehen wir am Drehko?

Wenn wir den Drehko von 0 bis 100 Grad drehen, dann wird seine „Kapazität“ immer größer und größer. „Kapazität“ heißt auf deutsch Fassungsvermögen und bedeutet hier „Aufnahmevermögen für Elektrizität“. Der Drehko ist etwa wie ein Gummigeäß, dessen Inhalt verschieden groß gemacht werden kann. Bei „0“ Grad geht z. B. nur $\frac{1}{10}$ Liter hinein, im höchsten Falle etwa 5 Liter! Wenn die Platten des Drehkos ausgedreht sind, dann nimmt er nur wenig Elektrizität auf. Man sagt: Die „Anfangskapazität“ ist gering. (Meist etwa 40 cm, wobei „cm“ hier nicht ein Längen-, sondern eben ein „Elektrizitätsmaß“ ist, und zwar eine sehr kleine Einheit!) In der Endstellung beträgt die Kapazität des Drehkos meist 500 cm; man kann also die Kapazität etwa im Verhältnis 40:500 oder 1:12 verändern. Das ist für später sehr wichtig!

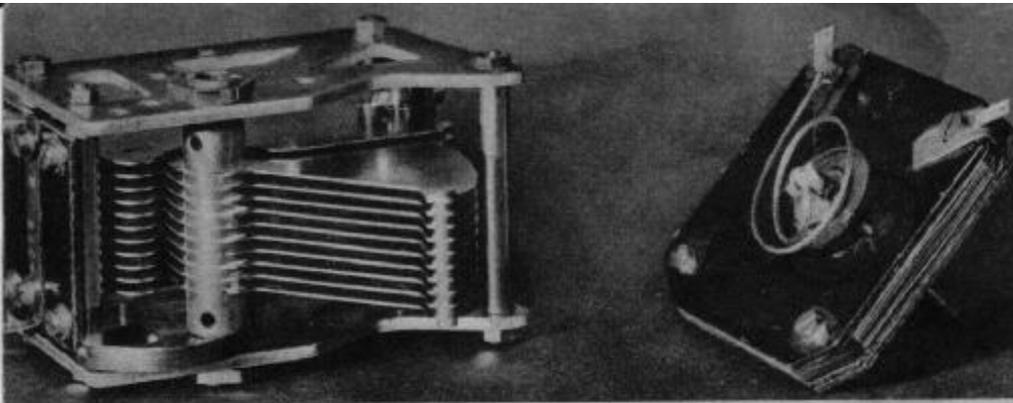


Abb. 6 Guter moderner Drehkondensator, rechts daneben alter schlechter Glimmerkondensator

Was ist ein guter Drehko?

Abb. 5 zeigt einen Drehko aus dem Jahre 1926. Die Rotorplatten sind nicht am Rande zusammengefaßt und können sich also hier leicht verbiegen oder verziehen. Dann greifen sie nicht mehr genau in die Statorplatten hinein. Die Feder ist sehr schwach und hat infolgedessen manchmal nur schlechten Kontakt mit der Anschlußklemme *a*, die die Rotorplatten betrifft. Bei *b* sind die Statorplatten angeschlossen. *a* und *b* dürfen keinen Gleichstromdurchgang miteinander haben! Der mechanische Aufbau dieses Drehkos ist nicht gut und wenig präzise. Vor solchen Drehkos muß man warnen!

Die Abb. 2 und 3 zeigen bessere Drehkos. Alles läuft hier auf Präzision hinaus, die beiden Tellerscheiben unten dienen dazu, einen besonders feinen „Gang“ des Drehkos zu gewährleisten. Abb. 6 links zeigt einen noch besseren Drehko. Die mechanische Ausführung ist noch feiner geworden, die Platten sind dicker, und der Luftabstand zwischen ihnen ist größer geworden. Jetzt hat der Drehko schon eine „moderne“ Form bekommen mit durchgehender Achse, wenig Isoliermaterial und sehr, sehr sauber gearbeiteten Platten! Wenn man einen Drehko kauft, achte man auf die Gleichmäßigkeit der Zwischenräume zwischen Rotor- und Statorplatten und selbstverständlich auch auf die feine Arbeit!

In den modernen Radios sitzen aber meist nicht nur einer, sondern 2, oft 3, manchmal sogar 4 oder 5 Drehkos. Sie sind miteinander gekuppelt, gewöhnlich durch eine gemeinsame Achse (Abb. 7). Jeder einzelne hat

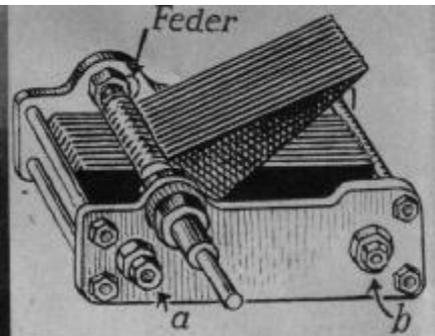


Abb. 5 Alter schlechter Drehkondensator

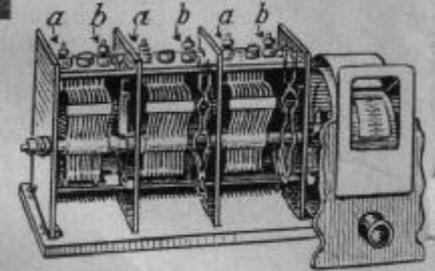


Abb. 7 Dreifach - Luftdrehkondensator mit Trommelantrieb

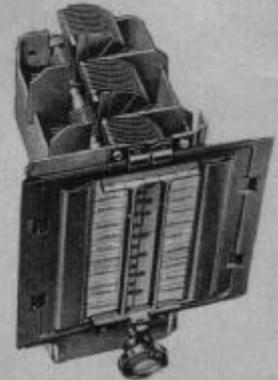


Abb. 8 Dreifach-Drehkondensator mit Skala

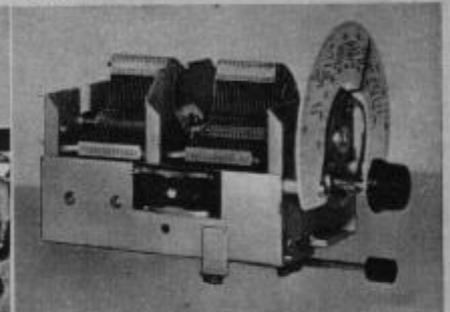
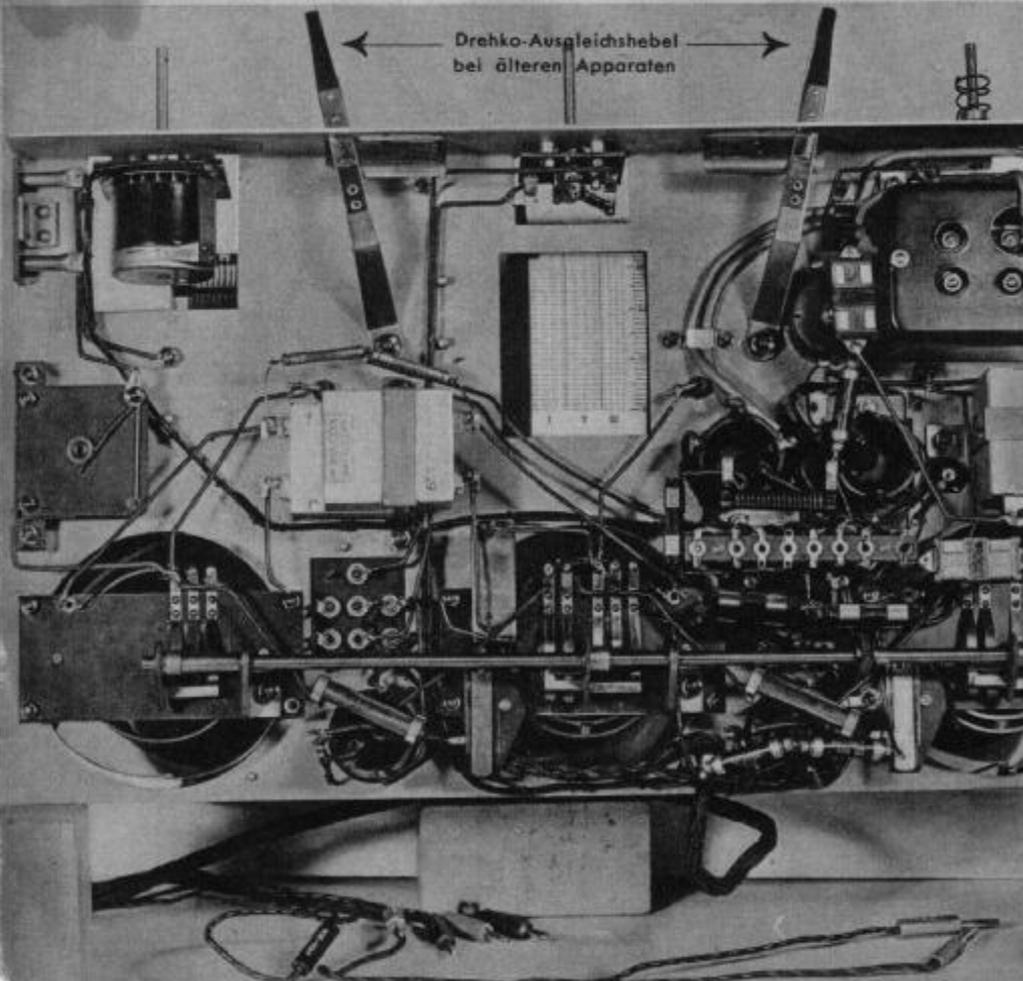


Abb. 9 und 10 Kapazitätsausgleich (bei Mehrfachkondensatoren) durch Verschieben des Stator-Plattenpakets

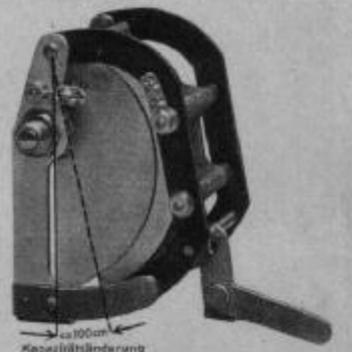


Abb. 11 „Korrektur“ oder Ausgleichshebel an einem der ersten großen Fernempfänger

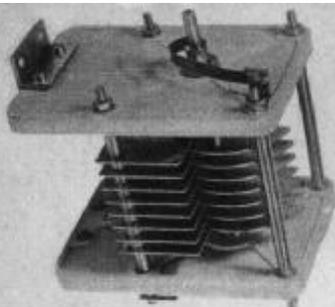


Abb. 12 Besonders guter Spezial-Kurzwellen-Drehkondensator

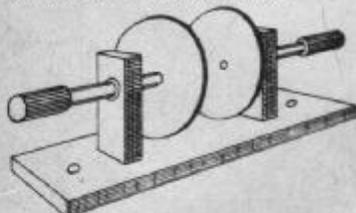


Abb. 13 Ein 20-cm-Drehkondensator für Ultrakurzwellen

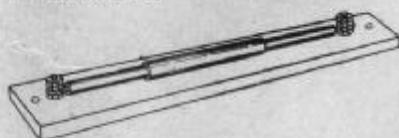


Abb. 14 Neutrodon



Abb. 15 Schaltbild des Differential-Drehkondensators

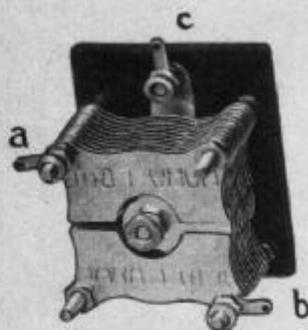


Abb. 16 Differential-Drehkondensator

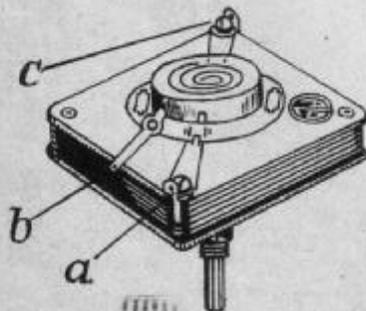


Abb. 17 Differential-Drehkondensator

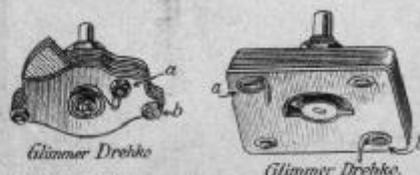


Abb. 18 Drehkondensatoren mit festem Dielektrikum

natürlich 2 Anschlüsse *a* und *b*. Der Antrieb geschieht durch eine Trommel mit Seil (Seil- oder Saitenantrieb). Damit sich die Drehkos nicht gegenseitig stören, sind geerdete Zwischenplatten aus Metall vorgesehen (Abb. 8). Bei den „Mehrfachkondensatoren“ der moderneren Apparate macht man die „Korrektur“ oder den Kapazitätsausgleich nicht mehr durch Rotoreinstellung, wie Abb. 9 und 10 zeigen, sondern durch Korrektorendplatten. Die Fabrik stellt sie sehr genau ein. Denn stehen einige der Plattenausschnitte nicht mehr gleichmäßig, sondern erscheinen „verbogen“. Man darf die „verbogenen“ Plattenteile nicht geradebiegen, sonst verdirbt man die Abgleichung und damit die Trennschärfe des ganzen Empfängers, denn sie beruht eben auf dem genauen „Gleichlauf“ aller Drehkos miteinander. Die modernsten Drehkondensatoren haben noch winzige Zusatzkapazitäten, sogenannte „Trimmer“, welche mit einer Schraube genau eingestellt werden und den Kapazitätsausgleich besorgen.

An den meisten älteren Zwei- oder Mehrkreisempfängern befindet sich ein Korrekturhebel, den man sehr genau einstellen muß, wenn man die Trennschärfe und Lautstärke richtig ausnutzen will. Da die Drehkos oft nicht haargenau miteinander übereinstimmen, hat man einen oder mehrere Rotoren verstellbar gemacht. Die Verstellung geschieht am Korrekturhebel, der auch „Feineinstellung“ heißt.

Spezialdrehkos

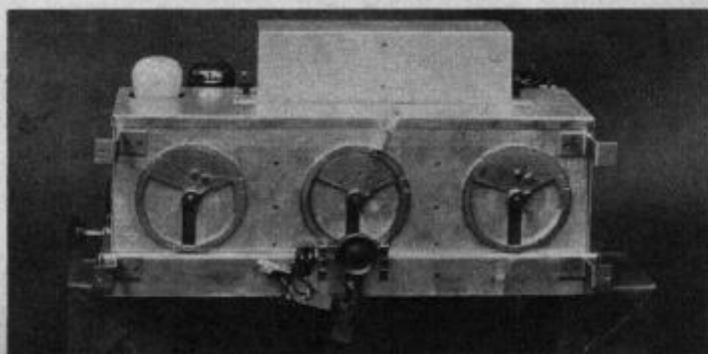
Außer den hier beschriebenen Normaldrehkos müssen wir noch einige Spezialsorten kennenlernen, die in manchen Apparaten gebraucht werden: zunächst die „Kurzwellen“-Drehkos, die man daran erkennt, daß sie weniger, aber dickere Platten haben und äußerst stabil gebaut sind. Der Abstand zwischen den einzelnen Platten ist erheblich größer. Die Anfangskapazität ist besonders klein — etwa 10 cm —, und die Endkapazität beträgt meist nur 100 cm, höchstens aber 200 cm (Abb. 12). Zur Aufnahme des 7,05-Meter-Senders Berlin braucht man einen noch kleineren Drehko, dessen Anfangskapazität nur 5 cm und dessen Endkapazität etwa 25 cm beträgt. (Einplatten-Drehkos, Abb. 13.)

Für die früher vielverwendete Neutrodynschaltung braucht man eine besondere Art des veränderlichen Kondensators, den sogenannten „Neutrodyn“, oder kurz „Neuro“-Kondensator. Dieser ist eigentlich gar kein „Dreh“-Kondensator mehr, sondern ein „Schiebe“-Kondensator; denn die Kapazitätsänderung geht durch Verschieben des oberen Messingröhrchens vor sich (Abb. 14).

In manchen Rückkopplungsschaltungen, bei den Differentialwellenventilen und bei einigen anderen Spezialschaltungen verwendet man Differentialdrehkos (Abb. 15, 16 und 17), die zwei Statoren *a* und *b* und einen Rotor *c* haben. Je nach der Stellung des Stators wächst die Kapazität *a-c* oder *b-c*. Um den gleichen Betrag sinkt dann die Kapazität *b-c* oder *a-c*.

Alle Drehkos, die wir jetzt kennen, haben ein gemeinsames Kennzeichen: die Isolation zwischen den Platten ist Luft. Daher spricht man von Luftdrehkos. Luft ist der beste Isolator, den es gibt. Daher sind Luftdrehkos immer das Beste. Früher wollte man billig bauen und hat deshalb anstatt Luftdrehkos vielfach solche mit einem anderen Isolator, z. B. Glimmer oder Pertinax, benutzt. Da man den Isolator beim Kondensator auch Dielektrikum nennt, spricht man von Kondensatoren mit festem Dielektrikum im Gegensatz zu den Kondensatoren mit Luftdielektrikum. Es gibt kein einziges festes Dielektrikum, das so gut wäre wie Luft. Daher sind alle Kondensatoren mit festem Dielektrikum schlechter, dafür sind sie auch billiger und kleiner. (Abb. 18 zeigt bekannte Ausführungsformen von 500-cm-Drehkos mit festem Dielektrikum, sogenannte Glimmer- oder Pertinax-Drehkos billiger Art. Der Ersatz dieser Drehkos durch Luftdrehkos würde den alten Apparat enorm verbessern. Man sehe sich beim Apparatkauf deshalb die Drehkos besonders genau an!)

Abb. 18a Das sitzt hinter der Frontplatte Ihres neuen Dreikreisers: der Sammelantrieb für alle drei Drehkos durch Saitenkuppung



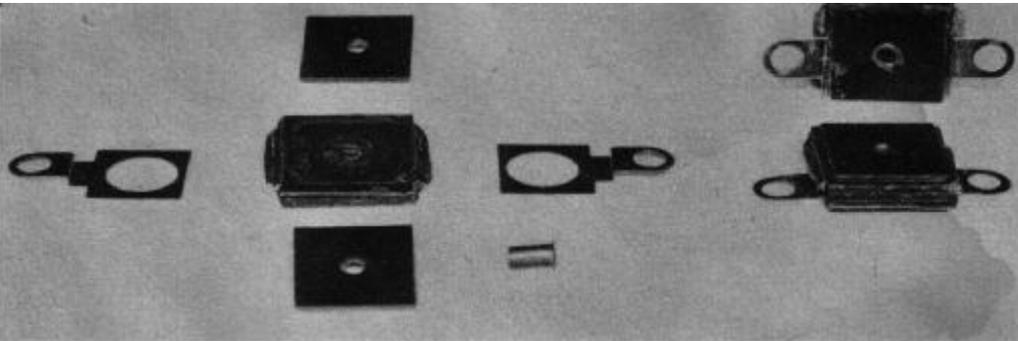


Abb. 21 So setzt sich ein Blockkondensator zusammen: Zwischen Deckplatte und Grundplatte liegt jeweils ein Glimmerblättchen, ein Kupferfolieblättchen mit links herausgeführtem Anschluß — ein Glimmerblättchen, ein Kupferfolieblättchen mit rechts herausgeführtem Anschluß — und so weiter. Damit jede Kurzschlußgefahr sicher vermieden wird, sind die Glimmerblättchen länger und breiter als die Folieblättchen.

Unsere bisherigen Kenntnisse von Kondensatoren umfassen diejenigen Typen, deren Kapazität — vorwiegend durch Drehen — verändert werden kann. „Drehkos“ finden sich im Radioapparate etwa 2 bis 6. Dagegen finden wir noch bis zu zwanzig andere Kondensatoren in unserem Radio, deren Kapazität unveränderlich ist. Diese nennt man

Festkondensatoren,
Blockkondensatoren oder auch
Stäbchenblocks (Abb. 19, 20 u. 21).

Ist deren Kapazität größer als 10 000 cm, spricht man gewöhnlich von „Myfs“. Diese letzte Bezeichnung stammt von „Mikro-Farad“, dem millionsten Teil der Kapazitätseinheit, die nach Faraday bezeichnet worden ist. (Michael Faraday [1791—1867] hat die Grundbegriffe des elektromagnetischen Schwingungskreises — Kapazität und Selbstinduktion — geschaffen.) Manchmal findet man die „Fix“-Kondensatoren auch noch in ihrer älteren Bauart vor: etwa halb so groß wie eine flache Streichholzschachtel mit zwei Schraubanschlüssen und einer Deckplatte. Daher der ältere Name: Blockkondensator oder „Festkondensator“. Auf den „Blocks“ stehen gewöhnlich zwei Zahlen: eine mit der Bezeichnung „Cm“, die wir schon vom Drehko her kennen, oder auch μF oder MF, was „Myf“ ausgesprochen werden darf, (die technische Fachsprache befeißigt sich löblicher Kürzle!) oder gar $\mu\mu\text{F}$, was „Mymyf“ ausgesprochen wird und Mikromyf bedeutet. Die zweite Beschriftung trägt die nähere Bezeichnung „V“, was „Volt“ bedeutet und oft noch durch das Zeichen \sim ergänzt ist, das „Wechselspannung“ heißt. Steht also auf einem Block:

„1000 $\mu\mu\text{F}$
1500 V \sim “

so heißt dies: Die Kapazität des Blocks ist 1000 Mikromikrofarad, die geprüfte „Durchschlagfestigkeit“ ist 1500 Volt Wechselspannung.

Abb. 19 Schaltsymbol des Festkondensators

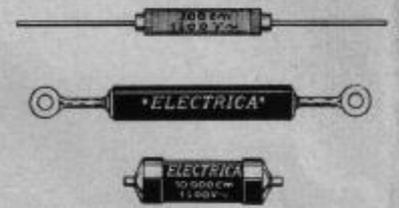
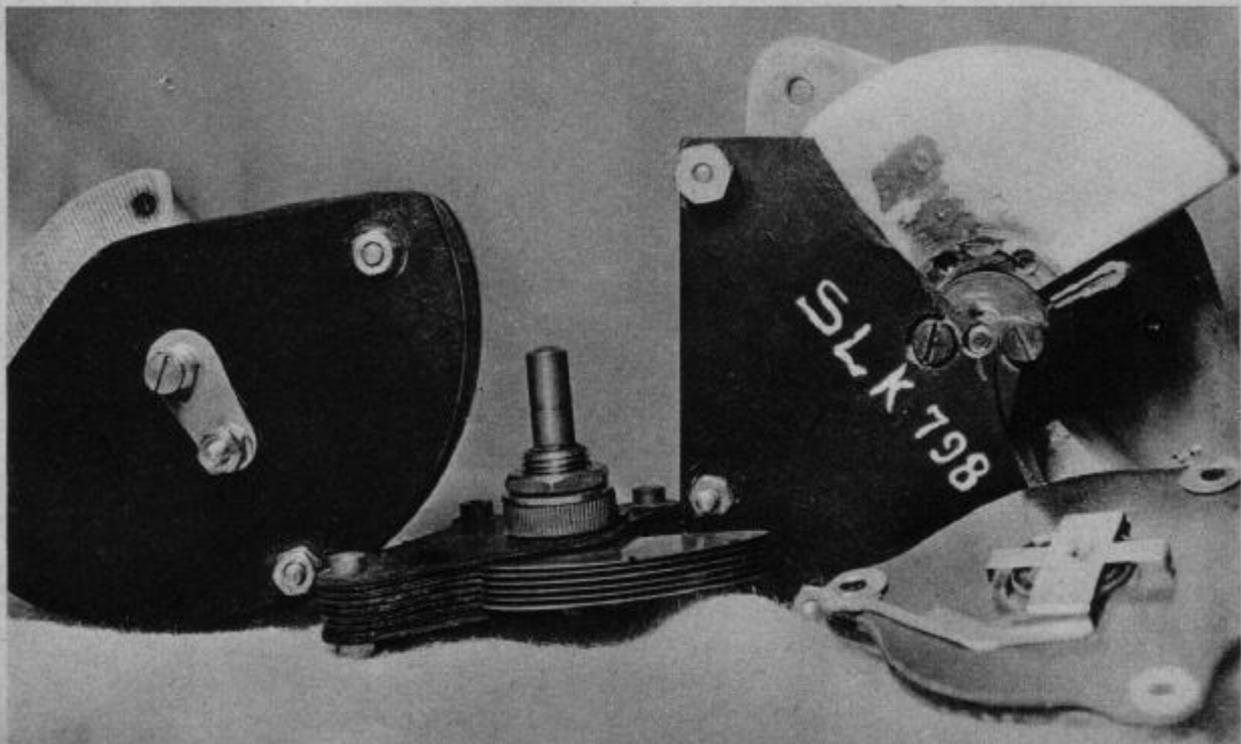


Abb. 20 So sehen moderne Kondensatoren mit unveränderlicher Kapazität aus. Der Name „Stäbchenblocks“ erklärt sich aus den Abbildungen zwanglos



Abb. 24 Marktfertige Becherkondensatoren

Abb. 24a So sehen die Drehkos in manchem alten Empfänger — leider — aus!



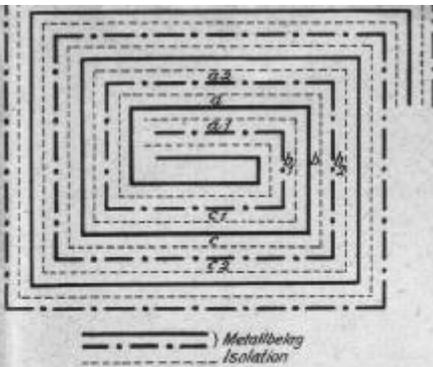


Abb. 23 Innenaufbau eines Wickelkondensators

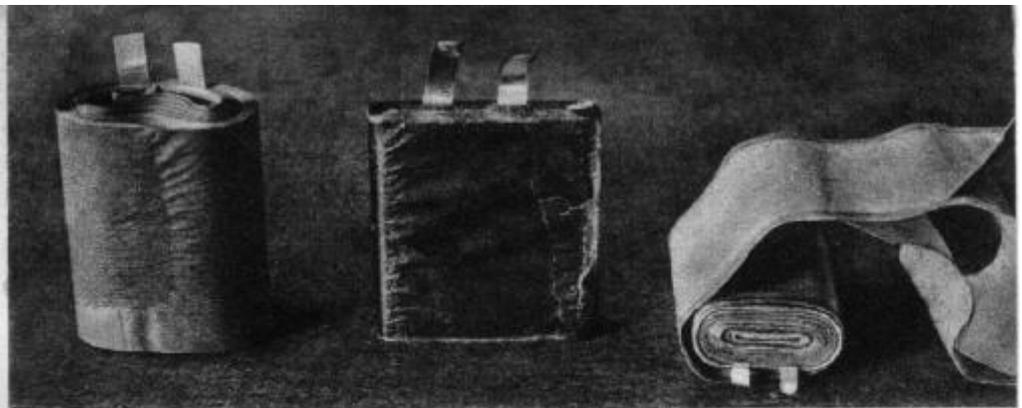


Abb. 22 Innenaufbau eines Becherkondensators

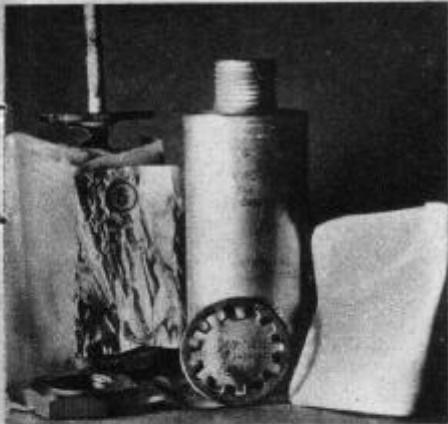


Abb. 25a Trocken-Elektrolytkondensator



Abb. 25b Nasser Elektrolytkondensator

Über die Beziehungen zwischen dem uns bereits bekannten Maß des „Fassungsvermögens“ eines Kondensators — dem cm- und dem neuen Maß „Myf“ (1 Farad ist ein Kondensator, welcher durch eine Elektrizitätsmenge von 1 Coulomb [1 Amperesekunde] zur Spannung von 1 Volt aufgeladen wird) klärt uns folgende Tabelle auf:

Vergleichende Gegenüberstellung bei Beschriftung in cm		Vergleichende Gegenüberstellung bei Beschriftung in μF	
cm	= μF	μF	= cm
50	0,000055	0,00005	45
100	0,00011	0,0001	90
150	0,00016	0,00015	135
200	0,00022	0,0002	180
250	0,00028	0,00025	225
300	0,00033	0,0003	270
400	0,00044	0,0004	360
500	0,00055	0,0005	450
600	0,00066	0,0006	540
800	0,00089	0,0008	720
1000	0,0011	0,001	900
1200	0,0013	0,0012	1080
1500	0,0016	0,0015	1350
2000	0,0022	0,002	1800
2500	0,0028	0,0025	2250
3000	0,0033	0,003	2700
3500	0,0039	0,0035	3150
4000	0,0044	0,004	3600
5000	0,0055	0,005	4500
6000	0,0066	0,006	5400
7000	0,0077	0,007	6300
8000	0,0088	0,008	7200
9000	0,0099	0,009	8100
10000	0,011	0,01	9000
15000	0,0165	0,015	13500

Umrechnungsbeispiel: 1 $\mu\mu F$ = 0,000001 μF = 0,9 cm

1000 cm = 1100 $\mu\mu F$ = 0,0001 μF .

Die richtige Bezeichnung heißt bei kleinen Werten in Deutschland cm, im Ausland $\mu\mu F$ = MMF, wie es auch häufig geschrieben wird. Bei größeren Werten wird die Kapazitätsangabe MF = μF = Mikrofarad — kurz Myf — allgemein angewendet. Ohne allzu peinliche Genauigkeit dürfen wir ruhig setzen: 1 $\mu\mu F$ = 1 cm!

Will man größere Blocks bauen als etwa 10 000 cm, dann geht man zum Wickelkondensator über. Im Gegensatz zum vorher beschriebenen „Schicht“-Kondensator werden hier zwei lange Stanniolbänder und vier paraffinierte Papierbänder zusammengewickelt. Abschluß a ist das eine und b das andere Stanniolband. Zwei flache Messingstreifen bilden den Anschluß. Zum Verkauf werden die „Wickel“ jedoch noch in Metallbecher eingepreßt. So entstehen die „Becherkondensatoren“ (Abb. 22, 23, 24). Auch hier finden wir wieder die Aufschrift der Kapazität- und der Prüfspannung. Letztere muß stets mindestens doppelt so hoch sein, besser aber dreimal so hoch wie die Betriebsspannung. Man braucht bei einem Netzanschlußempfänger oft 8 oder 12 Blockkondensatoren großer Kapazität. Diese vereinigt man dann meist zu einem Kondensatorbecher oder einer Kondensatorbatterie. Der eine Anschluß (— [= minus]) ist für alle Einzelblocks im Becher gemeinsam und bildet gleich auch den Körper, die Abschirmung des Empfängers und die Erde. In neuester Zeit finden wir statt der Papierkondensatoren in Bechern häufig sogenannte Elektrolytblocks in den Netzempfängern. Sie haben den Vorzug,

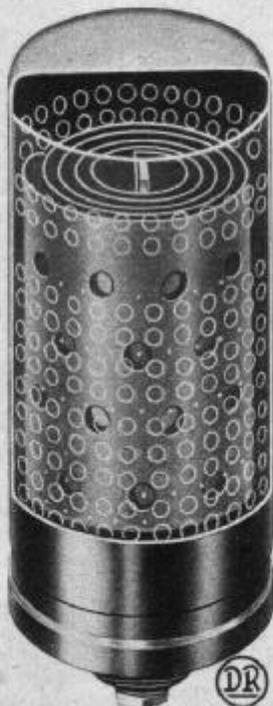
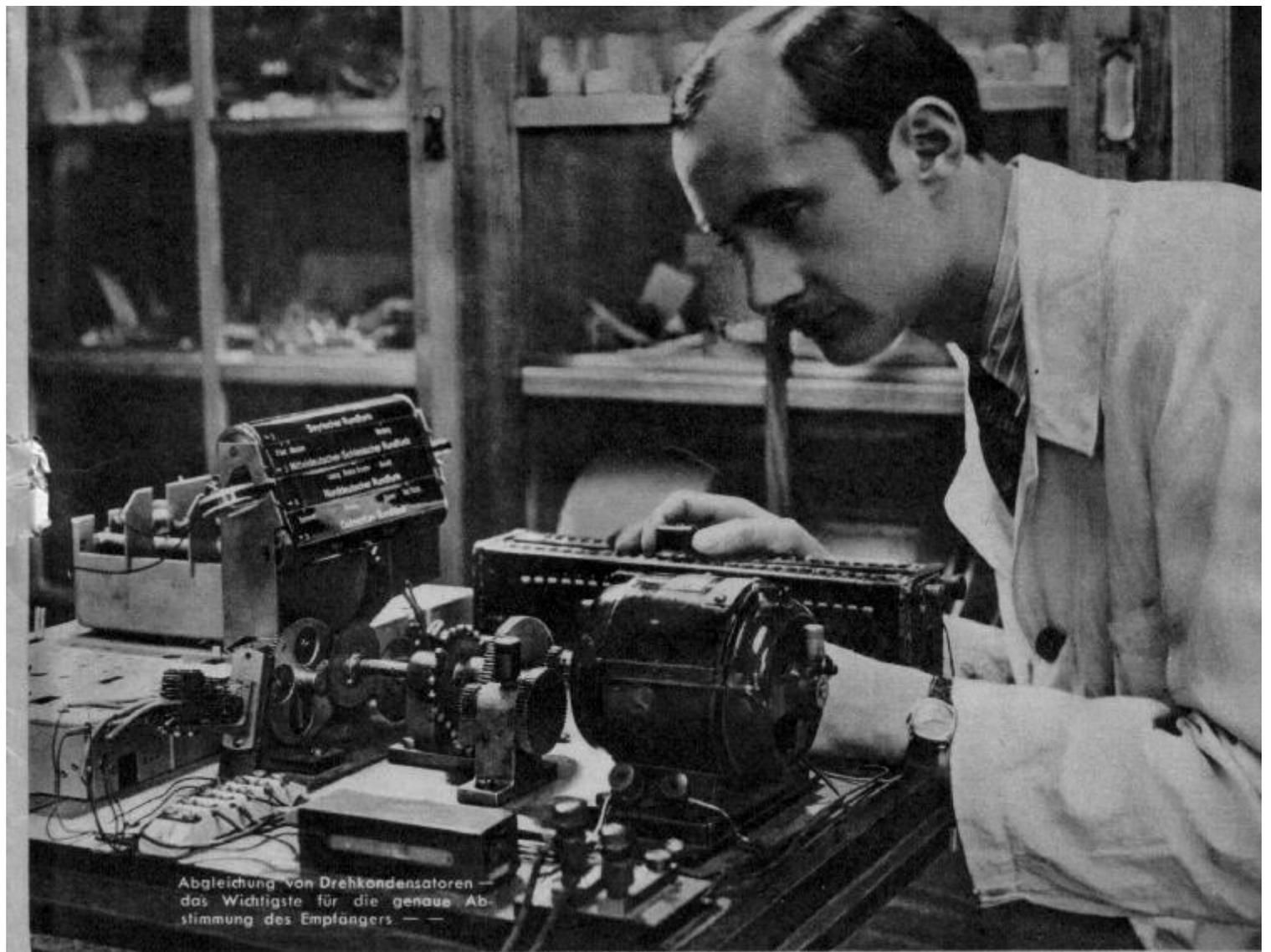


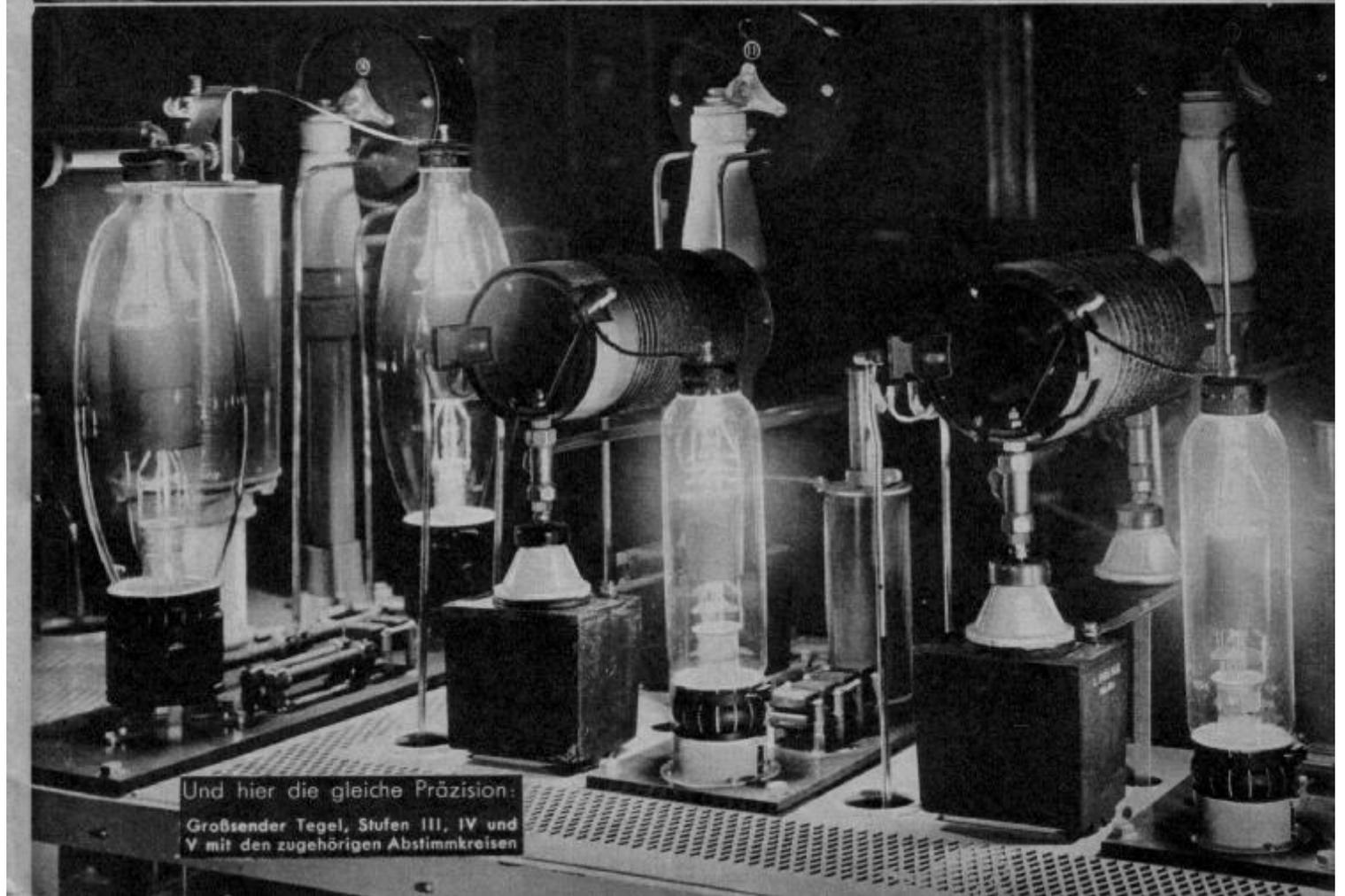
Abb. 25c Schematischer Aufbau des Elektrolytkondensators

Trotz fast optischer Präzision ist der moderne Empfänger ein Massenerzeugnis: Großer Montageaal, wo 1000 Telefunktenermpfänger pro Tag hergestellt werden





Abgleich von Drehkondensatoren —
das Wichtigste für die genaue Ab-
stimmung des Empfängers —



Und hier die gleiche Präzision:
Großender Tegel, Stufen III, IV und
V mit den zugehörigen Abstimmkreisen

daß sie fast nicht durchschlagen können, da sie sich nach jedem Durchschlag selbst reparieren. Besonders die nassen Elektrolytkondensatoren sind bei richtiger Verwendung im Apparat fast unverwüsthlich.

Was ist ein Elektrolytkondensator?

Im Grunde ist der Elektrolytkondensator (Abb. 25a, b, c) eine einfache Zelle mit einem positiven und einem negativen Pol. Den positiven Pol bildet eine aus reinem Aluminium hergestellte Elektrode, die „Anode“ des Elektrolytkondensators. Den negativen Pol bildet der Elektrolyt, eine Lösung bestimmter Salze in destilliertem Wasser. Eine zweite Metallelektrode, die „Kathode“, dient zur Herstellung der elektrischen Verbindung mit dem Elektrolyten. Die Kathode hat gewöhnlich die Form eines Kupferbechers, in dem sich der flüssige Elektrolyt befindet.

Wird an eine solche Zelle eine Gleichspannung so angelegt, daß die Anode den Pluspol und die Kathode (Becher) den Minuspol darstellt, so bildet sich auf der Anode aus reinem Aluminium eine mikroskopisch dünne Oxydschicht, die nahezu nichtleitend ist, die Zelle also für Gleichstrom sperrt. Die einmal gebildete Oxydschicht bleibt auch bestehen, wenn die Gleichspannung abgeschaltet wird.

Wird die Gleichspannung umgekehrt angeschlossen, so daß die Aluminiumelektrode den Minuspol und die Kathode (Becher) den Pluspol der Zelle bildet, so wird die auf der Anode gebildete Oxydschicht rasch abgebaut, die Zelle wird dadurch für den Gleichstrom durchlässig. Es muß also beim Anschluß der Zelle stets die Polarität beobachtet werden.

Legt man an eine solche Zelle, die für Gleichstrom Sperrwirkung besitzt, eine kleine Wechselspannung, so stellen die durch das Dielektrikum (Oxydschicht) getrennten Leiter (Aluminium-Elektrolyt) die beiden Belege eines Kondensator dar. Allerdings muß man dafür sorgen, daß das Dielektrikum stets einwandfrei ist. Das erreicht man durch das Anlegen einer genügend hohen Gleichstromvorspannung, die das Eintreten einer

Rechts: Die Großsender-Antennen-Spule
Abb. 27a links: Der Großsender-Antennen-Drehko.



Abb. 26a Luftblock von 250 cm zur Verkürzung der Antenne

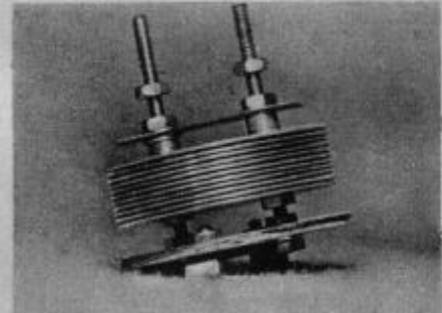


Abb. 26b Derselbe ohne Schutzhaube

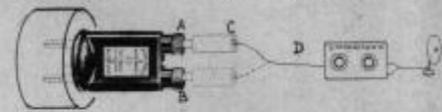


Abb. 27 Eine gute Ausführung der Lichtnetz-Antenne

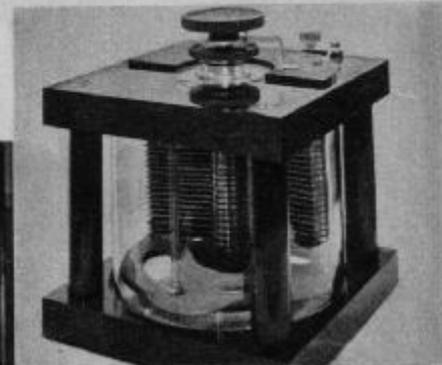


Abb. 27d Präzisions-Drehko in Glas zur Einfüllung von Öl, wodurch die Kapazität viel größer wird als mit Luft zwischen den Platten

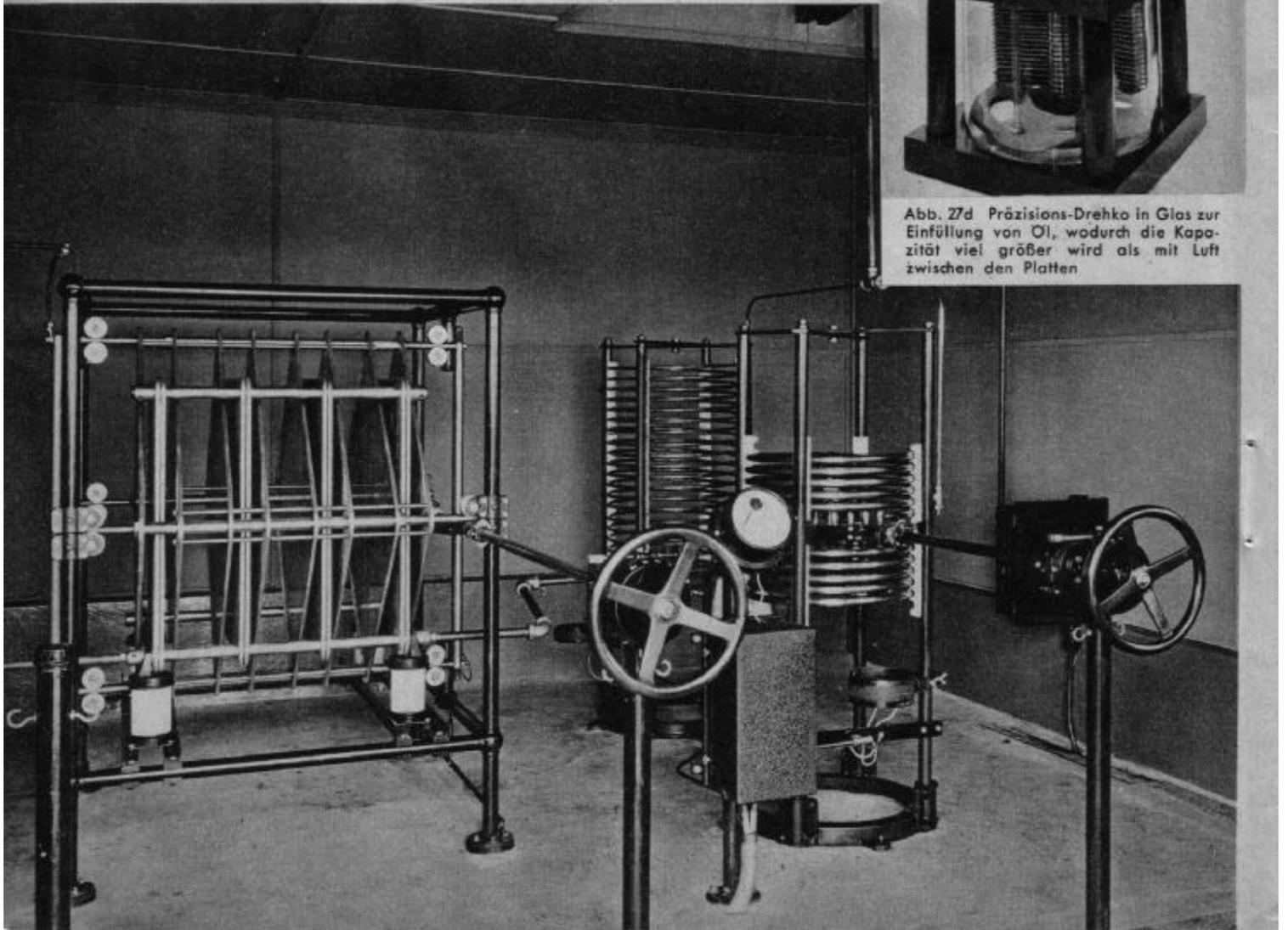




Abb. 27c Erster Drehkondensator nach Dr. Koepsel, im Jahre 1901 von Siemens & Halske, Berlin, gebaut. Der Apparat, welcher 600 000 000 Nachfolger in kaum 20 Jahren gefunden hat!

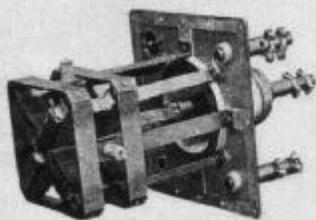


Abb. 27f 1066 Einzelteile sind in einen modernen Fernempfänger eingebaut . . .

Stromumkehr (Polaritätsänderung) an den Polen der Zelle verhindert. Wechselstrom allein darf an den Elektrolytkondensator nicht angelegt werden.

Schließlich sei zum Schluß noch auf eine besondere Art von Blockkondensatoren verwiesen: den

luftisolierten Block

(Abb. 26a, b). Er ist ganz besonders gut, weil wir ja wissen, daß kein Dielektrikum so gut ist wie Luft. Darum verwendet man ihn gerade da, wo es besonders auf elektrische Güte ankommt; z. B. zur Verkürzung der Antenne und sonst in Hochfrequenzkreisen, wo mit der vorhandenen Energie gespart werden muß! Der Luftblock frißt ja von allen möglichen Blocks am wenigsten Energie auf, weil er — wie die Techniker sagen — den geringsten Verluststrom hat.

Tonveredler — Lichtantenne

Eine gewöhnliche, gut isolierte Einfachlitze, wie sie ähnlich als Doppel- litze für bewegliche Lichtanschlüsse im Haushalt Verwendung findet, wird in etwa 70 bis 100 Windungen um die Netzschnur des Radioapparates herumgewickelt, und zwar so eng wie möglich. Es kann auch die Radio- Netzschnur in ihrer ganzen Länge mit dem isolierten Draht bewickelt werden, dann ergeben sich vielleicht 200 Windungen. Der Draht bildet nun einen Kondensatorbelag, die Netzschnur den zweiten. Das eine Ende des neuen Drahtes bleibt einfach frei — das andere wird über einen Bananenstecker mit der Antennenklemme des Apparates verbunden. Je mehr Windungen wir machen — und je enger sie um die Netzschnur liegen —, desto größer ist die Kapazität des Kondensators und damit die Antennen- wirkung.

Die gewöhnliche käufliche „Lichtantenne“ (Abb. 27) als Einzel- oder als Doppelstecker ist nichts anderes als ein in Steckerform gebrachter Blockkondensator mit 300 bis 1000 cm Kapazität. Wenn eine solche Licht- antenne 2 Stecker hat, dann hat die eine Seite gewöhnlich 200 und die andere 500 cm Kapazität. Dann kann man eben umstecken: bei 200 cm ist der Empfang leiser und bei 500 cm lauter! Hinter einer Lichtantenne versteckt sich also weiter nichts als ein ganz gewöhnlicher Block, der für 1500 Volt Spannung geprüft ist.

Schaltet man mehrere Blocks verschiedener Kapazität zusammen und verbindet sie mit einem Schalter, so erhält man einen sogenannten Ton- veredler. Dabei sind gewöhnlich 5 Blocks: 500, 1000, 5000, 10 000 und 30 000 cm, zusammengebaut. Je größer der Block ist, der gerade eingeschaltet ist, desto dumpfer wirkt der Ton des Lautsprechers. Da jedoch die Störungen gewöhnlich bei den hohen Tönen liegen, so schneidet sie ein dem Lautsprecher parallelgeschalteter großer Blockkondensator ab. Daher der Name „Tonveredler“.

Abb. 27b Sender-Drehkondensator

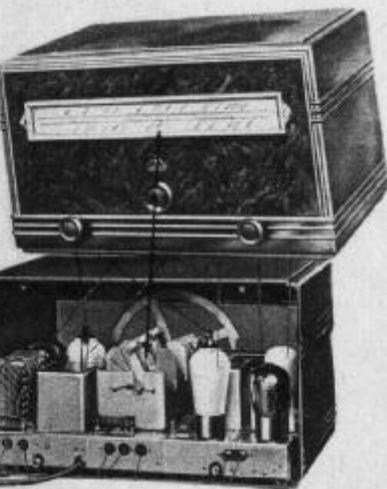


Abb. 27e Drei Drehkondensatoren: Das Herz des Empfängers

Die Spulen

Der zweite Grundbestandteil unseres Radioapparats, gleich wichtig wie die Kondensatoren, sind die Spulen. Da es auch hiervon — ähnlich wie bei den Kondensatoren — die verschiedensten Arten gibt, wollen wir die wichtigsten in Bild und Wort näher betrachten.

Wir können zunächst zwei äußerliche Hauptunterschiede feststellen: es gibt fest eingebaute Spulen und lose Spulen zum Einstecken, sogenannte Steckspulen. (Moderne Radioapparate haben nur noch fest eingebaute, umschaltbare Spulen!) Auf unserer Abb. 29 sind verschiedene Spulen aus älteren und neuen Radioapparaten zusammengestellt. Ihre Namen brauchen wir uns nicht zu merken. Sie haben gewöhnlich nur Marktbedeutung. Die einen Spulensorten sind elektrisch besser, die andern eben schlechter! —

Man sortiert die Steckspulen nach ihrer Windungszahl: 25, 50, 75, 100, 150 und 250 Windungen. Der Kürze halber sagt man einfach: „eine 50er Spule“ usw.

Für ein Rückkopplungsaudion z. B. braucht man im Rundfunkwellenbereich gewöhnlich eine 25er, eine 75er und eine 50er Spule. Im Langwellenbereich eine 75er, eine 200er und eine 100er Spule. Je kürzer die Welle wird, desto weniger Windungen darf die Spule haben. Je besser (elektrisch besser!) die Spulen sind, desto besser arbeitet der Radioapparat.

Um das Umstecken zu sparen, verwendet man heutzutage keine losen Einzelspulen mehr, sondern Spulenkombinationen — sogenannte Hochfrequenzübertrager (Abb. 30). Das sind mehrere Spulen zusammen, mit einem Schalter kombiniert, so daß also kurze, mittlere und lange Wellen mit einem einzigen, dreifach unterteilten, Spulensatz abgestimmt werden können.

Wir sehen auf Abb. 33 einen sehr guten Hochfrequenzübertrager geöffnet. — Ganz unten auf dem Zylinder sitzen zunächst die Windungen der Antennenkopplungsspule. Den Hauptteil der auf dem Permalloyzylinder sichtbaren Wicklung aus Spezialhochfrequenzlitze bildet die Mittelwellenspule. Die beiden oberen scheibenförmigen Spulen sind die Langwellen-Abstimmungsspule und die Langwellen-Antennenkopplungsspule! Sehr deutlich zeigt uns Abb. 34 das Wesen eines Hochfrequenzübertragers. Es ist der Schnitt durch einen Übertrager für Rundfunkwellen. Links ist die Antennenkopplungsspule L 2 in eine Nut des Körpers gewickelt. Die Gitterspule L 3 ist als einlagige Zylinderspule ausgeführt. Die Rückkopplungsspule ist drehbar angeordnet.

In Abb. 35 sehen wir gar 5 Spulen. In der Mitte eine für kurze und lange Wellen gemeinsame Rückkopplungsspule ganz links die Antennenkopplungsspule; Nr. 2 ist die Gitterspule für kurze, Nr. 4 die für lange Wellen, Nr. 5 ist die Antennenkopplungsspule für lange Wellen. Der Schalter (oben rechts) schließt beim Kurzwellenempfang die Langwellenspulen 4 und 5 kurz!

In modernen Empfängern liegen die Spulen nicht mehr offen, sondern sind in Metall geschlossen oder abgeschirmt. Sie liegen — wie man sagt — in sogenannten „Boxen“. Man kann den Hochfrequenzübertrager in den verschiedensten Schaltungen gebrauchen.

Wenn man einen sogenannten „Mehrkreisempfänger“ baut, braucht man natürlich mehrere Hochfrequenzübertrager, die alle ganz genau gleich sein müssen. Sie werden gewöhnlich durch einen gemeinsamen Schalter betätigt, wie unsere Abbildung 35 zeigt. Wir finden ähnliche Übertrager in jedem Empfänger, und zwar sitzen sie meist unter einer Kupfer- oder Aluminiumabschirmhaube, damit keine „magnetische Streuung“ entsteht, die zu unerwünschten Kopplungen Anlaß geben kann.

Es ist selbstverständlich, daß sich der Hochfrequenzübertrager im Laufe der Zeit verschiedene Wandlungen gefallen lassen mußte. Deshalb sieht ein alter „Spulensatz“ (statt Hochfrequenzübertrager kann man auch Spulensatz sagen) wesentlich anders aus als der moderne Hochfrequenzübertrager. Man kann sogar aus dem Aufbau dieses wichtigen Apparateiles mit guter Sicherheit das Baujahr des Empfängers erraten. —

In allerneuester Zeit nimmt man zum Empfang der Wellenlängen 200 bis 600 m nur noch Zylinderspulen, für die längeren Wellen, von 1000 bis 2000 m, nur noch Flachspulen. Man ordnet dann beide — wie Abb. 33 erkennen läßt — so an, daß keine gegenseitige Beeinflussung auftreten kann. So merkwürdig auch dadurch ein solcher Hochfrequenzübertrager aussieht, so ist doch nicht zu bezweifeln, daß er einen ganz großen Fortschritt gegenüber früheren Ausführungsformen darstellt, die „auch gut“ waren, aber eben nicht so gut wie dieser. Der aufmerksame Beobachter sieht dies schon daran, daß für die Zylinderspule Hoch-

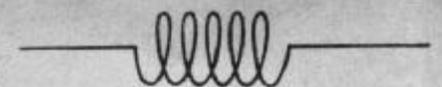


Abb. 28 Schaltsymbol der einfachen Hochfrequenzspule

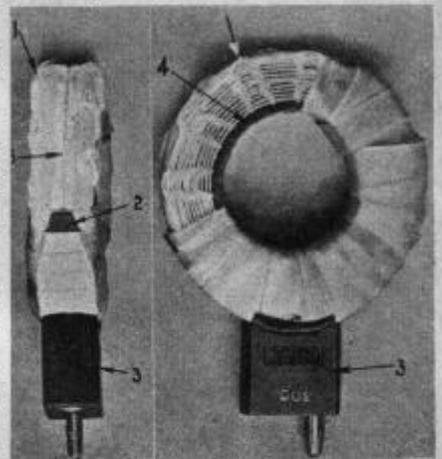
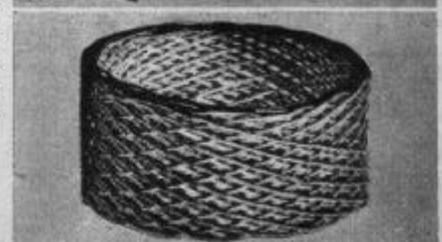
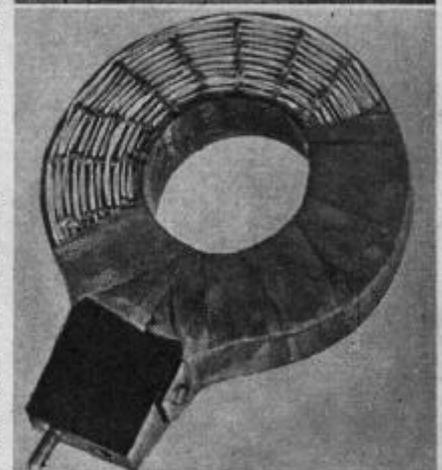
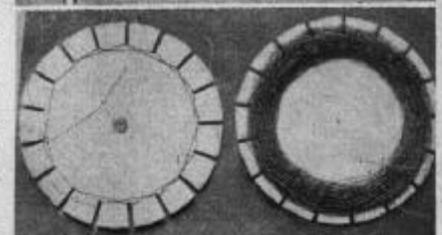
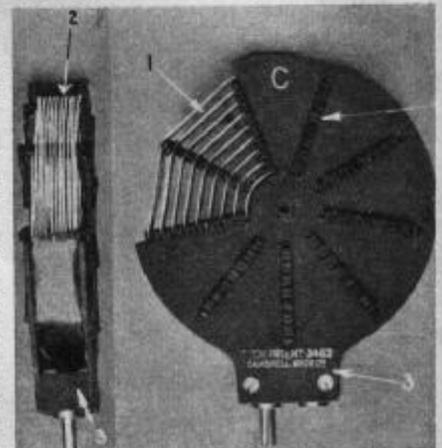


Abb. 29 Ältere Spulenformen in verschiedenen „kapazitätsarmen“ Wicklungsarten



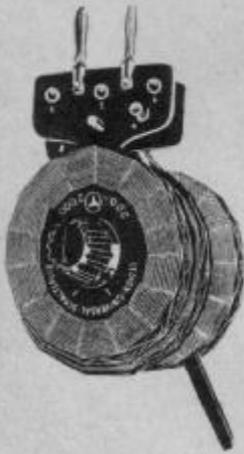
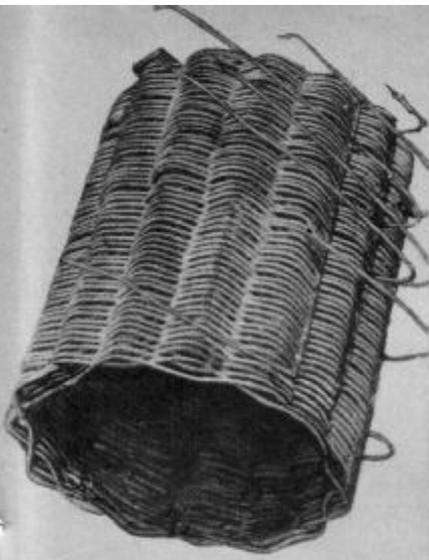


Abb. 30 Einfacher Hochfrequenzübertrager, umschaltbar für Mittel- und Langwellen (1500—150 kHz)



Abb. 31 Älterer Hochfrequenzübertrager aus einem guten Industriempfänger von 1927

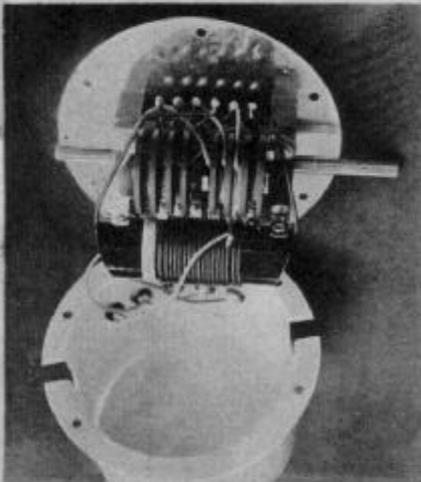
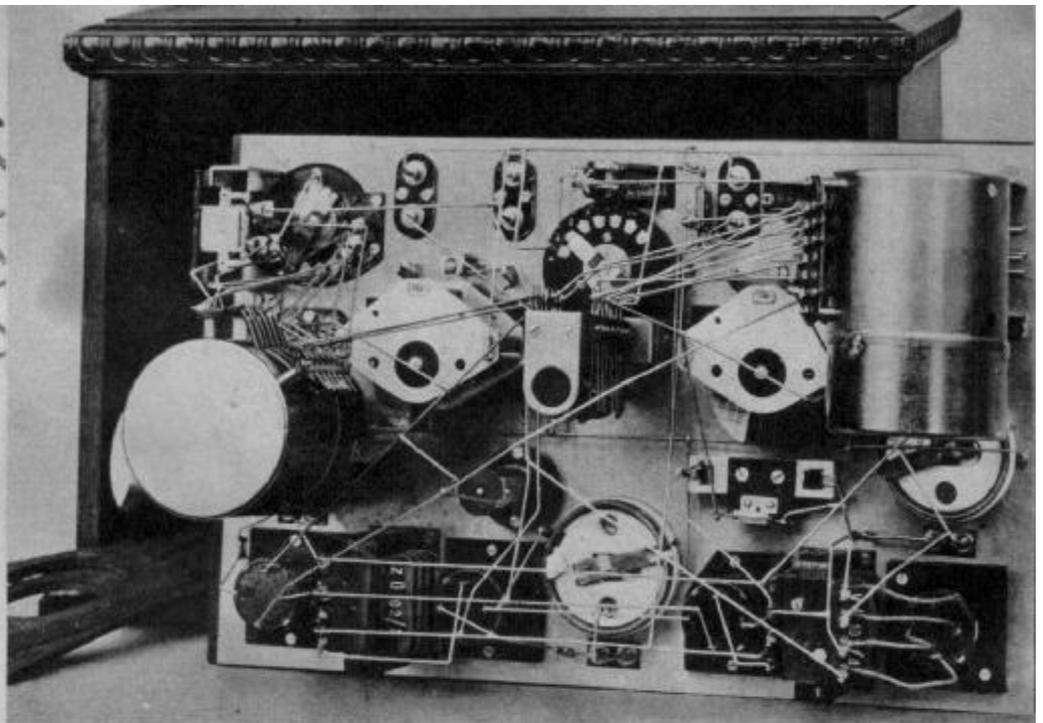


Abb. 32 Moderner Hochfrequenzübertrager mit 3 Wellenbereichen



Siemens baute schon 1926 „abgeschirmte“ Spulen

Drei „Steckspulen“, das Kennzeichen aller einfachen Empfänger von 1925—1927



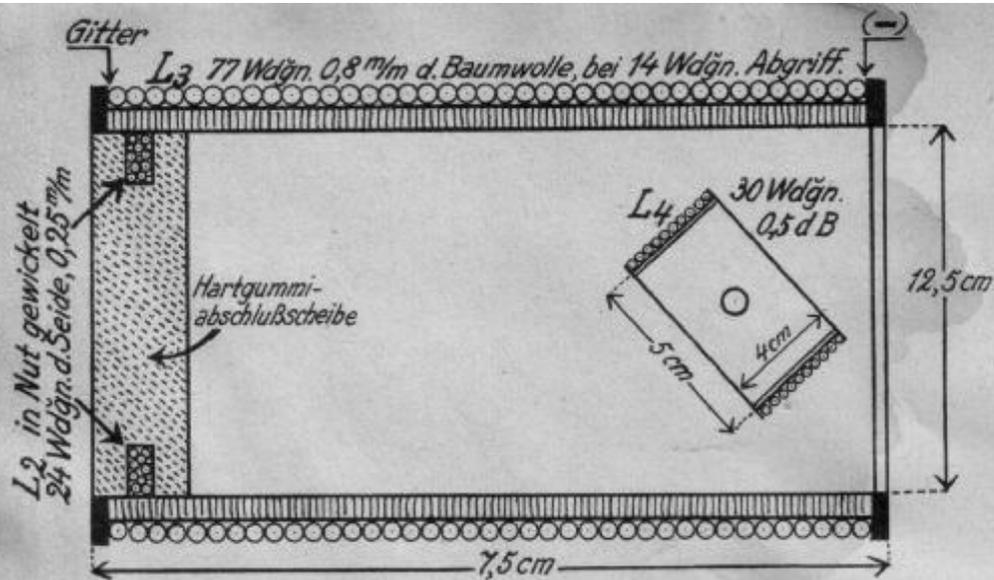


Abb. 34 Hochfrequenzübertrager für Rundfunkwellen. Selbstgebaute Amateurform

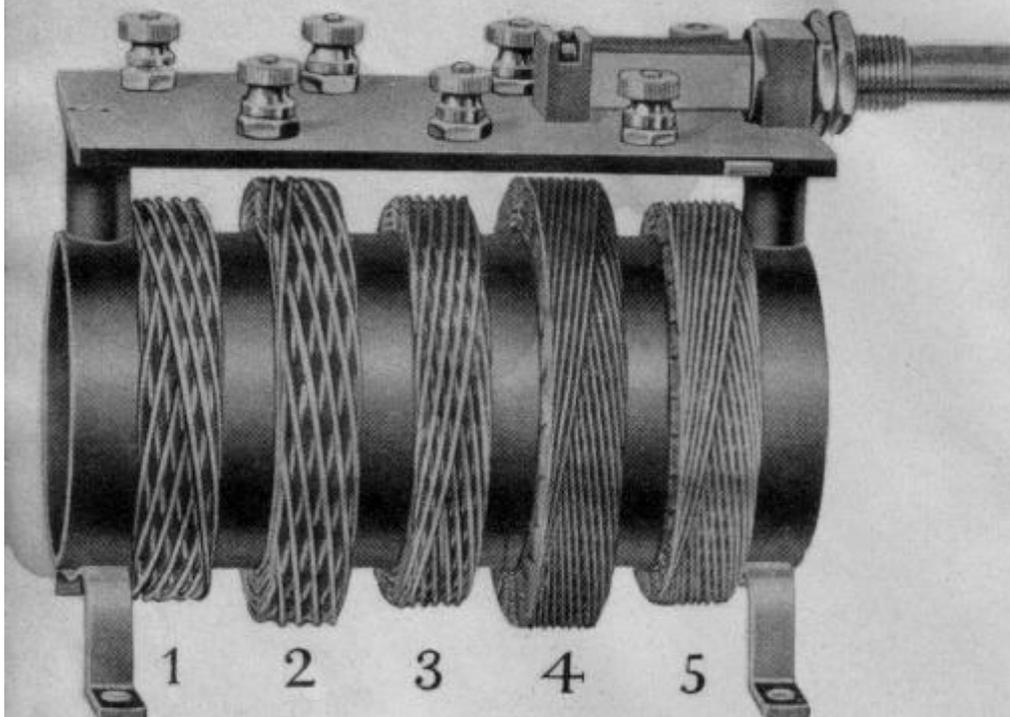


Abb. 35 Übertrager für Amateure mit Umschalter

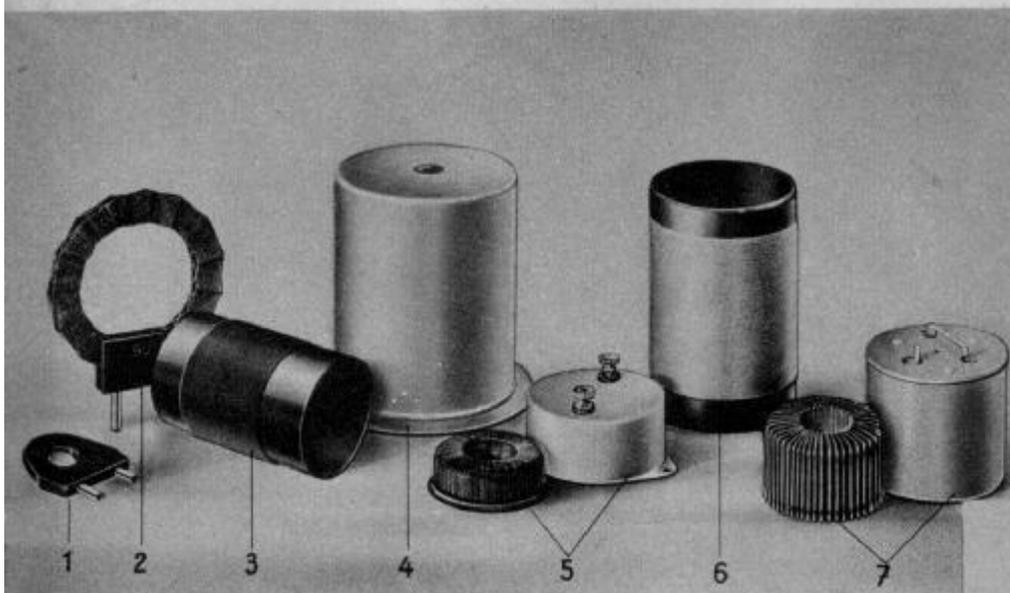
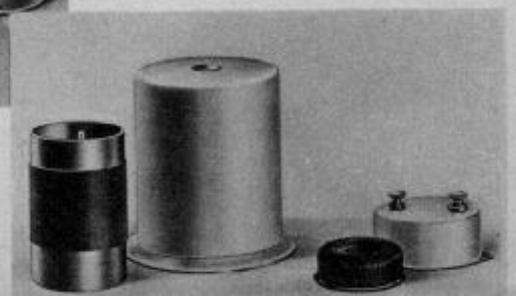


Abb. 36 Ferrocarr-Spulen (Hochfrequenz-eisenübertrager) im Vergleich mit normalen Hochfrequenzspulen



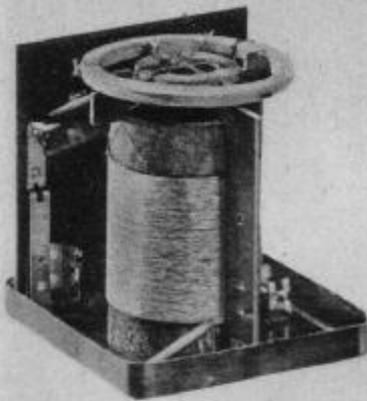


Abb. 33 Geöffneter Zweiwellen-Hochfrequenzübertrager

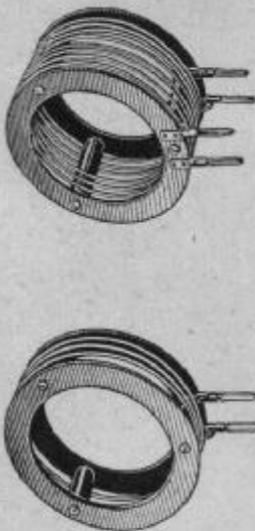


Abb. 38 Ältere Kurzwellenspulen

frequenzlitze benutzt worden ist, und auch daran, mit welcher Sorgfalt dieser Übertrager hergestellt wird.

Vergleicht man dagegen einen älteren Übertrager für den gleichen Zweck, bei dem einfach ein paar Flachspulen aufeinandergewickelt worden sind, die aus dünnen Drähten wild gewickelt wurden, dann kann man den ungeheuren Fortschritt im Spulenbau ermessen. Es wird heute wohl niemand mehr einfallen, einen Apparat mit alten oder mindestens veralteten Spulen zu kaufen.

Ferrocart- und Sirufer-Spulen (Abb. 36 und Abb. 37).

Man findet in manchen ganz neuen Empfängern besonders kleine Spulen, die oft nicht einmal gekapselt sind, aber Eisen enthalten. Diese Spulen sind aus dem neuen Material „Ferrocart“ hergestellt. Ferrocart besteht aus winzig kleinen Partikelchen eines hochwertigen magnetischen Stoffes. Die einzelnen Teilchen des Magnetikums sind ihrem Aufbau nach an sich schon außerordentlich verlustfrei, weiterhin aber durch besondere Isolierverfahren so angeordnet, daß die Ausbildung von Wirbelströmen und damit Entstehung von Verlusten auf ein sehr kleines Maß herabgedrückt wird. Das gelang so weit, daß die magnetischen Verluste sogar bei sehr hohen Frequenzen, nämlich bei den Wellenlängen 200 bis 600 m, gegenüber den im Kupfer entstehenden Hochfrequenzverlusten zurücktraten. Nun besitzt aber das neue Material eine erheblich größere magnetische Leitfähigkeit als Luft, so daß der Aufwand an Kupfer sich verringert und sich damit natürlich die Kupferverluste vermindern. Außerdem wird das Spulenfeld durch das neue Magnetikum fest zusammengehalten, so daß die Streufelder mit allen ihren Nachteilen vermieden werden und eine enge Kapselung der Spulen möglich ist.

Spulen, die auf dieses neue Material gewickelt sind, zeichnen sich durch einen besonders kleinen Raumbedarf und hohe elektrische Güte aus. Die Firma Siemens & Halske hat ein ähnliches Material in gepreßter Form unter dem Namen Sirufer (Siemens-Rundfunk-Eisen) herausgebracht, das in Telefunken-, Siemens- und AEG-Empfängern verwendet wird.

Man könnte ein dickes Buch über die Spulen schreiben, aber unsere Abbildungen sagen mehr als Worte. Die Hauptsache ist schließlich, daß wir gesehen haben, wie mannigfaltig die Auswahl an Spulen ist und wie groß die Unterschiede zwischen guten und schlechten Spulen in Wirklichkeit sind.

Die Kurzwellenspulen

Wir haben gelernt, daß die elektrischen Werte einer Spule neben ihrer Form besonders von der Windungszahl abhängig sind. Wenn zwei

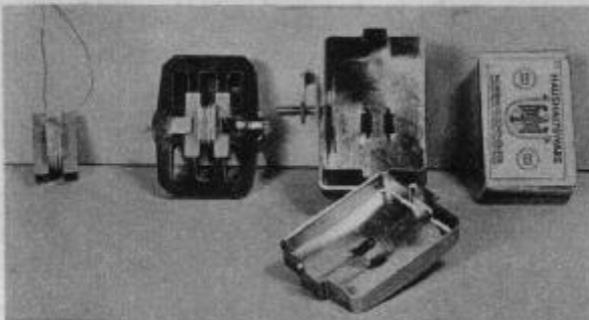


Abb. 37 Sirufer-Hochfrequenzspulen

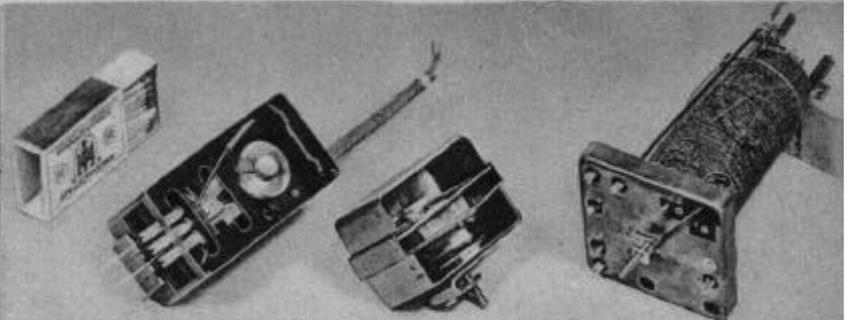
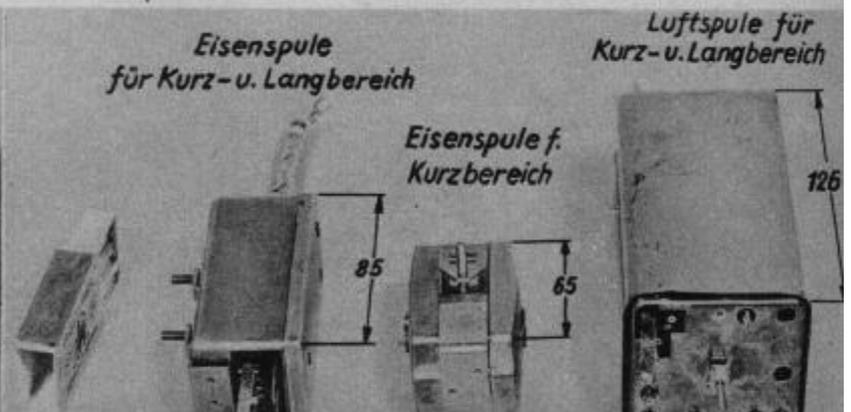
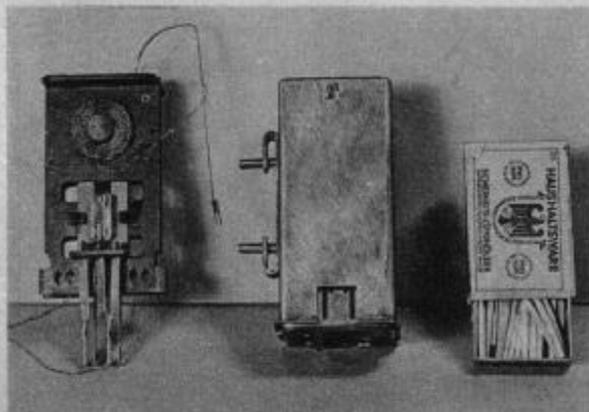


Abb. 37a Neue Massekern-Hochfrequenzspulen im Vergleich mit Luftspulen

Abb. 37b Abmessungsvergleich von gepanzerten HF-Spulen mit Luft gegen die neuen Massekern-Eisenspulen



Eisenspule
für Kurz- u. Langbereich

Luftspule für
Kurz- u. Langbereich

Eisenspule f.
Kurzbereich

126

85

65

oder mehr Spulen räumlich eng benachbart sind, dann spricht man von einem Hochfrequenztransformator. Für den Rundfunkwellenbereich würde ein solcher Transformator gewöhnlich, wie wir bereits wissen, aus einer 25-Windungen-, einer 75-Windungen- und einer 50-Windungen-Spule bestehen. Wenn man aber die kurzen Wellen zwischen 20 und 60 Meter Wellenlänge aufnehmen will, darf die Spule nur noch sehr wenig Windungen haben (Abb. 38 bis 40), bei der 7-Meter-Welle z. B. überhaupt nur noch eine einzige Windung. Die Industrie stellt sogenannte „Kurzwellenspulen“ her, wie sie unsere Abbildungen zeigen. Kurzwellenspulen erkennt man schon äußerlich daran, daß sie eben sehr wenig Windungen haben, diese Windungen aber voneinander ziemlich weit entfernt sind. Je näher nämlich die Windungen einer Spule aneinander liegen, desto größer wird unter sonst gleichen Bedingungen der elektrische Wert. Daher bestehen Kurzwellenspulen immer aus dicken versilberten Drähten und wenig Windungen, aber Langwellenspulen aus dünnen Drähten und vielen Windungen!

Vom Millihenry

Man muß für die elektrische Größe der Spule irgendein Maß haben, genau so, wie man ja für die elektrische Größe eines Kondensators ein Maß hat. Dieses Maß ist für Radiospulen die Selbstinduktion, die in Henry, Millihenry oder Mikrohenry gemessen wird. Eine Spule von 1 Henry hat etwa 4000 Windungen, wenn wir die Größe einer Handfläche zugrunde legen; sie ist mit Draht von $\frac{1}{2}$ Millimeter Durchmesser gewickelt. Eine einlagige Zylinderspule hingegen, die den ungeheuren elektrischen Wert von 1 Henry haben sollte, müßte bei einem Durchmesser der Spulenrolle von 10 Zentimeter und eng aneinander gewickelten Drähten von $\frac{1}{2}$ Millimeter Durchmesser eine Länge von 5 Meter haben!

Wir sehen daraus, daß das Henry ein sehr großer Selbstinduktionswert ist. Man rechnet deshalb in der Radiotechnik gewöhnlich mit Millihenry — gleich ein tausendstel Henry — und Mikrohenry — gleich ein millionstel Henry. Die gewöhnlichen Rundfunkspulen haben folgende elektrische Werte:

Windungszahl	Eigenkapazität in Mikromikrofarad	Selbstinduktion in Mikrohenry	Hochfrequenzwiderstand i. Ohm	Eigenwelle in Meter
25	33	32	2,4	62
35	35	68	4,0	92
50	50	129	8,5	157
75	40	309	13,9	210
100	30	549	20,3	243
150	34	1 190	39,8	379
200	27	2 230	48,5	426
250	22	3 490	56,0	523
300	29	4 930	75	712
400	27	9 350	86	945
500	22	15 100	102	1080
600	24	20 400	82	1320
750	22	32 900	116	1 610
1000	19	60 300	129	2 020
1250	21	94 300	184	2 660
1500	24	137 500	209	3 420

Wer sich noch näher über die wichtigen Probleme der Radiospulen orientieren will, der lese mein Buch „Monographien der Funkindustrie“, Band 1, „Geringverlustige Spulen und Kondensatoren“, erschienen im Union-Verlag, Berlin SW 19.

Die Abschirmung

In einem modernen Fernempfänger sieht man gar nichts mehr von den Spulen; denn sie sind — wie man sagt — abgeschirmt, d. h. sie sitzen unter einer Kupfer- oder Aluminiumhaube (Abb. 41). Es gibt keinen modernen Empfänger, bei dem nicht der Abschirmungsfrage die allergrößte Aufmerksamkeit geschenkt wäre. Manchmal sind sogar auch die zu den Spulen gehörenden übrigen Schaltelemente (Schalter usw.) mit abgeschirmt, so daß weder von den Spulen noch von den Röhren etwas zu sehen ist. Deshalb erscheint auch der Name „Panzerkreuzer“ (Abb. 42) für derartige vollgeschirmte Empfänger durchaus berechtigt.

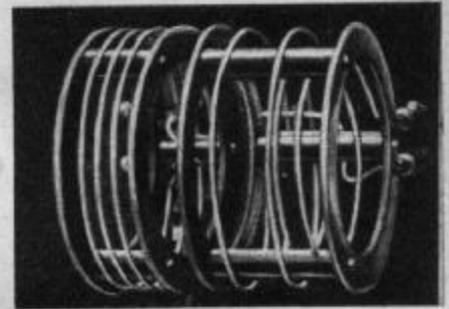


Abb. 39 Kurzwellenübertrager älterer Bauart

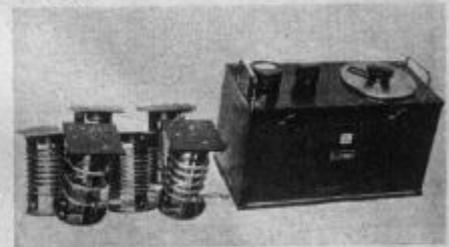


Abb. 40 Moderne Kurzwellenspulen (links); im „Wellenmesser“ (rechts)

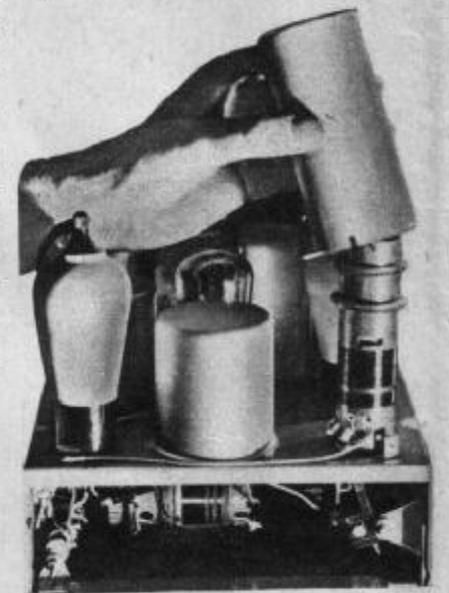


Abb. 41 Moderner Hochfrequenzübertrager bei abgenommener Schirmhaube

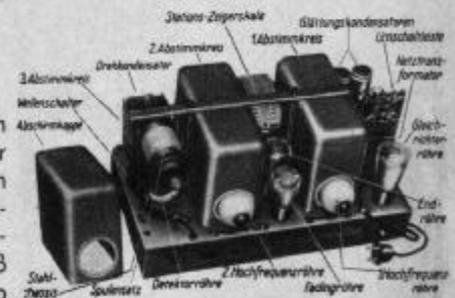
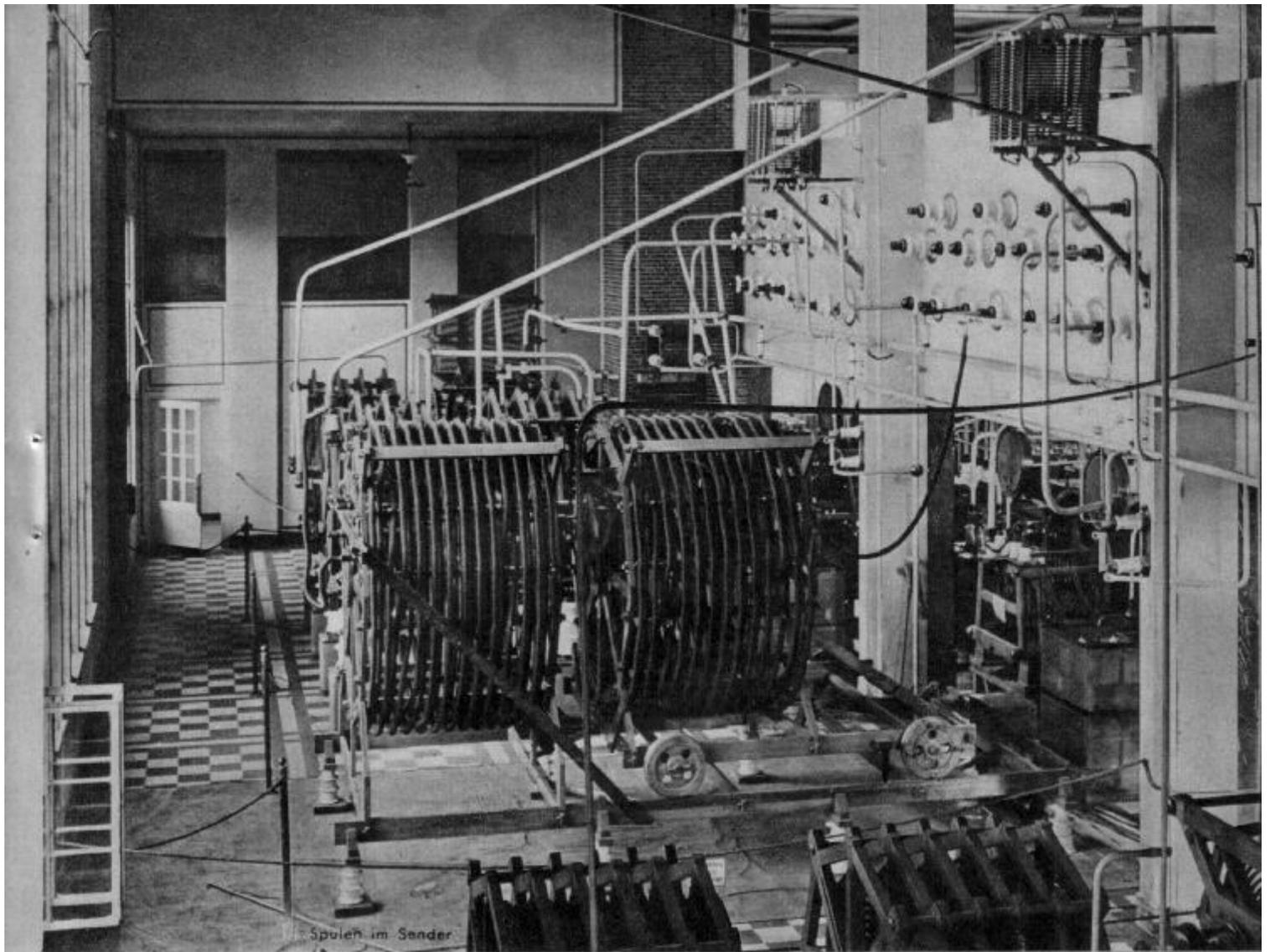
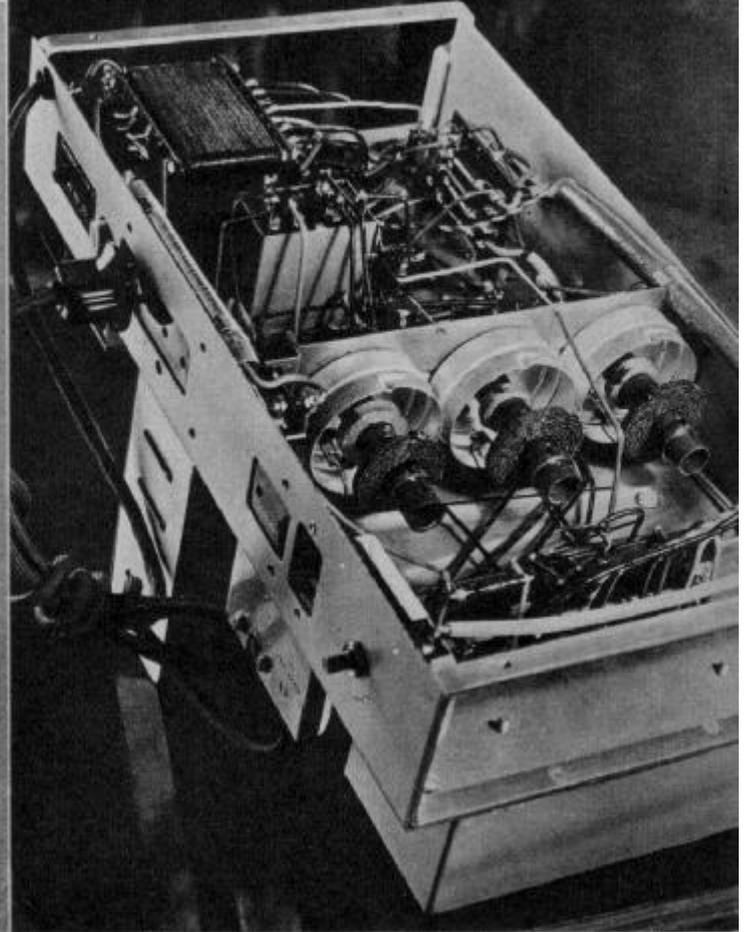
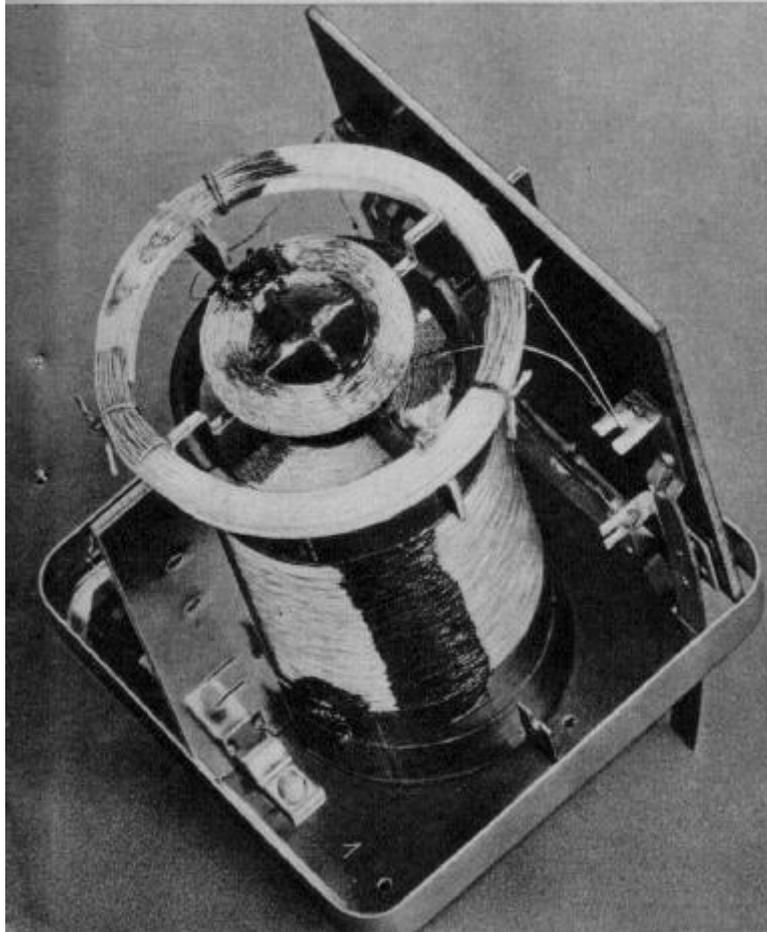


Abb. 42 Auch die Röhren sind in diesem modernen „Nora“ abgeschirmt



Spulen im Sender

Das sind die neuesten Formen der abgestimmten voll abgeschirmten Hochfrequenz-Übertrager



Der Schwingungskreis

Wenn wir eine Spule und einen Drehkondensator zusammenschalten, dann entsteht ein „Schwingungskreis“ (Abb. 43). Es gibt nur Schwingungskreise aus Spule und Kondensator. Verbinden wir eine veränderliche Spule — ein Variometer — mit einem Blockkondensator, dann haben wir einen Schwingungskreis mit veränderlicher „Eigenwelle“. Ebenso entsteht ein Schwingungskreis mit veränderlicher Eigenwelle, wenn wir eine feste Spule — genauer gesagt: eine Spule mit unveränderlicher Selbstinduktion — mit einem Drehkondensator verbinden. Im ersten Fall wird die Wellenlängenänderung des Schwingungskreises durch Verändern der Induktivität erreicht, im zweiten Falle durch die Änderung der Kapazität (Abb. 44).

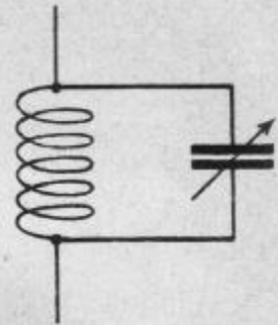


Abb. 43b Schaltsymbol des Schwingungskreises

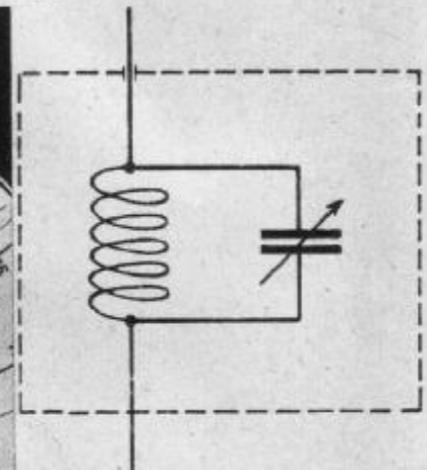
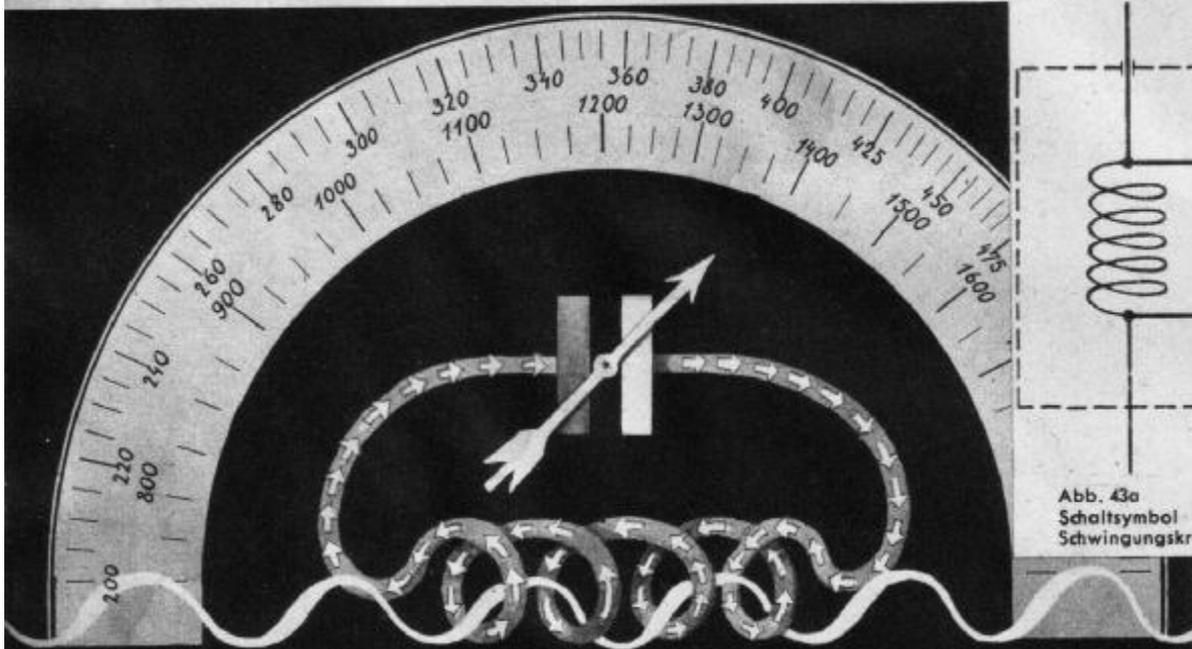


Abb. 43a Schaltsymbol des abgeschirmten Schwingungskreises



Spule + Drehkondensator = Wellenlänge

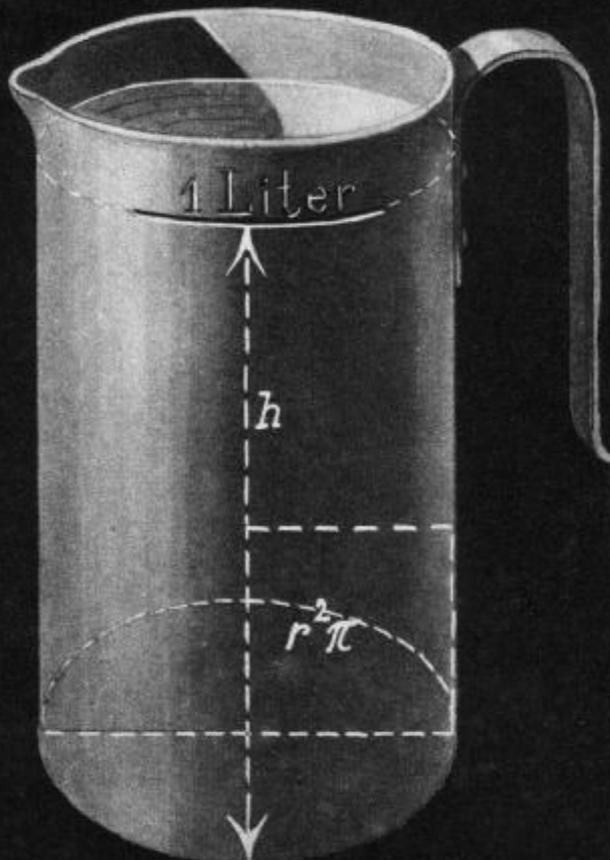


Abb. 44 Wie beim Hohlmaß: der Inhalt durch die Formel $r^2 \pi h$ = Grundfläche mal Höhe gegeben ist, so ist beim Schwingungskreis die Eigenschwingung dargestellt durch Kondensator mal Spule = Kapazität mal Selbstinduktion

Mathematisch ausgedrückt:

Eigenwelle λ in Metern

$$\lambda_m = 0,628 \sqrt{L \cdot C}$$

wenn L die Selbstinduktion der Spule in cm und C die Kapazität des Kondensators in cm ist

DIE UMSCHALTUNG

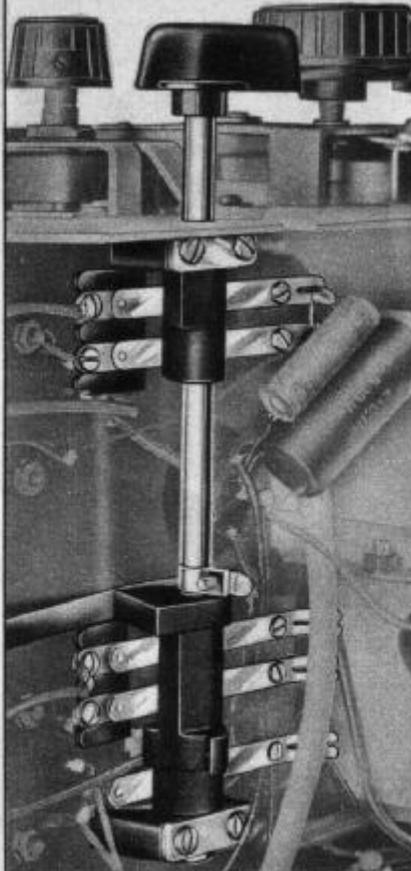


Abb. 45 Moderner Walzen-Umschalter im Saba-Empfänger

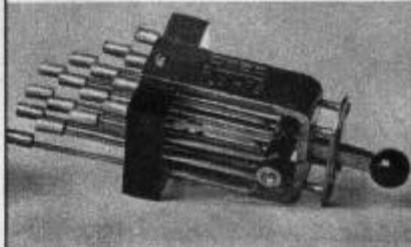


Abb. 46 Kapazitätsarmer Hochfrequenz-Kippschalter



Abb. 47 Doppelpoliger Umschalter

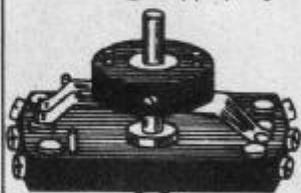


Abb. 47a Spezial-Doppelumschalter

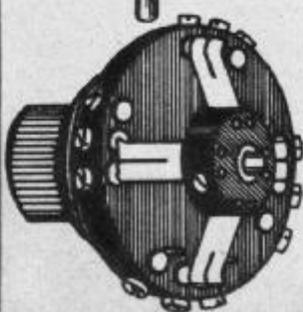


Abb. 47b Kreuzschalter

Aus rein mechanischen Gründen hat sich in der Rundfunkempfangstechnik der Schwingungskreis mit veränderlicher Kapazität eingebürgert, der also aus Spule und Drehkondensator besteht. (Schwingungskreise mit unveränderlicher Eigenschwingung, die also aus fester Spule und Blockkondensator bestehen, werden in der Radiotechnik neuerdings auch verwendet, und zwar bei Zwischenfrequenzübertragern.)

Der Drehkondensator hat gewöhnlich eine Maximalkapazität von 500 cm und die Spule für Welle 200—600 m eine Selbstinduktion von 200 Mikrohenry (200 000 cm). Der Kondensator hat eine Anfangskapazität von etwa 40 cm und eine Endkapazität von 500 cm. Damit erhält man für diesen Schwingungskreis eine

Anfangswelle von 190 m und eine Endwelle von 600 m.

Für den Langwellenbereich gibt man der Spule gewöhnlich eine Selbstinduktion von 2 000 000 cm (den zehnfachen Wert) und bekommt dann beim gleichen Kondensator eine

Anfangswelle von 600 m und eine Endwelle von 1950 m.

Verwendet man aber einen Kondensator von 250 cm, dann würde bei der gleichen 200-Mikrohenry-Spule der Wellenbereich von 150 bis 400 m reichen, bei der Spule mit dem zehnfachen elektrischen Wert der Wellenbereich von 500 bis 1300 m. Hat aber unser Kondensator gar nur 100 cm Endkapazität, dann reichen wir mit der kleinen Spule von 150 bis 275 m und mit der großen Spule von 500 bis 850 m Wellenlänge!

Aus diesen drei Beispielen sehen wir schon, worauf es ankommt: Um einen bestimmten Wellenbereich zu überdecken, muß man tatsächlich einen 500-cm-Drehkondensator verwenden — und eine Spule von einem bestimmten Selbstinduktionswert. Ist der Drehkondensator zu klein, dann engt sich der Wellenbereich ein. Ist die Spule zu klein, dann verrutscht der Wellenbereich nach Richtung kleinerer Wellenlängen. Es gibt einfache graphische Darstellungen, mit deren Hilfe man ohne weitere Rechnung ablesen kann, welchen Wellenbereich man mit einer Spule bestimmter Selbstinduktion und einem Drehkondensator überdecken kann. (Derartige Darstellungen — nomographische Tafeln — bekommt man in jedem Lehrmittelgeschäft.) Für den Hörer genügt jedoch zu wissen, daß man entweder die Spule oder den Drehkondensator vergrößern muß, wenn der Wellenbereich nicht ausreicht. Der Effekt ist in beiden Fällen praktisch der gleiche. Unsere Tabelle gibt darüber Aufschluß, welchen Wellenbereich wir mit Spulen bestimmter Windungszahl beim 500-cm-Drehkondensator überdecken können.

Windungszahl	Anfangswelle	Endwelle
25	87	300
35	119	405
50	175	600
75	280	950
100	385	1300
150	515	1720
200	735	2400
250	875	2820

Die Anfangswelle ist diejenige, welche sich ergibt, wenn der Drehkondensator auf 0 Grad steht, die Endwelle, wenn er auf 100 Grad steht.

Unsere drei Beispiele haben gezeigt, daß man mit einem 500-cm-Drehkondensator höchstens einen Wellenbereich 1:3½ überdecken kann, also etwa die Wellen 180—600 m oder 600—2000 m. Will man das ganze Wellenband der Rundfunksender von 200 bis 2000 m mit einer Spule überdecken, dann reicht der 500-cm-Drehkondensator nicht aus. Wir würden hierzu einen Drehkondensator von 5500 cm brauchen! — Einen so großen Drehkondensator aber kann man im Rundfunkgerät nicht einbauen, weil er viel zu teuer und zu schwer würde. Darum unterteilt man den Wellenbereich. Man verwendet für die Wellen 200—600 m eine elektrisch kleine Spule von 200 000 cm Selbstinduktion — und für den Langwellenbereich eine Spule von 2 000 000 cm Selbstinduktion. Nun verstehen wir, warum die Umschaltung in unserem Radioapparat notwendig ist.

Geht man nun gar noch weiter und will auch die Kurzwellen von 20 bis 60 m Länge aufnehmen, dann muß man eine noch kleinere Spule benutzen, und zwar eine Spule von etwa 10 000 cm Selbstinduktion. Bei Empfängern mit Kurzwellenteil haben wir demzufolge eine dreifache Spulenumschaltung:

- Mittelwellen = 200—600 m Länge,
- Langwellen = 900—2000 m Länge.
- Kurzwellen = 20—60 m Länge,

Die Umschaltung

Geht man von einem Wellenbereich auf den anderen über, so müssen die Spulen „umgeschaltet“ werden. Hierzu braucht man einen Umschalter (Abb. 45 bis 48). Das ist nun ein kompliziertes Ding, dessen Konstruktion den Radioingenieuren viel Kopfzerbrechen gemacht hat. Die meisten Versager bei älteren Empfängern können rundweg auf Alterserscheinungen des Umschalters zurückgeführt werden. Entweder werden die Federn im Laufe der Zeit lahm oder es setzt sich zwischen die Kontakte Staub oder die Kontakte sind abgenutzt. Wir brauchen bloß den gewöhnlichen Lichtschalter unserer elektrischen Hausanlage einmal etwas genauer anzusehen, dann finden wir schon heraus, was es mit einem solchen Schalter und seinen Alterserscheinungen auf sich hat. Vor dem Kriege haben die Funkingenieure nur sogenannte „Walzenschalter“ mit Platinkontakten gebaut. Das waren Schalter, da lachte dem Konstrukteur das Herz im Leibe, da konnte man hundertprozentiges Vertrauen in den Schalter setzen! Aber so ein Walzenschalter mit ein paar Dutzend Kontakten hat achtzig Mark gekostet! In den Jahren 1925 bis 1930 hat die Radioindustrie böse Fehler gemacht, indem sie die Schalter mit einfachen Messing- oder Silberkontakten baute, schlechte Federn einsetzte und das Isoliermaterial nur nach dem Gesichtspunkt der Billigkeit auswählte. Rundfunkhörer mit älteren Apparaten können ein Lied von den schlechten Schaltern singen. Erst in der letzten Zeit ist man wieder dazu übergegangen, hochwertige Schalter zu bauen, und zwar kam man ganz zwangsläufig zur allerältesten Konstruktion, nämlich zum Walzenschalter, zurück. Seitdem man diesen wieder einbaut und Platin- oder Spezialsilberkontakte verwendet, hört man auch nichts mehr von Kontaktfehlern im Radioapparat.

Welche verheerenden Wirkungen ein schlechter Umschalter im Radioapparat hervorrufen kann, läßt sich gar nicht beschreiben; denn beim Lichtleitungsschalter gibt es kleine Funken, und schließlich — wenn die Federn ganz lahm geworden sind — geht der Schalter eben nicht mehr. Beim Radioapparat hingegen bewirkt ein schlechter Schalter zunächst eine starke Verminderung der Lautstärke, später ein schreckliches Krachen und Brodeln und Kratzen, und zuletzt schließlich ein vollkommenes Schweigen der Anlage. Wenn ein Fachmann einen Radioapparat kauft, dann läßt er sich vom Händler gerade die Konstruktion des Umschalters vorführen, weil er weiß, daß dieser Schalter genau so wichtig ist wie im Eisenbahnbetrieb die Signaleinrichtung.

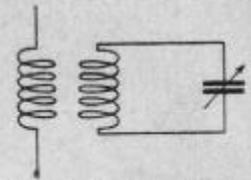


Abb. 49 Schaltsymbol der Kopplung

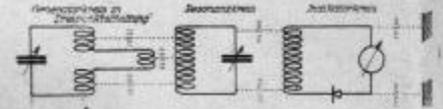


Abb. 50 Senderkreis, Schwingungskreis und Anzeigekreis in „induktiver“ und (gestrichelt) unbeabsichtigter „kapazitiver“ Kopplung miteinander

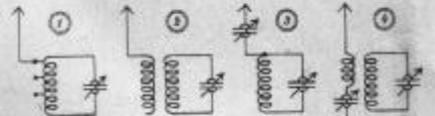


Abb. 51 Die vier Kopplungsarten in schematischer Darstellung: (1) = galvanische, (2) = induktive, (3) = kapazitive, (4) = gemischte Kopplung

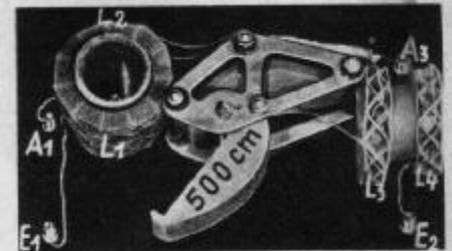


Abb. 52 Die Spulen $L_1 - L_2$ sind gekoppelt. Die Spulen $L_3 - L_4$ sind gekoppelt. Aber die Spulenpaare $L_1 - L_2$ und $L_3 - L_4$ sind gegeneinander entkoppelt

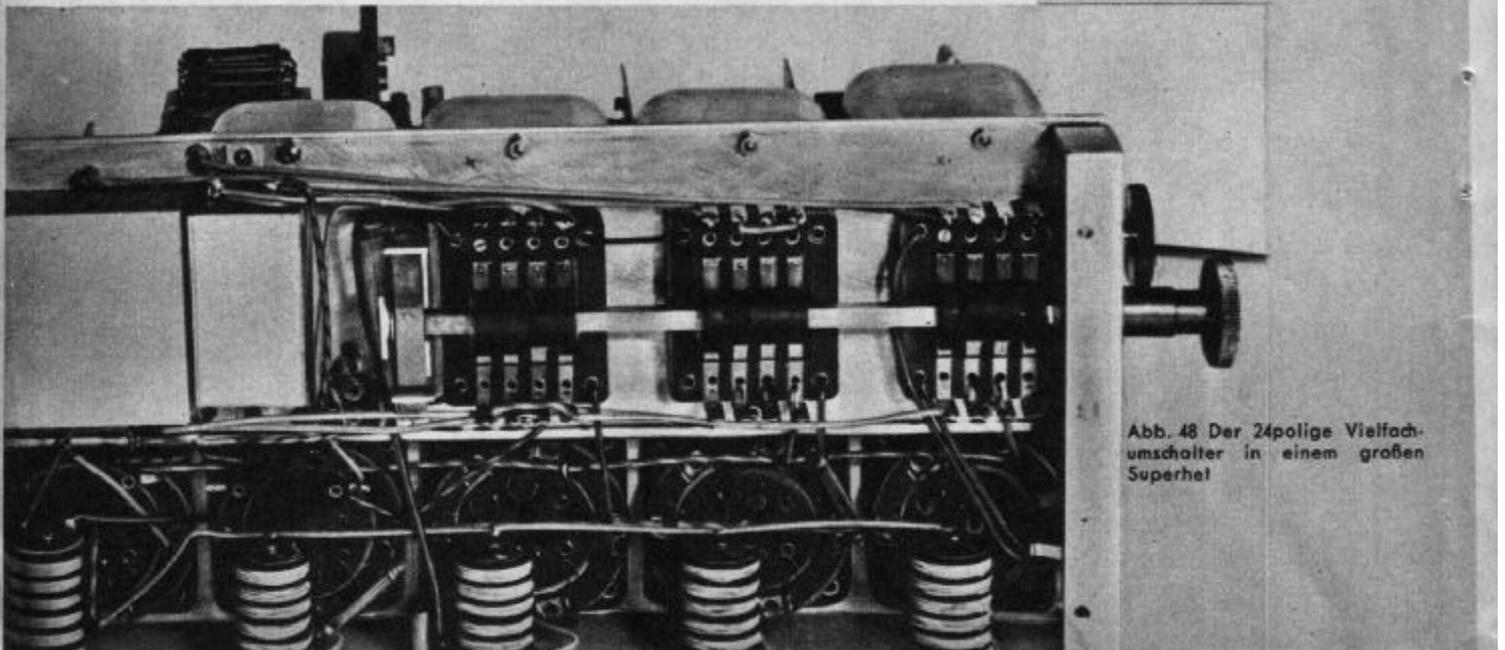
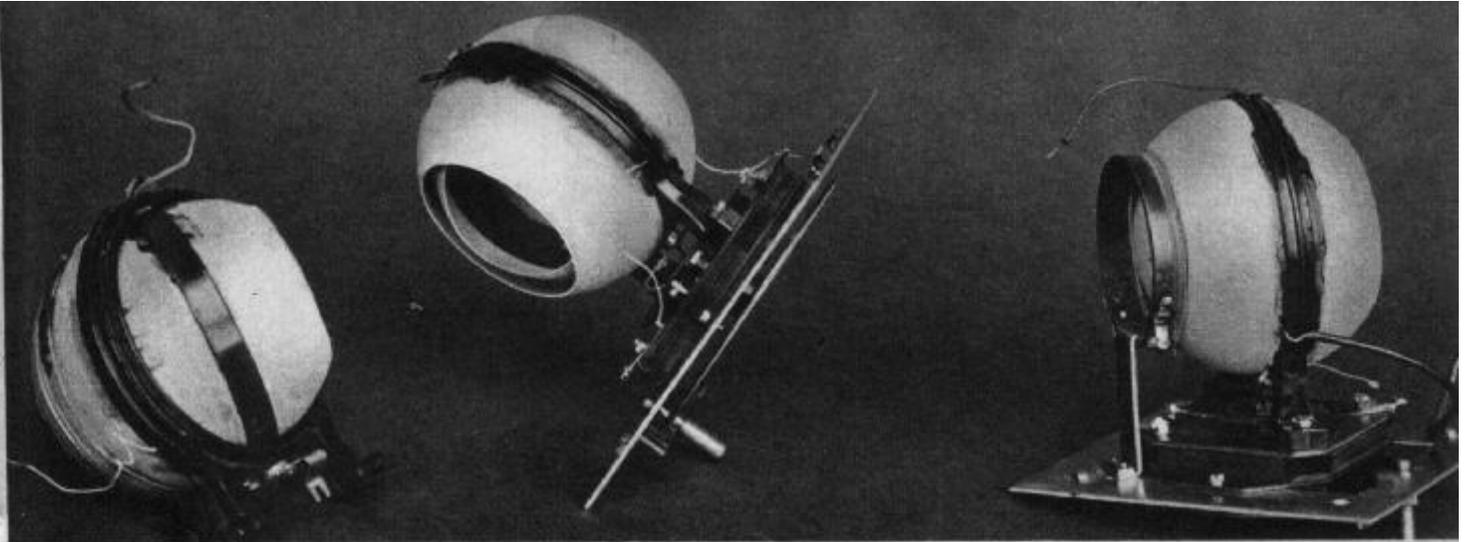


Abb. 48 Der 24polige Vielfachumschalter in einem großen Superhet



Kugelvariometer 1929. Spulen mit veränderlicher Selbstinduktion nennt man Variometer

Die Kopplung (Abb. 49 und 50)

Wenn wir nun so einen Schwingungskreis in unserem Radioapparat verwenden wollen — und zwar werden wir im folgenden nur den meistgebrauchten Schwingungskreis von 200 bis 600 m Wellenlänge betrachten —, dann müssen wir ihm Energie zuführen, wenn er schwingen soll, genau so, wie man ein Pendel erst anstoßen muß, wenn es schwingen soll. Wir können die Energie unserem Schwingungskreis nach vier verschiedenen Methoden zuführen (Abb. 51):

- mit direkter (galvanischer) Kopplung,
- mit induktiver (Spulen-) Kopplung,
- mit kapazitiver (Kondensator-) Kopplung,
- mit gemischter (induktiv-kapazitiver) Kopplung.

Tatsächlich werden heute noch alle vier Kopplungsarten praktisch verwendet; denn alle vier sind im Grunde genommen gleichwertig. Man findet auch in jedem Radioapparat gewöhnlich mehrere Kopplungsarten nebeneinander verwendet, je nach der Schaltung. Wir müssen den Leser bei dem Kapitel Kopplung deswegen etwas länger aufhalten, weil die Kopplung — d. h. die elektrische Verbindung — so außerordentlich wichtig ist. Wir bezeichnen in der Radiotechnik jede elektrische Verbindung von zwei Elementen mit dem Ausdruck „Kopplung“.

Unsere vier Kopplungsarten kann man nun, jede für sich, entweder fest oder veränderlich ausführen. Es gibt also folgende Kopplungsarten:

- feste oder veränderliche galvanische Kopplung,
- feste oder veränderliche induktive Kopplung,
- feste oder veränderliche kapazitive Kopplung,
- feste oder veränderliche gemischte Kopplung.

Bei den älteren Rundfunkempfängern wurde die Kopplung grundsätzlich veränderlich gemacht, während sie bei den neuen soweit als irgend möglich unveränderlich, also fest, ausgeführt ist. Dies kommt daher, daß das Publikum mit der festen Kopplung eben doch bedeutend besser zurecht kommt als mit der veränderlichen Kopplung. Da aber die wenigsten Hörer ganz neue Empfänger mit fester Kopplung besitzen und auch in Zukunft gerade für die billigeren Empfänger die veränderliche Kopplung beibehalten werden muß, weil sie mit billigeren Mitteln Höchstleistungen ergibt, so muß man sich mit der Kopplung doch recht gut auskennen, wenn man aus seinem Empfänger das herausholen will, was in ihm steckt.

Bedienung der Kopplung

Setzen wir auf den Resonanzboden des Klaviers eine kräftig angeschlagene A-Stimmgabel, so ist sie der Sender und die gleichgestimmte A-Saite des Klaviers der Empfänger, der in das Energiefeld des Senders hineintaucht. Die A-Saite des Klaviers wird also mitklingen, ähnlich wie die Antenne vom winzigen Energiebetrag, den die Welle des fernen Senders mit sich führt, zu Schwingungen angestoßen wird. Gewöhnlich besteht der äußere Schwingungskreis des Apparates aus Antenne, Kopplungsspule und Erdleitung (Abb. 51 bis 58). Die Kopplungsspule ist in Figur A der Abb. 58 durch einige Drahtwindungen dargestellt. Die Energie verbrauchende Spule

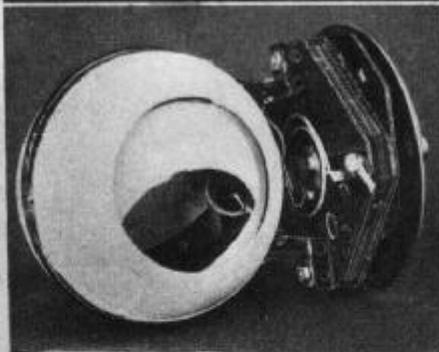


Abb. 53a Variometer-Kopplung: Die innere Kugel lößt sich verschieden mit der äußeren koppeln: Stehen beide Windungsebenen parallel zueinander, haben wir feste Kopplung (= 100 Grad!) — stehen sie aber senkrecht ueinander, so ist die loseste Kopplung (= 0 Grad!) vorhanden

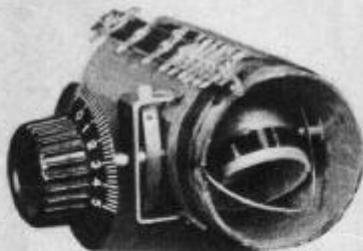


Abb. 53b Eine in älteren Empfängern viel angewendete „Vario-Kopplung“ ist das „vereinfachte“ Variometer

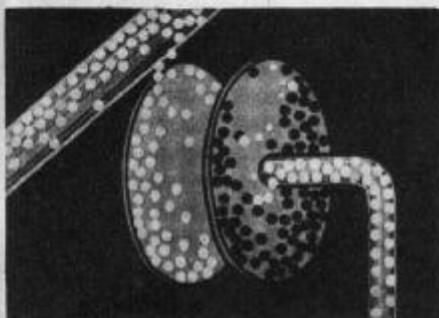


Abb. 54 Durch Kopplung gehen schwarze Kugeln auf die benachbarte Platte über

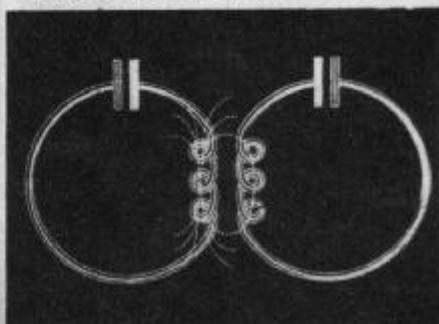


Abb. 54a Die magnetischen Feldlinien bilden die Kopplung zwischen den beiden Schwingungskreisen

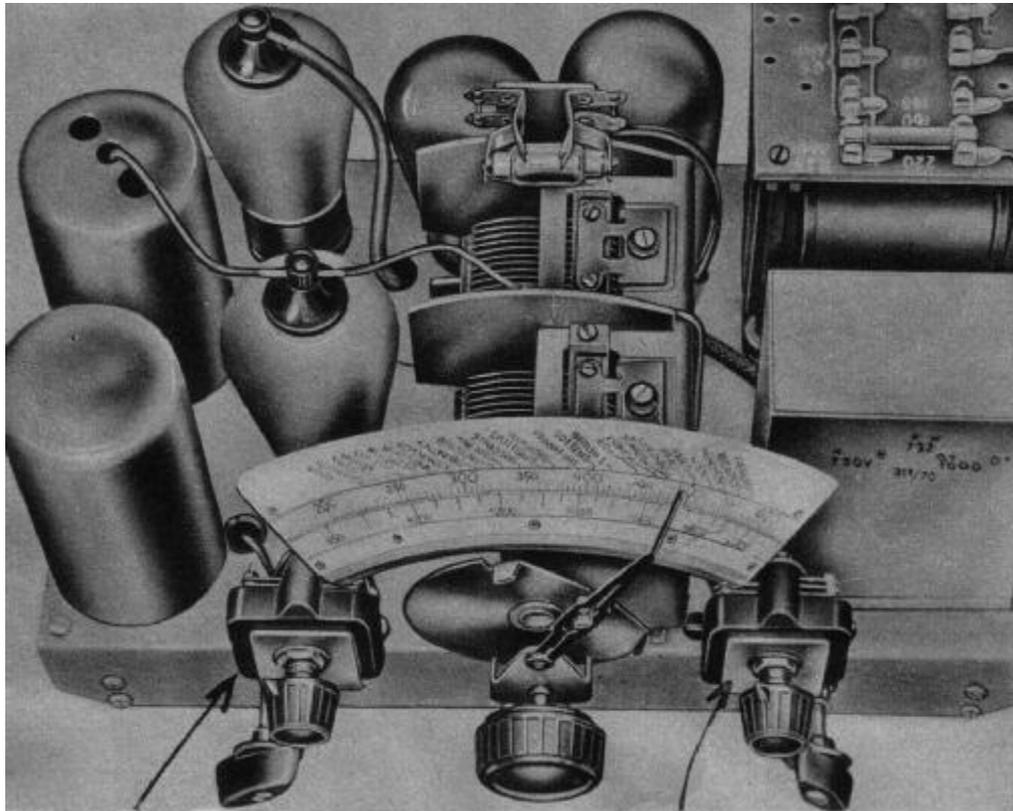


Abb. 57 Kapazitive Antennenkopplung, das ist die „Eingangstür“ zu Ihrem Empfänger: Bei Fernempfang müssen Sie dieselbe „weit öffnen“ (feste Kopplung, Knopf ganz rechts!) Bei Lokalempfang schließen Sie bitte die Tür! (Knopf nach links, lose Kopplung!)

Kapazitiv-induktive Rückkopplung. Das ist das Knöpfchen, welches bewirkt, daß Ihr Apparat „die Ohren spitzt“ nach Fernempfang, wenn Sie es nach rechts (festere Rückkopplung!) drehen!



Abb. 55 Die älteste und bekannteste Form der „induktiven“ Kopplung am Dreifachspulenkoppler

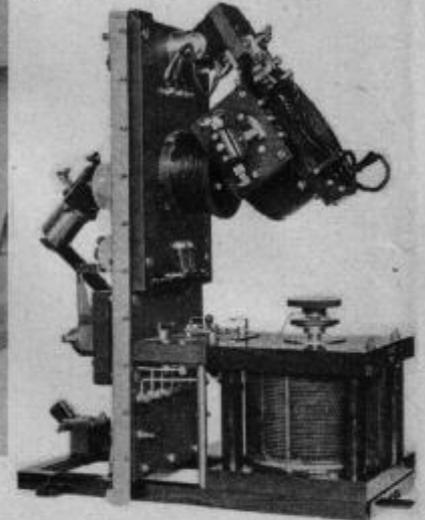


Abb. 56 Der berühmte Marine-Detektorempfänger E5 läßt die Spulen und Kopplungsvorrichtungen, die heute in den Apparaten fast unsichtbar eingebaut sind, noch klar erkennen

haben wir dicker gezeichnet. Die möglichen Hauptstellungen der beweglichen Kopplungsspule sind nun mit den Ziffern 1 bis 4 bezeichnet. Bei Stellung 4 sind Energie liefernde und Energie verbrauchende Spulen dicht aneinander gelegen. Man heißt diese Kopplung „fest“. Bei 1 stehen sie dagegen im rechten Winkel zueinander, weshalb man von „loser“ Kopplung spricht.

Es ist ganz selbstverständlich, daß bei Stellung 1 nur sehr wenig Energie in die dick gezeichnete Spule übergehen kann, weil der dazwischenliegende Luftraum einen enormen Energieverlust mit sich bringt. Wenn wir nun das Knöpfchen oder den Hebel an unserem Apparat, der mit „Antennenkopplung“ bezeichnet ist, drehen, geschieht weiter gar nichts, als daß die Antennenspule mehr oder weniger nah an die Verbraucherspule herangeführt wird. Dabei ist es ganz gleich, ob unser Apparat eine in zehn, hundert oder nur in vier Grad geteilte Kopplungsskala enthält. Immer wird dann, wenn die Spule die in 1 dargestellte Lage hat, die loseste Antennenkopplung vorhanden sein und bei 4 die festeste; alle übrigen Gradstellungen gehören zu einer mittleren Kopplung. Bei „loserer“ Kopplung werden die Stationen leiser, aber dafür wird die Abstimmung schärfer.

Auch bei der Rückkopplung liegen die Verhältnisse ähnlich, nur noch kritischer. Hier haben wir nach Fig. C bei 1 die loseste Kopplung und bei 4 die festeste. Meist wird der Apparat bei 4 schon schwingen, also

Abb. 59 Die „induktive Antennenkopplung“ kann durch einen Bedienungsknopf eingestellt werden. Drehen wir so weit nach rechts, daß die beiden auf dem Bild nach links herausgedrehten Spulen genau zur Deckung mit den feststehenden Spulen kommen, dann ist die Antennenkopplung fest. Links und rechts von dieser Stellung wird die Kopplung wieder loser, weil nicht mehr alle magnetischen Kraftlinien von den beiden beweglichen auf die beiden festen Spulen übergehen können

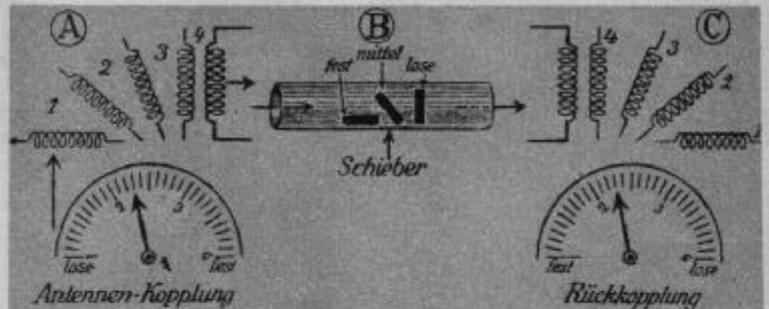
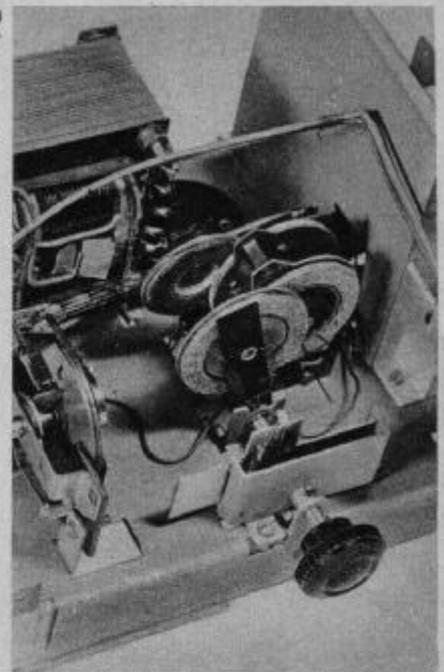


Abb. 58 Schematische Darstellung der Kopplungsvorgänge im einfachen Empfänger



„Flach“-Spulen als Abstimm- und Kopp-
lungsspulen im Rundfunkempfänger von
1930

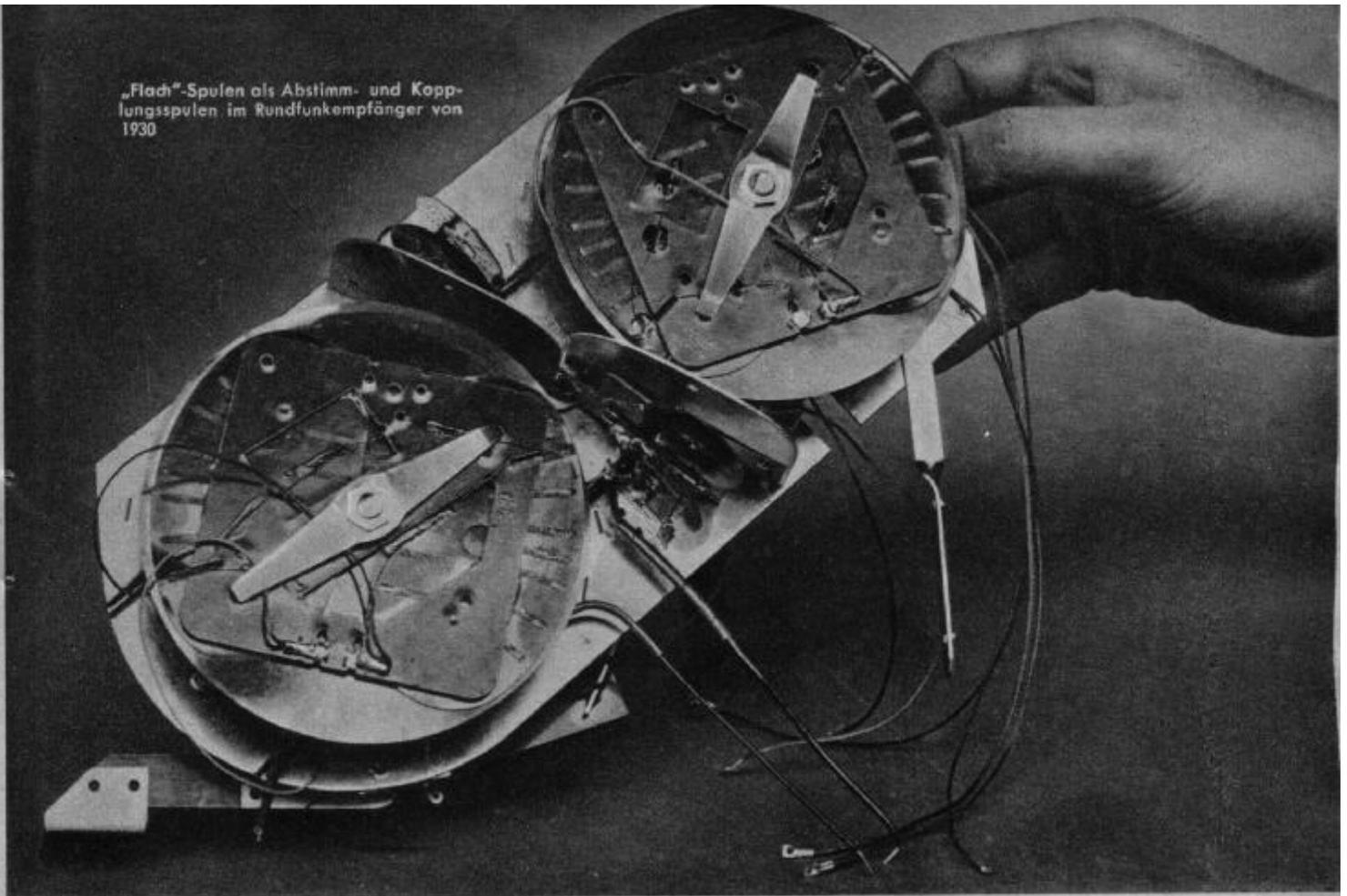


Abb. 60 **DIE
ANTENNENKOPPLUNG**

ist die Tür, durch welche die Wellen in Ihren Apparat hineinlaufen. Öffnen Sie die Tür zu weit, dann füllt der Lokalsender die halbe Skala aus. Daher: Tür zu! (lose Antennenkopplung, Knöpfchen nach links drehen), wenn Sie den Orts-sender empfangen wollen! Wollen Sie aber ferne Sender hören, öffnen Sie die Tür (feste Kopplung — Knöpfchen nach rechts), denn die schwachen Fernwellen finden die Tür zu Ihrem Apparat nicht, wenn nur ein kleiner Spalt derselben geöffnet ist!



**DIE
RÜCKKOPPLUNG**

ist das Ohr in Ihrem Radio. Es spitzt sich sofort, wenn Sie auch nur ein kleines bißchen an diesem Knöpfchen nach rechts drehen. Den Lokalsender hört man auch, wenn dieses Knöpfchen ganz

links (keine Rückkopplung!) steht. Aber beim Fernempfang muß der Apparat schon die Ohren spitzen. Daher eine ganz leichte Drehung nach rechts! Aber nur wenig! Drehen Sie zuviel, dann heult der Apparat, weil ihm seine Ohren weh tun; denn jetzt ist die Rückkopplung zu fest und der Apparat sendet Heulen. Drehen Sie jetzt nicht gleich zurück, dringt das Geheul bis zu Ihren Nachbarn! Und lassen Sie auch dann noch weiterheulen — — — dann platzt schließlich der teure Radio! Strafe muß sein!

DAS HABEN BEIDE KOPPLUNGEN GEMEINSAM:

Lose A-Kopplung bedingt ziemlich feste R-Kopplung; denn lose A-K macht den Empfang leiser, aber festere R-K wieder lauter! Lose A-K und festere R-K erhöhen die Trennschärfe! Lose A-K und lose R-K erhöhen die Störungsfreiheit! Lose R-K und lose A-K ergeben zusammen die beste Klangwirkung. Man kann mit $\frac{3}{4}$ A-K und $\frac{1}{4}$ R-K einen fernen Sender gut hören. Aber selektiver ist Ihr Radio bei gleicher Lautstärke des fernen Senders mit $\frac{1}{2}$ A-K und $\frac{1}{2}$ R-K. Allerdings ist der Ton dann nicht mehr so schön wie vorher. A-K und R-K müssen zusammen immer „eins“ ergeben.

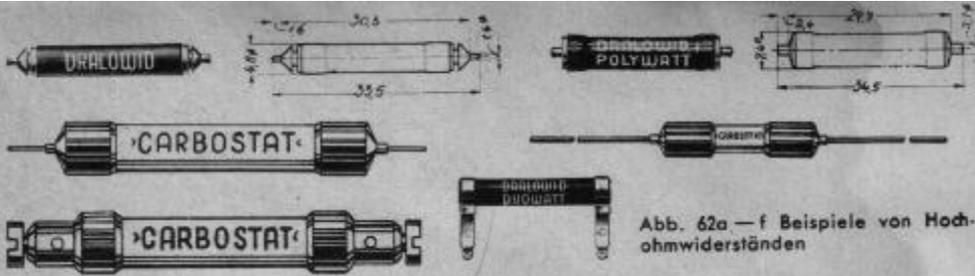


Abb. 62a — f Beispiele von Hochohmwiderständen

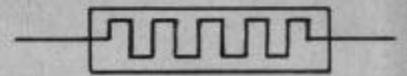


Abb. 61 Schaltsymbol des Hochohmwiderstandes

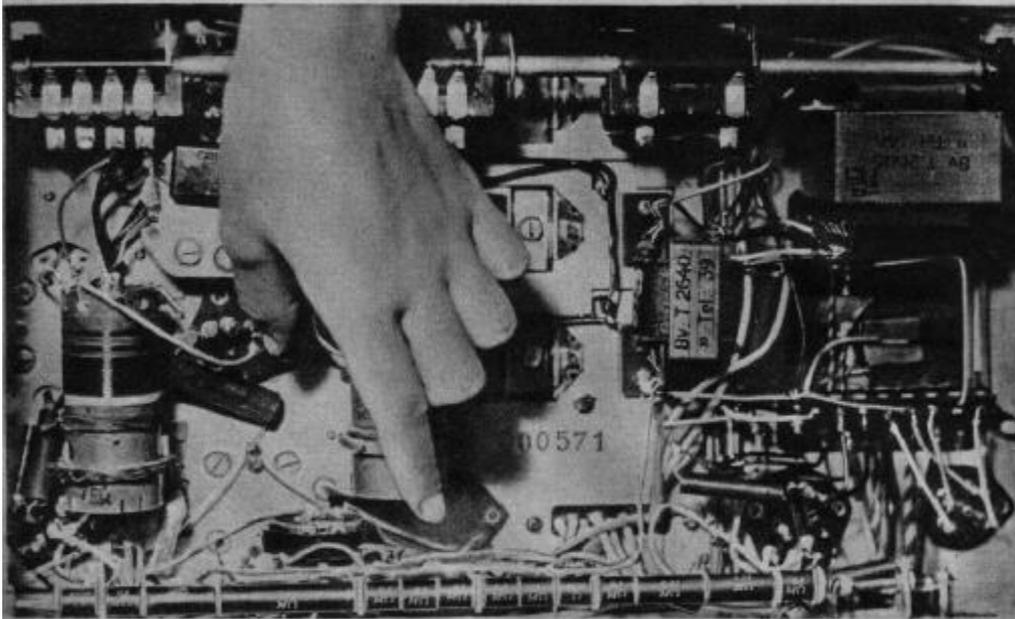


Abb. 67 Der Spannungsteiler-Widerstand im Netzgerät

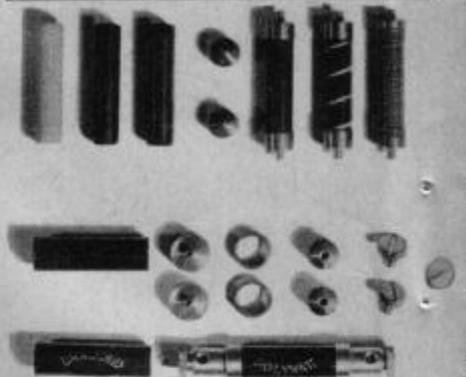


Abb. 63 So entsteht ein Dralowid-Hochohmwiderstand



Abb. 64 Drahtgewickelter Niederohmwiderstand

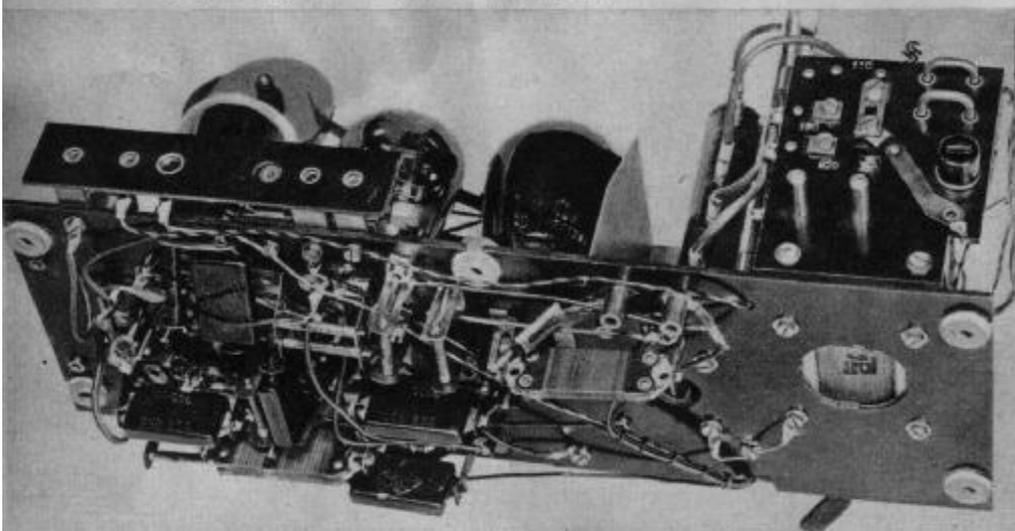


Abb. 68 Auf der Unterseite der Montageplatte des Empfängers sieht man zwischen Federn eingeklemmte Hochohm- und drahtgewickelte Niederohmwiderstände

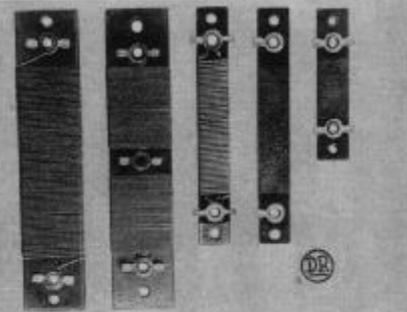


Abb. 65 Widerstände in Streifenform



Abb. 66 Drehwiderstände und sogenannte Potentiometer zur Spannungsregulierung und Lautstärkeregelung



Abb. 69 Einzelteile eines veränderlichen (variablen) Hochohmwiderstandes oder Hochohmpotentiometers. Hat das Ding zwei Anschlußschrauben, ist es ein Hochohmwiderstand, bei drei Anschlußschrauben ein Hochohmpotentiometer

den Nachbarn stören und die Musik verzerren. Steht der Zeiger aber auf 1, also auf ganz lose Kopplung, dann hört man die gesuchte Station gewöhnlich überhaupt nicht, weshalb sich das Operieren mit diesem Knöpfchen oder Hebel zwischen den Stellungen 2 und 3 abspielen muß. Prinzipiell wollen wir bemerken, daß man durch Festerstellen der Rückkopplung die Station nur zum „Einpfeifen“ bringen soll und dann sofort die Rückkopplung nach Richtung „loser“ stellt, um hiernach erst den ganzen Apparat fein einzustellen.

Die Widerstände (Abb. 61)

In jedem Empfänger sitzen mindestens ein Dutzend „Hochohmwiderstände“. Diese Widerstände werden in Stäbchenform in einer Normallänge von 35 bis 45 mm hergestellt und sind häufig mit einem festen Lack- oder einem Schutzrohrüberzug versehen. Es gibt gut zwanzig verschiedene Typen, die sich im Aussehen (Abb. 62a—f) jedoch nur wenig



Abb. 70 In der Bildmitte ist ein „Lampenwiderstand“ zur Herabsetzung der Netzspannung sichtbar. Jede Glühlampe, deren Stromverbrauch paßt, kann in ähnlicher Weise als „Vorschaltwiderstand“ Verwendung finden

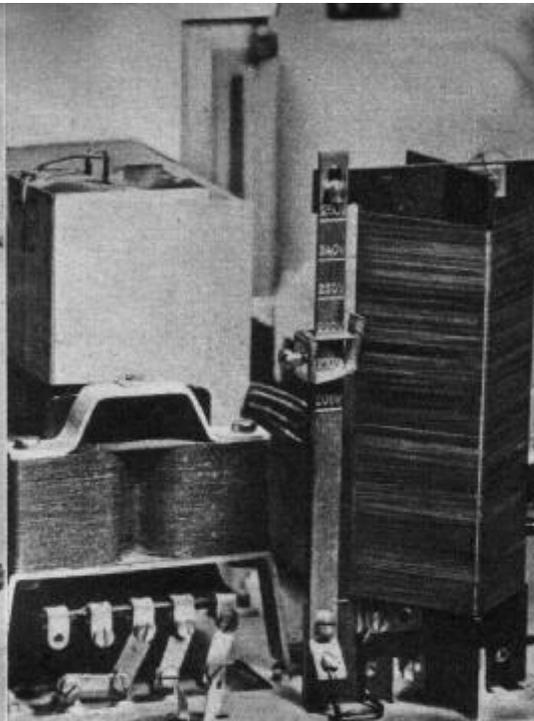


Abb. 71 Netzwiderstand für Gleichstromgeräte

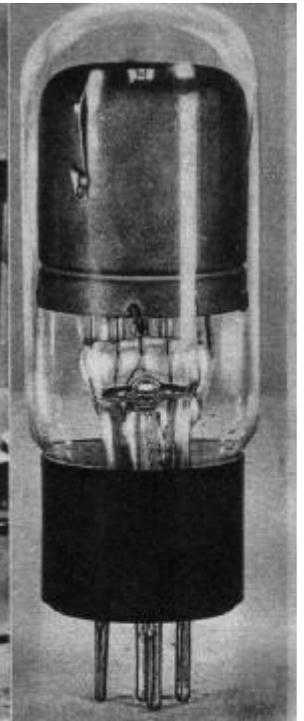


Abb. 72 Spezialwiderstände in einer Röhre eingebaut, sogenannte „Glimmstrecken - Widerstände“ (Lorenz „Stabilisator“). Als Widerstand dient eine „Jonenstrecke“

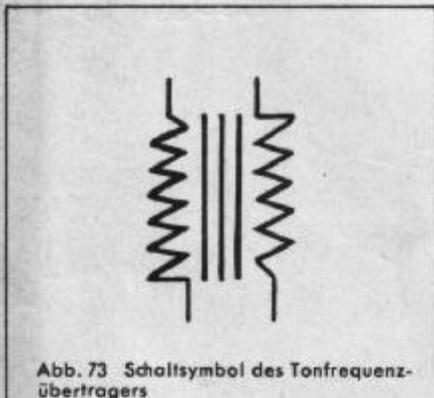


Abb. 73 Schaltsymbol des Tonfrequenzübertragers

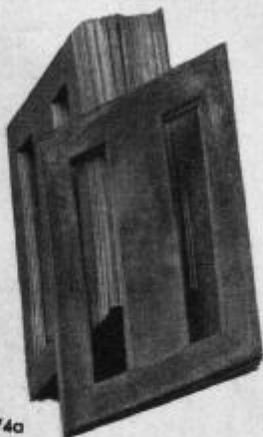


Abb. 74a

Abb. 74a — g Einzelteile eines Tonfrequenzübertragers

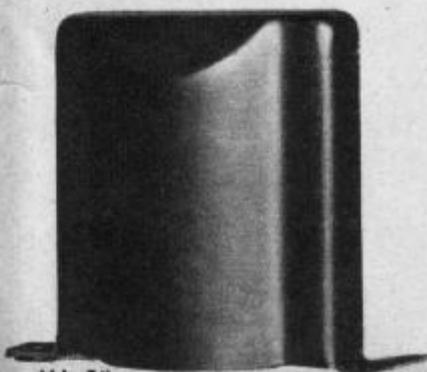


Abb. 74b

voneinander unterscheiden. Die Hochohmwiderstände werden in den Größen von 10 000 Ohm (1Ω ist die elektrische Widerstandseinheit, gegeben durch die Beziehung: 1 Volt durch 1 Ampere) aufwärts bis zu 20 000 000 Ohm geliefert. Die hohen Ohmwerte sind mit dem Zeichen $M\Omega$ (Megohm) versehen. Dies bedeutet die größte Widerstandseinheit: 1 Megohm = 1 000 000 Ohm. Neuerdings gibt es auch noch die Bezeichnung Kiloohm ($K\Omega$), die besagt, daß 1000 Ohm zu einer größeren Einheit zusammengefaßt sind.

Bei älteren Apparaten findet man häufig fehlerhafte Hochohmwiderstände. Ihr Ersatz durch neue Typen gleicher Ohmzahl ist eine ebenso billige wie wertvolle Verbesserung. Wenn man auf die Ohmzahl achtet, kann man diese Reparatur meist selbst vornehmen, da ja die Widerstände gewöhnlich nur zwischen zwei Federböcke eingeklemmt sind.

Wir werden bei guten Apparaten bemerken, daß dickere und dünnere Hochohmwiderstände eingebaut sind. Die dickeren Hochohmwiderstände finden da Anwendung, wo ziemlich hohe Belastungen auftreten, die dünneren da, wo keine nennenswerten Ströme vorhanden sind.

Belastung

Was heißt das? Wenn durch einen Widerstand ein Strom von 1 MA (Milliampère) fließt und an den Enden eine Spannung von 100 Volt herrscht, dann ist die Belastung des Widerstandes

$$100 \times 0,001 = 1/10 \text{ Watt}$$

(0,001 Ampere = 1 MA). Wir müssen die Belastung immer in Bruchteilen von Ampere angeben, da das Ohmsche Gesetz nur Volt und Ampere kennt. Haben wir eine Spannung von 300 Volt und einen Strom von 5 MA, dann ist die Belastung

$$300 \times 0,005 = 1,5 \text{ Watt.}$$

Die Belastung ist immer Strom mal Spannung. Da jeder Widerstand warm wird, wenn man ihn zu hoch belastet, so ist auf den besseren Widerstandsorten neben der Ohmzahl auch die zulässige Belastung angegeben. Je höher bei gegebener Spannung der durchfließende Strom ist, desto höher wird die Belastung. Daher sind in Anodenkreisen gewöhnlich dickere Hochohmwiderstände eingebaut als in Gitterkreisen. Wenn man seinen alten Empfänger verbessern will, so achte man also neben den richtigen Widerstandswerten auch auf eine genügende Belastbarkeit der einzubauenden Hochohmwiderstände.

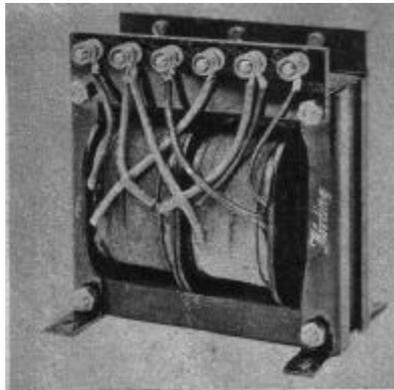


Abb. 75 Ausgangs-Anpassungs- oder Lautsprecherübertrager

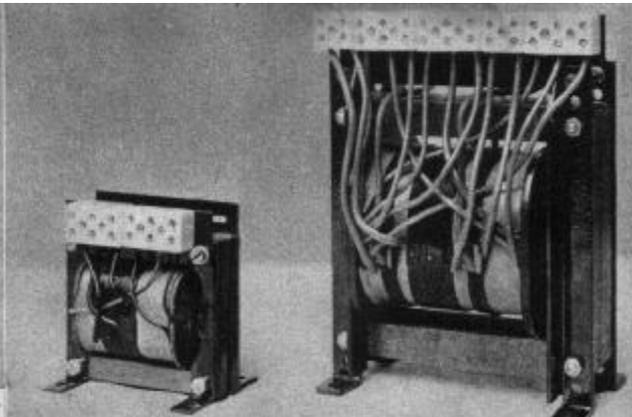


Abb. 77 Netztransformatoren, links für kleine, rechts für große Empfänger

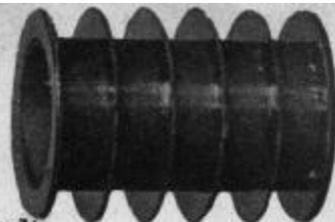
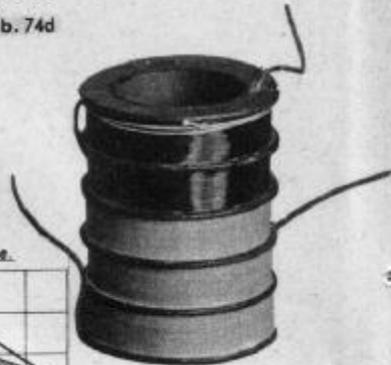
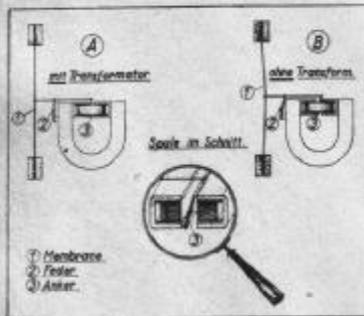


Abb. 74c

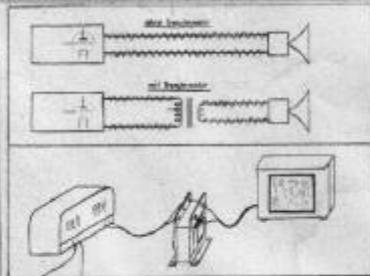
Abb. 74d



Einfluß des Anodengleichstroms auf das Lautsprechersystem...



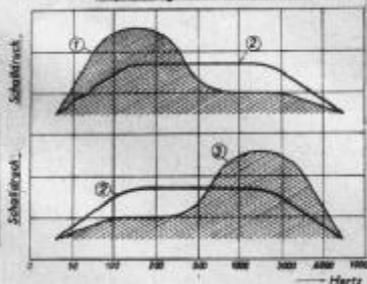
- ① Membrane.
 - ② Feder.
 - ③ Anker.
- ④ Anodenstrom durch Transformator fern gehalten. Membrane und Anker arbeiten aus der Ruhelage heraus.
- ⑤ Anodenstrom fließt durch den Lautsprecher. Membrane, Feder und Anker arbeiten unter dauernder Vorspannung.



Der Ausgangs-Transformator hält den schädlichen Anodengleichstrom vom Lautsprecher fern. Der Lautsprecher erhält nur die Sprech-Wechselströme. Außerdem kann mit Hilfe des Transformators der Lautsprecher leicht an die verschiedenen Endröhren (RE 604, RE 134, RE 5 764 usw.) angepaßt werden.

— Anodengleichstrom
 ~~~~ Sprech-Wechselstrom

**Anpassung an die Endröhre.**



Die Impedanz des Lautsprechers ist im Verhältnis zum inneren Röhrenwiderstand bei

Kurve ① zu hoch. Tiefe Töne werden bevorzugt, hohe abgeschwächt. Musik dunkel und weich.

Kurve ② richtig. Hohe und tiefe Töne gleich. Musik natürlich.

Kurve ③ zu niedrig. Tiefe Töne zu schwach, hohe übertrieben stark. Musik hart.

Abb. 76a—c Wofür ein Lautsprecher-Träfer gut ist

**Niederohmwiderstände**

Es gibt auch Niederohmwiderstände. Unter diesen Begriff fallen alle Widerstände von  $\frac{1}{1000}$  Ohm aufwärts bis zu etwa 10 000 Ohm. Diese Widerstände sind meist aus Draht gewickelt, und zwar aus den Widerstandsdrahtmaterialien Nickelin, Konstantan, Cekas oder ähnlichen Speziallegierungen (Abb. 65, 66 und 67).

Während 1 m Kupferdraht von  $\frac{1}{10}$  Millimeter Durchmesser 2,22 Ohm Widerstand hat, steigt dieser Widerstand bei Manganin oder Nickeiin schon auf 53,2 Ohm und bei Chromnickel auf 114 Ohm. So kann man sehr hohe Ohmwerte schon mit sehr kleinen Drahtlängen herstellen. Man wickelt solche Widerstände einfach auf Widerstandsträger auf wie die gewöhnlichen Hochohmwiderstände. Drahtwiderstände haben immer den Vorzug größerer Lebensdauer und Belastbarkeit als gewöhnliche Hochohmwiderstände. Die „Sikowid“-Widerstände der Wego-Werke, Freiburg im Breisgau, sind drahtgewebte Widerstände, die neuerdings viel Anklang finden. — Auch wickelt man kleinere Widerstandswerte einfach als „Locke“ auf und lötet sie zwischen die Schaltdrähte (Abb. 68).

Eine besondere Abart der Drahtwiderstände sind die großen Widerstände in Gleichstromnetzanschlußgeräten, die zur Reduktion (Herabsetzung) der Netzspannung dienen (Abb. 70 und 71). Diese werden häufig in Röhren eingebaut und heißen dann „Widerstandsbirnen“ oder „Widerstandsröhren“. Die neuesten Typen heißen „Uran“-Röhren. Wenn so eine Widerstandsröhre in unserem Apparat sitzt, dann müssen wir beim Ersatz aufpassen, daß wir den gleichen Typ wiederbekommen. Auch bei Ladeeinrichtungen zum Laden des Akkumulators aus dem Wechselstromnetz finden wir häufig ähnliche Widerstandsbirnen. Hier haben sie allerdings den Zweck, den Strom zu begrenzen. Sie bestehen aus Eisendraht in Wasserstoffatmosphäre und werden als „Strombegrenzer“ bezeichnet.

Eine sehr interessante Abart der Widerstände sind die sogenannten Stabilisatoren, die für Netzanschlußgeräte viel gebraucht werden. Hier werden hintereinandergeschaltete Glimmentladungsstrecken in verdünnten Edelgasen zur Konstanthaltung der Spannung verwendet (Gaswiderstände!) (Abb. 72).

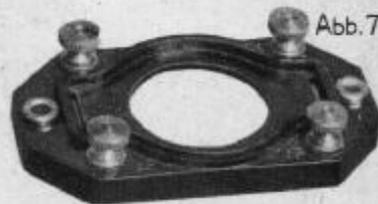


Abb. 74e

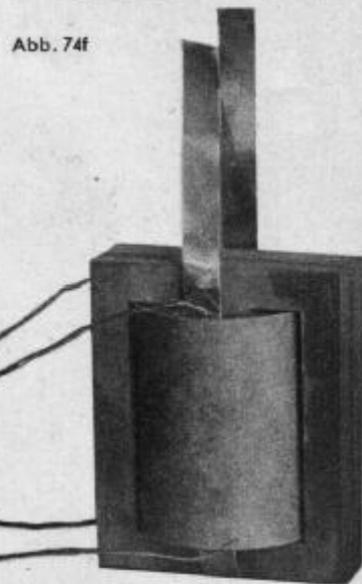


Abb. 74f



Abb. 74g

Abb. 79a



Abb. 78 Umschaltvorrichtung für einen Netztransformator



Abb. 79d

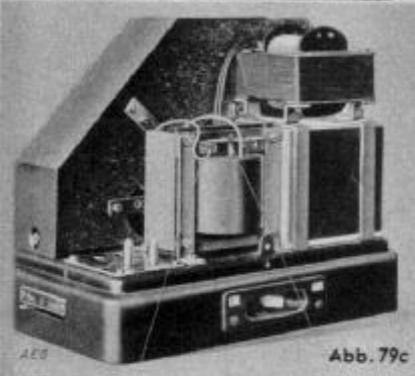


Abb. 79c

Abb. 79a - e Beispiele von Netztransformatoren in deutschen Empfängern

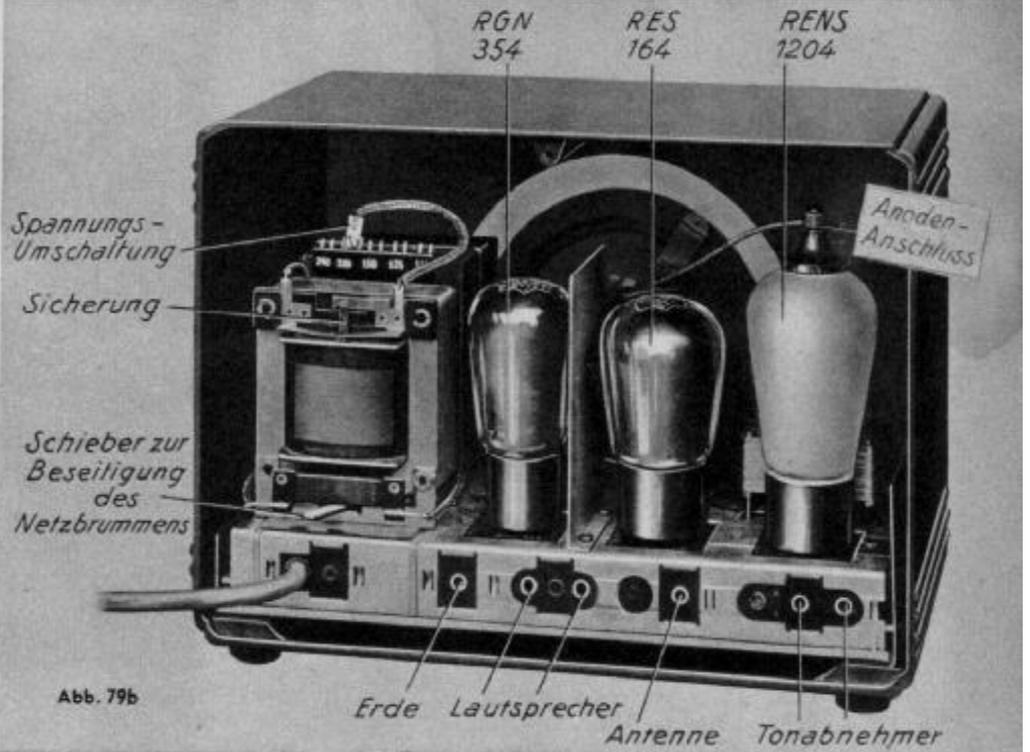


Abb. 79b



Veränderliche Widerstände (Rheostaten) für Meßzwecke



Abb. 79e

## Fehler in alten Apparaten

Eines der wichtigsten Kapitel für die Besitzer älterer Rundfunkempfänger ist der Ersatz überalterter Kondensatoren und Hochohmwiderstände durch neue Typen gleicher elektrischer Daten. Ich habe einmal eine Umfrage bei den Radioreparaturwerkstätten gemacht; dabei kam heraus, daß in Hunderten von reparaturbedürftigen Radios die kleinen Blockkondensatoren und Hochohmwiderstände defekt waren. Der Fehler lag gewöhnlich an den Kappen, die den Kontakt zum Widerstandsmaterial oder zu den Belegen des Kondensators bilden. Diese Kappen werden nach einem besonderen Verfahren aufgepreßt; sie sollen nun so lange Kontakt geben, wie der Widerstand oder der Kondensator überhaupt lebt. Das tun sie aber nicht immer, besonders nicht bei älteren Typen von Hochohmwiderständen und Kondensatoren. Aber die Kontaktfrage ist für das Radio lebenswichtig. Wenn wir uns den Finger abhauen, dann hat er keinen „Kontakt“ mehr mit der Hand, und wir können ihn nicht mehr gebrauchen. Wenn die Kappe des Widerstandes keinen elektrischen Kontakt mehr mit dem Widerstandsmaterial hat, dann ist der Widerstand wie ein abgehackter Finger. Er hat keinen Wert mehr; denn der Strom geht ja nicht mehr hindurch. Das kann man nun leider äußerlich nicht feststellen; denn die Kappe braucht gar nicht verletzt zu sein, aber sie sitzt nur noch lose auf dem Widerstands- oder Kondensatorstäbchen. Nur durch eine elektrische Messung am ausgebauten Widerstand läßt sich der Fehler feststellen. Da die Erfahrung lehrt, daß gerade dieser Fehler bei älteren Empfängern sehr häufig vorkommt, erscheint es wichtig, daß man bei irgendwelchen Anständen mit seinem Radio nach der Prüfung der Röhren zunächst eine Prüfung der Widerstände und Kondensatoren, der sogenannten *Kopplungs-glieder*, vornimmt. Man wird dabei allerhand Überraschungen erleben und sich nachher wundern, daß der gute alte Radio überhaupt noch gegangen ist!



Abb. 80 Hier sitzt die Netzsicherung

## Tonfrequenzübertrager und Netztransformatoren

Will man elektrischen Wechselstrom von niedriger Spannung in einen solchen von hoher Spannung verwandeln oder umgekehrt, dann benutzt man Transformatoren, die auch „Spannungswandler“ oder „Übertrager“ heißen. Wir haben bereits Übertrager für Hochfrequenz kennengelernt, die nichts anderes sind als gekoppelte Radiospulen.

Hinter dem Audion unseres Empfängers aber hat die Elektrizität nicht mehr die Form von Hochfrequenz, sondern von Niederfrequenz. Für diese aber brauchen wir Tonfrequenzübertrager. Man bezeichnete sie früher gemeinhin als „Niederfrequenztransformatoren“. Je nach ihrem Zweck gibt es Mikrofonübertrager, Gitterübertrager, Zwischenübertrager und Ausgangsübertrager. Rein äußerlich brauchen sich die Übertrager für Tonfrequenz nur wenig voneinander zu unterscheiden; auch ein Gitterübertrager kann ziemlich groß sein — oder ein Ausgangs-, Anpassungs- oder Lautsprecherübertrager ziemlich klein. Man muß sich also auf das „Kennschild“ des Übertragers verlassen. Hier stehen Zweck und Übersetzungsverhältnis verzeichnet.

Die Übersetzung wird gewöhnlich in zwei Ziffern angegeben. Etwa so: 1:3, oder auch: 20 000:60 000. Dies besagt dann, daß eine in die Primärseite hineinkommende Spannung sekundärseitig dreimal so hoch wird. Um das zu verstehen, müssen wir wissen, daß jeder Übertrager mindestens zwei Wicklungen hat, von denen diejenige mit niedrigerer Windungszahl gewöhnlich als Primärwicklung und diejenige mit höherer Windungszahl als Sekundärwicklung bezeichnet wird (Abb. 74a—g). Die beiden Spulen werden dicht aufeinander gewickelt. Es gibt auch sogenannte Scheibenübertrager, bei denen die Wicklungen mehrfach unterteilt sind. Dies geschieht aus elektrischen Gründen. Der Fachmann sagt: Solche Transformatoren sind besonders spannungsfest und haben eine besonders geringe „Eigenkapazität“.

Da wir zwei Spulen haben, muß der Übertrager auch vier Klemmen besitzen. Diese werden gewöhnlich mit P0 — P1 und S0—S1 bezeichnet. 0 bedeutet immer den Anfang der Wicklung der einen Spule und 1 das Ende. In der Schaltung müssen die Übertrager so verwendet werden, daß der Anfang der Wicklung an die zugehörige Spannungsquelle und das Ende an die entsprechende Elektrode der Röhre kommt.

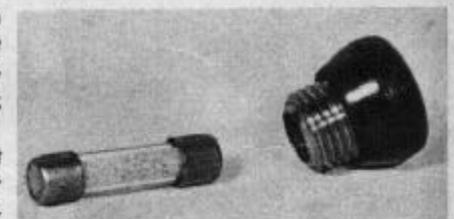


Abb. 80a So sieht sie geöfnet aus

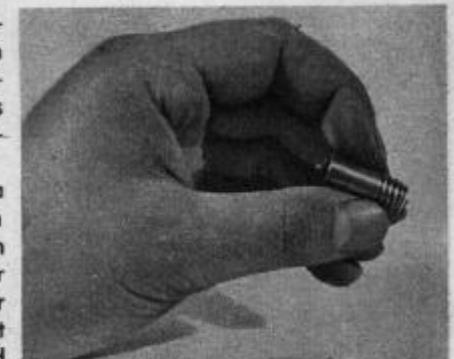
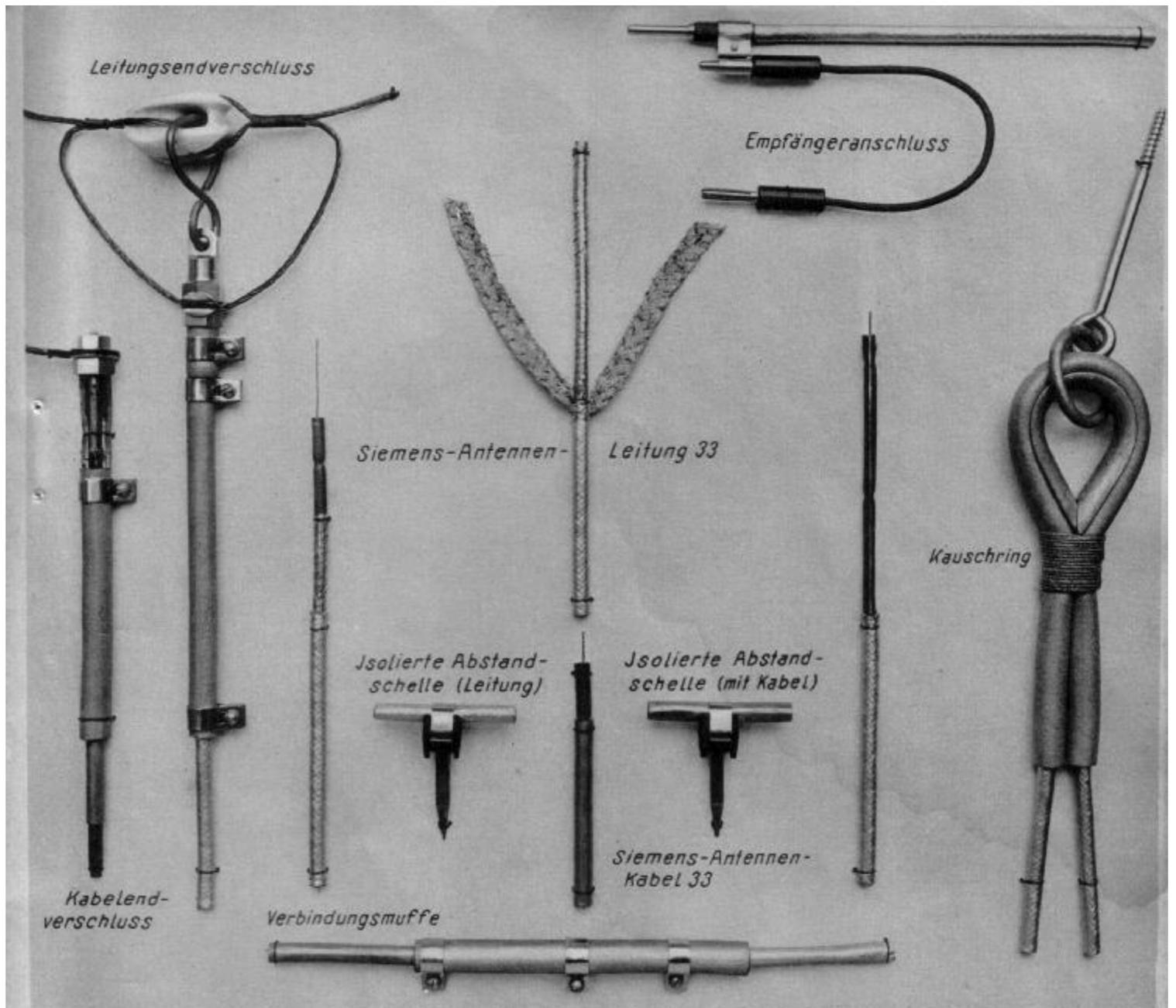


Abb. 80b Die „regenerierbare“ Sicherung



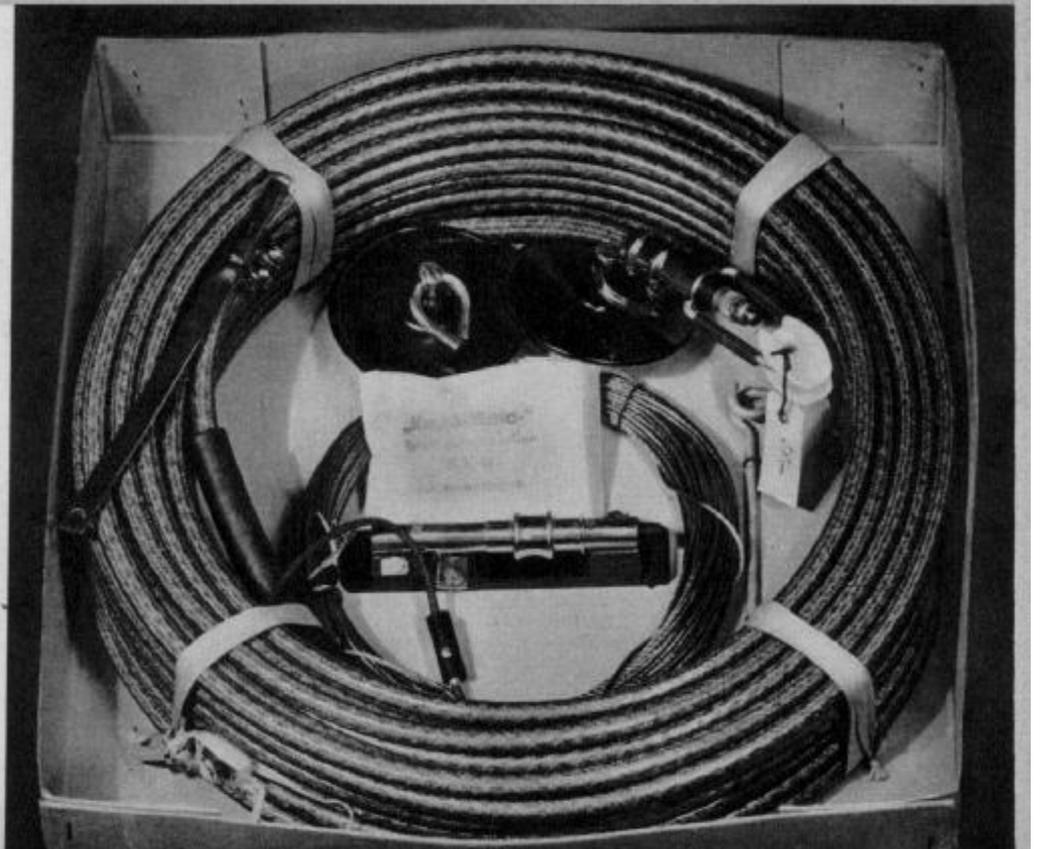
Abb. 80c „Regenerieren“ der Sicherung

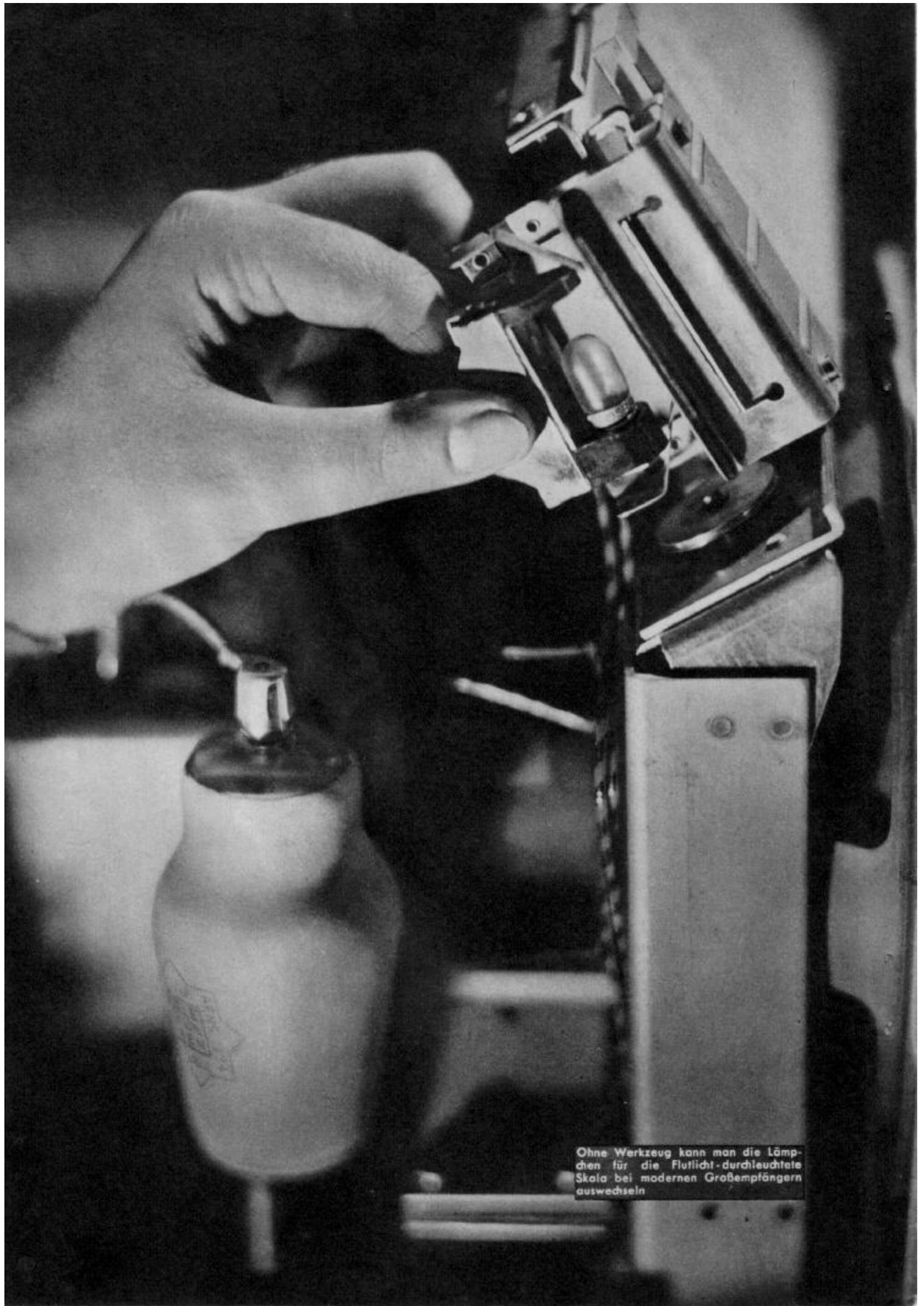


Die Bauteile für eine moderne abgeschirmte Antennenzuführung: Die Telefunken-Silberleitung, die beste Antennenform für Rundfunkempfang in gestörten Gebieten

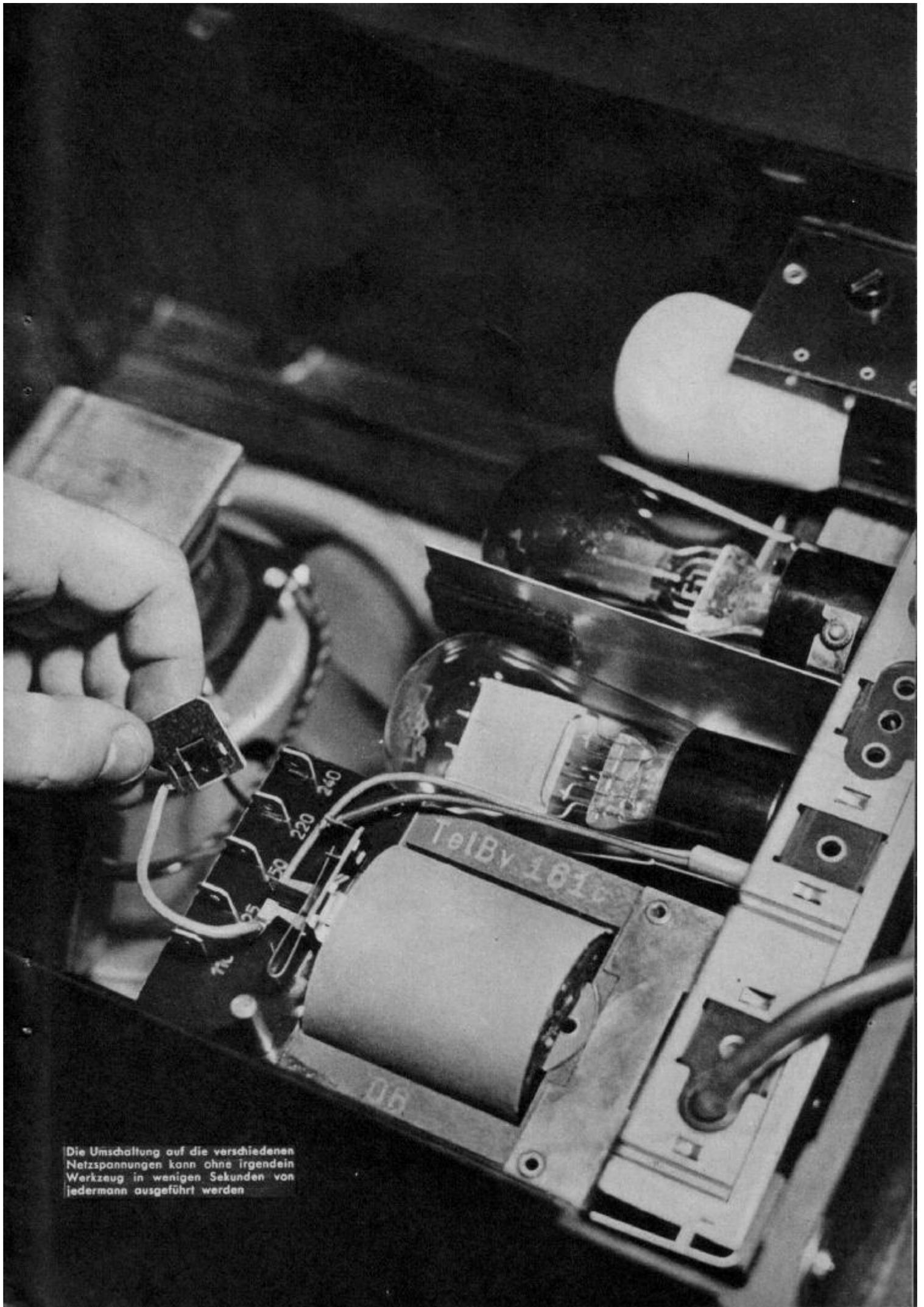
**VERGESSEN SIE ZUM GUTEN EMPFÄNGER NIE EINE GUTE ABGESCHIRMTE HOCHANTENNE ZU VERLEGEN! SIE IST DER BESTE HOCHFREQUENZVERSTÄRKER DEN ES GIBT!**

Der Antennenbaukasten vom Kabelwerk Yacha (Yacha-Rhön) enthält alle Bauteile zur sachgemäßen Selbstverlegung einer modernen Außenantenne mit abgeschirmter Zuführung

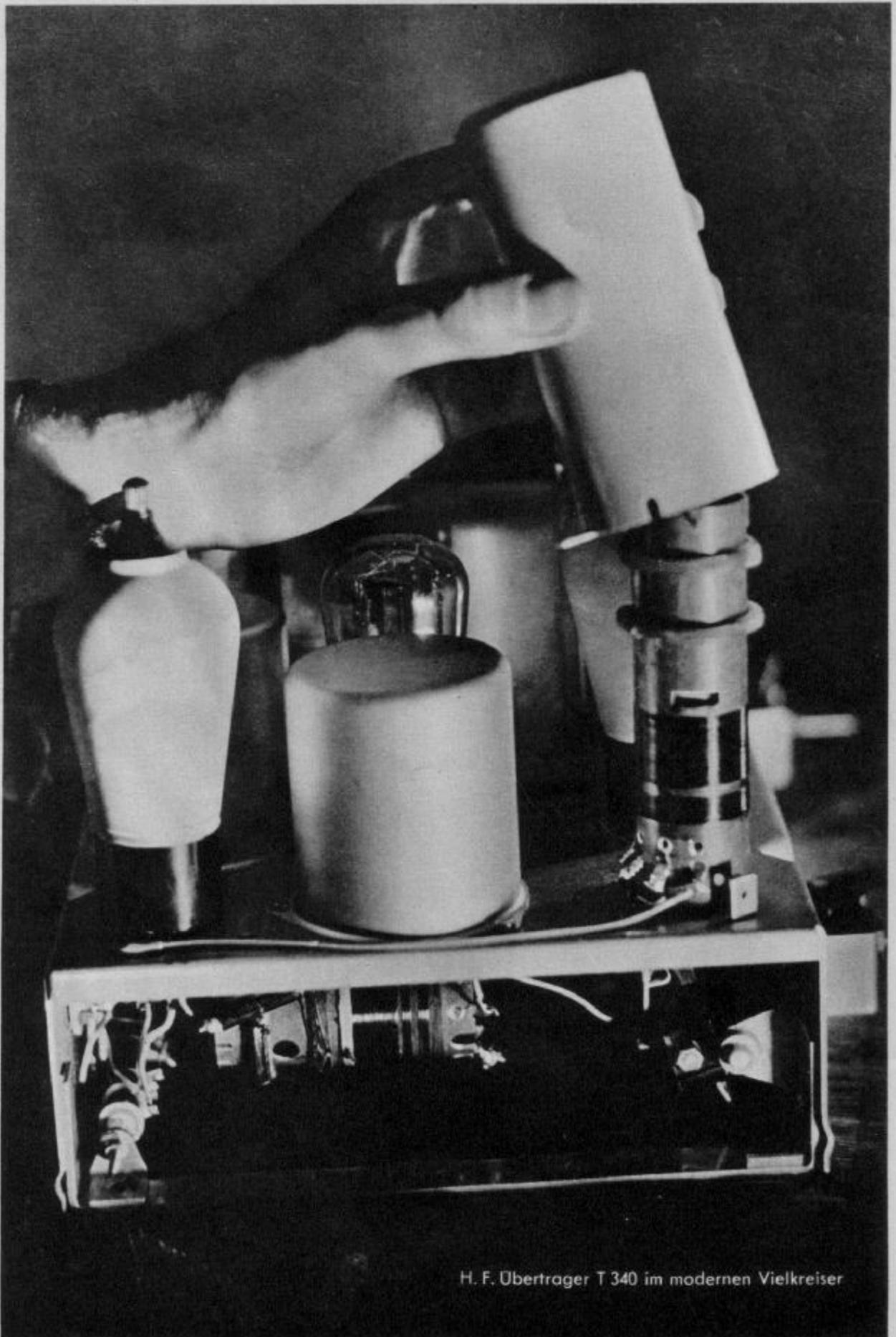




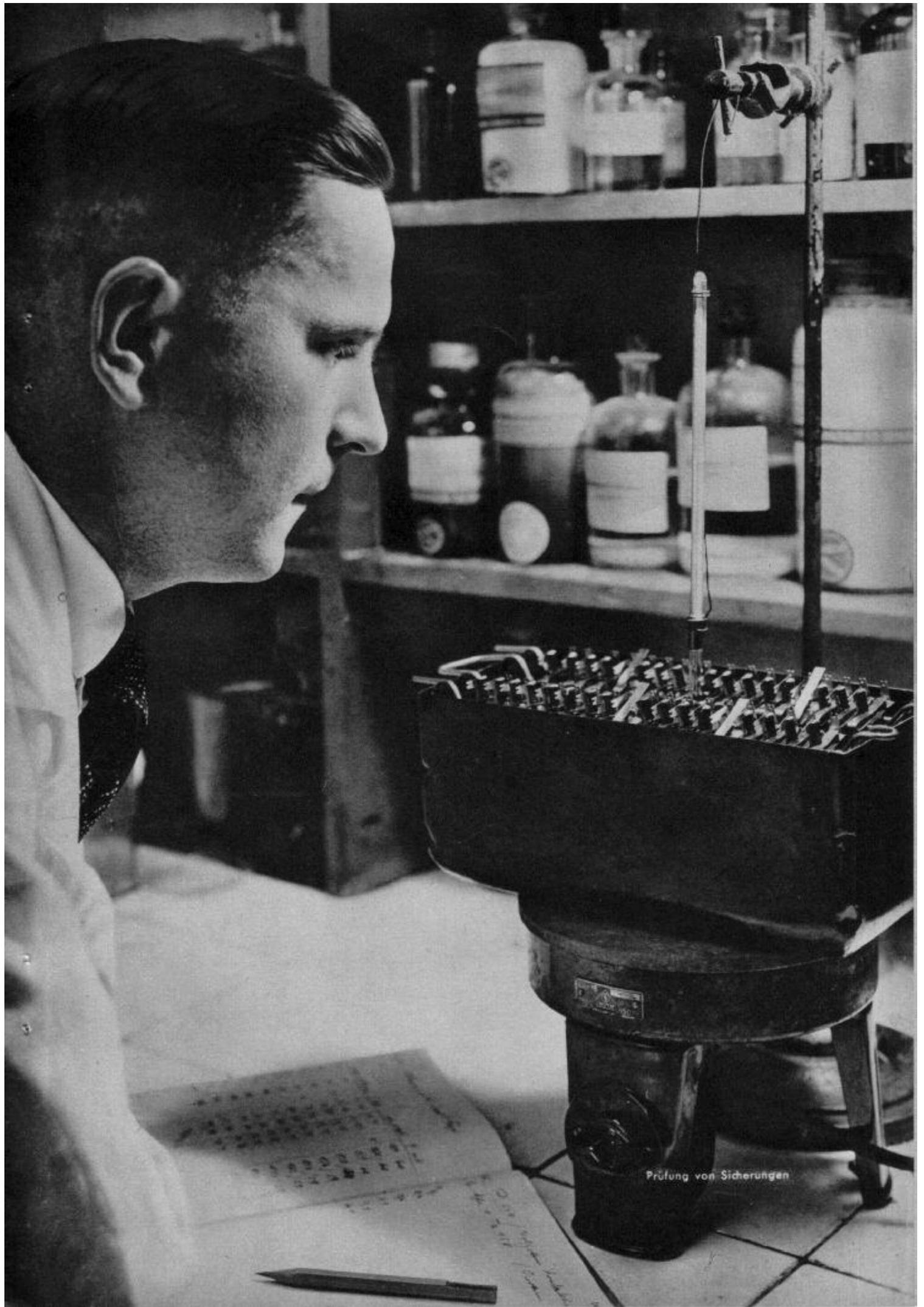
Ohne Werkzeug kann man die Lämpchen für die Flutlicht-durchleuchtete Skala bei modernen Großempfängern auswechseln



Die Umschaltung auf die verschiedenen Netzspannungen kann ohne irgendein Werkzeug in wenigen Sekunden von jedermann ausgeführt werden



H. F. Übertrager T 340 im modernen Vielkreiser



Prüfung von Sicherungen

Es besteht ein sehr großer Unterschied zwischen alten und neuen Übertragern. Die alten waren gewöhnlich doppelt bis dreimal so groß wie die neuen. Man verwendete nämlich früher ein Eisen mit minderwertigen magnetischen Eigenschaften und brauchte sehr viel davon, um einen anständigen Übertrager zu bauen. Heute verwendet man magnetisch besonders geeignetes Eisen und braucht deshalb einen viel kleineren Eisenkern. Wenn man einen alten Übertrager gegen einen neuen austauscht, so ist es das Beste, wenn man sich auf den Qualitätsruf der Herstellerfirma stützt. Transformatoren ohne Geburtsurkunde sollte man nicht kaufen! —

Auf den Ausgangs- oder Lautsprecherübertrager muß noch etwas eingegangen werden (Abb. 76a—c). Sein Zweck ist ein dreifacher: Abhaltung des Anodenstroms vom Lautsprechersystem und damit richtiges Arbeiten des Lautsprechers und längere Lebensdauer desselben; Anpassen der verschiedenen Endröhren, insbesondere auch der Schirmgitterröhren, an den Lautsprecherwiderstand; und schließlich, bei Benutzung besonders langer Zuleitungen zum Lautsprecher, Verhinderung des schädlichen Einflusses solcher Zuleitungen auf den Radioapparat.

### Netztransformatoren

Der größte Übertrager in unserem Radioapparat ist der Netztransformator (Abb. 77). Man erkennt ihn leicht daran, daß er verschiedene „Abgriffe“ hat, d. h. daß mehr als vier Drähte aus dem Transformator herauskommen. So ein Netztransformator besteht aus zwei Primärspulen, eine für 110-Volt-Netze, beide zusammen für 220-Volt-Netze, wobei häufig noch einige Abgriffe für Zwischenspannungen vorhanden sind. Hier gibt es etwas zu lernen, was man in der Praxis oft gebrauchen kann.

### Die Umschaltung (Abb. 78)

Wir können uns die Primärspule als eine lange Spule vorstellen, aus der ein Anfangsdraht herauskommt, der gewöhnlich mit „0“ oder (—) bezeichnet ist, und dann einige weitere Drähte, die mit „110/120“, „150/210/220“ und „230/250 Volt“ bezeichnet sind. Diese Drähte führen meist an eine Schelle, die in drei oder vier verschiedene Stellungen gebracht werden kann. Man achte beim Einkauf eines Apparates darauf, daß die Umschaltung auf derjenigen Stellung steht, die der Lichtnetzspannung entspricht. Wird das Netz umgeschaltet oder zieht man in eine Gegend mit anderer Lichtnetzspannung, dann muß man die Umschaltvorrichtung dementsprechend verstellen. Das heißt man eben umschalten. (Das ganze Kapitel „Netztransformatoren“ gilt nicht für Gleichstromempfänger; denn Gleichstrom kann man nicht transformieren [Abb. 79a—e].)

Es gibt natürlich verschiedene Möglichkeiten der Umschaltung. Welche von diesen zufällig bei unserem Radioapparat angewendet ist, das kann man in der Bedienungsanweisung nachlesen.

### Sicherungen

Jeder Netztransformator enthält irgendeine Sicherung, die in den meisten Fällen durch ein Glasröhrchen dargestellt wird, das oben auf dem Transformator sitzt und zwischen zwei Federkontakte eingeklemmt wird (Abb. 80 und 81). Diese Sicherung wird in doppelter Ausfertigung mitgeliefert, damit man Ersatz zur Hand hat, wenn sie durchbrennt. Man muß beim Ersatz der Sicherung darauf achten, wieder die gleichartige Sicherung zu bekommen, weshalb man durchgebrannte Sicherungen zweckmäßig beim Einkauf der neuen vorzeigt. Es hat aber keinen Zweck, eine stärkere Sicherung einzubauen, wenn der Radiohändler zufällig die richtige Type nicht am Lager hat; denn der Transformator ist sehr empfindlich gegen Überlastungen, vor denen ihn eben die Sicherung schützen soll. Das kann sie aber nur, wenn sie genau paßt. Wenn auch äußerlich diese Glasröhrchen einander ähnlich sehen wie ein Ei dem anderen, so kann man doch, wenn man das Glasröhrchen gegen das Licht hält, sehen, daß der Sicherungsdraht verschieden stark ist.

Manchmal ist dieses Röhrchen auch in einen Sicherungsstöpsel eingebaut, den man in diejenige Fassung einschraubt, die die Bezeichnung der Netzspannung trägt.



Moderner Tonfrequenzübertrager

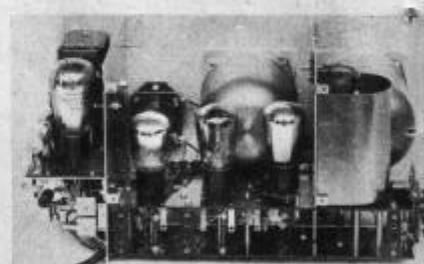
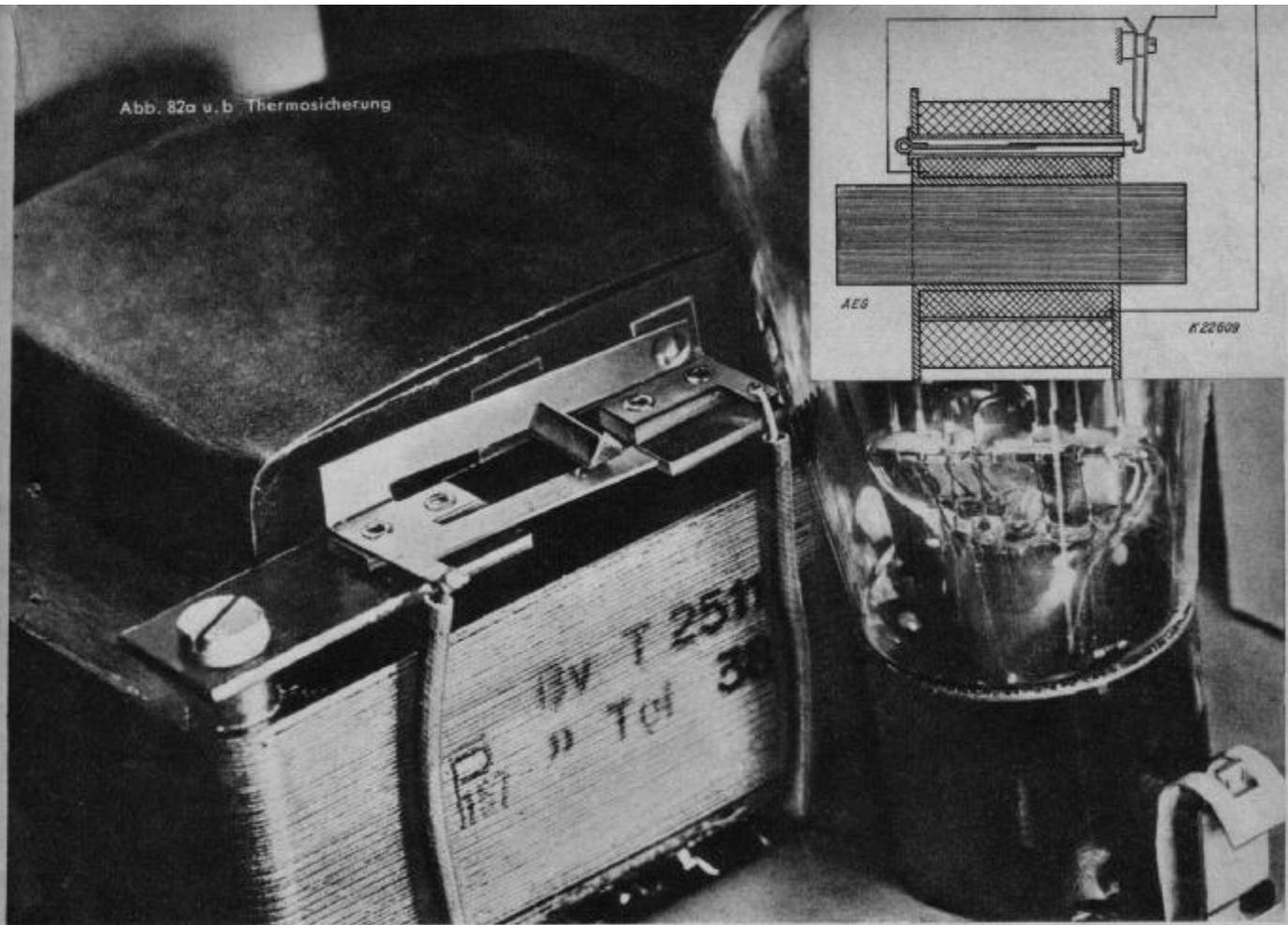
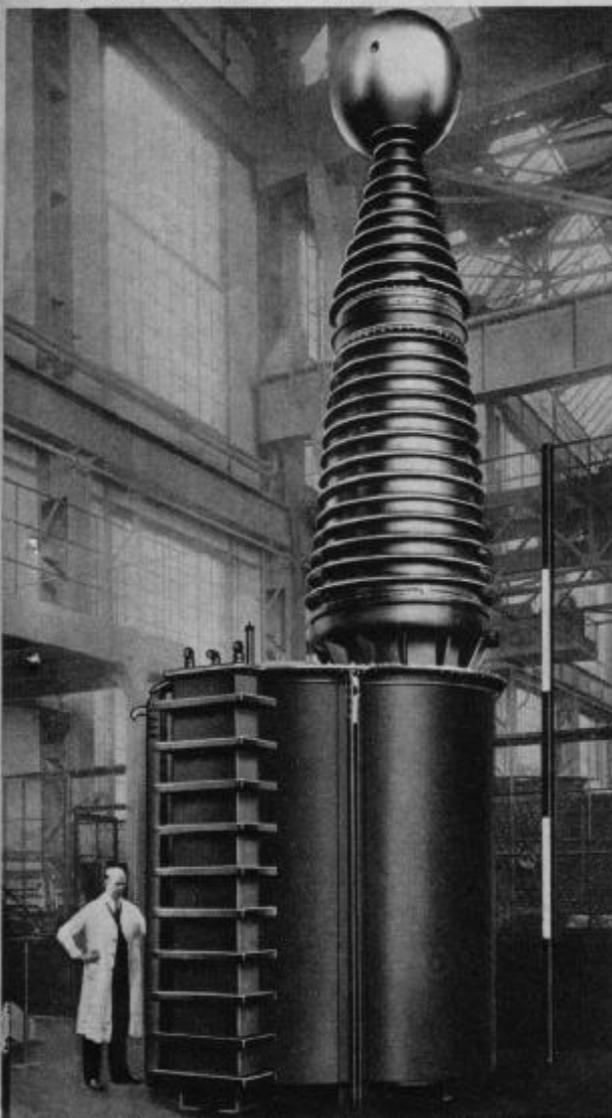


Abb. 81. Manchmal sitzt die Sicherung sehr versteckt im Apparat; immer aber in der Nähe des Netztransformators oder der Gerätesteckereinführung in den Empfänger

Abb. 82a u. b. Thermosicherung



Großtransformator für 250 000 Volt



### Die Thermosicherung

An vielen neuen Empfängern finden wir beim Netztransformator die sogenannte „Thermosicherung“ (Abb. 82a, b). Es ist wichtig zu wissen, wie eine Sicherung arbeitet, wenn man verstehen will, warum wir so großen Wert auf eine passende Sicherung am Netztransformator legen. Der Leser kennt bei der Dampfmaschine das Ventil. Das „Überdruckventil“ schützt den Dampfkessel vor der gefährlichen Überlastung, die ohne das Ventil schließlich zum Platzen des Kessels führen müßte. Die elektrische Sicherung arbeitet ähnlich. Ein sehr dünner Draht aus leichtschmelzbarem Material — meist eine Bleilegierung — wird so in den Stromweg eingeschaltet, daß der Strom auf jeden Fall diesen Draht passieren muß, ehe er die Transformatorspule erreicht. Dieser Draht ist nun gerade so berechnet, daß diejenige Strommenge hindurch kann, die der Apparat braucht. Kommt nun infolge eines Fehlers im Apparat eine größere Strommenge durch den Sicherungsdraht hindurch, dann erwärmt sich dieser so stark, daß er schmilzt. Dadurch aber wird der Stromweg unterbrochen, der Apparat hört auf zu arbeiten, und man sagt: Die Sicherung ist durchgebrannt! Eine Sicherung kann nur dann ihren Zweck erfüllen, wenn der Sicherungsdraht ganz genau für die zulässige Strommenge dimensioniert ist.

Die Thermosicherung arbeitet folgendermaßen: Im Transformator sitzen zwei Metallstreifen, die durch ein leichtschmelzbares Speziallot zusammengelötet sind. Tritt nun eine Überlastung ein, so wird der Transformator warm, und das Lot schmilzt. Dadurch biegen sich die beiden Metallstreifen infolge ihrer Federkraft auseinander. Damit ist der Netzstromkreis unterbrochen, als ob ein Schalter geöffnet worden wäre.

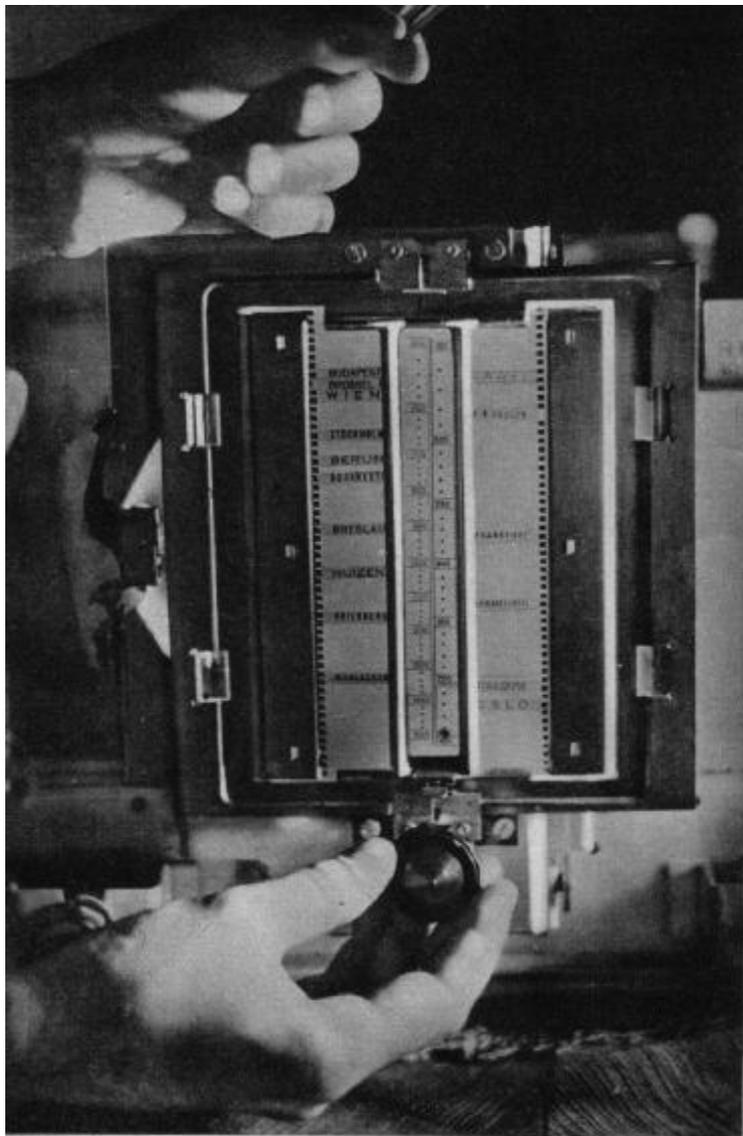


Abb. 84 „Großsicht-Tabellen“ Skala mit auswechselbaren Stationschildern

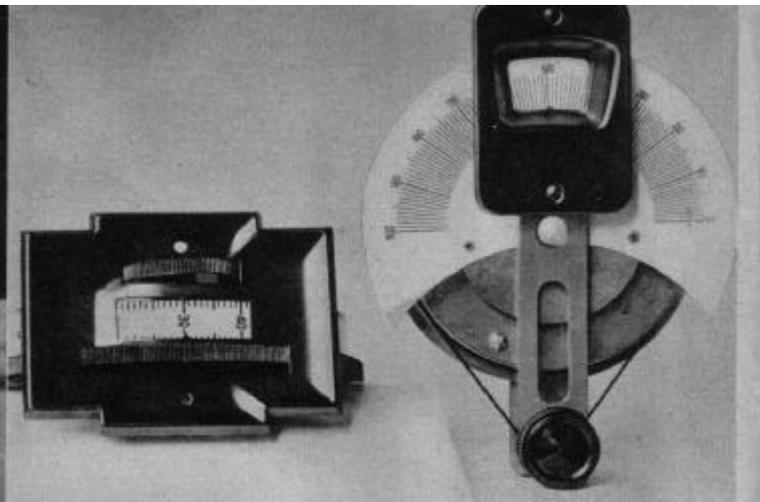


Abb. 83 Ältere Skalenformen meist ohne Beleuchtung

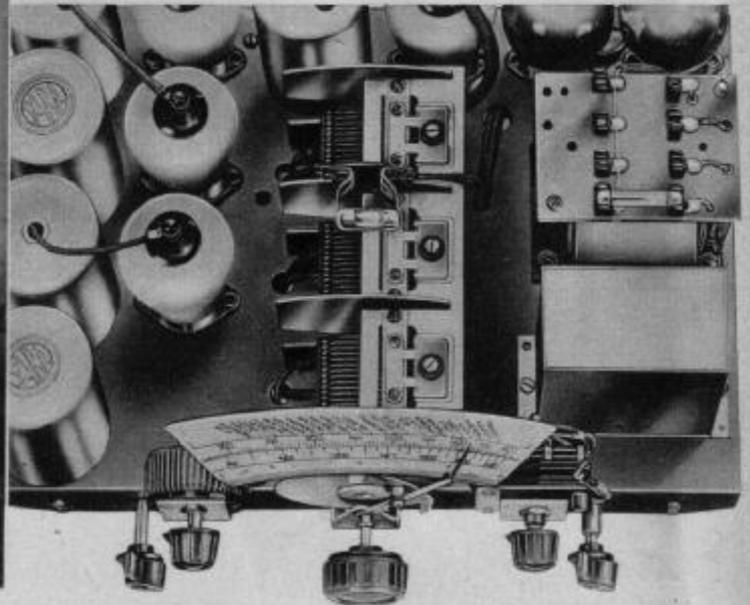


Abb. 85 Indirekte Skalenbeleuchtung durch rückwärtige Beleuchtungslampe (Bild Mitte)

## Die Skalenbeleuchtung

Alle neuen Empfänger haben eine Skalenbeleuchtung (Abb. 83—88). Das ist nun eine Sache, die wirklich ebenso wichtig ist wie die Beleuchtung in den Straßen der Großstadt. Heute stehen dem Hörer gut 70 Sender zur Verfügung, wenn er einen modernen Empfänger an einer ordentlichen Antennenanlage betreibt. Da die Namen dieser Sender meist auf die Skala gedruckt sind, mußte der Platz für den einzelnen Sendernamen sehr klein werden. Daher finden wir sogar Vergrößerungslinsen auf den wandernden Skalenzeigern und ähnliche Hilfsmittel zur Erleichterung des Ablesens. Das Wichtigste hierbei ist aber doch die Beleuchtung.

Man kann zwei Hauptformen von Skalenbeleuchtungseinrichtungen unterscheiden: die feste Beleuchtung und die wandernde Beleuchtung. Im einen Falle wird das ganze Skalenfeld erhellt und der Zeiger als Schatten abgebildet, im anderen Falle aber wird nur ein Streifen ausgeblendet, der als Lichtzeiger gilt. Gewöhnlich verwendet man nur ein einziges Glühlämpchen, es gibt jedoch auch Beleuchtungseinrichtungen mit zwei oder mehreren Lämpchen, welche durch verschiedene Farben den Wellenbereich anzeigen.

Wir müssen von der Beleuchtung zwei Dinge wissen:

1. Der Apparat ist nicht gebrauchsfähig, wenn die Beleuchtung versagt. (Bei Gleichstromempfängern gilt dies nicht für alle Typen; denn hier wird die Beleuchtungslampe oft auch gleichzeitig als eine Art Sicherung verwendet.)

2. Die Beleuchtungslämpchen sind nicht genormt. Es muß also für jeden Radioapparat diejenige Beleuchtungslampe eingesetzt werden, die in der

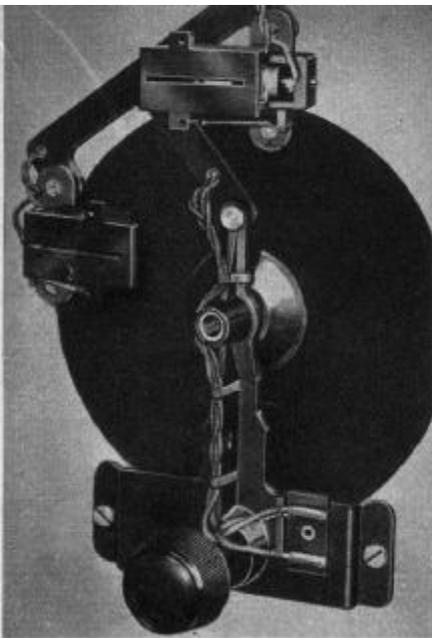


Abb. 86 Wandernde Beleuchtungslampe beim AEG-Empfänger

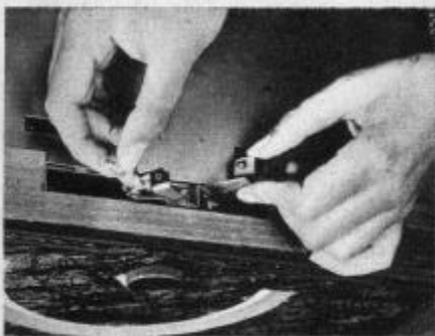


Abb. 87 Auswechseln der Beleuchtungslampe an einem „Siemens“-Empfänger

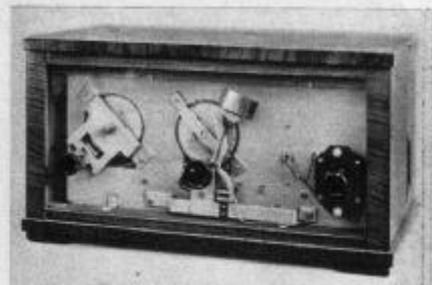


Abb. 88 Skalenlampe bei abgenommener Vorderwand

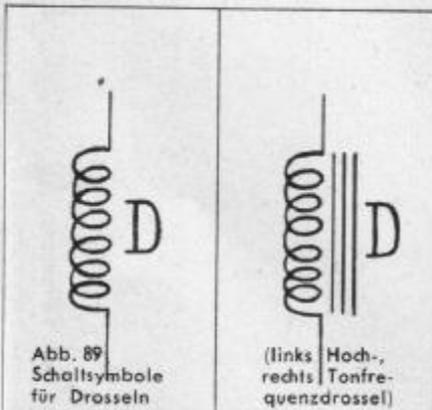


Abb. 89 Schallsymbole für Drosseln

(links Hoch-, rechts Tonfrequenzdrossel)

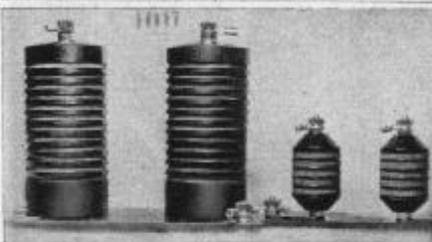
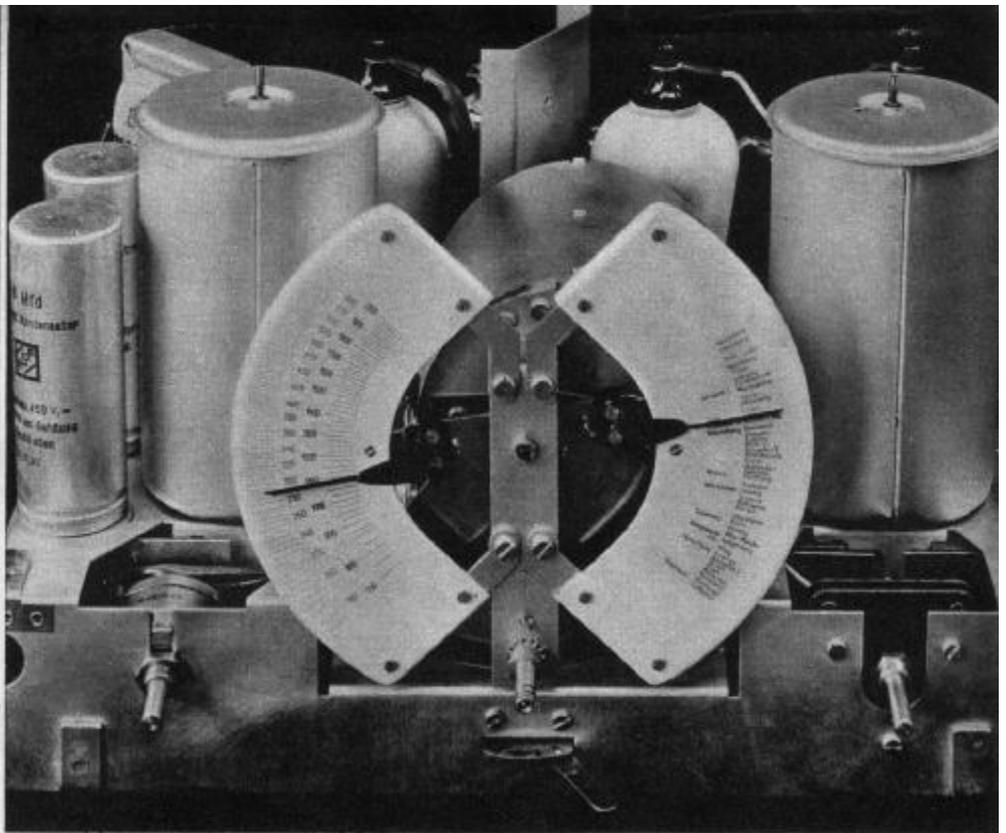


Abb. 90 Hochfrequenzdrosseln in praktischer Ausführung, wie wir sie in den Empfängern finden



Die schöne „Mende“-Skala

Bedienungsanweisung angegeben ist. (Eine gewöhnliche Taschenlampenbirne kann zwar gelegentlich als Ersatz einmal für einige Stunden eingesetzt werden. Sie wird aber bald durchbrennen, weil sie eben nicht paßt.) Bei den neuen Empfängern ist die Beleuchtungslampe meist zwischen zwei Federn geklemmt, die die Stromzuführung darstellen (vgl. Abb. 85). Man nennt eine solche Montage, die sich auch beim Automobil sehr gut bewährt hat, Federkontaktmontage. Sie wurde deswegen verwendet, weil das Auswechseln des Lämpchens dabei sehr einfach ist. Allerdings wird daneben die normale Zwergfassung (eine Schraubfassung vom gleichen Durchmesser, wie ihn die Taschenlampenbirnen haben) noch sehr viel verwendet.

#### Hochfrequenzdrosseln und Netzdrosseln (Abb. 89).

Man muß den verschiedenen Elektrizitätsarten im Radioapparat:

Gleichstrom (Frequenz 0)

Wechselstrom (Frequenz 40—60)

Tonfrequenz (Niederfrequenz) (Frequenz 60—10 000) und

Hochfrequenz (Frequenz 100 000—10 000 000)

ihren genauen Weg vorschreiben und dafür sorgen, daß nicht eine Stromart sich etwa in Kanäle verirrt, die anderen Stromarten vorbehalten bleiben müssen. Dafür gibt es sogenannte Sperrglieder.

Um den Gleichstrom abzusperren, genügt schon ein Blockkondensator.

Um den Wechselstrom abzusperren — besonders den 50-Perioden-Lichtnetzstrom —, der einen tiefen Brummtönen ergeben würde, verwendet man Niederfrequenz- oder Netzdrosseln.

Um die Tonfrequenz abzusperren, verwendet man Kombinationen von Niederfrequenzdrosseln, Kondensatoren und Hochohmwiderständen, sogenannte Hochpaß- oder Tiefpaßfilter. Derartige Filter kommen jedoch im Radioapparat selten vor, wohl aber in der Fernsprech- und Sendetechnik. Die „Tonblende“ ist manchmal als Filter für Niederfrequenzen bestimmter Periodenzahl ausgeführt.

Um die Hochfrequenz abzusperren, verwendet man Hochfrequenzdrosseln. Das sind kleine Spulen aus sehr dünnen Drähten und mehreren hundert Windungen, die meist in „Scheiben“ gewickelt sind. Die Hochfrequenzdrosseln spielen im Radioapparat eine große Rolle, denn der Apparat spielt „unsauber“, wenn die Hochfrequenz in die Kanäle der Niederfrequenz hineingelangt und diese „verseucht“. Neuerdings werden die Hochfrequenzdrosseln auch in die sogenannten Hochfrequenznetzfilter

(Abb. 92) eingebaut, wo sie verhindern sollen, daß störende Hochfrequenz aus dem Lichtnetz in den Rundfunkapparat über den Netzanschlußteil hineinkriecht. Manchmal kann man die Hochfrequenzdrosseln auch mit gutem Erfolg durch eine Kombination von Hochohmwidderstand und großem Blockkondensator im Empfänger ersetzen.

### Skalen

Die „Abstimmkala“ oder Abstimmtrummel ist im Laufe der Entwicklung der Rundfunkempfänger zu einem feinmechanischen Kunstwerk geworden. Bis 1928 hatte man sich damit begnügt, die Skala einfach in „Grade“ zu eichen (0—100° oder 0—180°). Diese „Grade“ sagten dem Hörer nur, wie weit der Kondensator eben „eingedreht“ war. Der Apparatebesitzer mußte das Rätsel lösen, wie diese „Grade“ zunächst mit den Wellenlängen und diese wieder mit den Stationen, die man aufsuchen wollte, zusammenhängen. Hinzu kam noch, daß manche Apparate in 0—10°, andere in 0—100°, wieder andere aber in 0—180° eingeteilte Skalen hatten. Ein Teil davon war sogar „gegenläufig“ geeicht. Da die Hörer aber weder mit Gradeichungen noch mit Kilohertz- oder Wellenlängeneichungen zu Rande kamen, benutzt man bei den neuesten Apparaten nur noch die Eichung in Stationsnamen.

Was finden wir sonst noch im Radioapparat? (Abb. 93, 94 und 95)

Die Rohstoffe, die in einem Radioapparat verarbeitet sind, ergeben eine lange Liste:

|           |                 |             |              |
|-----------|-----------------|-------------|--------------|
| Aluminium | Filz            | Kalophonium | Platin       |
| Asbest    | Galalith        | Kupfer      | Porzellan    |
| Asphalt   | Glas            | Lack        | Preßspan     |
| Bakelit   | Glimmer         | Leder       | Seide        |
| Baumwolle | Graphit         | Leim        | Silber       |
| Blei      | Gummi           | Messing     | Silizium     |
| Bronze    | Hartgummi       | Öle         | Stahl        |
| Celluloid | Hartlackpappe   | Ölleinen    | Textilgewebe |
| Chrom     | Hartpapier      | Olpapier    | Wolfram      |
| Farbe     | Holz            | Papier      | Zink         |
| Fett      | Isolierschlauch | Paraffin    | Zinn         |
| Fiber     | Kohlenstoff     | Phosphor    |              |

Fast alle Länder sind an der Lieferung dieser Rohstoffe beteiligt. So einfach, wie ein fertiger Apparat äußerlich aussieht, ist also die Herstellung nicht. — Die Kenntnis von den Baustoffen unseres Radioapparates hat auch einen praktischen Wert. Denn wenn man weiß, daß z. B. Preßgehäuse aus Tenacit oder ähnlichem Material gegen Stoß oder Fall empfindlich sind, dann wird man das Gerät so aufstellen, daß es möglichst nicht herunterfallen kann. Wenn man weiß, daß die Hebel an manchen Umschaltern auch aus diesem stoßempfindlichen Material gemacht sind, dann wird man gut anpassen, daß sie nicht durch allzu große Beanspruchung abbrechen.

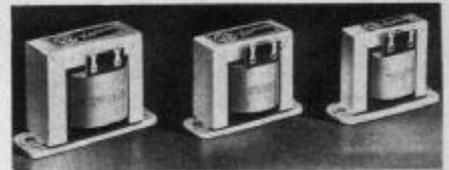


Abb. 91 Netz-drosseln (Tonfrequenz-drosseln)

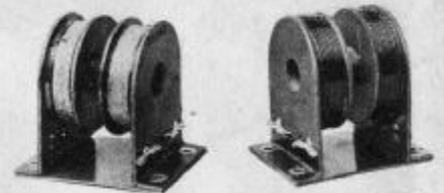


Abb. 92 Drosseln für Hochfrequenz-Netzfilter (Wellensperren oder „Wespen“)

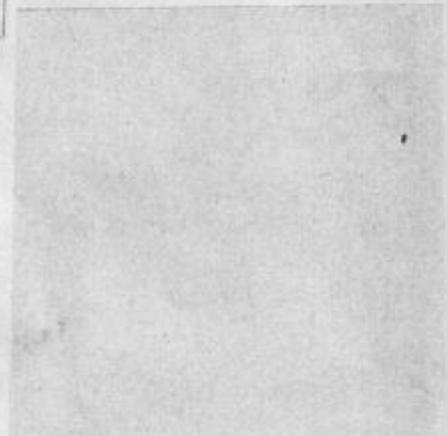
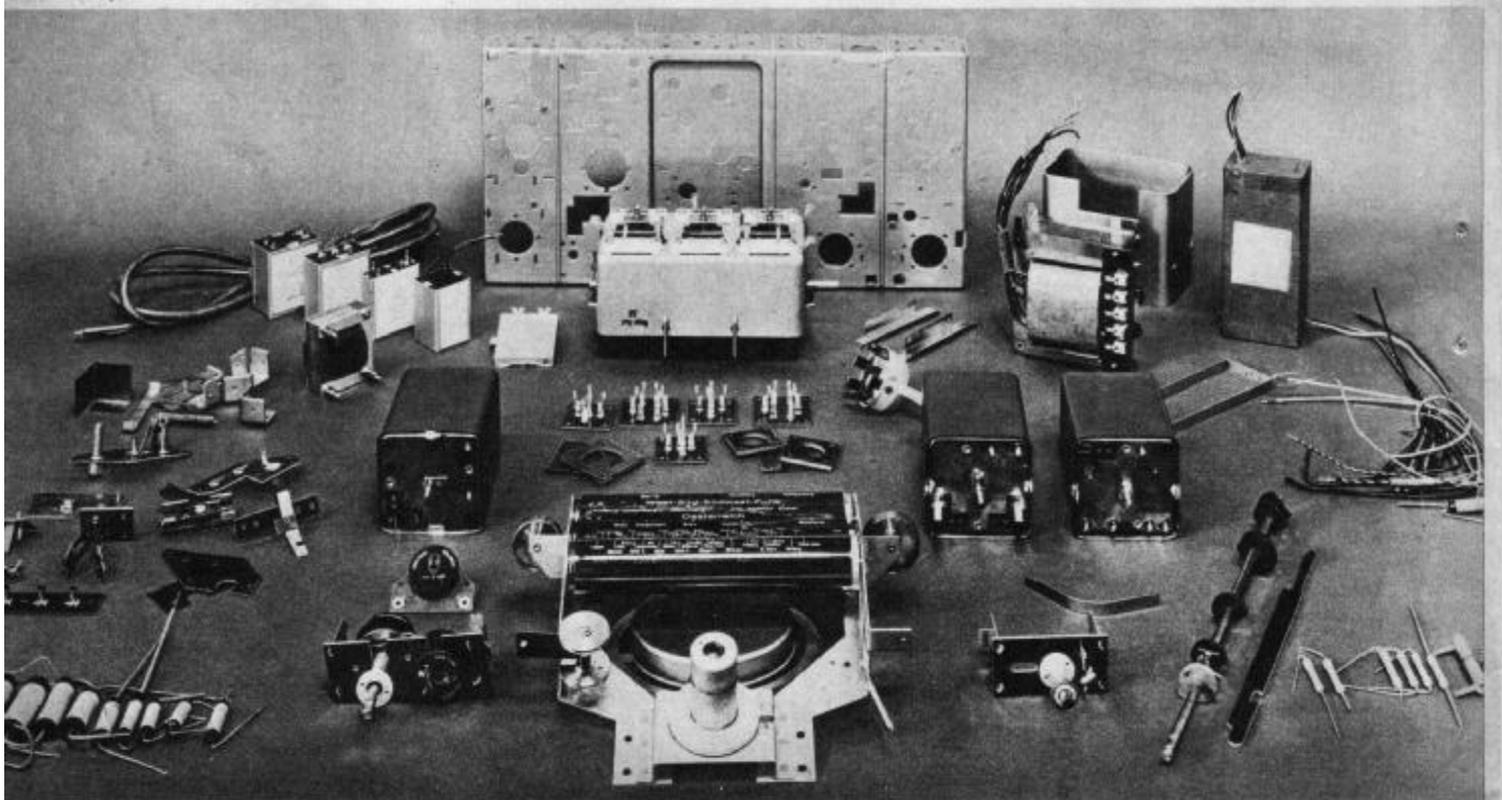
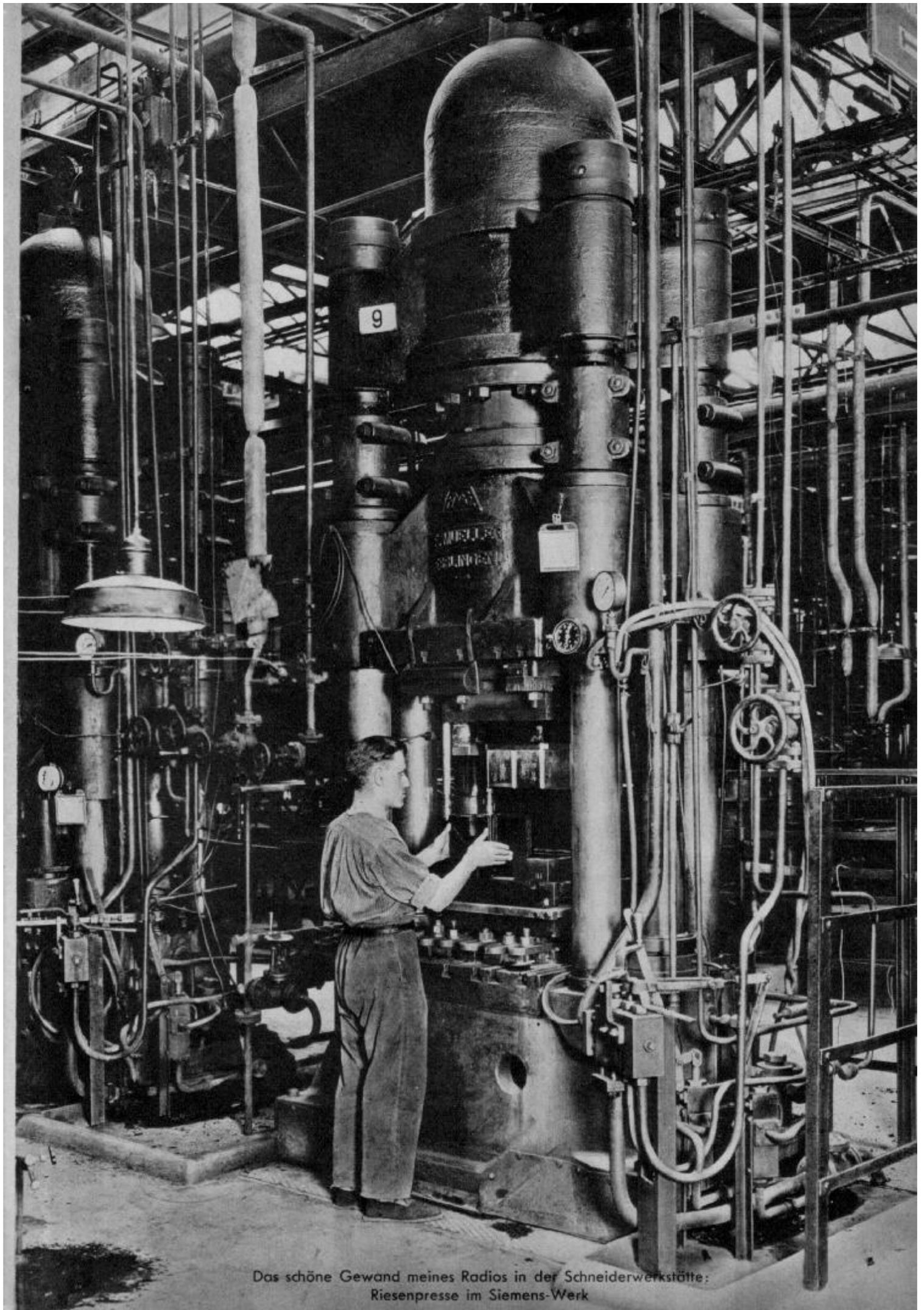
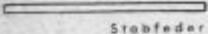
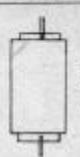
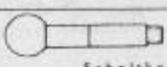
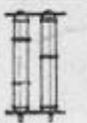
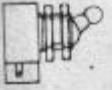
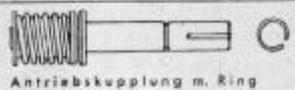
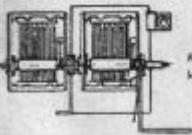
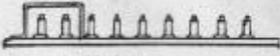
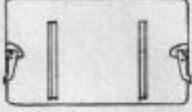
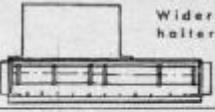
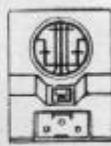
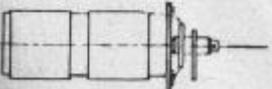
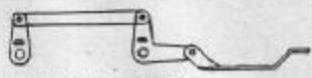
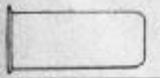


Abb. 95 Aus diesen Teilen besteht ein moderner Vierröhren-Mehrkreis-Fernempfänger. Vordergrund-Mitte: Die interessanteste Skala: Das Siemens-Xtherzepp-Länderband

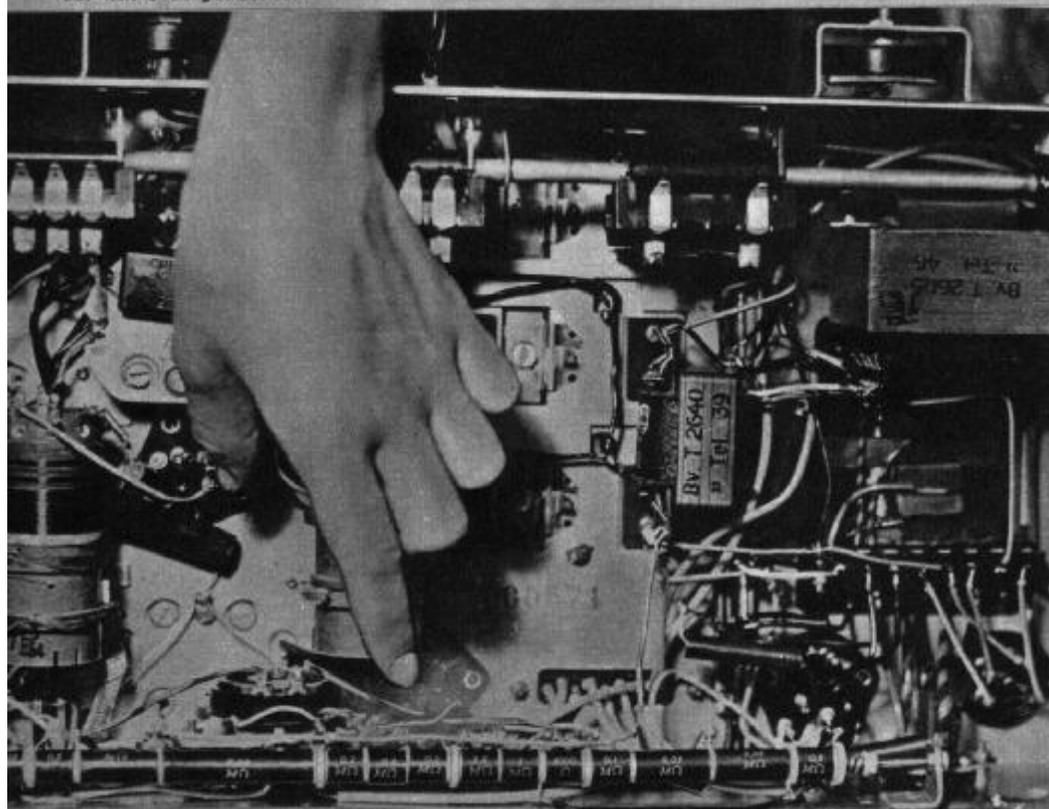




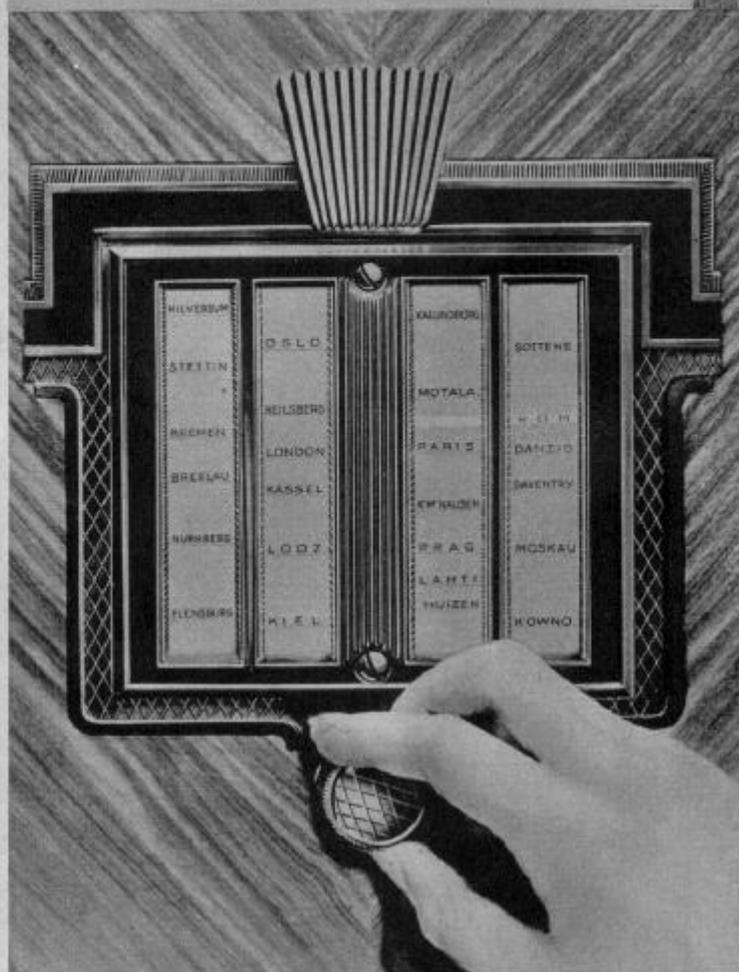
Das schöne Gewand meines Radios in der Schneiderwerkstätte:  
Riesenpresse im Siemens-Werk

|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Benennung</b></p>  <p>Umschaltbügel mit Bezeichnungsschilder</p>  <p>Stabfeder</p> | <p><b>Benennung</b></p>  <p>Einbaukondensatoren</p> <table border="1"> <tr><td>100 cm</td></tr> <tr><td>1000 cm</td></tr> <tr><td>1000 cm</td></tr> <tr><td>5000 cm</td></tr> <tr><td>40000 cm</td></tr> </table> | 100 cm                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1000 cm                                                                                                                            | 1000 cm    | 5000 cm                                                                                                             | 40000 cm  | <p><b>Benennung</b></p>  <p>Drossel</p>  <p>Ausgangstransformator</p>  <p>Regulierwiderstand</p> | <p><b>Benennung</b></p>  <p>großer Drehknopf</p>  <p>kleiner Drehknopf mit Zeiger</p>  <p>Schaltknopf</p> |       |                                                                                                                                                           |
| 100 cm                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
| 1000 cm                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
| 1000 cm                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
| 5000 cm                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
| 40000 cm                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
|  <p>Antennenkondensator<br/>Rückkopplungskondensator</p>                                                                                                                 |  <p>Steckerplättchen</p>                                                                                                                                                                                          |  <p>Spannungsteiler</p>                                                                                                                                                               |  <p>Schalter m. Schaltwelle</p>                 |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
|  <p>Schalter</p>                                                                                                                                                         |  <p>Steckerplättchen mit Winkel</p>                                                                                                                                                                               |  <p>Netz-kondensator Block</p> <table border="1"> <tr><td>12,2 MF</td></tr> <tr><td>13 MF</td></tr> </table>                                                                          | 12,2 MF                                                                                                                            | 13 MF      |  <p>Antriebskupplung m. Ring</p> |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
| 12,2 MF                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
| 13 MF                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
|  <p>Mehrfach-kondensator</p>                                                                                                                                             |  <p>Anschlußleiste</p>                                                                                                                                                                                            |  <p>Netz-kondensator Block</p> <table border="1"> <tr><td>6,7 MF</td></tr> <tr><td>7,7 MF</td></tr> </table>                                                                          | 6,7 MF                                                                                                                             | 7,7 MF     |  <p>Skalenscheibe</p>            |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
| 6,7 MF                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
| 7,7 MF                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
|  <p>Netz-Transformator</p>                                                                                                                                              |  <p>Bodenblech</p>                                                                                                                                                                                                |  <p>Widerstandshalter</p>                                                                                                                                                            | <p><b>Benennung</b></p>  <p>Bakelit-Gehäuse</p> |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
| <p>Antennenspulenblock</p>                                                                                                                                               |  <p>Gummifuß</p>                                                                                                                                                                                                  |  <p>Spannungsteiler</p>                                                                                                                                                               |  <p>Rückwand</p>                               |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
|  <p>Anodenspulenblock</p>                                                                                                                                               |  <p>Umschaltgestänge</p> <table border="1"> <tr><td>M 3,5 x 5</td></tr> <tr><td>M 3,5 x 10</td></tr> <tr><td>M 3,5 x 12</td></tr> <tr><td>M 4 x 14</td></tr> <tr><td>M 2,6 x 5</td></tr> </table>                 | M 3,5 x 5                                                                                                                                                                                                                                                              | M 3,5 x 10                                                                                                                         | M 3,5 x 12 | M 4 x 14                                                                                                            | M 2,6 x 5 |  <p>Streifen-widerstand</p> <table border="1"> <tr><td>400 Ω</td></tr> <tr><td>500 Ω</td></tr> </table>                                                                                                                                                            | 400 Ω                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 500 Ω |  <p>Lautsprecher</p> <p>mit Transformator<br/>ohne Transformator</p> |
| M 3,5 x 5                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
| M 3,5 x 10                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
| M 3,5 x 12                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
| M 4 x 14                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
| M 2,6 x 5                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
| 400 Ω                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
| 500 Ω                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
|  <p>Umschalter mit Scheibe und Splint</p>                                                                                                                              |  <p>Zylinderschraube</p>                                                                                                                                                                                        |  <p>Einbau-widerstände</p> <table border="1"> <tr><td>15000 Ω</td></tr> <tr><td>0,05 MΩ</td></tr> <tr><td>0,3 MΩ</td></tr> <tr><td>0,5 MΩ</td></tr> <tr><td>1 MΩ</td></tr> </table> | 15000 Ω                                                                                                                            | 0,05 MΩ    | 0,3 MΩ                                                                                                              | 0,5 MΩ    | 1 MΩ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  <p>Anschlußschnur mit Stecker und Gerätesteckdose</p>                                                                                                                                                                                                                        |       |                                                                                                                                                           |
| 15000 Ω                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
| 0,05 MΩ                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
| 0,3 MΩ                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
| 0,5 MΩ                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
| 1 MΩ                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
|  <p>Abschirm-dose</p>                                                                                                                                                  |  <p>Senkschraube M 3,5 x 15</p>                                                                                                                                                                                 | <p><b>Benennung</b></p>  <p>Gummischeibe</p>                                                                                                                                      |  <p>Halbrundschräube M4</p>                   |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |
|  <p>Transformatorblock mit Sicherungshalter</p>                                                                                                                        | <p><b>Abb. 93 u. 94</b> Apparateile, deren Symbole und beispielsweise elektrische Werte (Saba)</p>                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |            |                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                           |

Ein scheinbar unentwirrbares Chaos zeigt die Unterseite des Chassis eines modernen Großfernempfängers — — — und doch sind es kaum ein Dutzend Grundelemente, aus denen der Radio aufgebaut ist

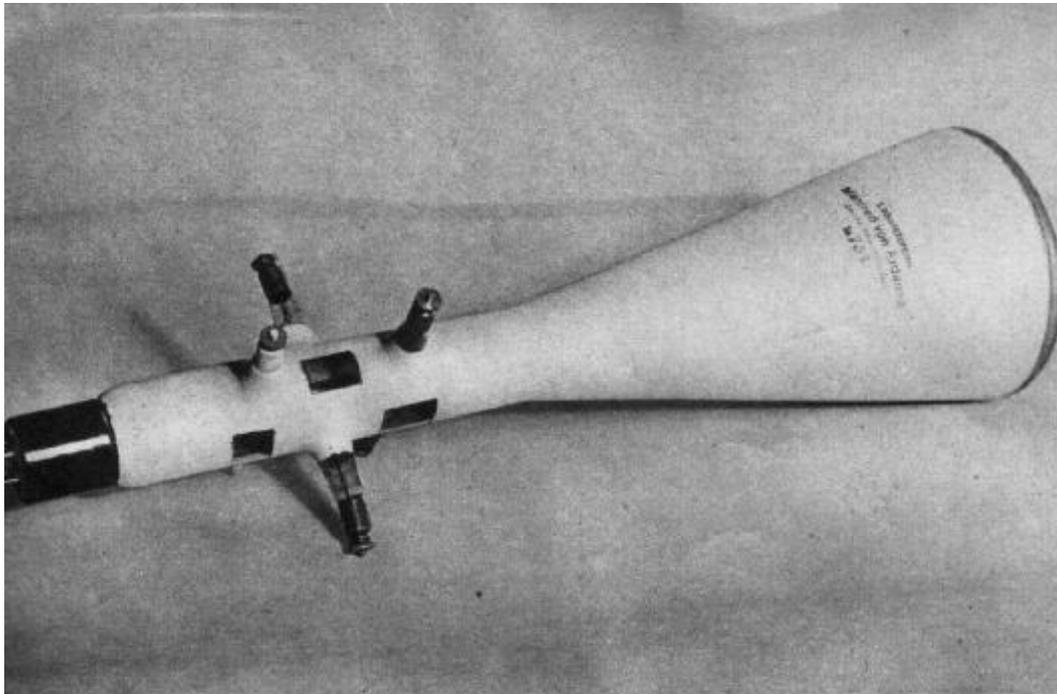


|                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                         |         |                                                                                                                                                                                                                                                   |         |          |         |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|---------|---------|
| <p><b>Benennung</b></p>  <p>Mutter</p> <table border="1"> <tr><td>M 3,5</td></tr> <tr><td>M 4</td></tr> </table> | M 3,5                                                                                                                                                                                   | M 4     |  <p>Federring</p> <table border="1"> <tr><td>3,5 ⌀</td></tr> <tr><td>4 ⌀</td></tr> </table>                                                                  | 3,5 ⌀   | 4 ⌀      |         |         |
| M 3,5                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                         |         |                                                                                                                                                                                                                                                   |         |          |         |         |
| M 4                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                         |         |                                                                                                                                                                                                                                                   |         |          |         |         |
| 3,5 ⌀                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                         |         |                                                                                                                                                                                                                                                   |         |          |         |         |
| 4 ⌀                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                         |         |                                                                                                                                                                                                                                                   |         |          |         |         |
|  <p>Unterlegscheibe</p> <table border="1"> <tr><td>4,2/10 ⌀</td></tr> <tr><td>5/15 ⌀</td></tr> </table>          | 4,2/10 ⌀                                                                                                                                                                                | 5/15 ⌀  |  <p>Isolierscheiben</p> <table border="1"> <tr><td>3,2/6 ⌀</td></tr> <tr><td>3,2/10 ⌀</td></tr> <tr><td>12/16 ⌀</td></tr> <tr><td>13/20 ⌀</td></tr> </table> | 3,2/6 ⌀ | 3,2/10 ⌀ | 12/16 ⌀ | 13/20 ⌀ |
| 4,2/10 ⌀                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                         |         |                                                                                                                                                                                                                                                   |         |          |         |         |
| 5/15 ⌀                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                         |         |                                                                                                                                                                                                                                                   |         |          |         |         |
| 3,2/6 ⌀                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                         |         |                                                                                                                                                                                                                                                   |         |          |         |         |
| 3,2/10 ⌀                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                         |         |                                                                                                                                                                                                                                                   |         |          |         |         |
| 12/16 ⌀                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                         |         |                                                                                                                                                                                                                                                   |         |          |         |         |
| 13/20 ⌀                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                         |         |                                                                                                                                                                                                                                                   |         |          |         |         |
|  <p>Splint</p>                                                                                                   |  <p>Kabelschuh</p>                                                                                 |         |                                                                                                                                                                                                                                                   |         |          |         |         |
|  <p>Pilotlampe<br/>4,5 V. 0,2 A</p>                                                                              |  <p>Sicherungen</p> <table border="1"> <tr><td>0,25 A.</td></tr> <tr><td>0,5 A.</td></tr> </table> | 0,25 A. | 0,5 A.                                                                                                                                                                                                                                            |         |          |         |         |
| 0,25 A.                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                         |         |                                                                                                                                                                                                                                                   |         |          |         |         |
| 0,5 A.                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                         |         |                                                                                                                                                                                                                                                   |         |          |         |         |



### Schlußwort

Aus Spulen, Drehkondensatoren, Blockkondensatoren, Widerständen, Transformatoren, Drosseln und einer verhältnismäßig geringen Anzahl anderer kleiner Teile, wie Schrauben und Buchsen, kann man den kompliziertesten Radioapparat aufbauen. Das Merkwürdige dabei aber ist, daß schon der winzigste Einzelteil — z. B. eine lockere Schraube — die Funktion des ganzen Empfängers ebenso empfindlich stören kann, wie bei einem Motorboot der Bruch der Ölleitung den Führer zum vorzeitigen Abbruch der schönen Fahrt zu zwingen vermag. Daher war es notwendig, daß wir uns zunächst mit den Einzelteilen unseres Empfängers vertraut gemacht haben. Genau so, wie der Arzt erst über das Studium der einzelnen Organe und ihrer Teile zu den funktionellen Zusammenhängen des wunderbarsten aller Apparate, des menschlichen Körpers, vorstoßen kann. Nur wer die Teile kennt, lernt das Ganze beherrschen und verstehen!



Eine sogenannte „Braunsche“ (Kathodenstrahlröhre) für Laboratoriumszwecke und Fernsehen

Abb. 96 Röhren leben nicht ewig: Bildliche Darstellung der Klangverzerrungen, welche entstehen müssen, wenn eine Röhre zu alt ist (besonders die Endröhre)

## II.

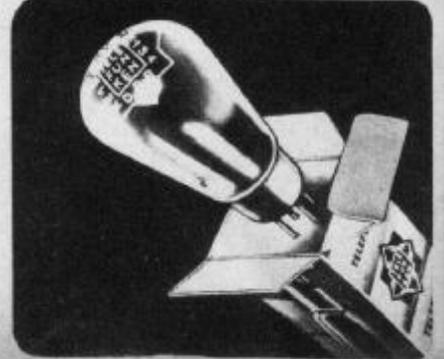
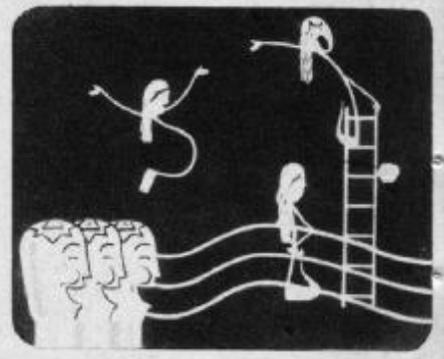
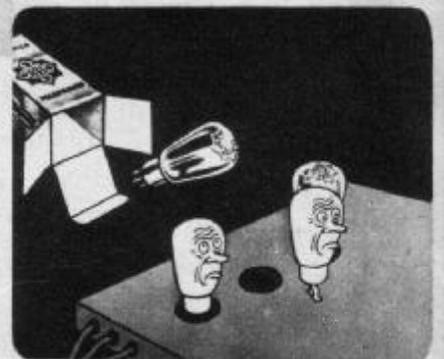
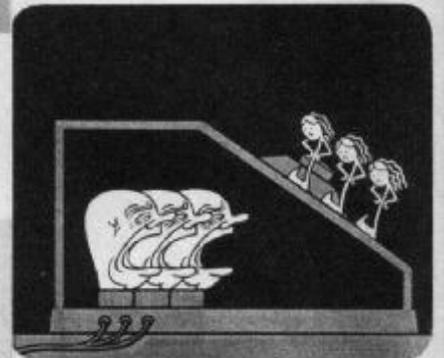
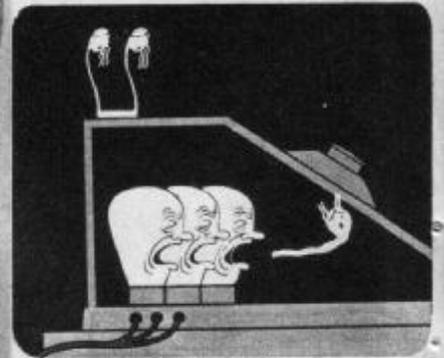
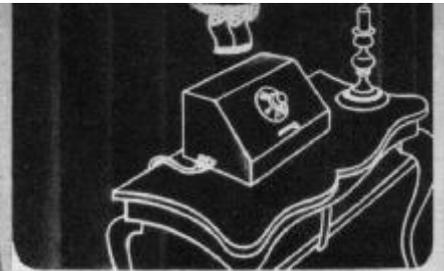
### DIE RÖHREN

Es gibt in Deutschland fast hundert Typen von Radioröhren. Wir wollen den Begriff „Röhre“ festhalten im Gegensatz zur „Lampe“, weil man unter Lampen Glühbirnen versteht, während unsere Röhren nur äußerlich eine entfernte Ähnlichkeit mit Glühbirnen haben, in Wirklichkeit aber etwas völlig anderes darstellen (Abb. 96).

#### Die „Elektroden“ der Röhre

Wenn wir eine Glühlampe an die Wand werfen, dann knallt es. Der Knall sagt uns, daß die Lampe luftleer oder fast luftleer war und daß nun plötzlich, weil der Glasballon auseinanderplatzt, die atmosphärische Luft mit ihrem viel höheren Druck an die Stelle des luftleeren Raumes tritt. (Umgekehrte Explosion!) Bei einer Radioröhre passiert genau dasselbe, wenn wir sie auf den Boden werfen. Der Knall ist hier allerdings viel lauter, ein Zeichen davon, daß das „Vakuum“ (die Luftleere) viel höher ist als bei der Glühbirne. Tatsächlich ist das Vakuum bei Radioröhren ungefähr ein Millionstel vom normalen Luftdruck. Es ist also durchaus nicht nur scherzhaft gemeint, wenn jemand fragt: Was ist in der Röhre drin? — und der andere antwortet: „Nichts!“ Tatsächlich ist gerade der hochgradig luftleer gepumpte Raum das wesentlichste Kennzeichen aller Radioröhren. Daher spricht man auch von „Hochvakuumröhren“!

Im Hochvakuum sitzen die sogenannten „Elektroden“ der Röhre (Abb. 97 bis 100), und zwar zunächst ein Heizfaden, der die Elektronen ausschickt und Kathode heißt. Die zweite Elektrode ist das Gitter, das gewöhnlich in Form eines engmaschigen Drahtnetzes zwischen Kathode und Anode angeordnet ist. Als dritte Elektrode enthält die Röhre ein Blech oder Drahtnetz in Ring- oder Käfigform, die sogenannte Anode. Zwischen Kathode und Anode vollzieht sich das Spiel der Elektronen in folgender Weise (Abb. 99): Wenn das Gitter negativ geladen ist, können die Elektronen nicht oder nur zu einem geringen Teil zur Anode spazieren; denn die Elektronen selbst sind auch negativ geladen; also stoßen sich



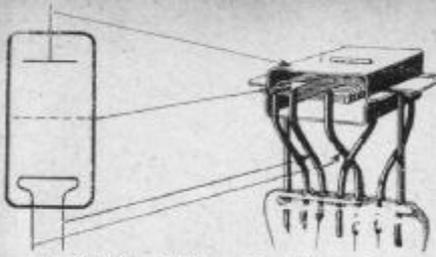


Abb. 97 Symbolische Darstellung der Röhre und (rechts) Elektrodenaufbau einer einfachen älteren „Kathodenröhre“

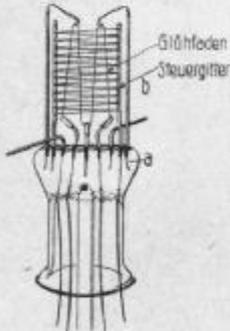


Abb. 98 Röhrensystem ohne Anode, schematisch

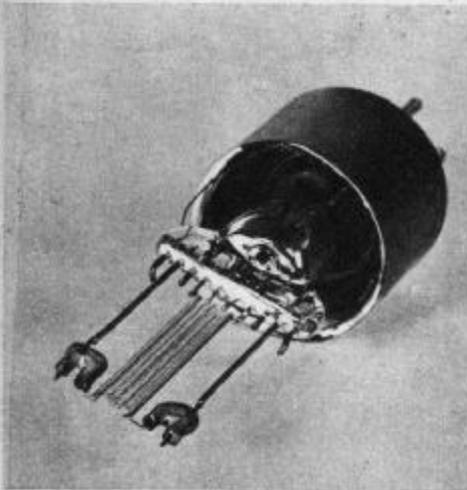


Abb. 98a Das gleiche System in Wirklichkeit

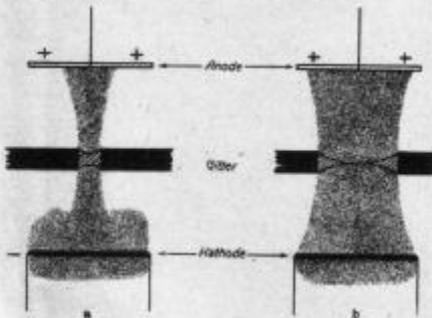


Abb. 99 Steuervorgang in der Elektronenröhre: Links ist das Gitter fest geschlossen (negative Spannung), so daß nur wenig Elektronen zur Anode gelangen können und deshalb nur ein schwacher Anodenstrom fließt — rechts ist der umgekehrte Vorgang dargestellt

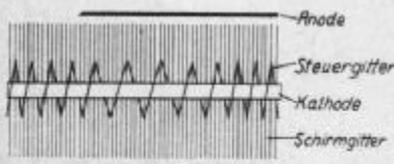


Abb. 100 Schema einer modernen Exponential-Schirmgitterröhre

beide ab nach dem gleichen elektrischen Grundgesetz: Gleiche Elektrizitäten stoßen sich ab. — Wenn das Gitter aber positiv geladen ist, hilft es der positiven Anode die Elektronen herüberzuziehen, und so geht ein starker Elektronenstrom durch die Röhre hindurch. Bei Schirmgitterröhren, Pentoden und ähnlichen Spezialröhren ist der Vorgang genau der gleiche, nur daß er viel „eleganter“ vor sich geht, weil den „Elektronen“ und den frei herum-schwebenden „Ionen“ (neutrale Gasteilchen) ihr Weg durch sogenannte Hilfelektroden, nämlich Raumladegitter und Schutznetzgitter oder Fanggitter, ganz genau vorgeschrieben wird (Abb. 100).

Es gibt viele dicke Bücher über Röhren, aber wir wollen uns auf das beschränken, was der Leser für den praktischen Betrieb seines Empfängers von den Röhren wissen muß. Wir wollen auch davon absehen, irgendeine banale Erklärung des Emissions- und Steuervorganges in der Röhre zu geben, denn beide Vorgänge haben mit der richtigen Auswahl der Röhren und der Praxis des Rundfunkhörers wenig zu tun. Wir zeigen einige Bilder vom Innern der Röhren. Man sieht, daß sie recht komplizierte Gebilde darstellen, von denen wir wenigstens die markttechnische Bezeichnung der einzelnen Teile kennenlernen wollen.

Der Glasballon sitzt auf einem Röhrenfuß. Dieser endet in vier oder fünf Steckerstiften, die man „Röhrenfüßchen“ nennt. Oben auf dem Glasballon sitzt manchmal noch eine Kappe mit einer Kontaktfläche. Solche Röhren heißen Schirmgitterröhren und Hexoden. Der obere Anschluß ersetzt ein Röhrenfüßchen. Bei manchen Spezialröhren ist auch an der Seite noch ein Anschluß vorhanden, die sogenannte „Seitenschraube“, die auch ein Füßchen ersetzt.

Hier gleich eine einfache Röhrenreparatur, die in der Praxis öfter vorkommt: das Festkitten der Röhren im Röhrenfuß. Man erwärmt die Berührungsstelle zwischen Glaskolben und Sockel über einer kleinstellten leuchtenden Bunsenflamme (oder einer kleinstellten Gasflamme), indem man die Röhre, die man mit der einen Hand am oberen Ende des Glaskolbens gefaßt hält, rasch um die Längsachse hin und her dreht, während man mit der anderen Hand durch Verändern der Luftzufuhr am Brenner langsam zur nichtleuchtenden heißeren Bunsen- oder Gasflamme übergeht. Wenn der Rand genügend erhitzt ist, schiebt man ein kleines Schellackplättchen zwischen Glas und Röhrenfuß und fährt damit um die Röhre herum. Solche Plättchen bekommt man in jeder Drogerie. Der Schellack schmilzt sofort und läuft infolge der Hitze in den Zwischenraum hinein. Er erkaltet mit der Röhre, die man so lange unter Druck hält, in wenigen Minuten. Bei einigermaßen geschickter Arbeit kann der Röhre gar nichts passieren, und die Bindung zwischen Glaskolben und Röhrenfuß ist einwandfrei.

Eine andere in der Praxis häufig vorkommende Arbeit an der Röhre ist das Aufbiegen der Steckerstifte. Die meisten Röhren haben geschlitzte Steckerstifte, die „zügig“ in den Röhrensockel passen müssen. Die geschlitzten Steckerstifte muß man von Zeit zu Zeit, besonders aber vor dem Einsetzen der neuen Röhren in den Apparat aufbiegen. Das macht man entweder mit einem Taschenmesser oder mit einem dünnen Schraubenzieher. Selbstverständlich muß man dabei etwas vorsichtig zu Werke gehen, denn wenn die eine Hälfte eines Steckerstiftes abbricht, kann die Röhre keinen guten Kontakt mehr mit dem Röhrensockel geben. Dieser Fehler müßte zu allerhand Störungen beim Empfang Veranlassung geben. Wenn die Röhrenfüßchen verstaubt sind, kann man sie mit dem Schraubenzieher leicht blank kratzen. Sonst aber gilt für die Röhren das einfache Gesetz: Je weniger wir mit ihnen anstellen, desto länger halten sie. Insbesondere achte man darauf, beim Herausziehen oder Einstecken die Röhren nicht am Glasballon anzupacken, sondern am Röhrenfuß. Denn sonst kann es vorkommen, daß sich der Glasballon im Röhrenfuß lockert, da er ja nur eingekittet ist.

Häufig kommt es vor, daß eine neue Röhre klappert, wenn wir sie schütteln. Ängstliche Hörer glauben dann, die Röhre müsse einen Fehler haben. Das braucht aber durchaus nicht der Fall zu sein; denn das Klappern rührt nur von einem Stückchen Glas her, das beim Abquetschen des Glasfußes im Innern des Röhrensockels zurückgeblieben ist. Ob dieses Stückchen Glas in der Röhre liegt oder nicht, hat mit ihrer Funktion und Lebensdauer nicht das geringste zu tun. Viel schlimmer ist es, wenn die Hälfte eines Steckerfüßchens abgebrochen ist. Eine solche Röhre kann der Radiohändler in die Fabrik einschicken und umtauschen, wenn sie noch neu ist.

## Außenmetallisierung

Die meisten Röhren sind außen mit einem grau oder goldig schimmernden Metallüberzug versehen. Diese Außenmetallisierung ist in der Röhre selbst über die Kathode geerdet. Sie verhindert, daß die Röhre durch elektrische Streufelder beeinflusst wird. Bei den Schirmgitterröhren, Hexoden und Pentoden, ist die Außenmetallisierung besonders wichtig, weil hierdurch unerwünschte Kopplungen innerhalb der Röhre weitgehend unterdrückt werden.

## Innenspiegel

Alle modernen Hochvakuum-Röhren tragen innen einen schwärzlich aussehenden Spiegel (man kann ihn nur sehen, wenn die Röhre außen nicht metallisiert ist). Diesen bezeichnet man als „Getter“. Er besteht aus fein verteiltem Magnesium oder Barium und neutralisiert die letzten in der Röhre vorhandenen Gasreste. Eine Röhre, die schwärzlich aussieht, ist also nicht verbrannt, sondern im Gegenteil eine ganz moderne Radoröhre.

## 3 Beine = 4 Beine!

In vielen einfachen Empfängern werden die kleinen Einweg-Gleichrichter-röhren verwendet, die nur drei Beine haben. Aus fabrikatorischen Gründen aber ist in den Apparaten jedoch meist ein Normalröhrensockel eingebaut mit vier oder fünf Buchsen. Kann man nun in einem solchen Empfänger ohne weiteres eine Doppelweg-Gleichrichterröhre ähnlicher Leistung verwenden, wenn man gerade keine passende Einweg-Gleichrichterröhre hat? Ja! Denn es wird dabei einfach nur eines der beiden Gleichrichtersysteme praktisch zur Arbeit herangezogen. Will man aber die Doppelweg-Gleichrichterröhre voll ausnutzen, so werden die beiden Gleichrichtersysteme parallelgeschaltet. Praktisch geht das folgendermaßen: Zwei Beine von den vier, die aus dem Röhrenfuß herausragen, sind bekanntlich unsymmetrisch zum Mittelpunkt angeordnet. Der am weitesten abstehende Stift (Anode!) fällt dem Beschauer sofort auf. Dieser und der ihm genau gegenüberliegende werden mit einem blanken Kupferdraht von  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  mm Durchmesser verbunden, also kurzgeschlossen. Der Draht muß aber ganz stramm sitzen, damit er im Betrieb nicht mit den beiden senkrecht dazu stehenden Beinen Kontakt bekommen kann.

## Telefunken, Valvo, Tekade, Rectron, Philips

Das sind die Namen der fünf Firmen, die in Deutschland Röhren liefern. Die Telefunken-Röhren haben einen Stern auf dem Kopf, die Valvo-Röhren einen Kreis mit der Bezeichnung „Valvo“, die Tekade-Röhren tragen auf dem Glaskolben die dreiteilige Firmenmarke. Rectron erkennt man an der Firmenmarke auf dem Röhrenkopf (Röhre und drei Pfeile!), die Philips-Gleichrichterkolben tragen auf dem Glaskolben die Firmenbezeichnung „Philips“ sowie die Typenbezeichnung, die aus einer vierstelligen Zahl be-

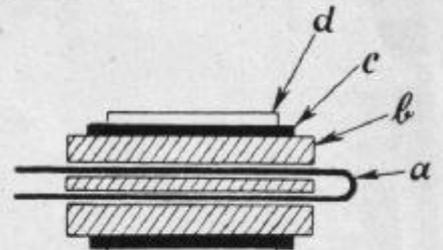


Abb. 101 Schema der indirekt geheizten Kathode: a = Heizfaden, b = keramische Isolierschicht, c = Nickelröhren, d = Bariumoxyd-Emissionsschicht

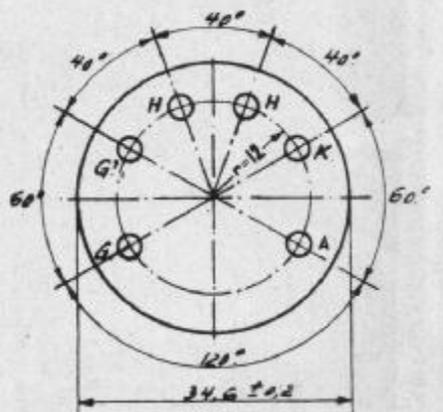
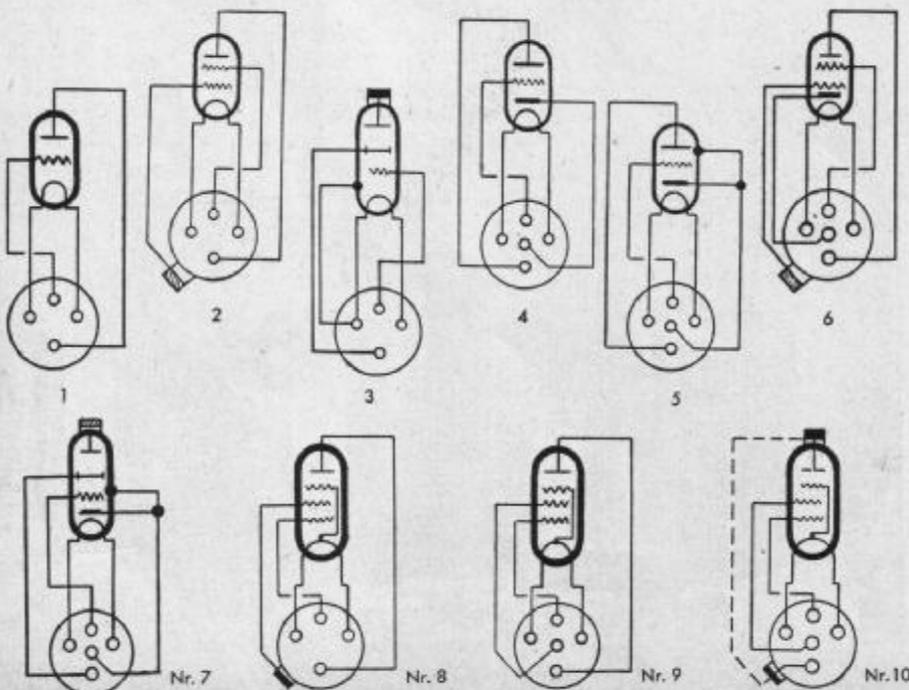
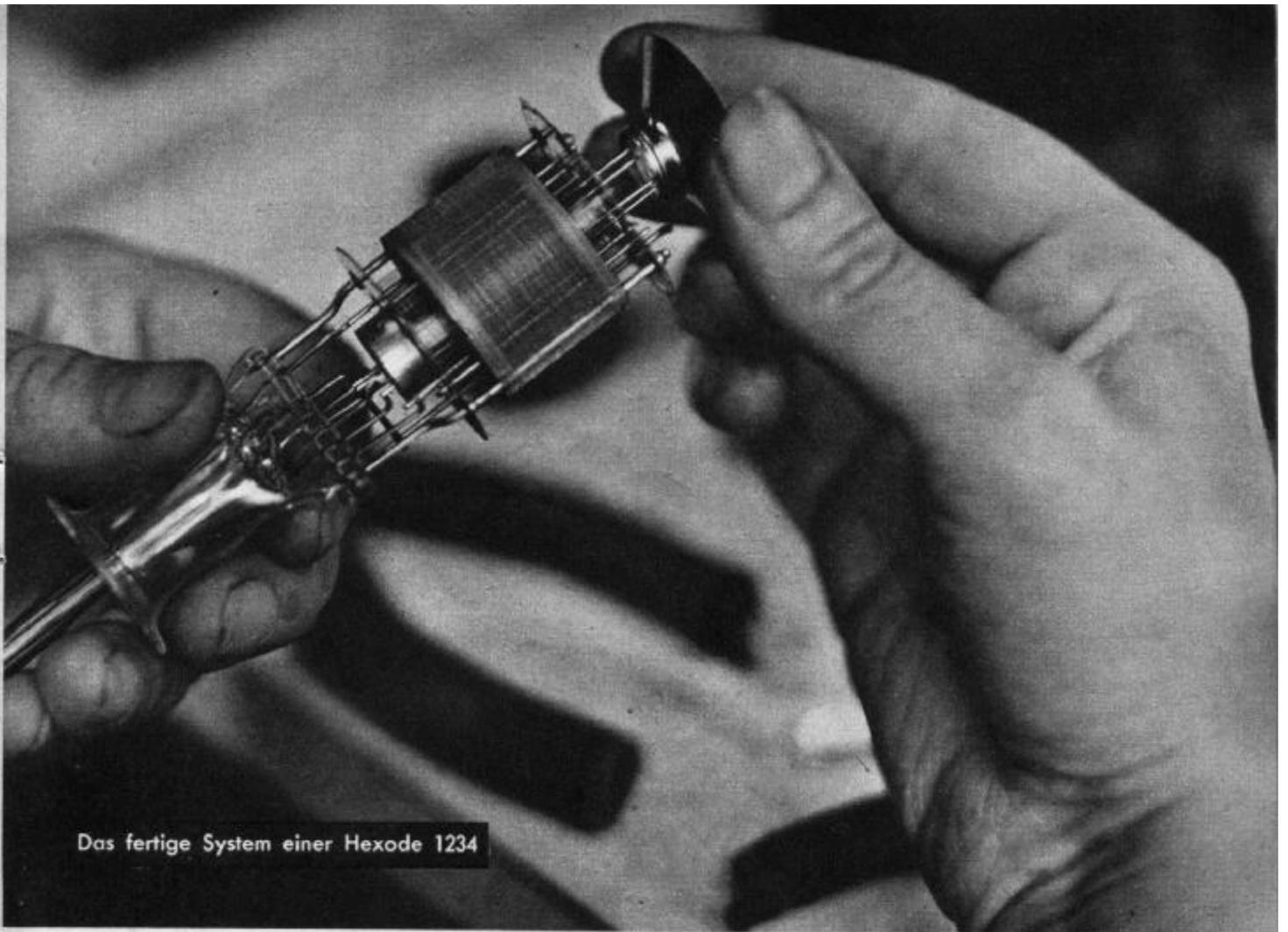


Abb. 102a-c Schematische Darstellung der verschiedenen Röhren und ihrer Sockel sowie Maße der Röhrensockel



Das fertige System einer Hexode 1234

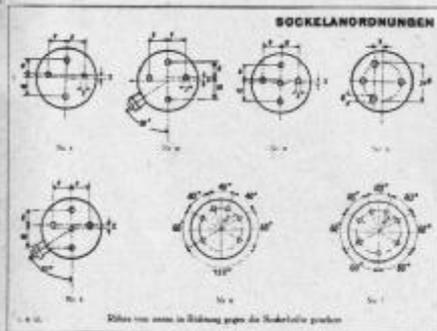


Abb. 102b

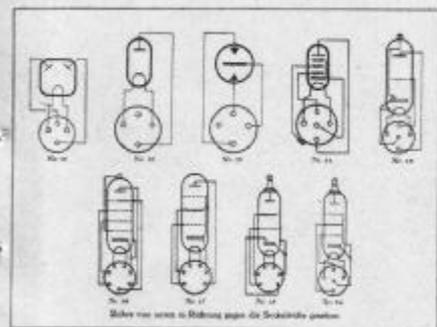


Abb. 102c

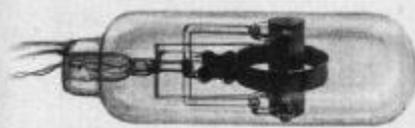


Abb. 103 Spezial-Ultrakurzwellenröhre

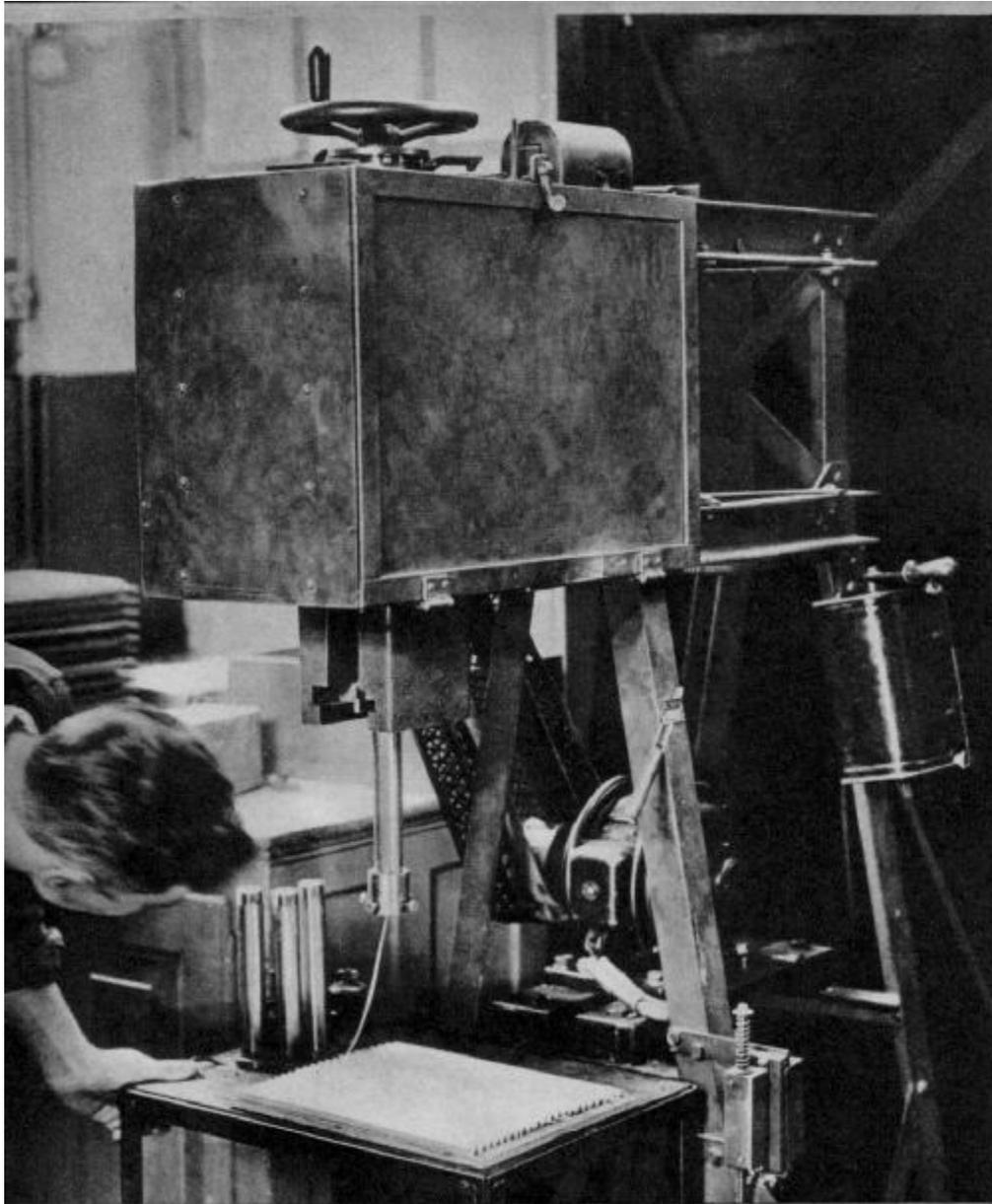
steht. Im allgemeinen haben diese Firmen die elektrischen Daten ihrer Röhren so weit aneinander angeglichen, daß man nach Wunsch ruhig für einen Telefunken-Typ den entsprechenden Valvo- oder Tekade-Typ verwenden kann, für einen Philips-Gleichrichter den Rectron-Gleichrichter und umgekehrt.

#### Was heißt RE, RG, RV und RE-d?

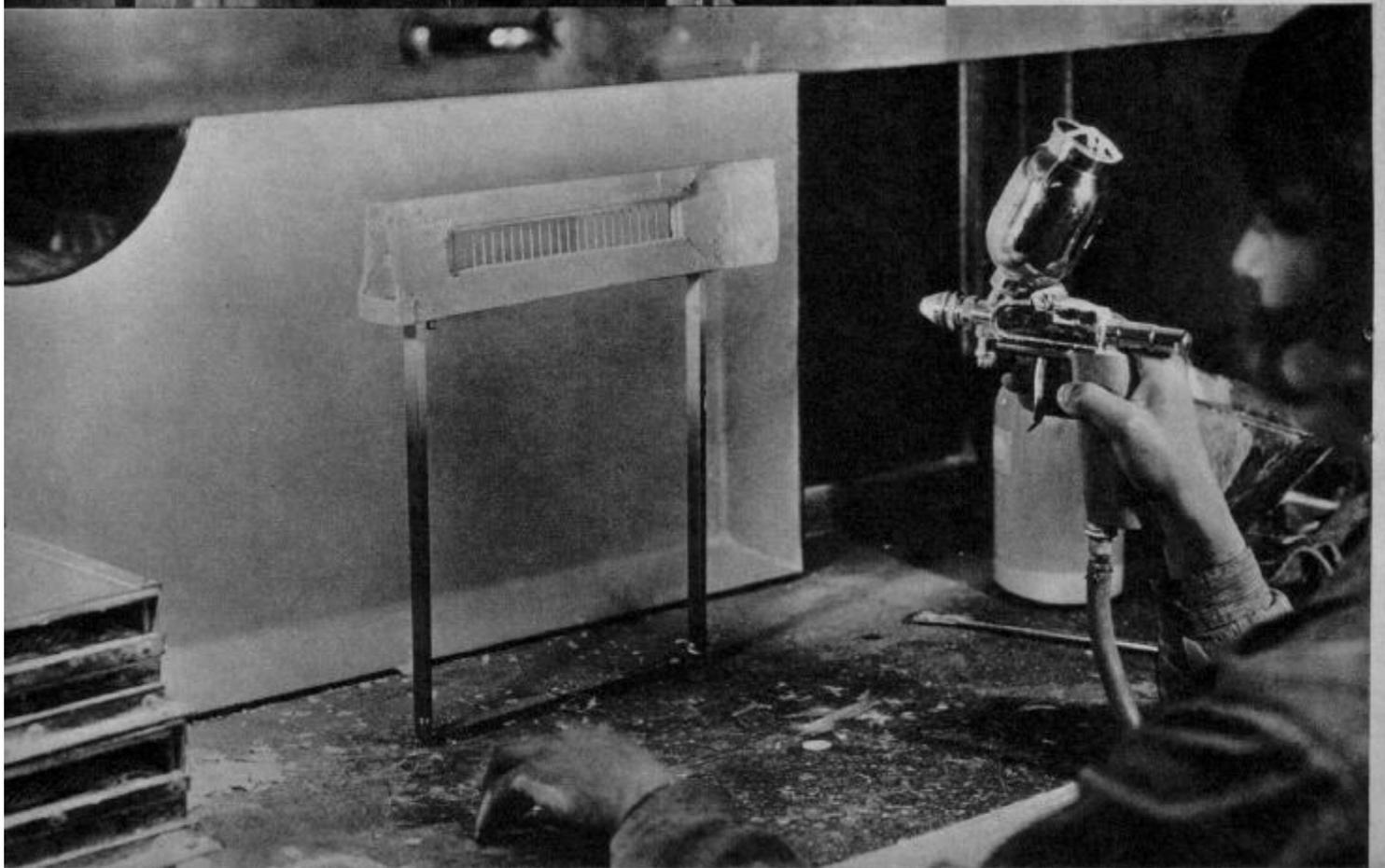
Zeit ist Geld! Die Physiker haben sich schon seit Jahrhunderten in der mathematischen Ausdrucksweise die knappste, präziseste und unmißverständlichste Stenographie funktioneller Zusammenhänge geschaffen. Die Chemiker sagen nicht Wasser, sondern  $H_2O$  — und die Bierbrauer nicht Alkohol, sondern  $C_2H_5OH$ . Warum sollen nicht die Radioteute auch ihre Röhren mit stenographischen Symbolen bezeichnen? Also: R heißt Röhre, E = Empfängerröhre, V = Vorverstärkerröhre, N = Netzheizung (also indirekt geheizte Kathode), d = Doppelgitterröhre mit Seitenschraube, S = Schirmgitter oder Schutznetzgitter und G = Gleichrichterröhre. Die Zusammensetzung von RENS heißt also: Röhre für Empfangszwecke mit indirekt geheizter Kathode und Schirmgitter. Dann muß man noch wissen, daß in älteren Gleichstromempfängern ausschließlich Röhren mit der Zusatzbezeichnung „Serie“ verwendet werden dürfen, weil diese auf gleichen Heizstromverbrauch abgeglichen sind, wenn nicht bereits die modernen indirekt geheizten Gleichstromröhren eingebaut sind.

#### Die Zahlen bei den Röhrenbezeichnungen

Die Röhrennamen enthalten auch noch eine Zahlengruppe. Die ersten beiden Ziffern bedeuten den Heizstrom in Hundertstel Ampere (ungefähr); die letzte Ziffer bezeichnet die Heizspannung. Beispiel: 904 heißt: Heizstrom =  $90/100$  Ampere bei 4 Volt Spannung am Glühdraht. Neue Röhren werden bei Telefunken mit „Bi“ und bei Valvo mit „Goldene Serie“ bezeichnet. Dies bedeutet, daß solche Röhren bifilar gewickelte Heizfäden haben. Wer neue Netzhöhren kauft, wähle nur noch „Bi“ oder „Goldene Serie“.



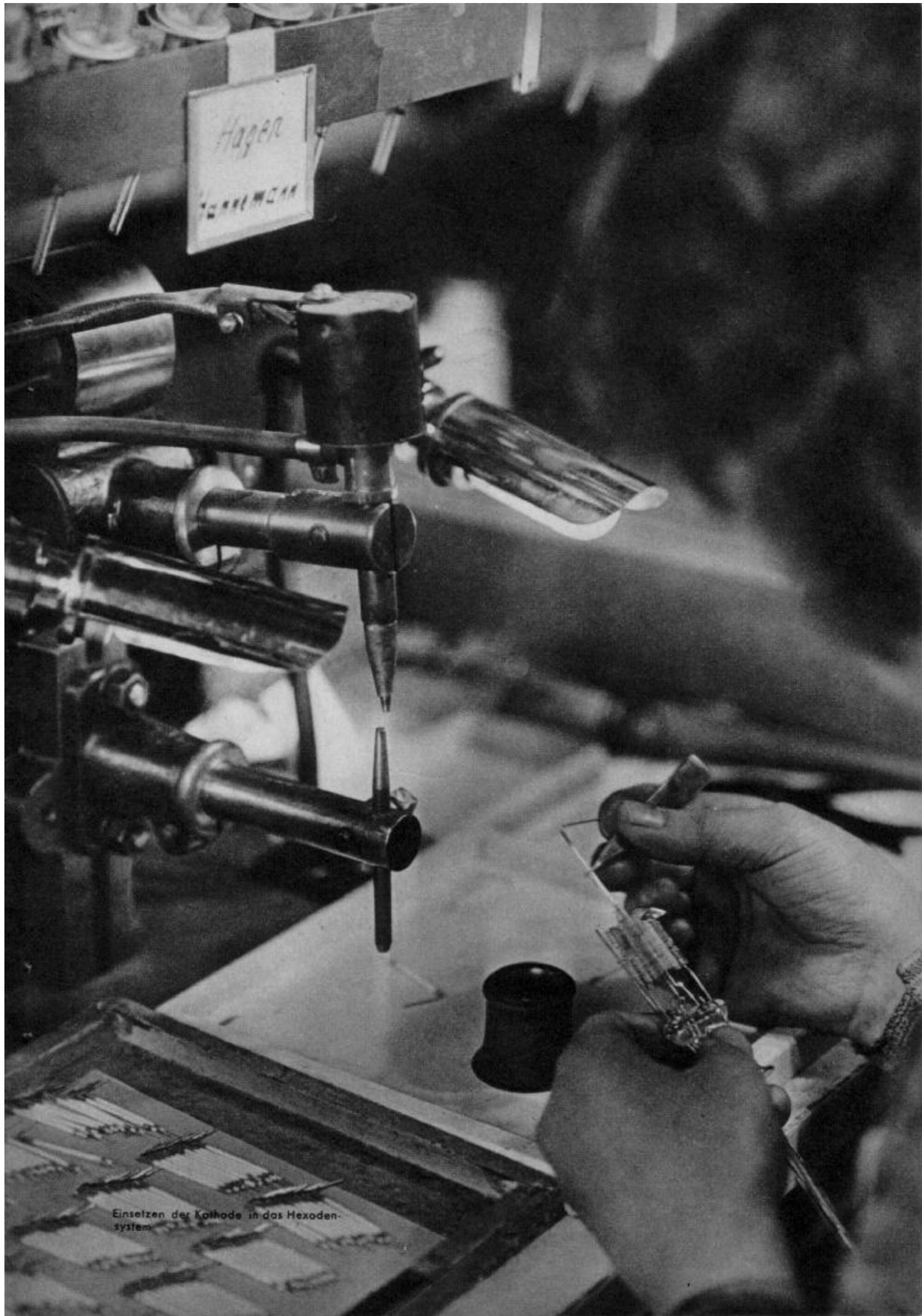
Aus der Röhrenfabrikation. Herstellung des Röhrchens für indirekt geheizte Kathoden der Hexoden

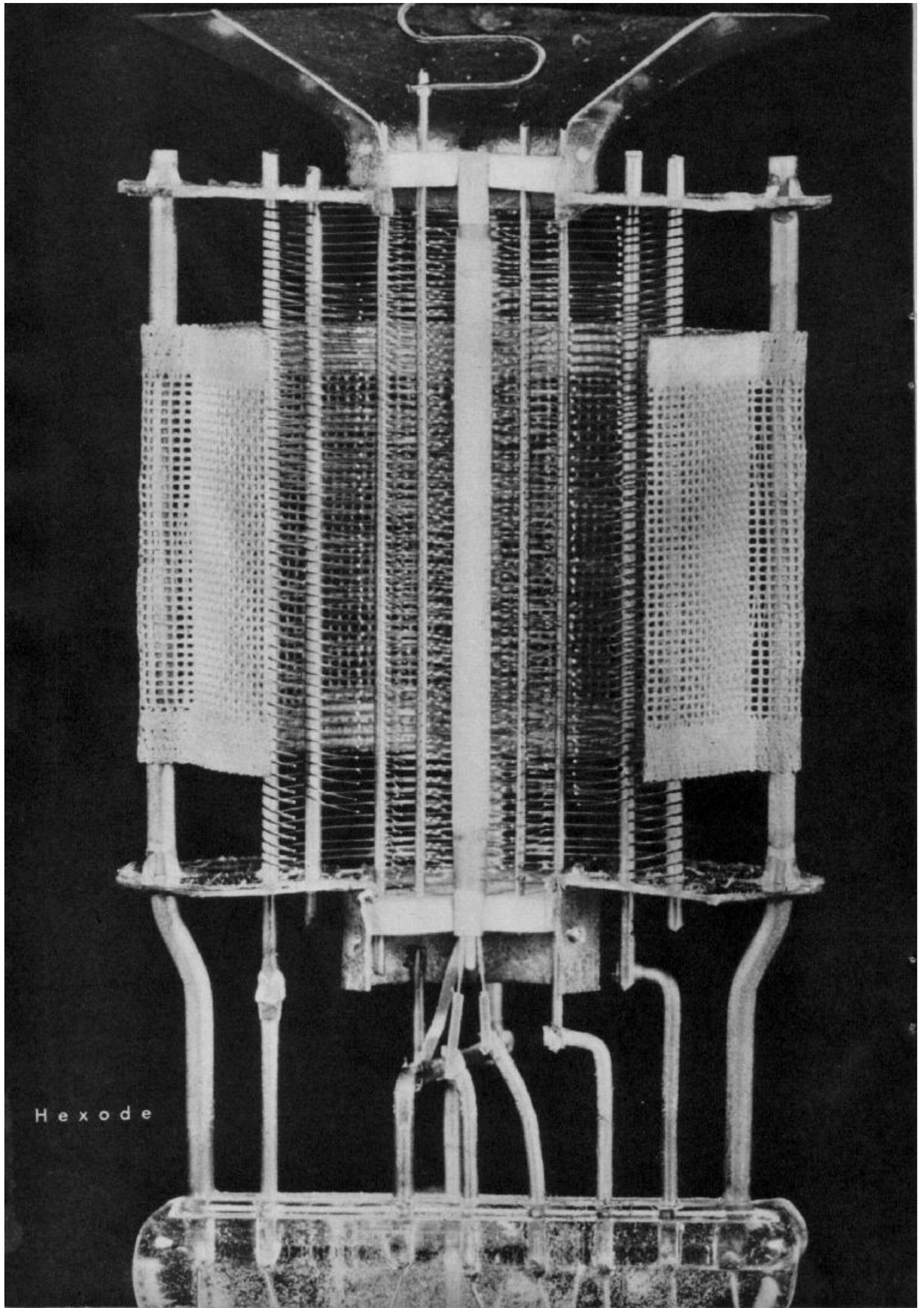


Aktivieren der Kathode mit Bariumoxyd

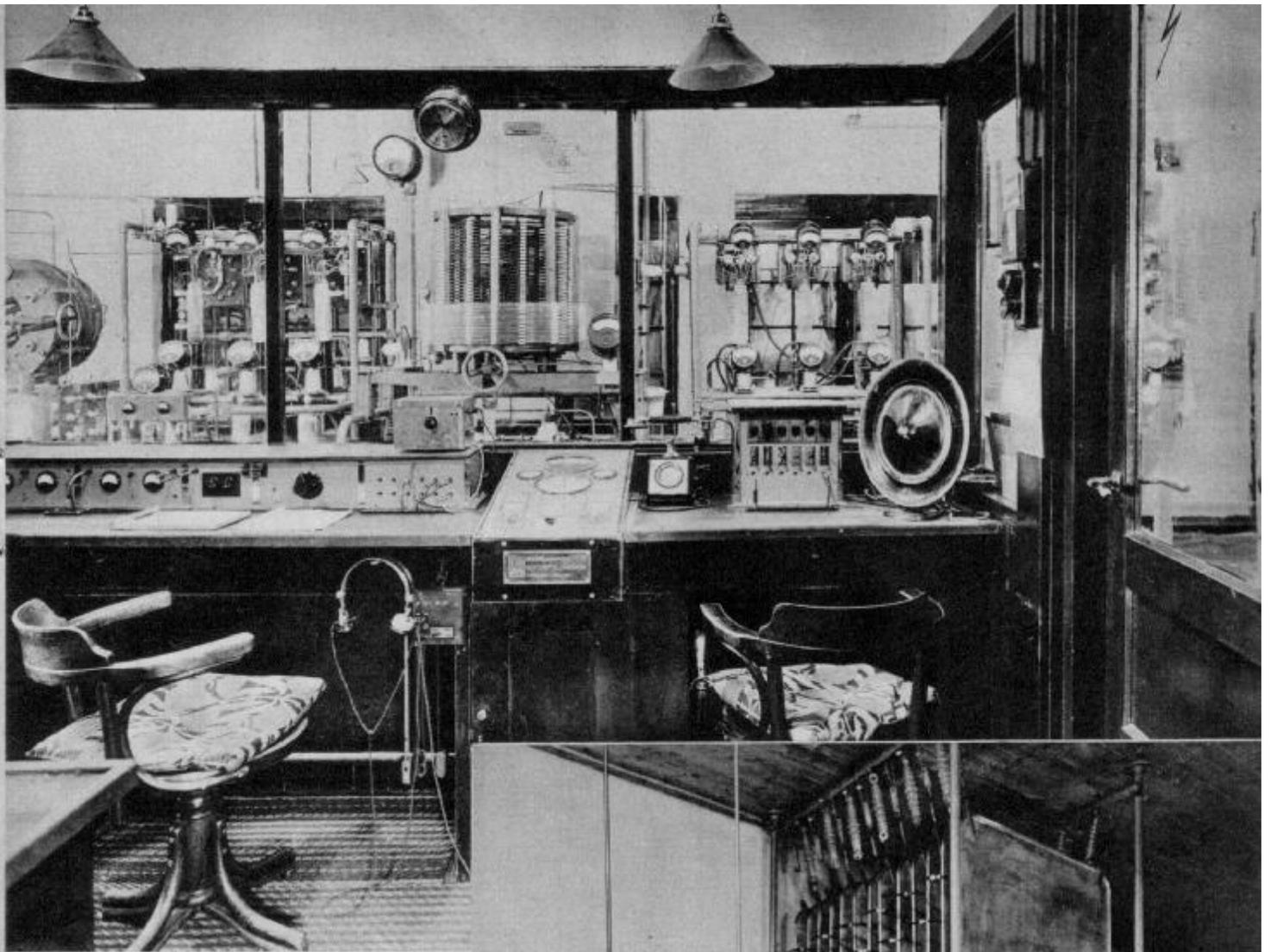
Hagen  
HAGENWALD

Einsetzen der Kathode in das Hexoden-  
system



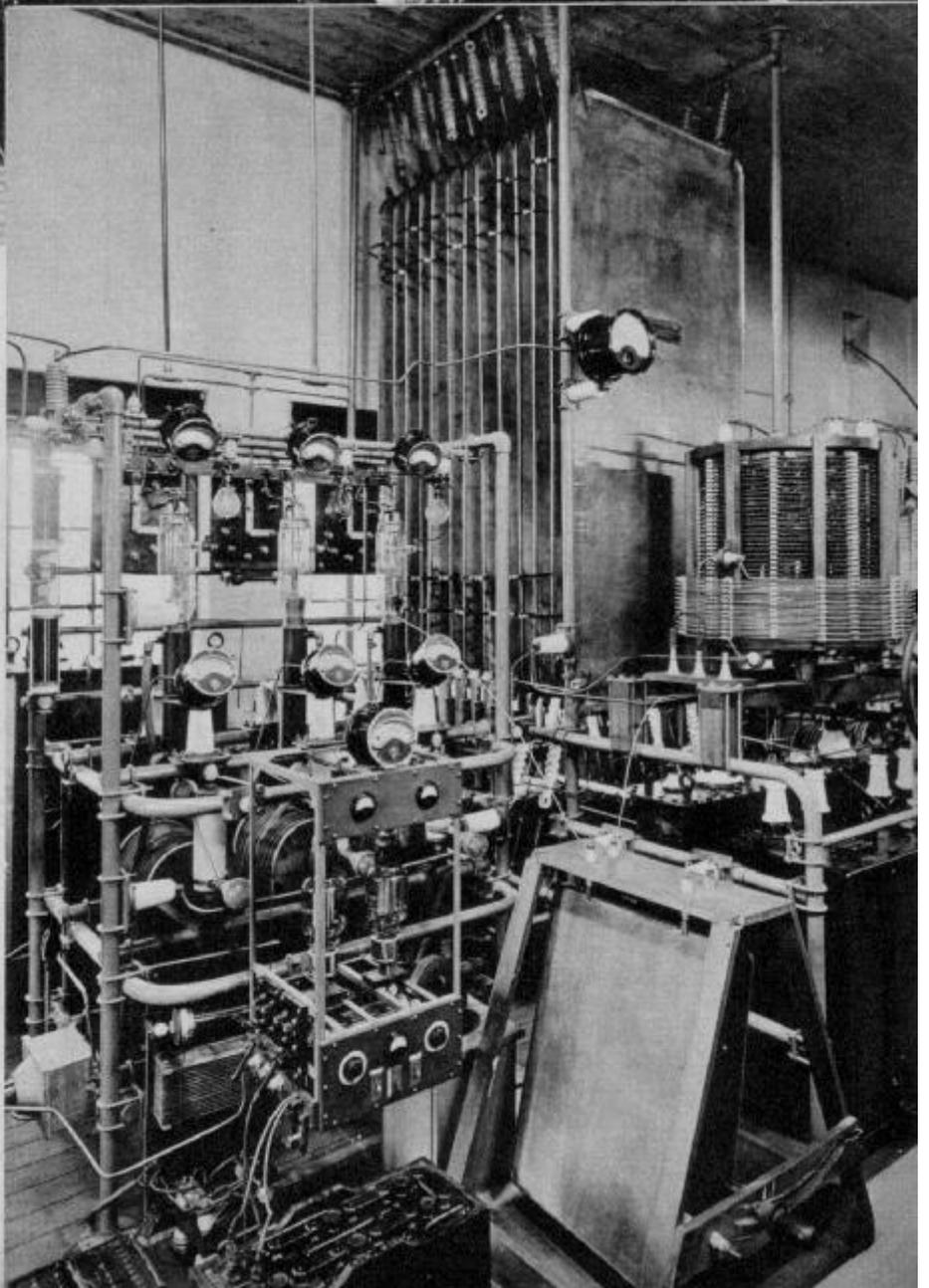


Hexode

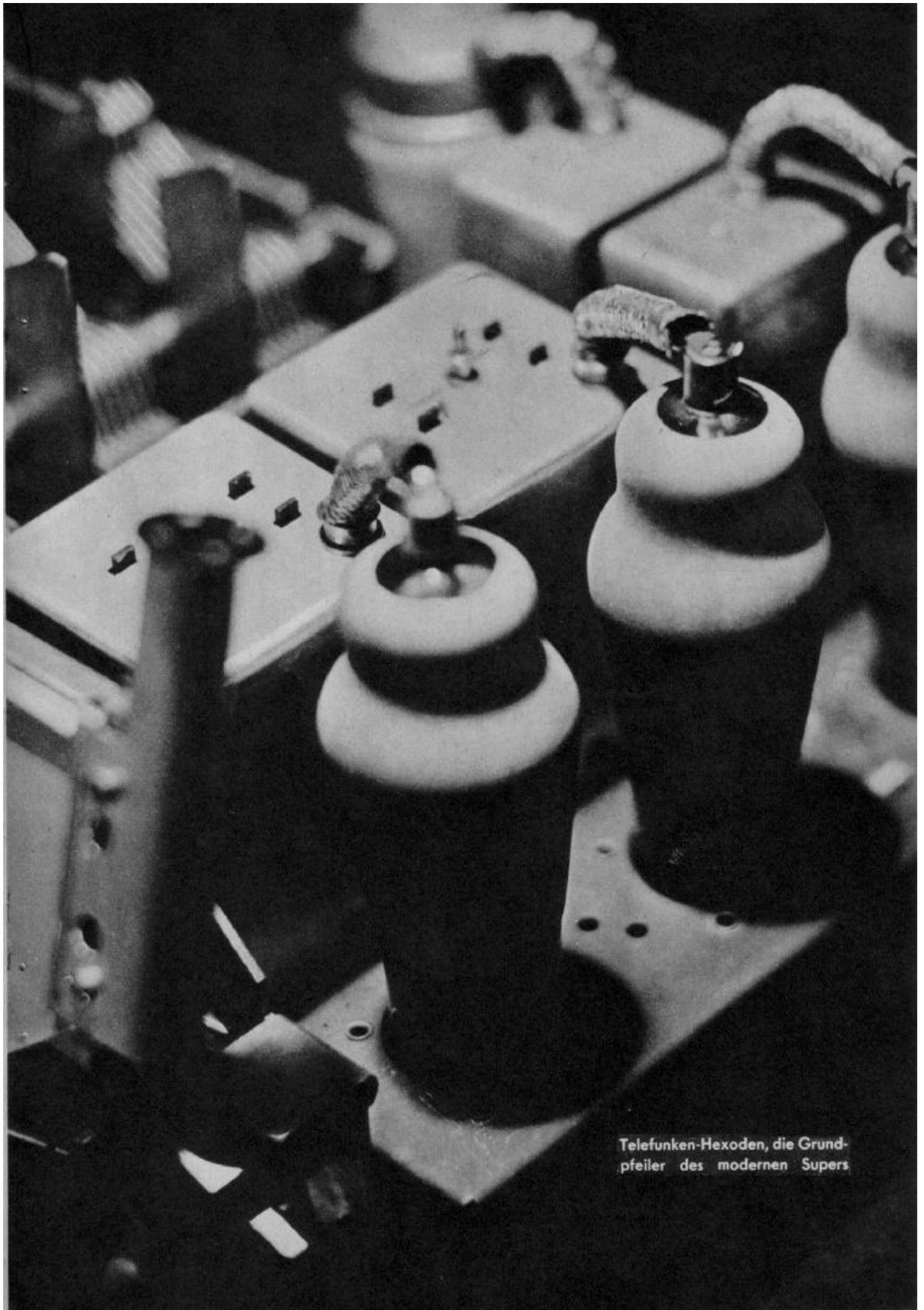


Die „Kommandobrücke“ eines Senders

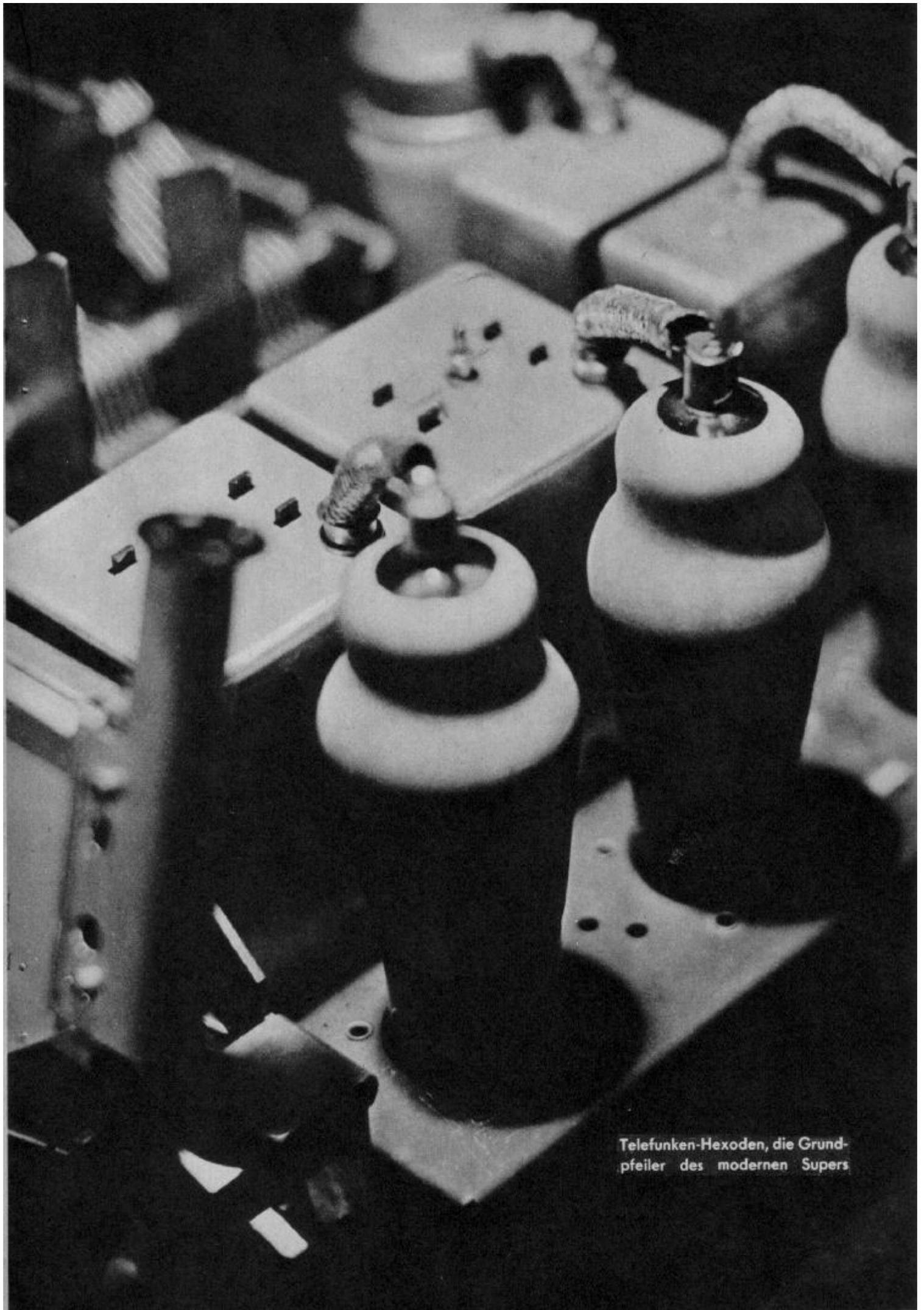
**DIE TEUERSTEN RADIO-  
RÖHREN ENTHÄLT DER  
SENDER: EINE EINZIGE  
300 KW-RÖHRE KOS-  
TET MEHRERE ZEHN-  
TAUSEND MARK**



Abstimmkreise in einem Großsender



Telefunken-Hexoden, die Grundpfeiler des modernen Supers

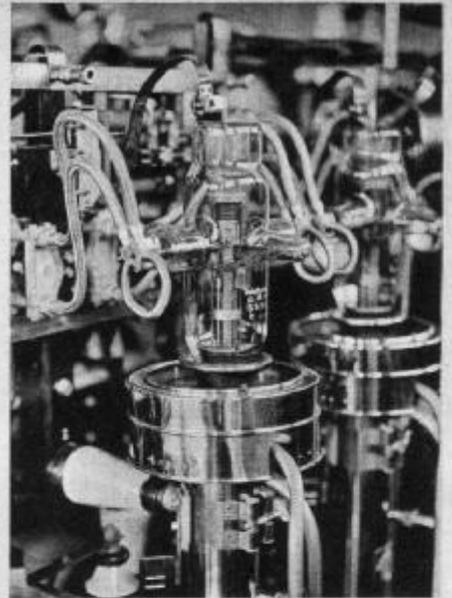


Telefunken-Hexoden, die Grundpfeiler des modernen Supers

trägt. Es ist also genau so wie beim elektrischen Bügeleisen, bei dem der Strom durch einen Heizkörper hindurchgeht, der im Innern des Eisens sitzt und dieses nun allmählich erwärmt. Daher brauchen alle indirekt geheizten Röhren eine Anheizzeit von ungefähr einer halben Minute. Wenn wir also einen Apparat mit indirekt geheizten Röhren einschalten, dann müssen wir erst diese halbe Minute abwarten, bis der Empfänger arbeiten kann.

Eine Abart der indirekt geheizten Röhren sind die indirekt geheizten Gleichstromröhren. Bei diesen wird der Heizfaden nicht mit 4 Volt, sondern mit 18 Volt Spannung geheizt. Diese Röhren führen deshalb vor der Kennziffer die Zahl 18. Im übrigen aber arbeiten sie genau so wie die Wechselstromröhren.

In älteren Gleichstromempfängern sind noch nicht die indirekt geheizten Gleichstromröhren eingebaut, sondern die sogenannten Serienröhren für Batteriebetrieb. Bei Gleichstromempfängern ist das Röhrenauswechseln eine kritische Sache. Man darf hier während des Betriebes auf keinen Fall Röhren gegeneinander auszuwechseln versuchen — man darf auch niemals eine Röhre gegen eine andere austauschen, die nicht genau denselben Typ mit der Zusatzbezeichnung „Serie“ darstellt. Jeder Röhrenwechsel beim Gleichstromempfänger darf nur bei ausgeschaltetem Apparat geschehen.



150-kW-Senderöhre

### Edelgasgleichrichter

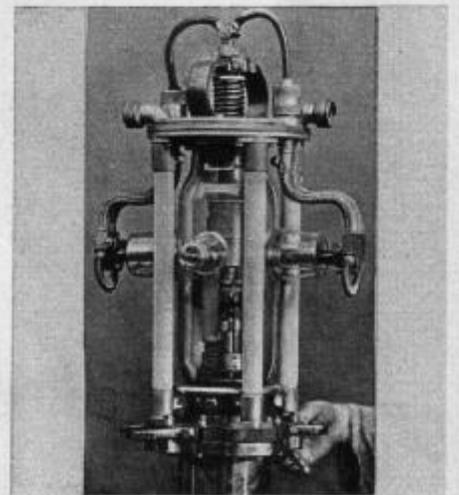
Unter den Gleichrichterröhren gibt es nun eine besondere Sorte, die überhaupt keinen Heizfaden besitzt. Diese Röhren enthalten Edelgas. Sie arbeiten ähnlich wie die Neonröhren, die man zur Reklamebeleuchtung verwendet. Edelgasgleichrichter sind nur noch sehr wenig in Gebrauch, es kommen für diesen Zweck eigentlich nur die Telefunken-Gleichrichterröhre RGN 1500 oder der Seibt-Gleichrichter in Frage. Nur in Apparaten, die für diese Röhre gebaut sind, läßt sich der Edelgasgleichrichter verwenden.

### Die Uranröhren

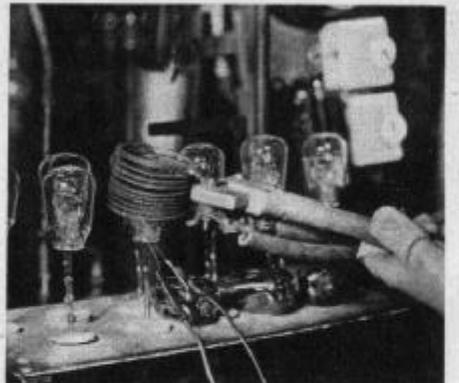
In neuester Zeit sind auch noch Röhren auf den Markt gekommen, bei denen der Heizfaden die Spannung des Lichtnetzes hat. Diese Röhren nennt man Uranröhren; sie werden hauptsächlich für Gleichrichterzwecke verwendet. In Deutschland sind noch keine Apparate gebaut worden, in denen Uranröhren vorgesehen sind. Für den Bastler jedoch haben sie einige Bedeutung.

### Die Röhrensockel

Jede Röhre braucht zum Anschluß im Apparat einen Röhrensockel. Dieser ist heute genormt, d. h. man verwendet einen Einheitssockel, ganz gleichgültig, welche Art von Röhre für die betreffende Stufe im Apparat vorgesehen ist. Der Einheitssockel hat vier, fünf oder sechs Buchsen.



Telefunken-Großleistungssenderöhre von 300 kW



Zwei Bilder aus der Röhrenfabrikation: a) Hochfrequenzentgasung (Getterung), b) Prüfung



## Unsere Röhrentabellen

Damit man sich leicht durch die verschiedenen Röhrentypen hindurchfindet, lassen wir einige Röhrentabellen mit den Typenbezeichnungen folgen, und zwar wollen wir die Röhren nach der Art des Heizfadens ordnen, weil auch die Typenbezeichnung sich danach richtet.

## I. Batterieröhren, 4 Volt (ältere Typen)

| Telefunken | Valvo       | Verwendungszweck                           | Äußere Kennzeichen                                   |
|------------|-------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| RES 044    | H 406 D     | Hochfrequenz-Schirmgitterröhre             | außen metallisiert<br>Anode oben                     |
| RES 094    | H 406 D     | Hochfrequenz-Schirmgitterröhre             | außen metallisiert<br>Anode oben                     |
| RE 074     | H 406       | Hochfrequenzröhre                          | innen verspiegelt                                    |
| RE 074 n*) | H 407 Spez. | Hochfrequenzröhre (neuro)                  | innen verspiegelt                                    |
| RE 084     | A 408       | Audionröhre                                | innen verspiegelt                                    |
| — —        | A 411       | Audionröhre                                | innen verspiegelt                                    |
| — —        | N 406       | 1. Niederfrequenzröhre                     | innen verspiegelt                                    |
| RE 034     | W 406       | Widerstandsröhre                           | innen verspiegelt                                    |
| — —        | W 411       | Widerstandsröhre                           | innen verspiegelt                                    |
| REZ 126    | HZ 420      | Hochfrequenz- (A + N)<br>-Zwillingsröhre   | innen verspiegelt                                    |
| REZ 147    | NZ 420      | Niederfrequenz- (A + N)<br>-Zwillingsröhre | innen verspiegelt                                    |
| RE 114     | L 410       | Lautsprecherröhre                          | innen verspiegelt                                    |
| RE 134     | L 413       | Lautsprecherröhre                          | innen verspiegelt                                    |
| RE 124     | L 414       | Lautsprecherröhre                          | innen verspiegelt                                    |
| RE 074 d   | U 409 D     | Doppelgitterröhre                          | innen verspiegelt, Außen-<br>anschluß für Raumgitter |

\*) Der Zusatz „n“ bedeutet „neuro“, d. h. besonders kleine Elektrodenkapazität.

Weitere Batterieröhren befinden sich gegenwärtig in der Entwicklung

## II. Serien-Gleichstromröhren (direkt geheizt — ältere Typen)

| Telefunken | Valvo       | Verwendungszweck                                             | Äußere Kennzeichen                                                       |
|------------|-------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| RES 094    | H 406 D     | Hochfrequenz-Schirmgitterröhre                               | außen metallisiert<br>Anode oben                                         |
| — —        | H 406       | Hochfrequenzröhre                                            | innen verspiegelt                                                        |
| RE 074 n   | H 407 Spez. | Hochfrequenzröhre                                            | innen verspiegelt                                                        |
| RE 084     | A 408       | Audionröhre                                                  | innen verspiegelt                                                        |
| RE 034     | W 406       | Widerstandsröhre                                             | innen verspiegelt                                                        |
| RE 114     | L 410       | Lautsprecherröhre                                            | innen verspiegelt                                                        |
| RE 134     | L 413       | Lautsprecherröhre                                            | innen verspiegelt                                                        |
| RE 124     | L 414       | Lautsprecherröhre                                            | innen verspiegelt                                                        |
| RES 174*)  | L 415 D     | Penthode: Anoden- und<br>Schirmgitterspannung gleich<br>groß | innen verspiegelt, Seiten-<br>schraube für Schutzgitter<br>oder 5 Stifte |
| RES 164*)  | L 416 D     | Lautsprecherröhre                                            | innen verspiegelt, Seiten-<br>schraube für Schutzgitter<br>oder 5 Stifte |

\*) Bei Telefunken heißt RES: fünf Stifte, während die Zusatzbezeichnung „D“ 4 Stifte und Seitenschraube bedeutet.

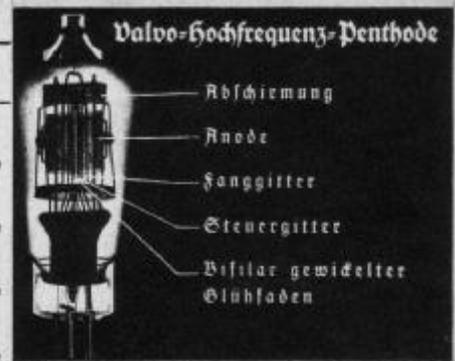
Bei Valvo wird obiger Typenangabe hinzugefügt „4 Stifte“ oder „5 Stifte“.

## III. Gleichstromröhren, 18 Volt (indirekt geheizt)

| Telefunken  | Valvo    | Verwendungszweck               | Äußere Kennzeichen               |
|-------------|----------|--------------------------------|----------------------------------|
| RENS 1820   | H 2018 D | Hochfrequenz-Schirmgitterröhre | außen metallisiert<br>Anode oben |
| REN 1821    | A 2118   | Audionröhre                    | außen metallisiert<br>5 Stifte   |
| REN 1822    | L 2218   | Lautsprecherröhre              | 5 Stifte, innen verspiegelt      |
| RENS 1823 d | L 2318 D | Penthode                       | 5 Stifte mit Seitenschraube      |
| RENS 1817 d | M 1718 D | Doppelgitterröhre              | 5 Stifte mit Seitenschraube      |
| RENS 1818   | H 1818 D | Super-Schirmgitterröhre        | 5 Stifte mit Kappe               |

#### IV. Penthoden

| Telefunken             | Valvo               | Verwendungszweck                     | Äußere Kennzeichen                                                                       |
|------------------------|---------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| RENS 1819<br>RES 174 d | H 1918 D<br>L 415 D | Exponential<br>Kleinpenthoden        | 5 Stifte mit Kappe<br>innen verspiegelt, 4 Stifte<br>mit Seitenschraube bzw.<br>5 Stifte |
| RES 164/164 d          | L 416 D             | Kleinpenthoden                       | innen verspiegelt, 4 Stifte<br>mit Seitenschraube bzw.<br>5 Stifte                       |
| RES 364                | L 425 D             | Mittelpenthoden                      | innen verspiegelt, 4 Stifte<br>mit Seitenschraube bzw.<br>5 Stifte                       |
| RES 374                | L 427 D             | Mittelpenthoden                      | innen verspiegelt, 4 Stifte<br>mit Seitenschraube bzw.<br>5 Stifte                       |
| RENS 1374              | L 4150 D            | indirekt geheizte<br>Mittelpenthoden | innen verspiegelt, 5 Stifte<br>mit Seitenschraube                                        |
| RES 664 d              | L 491 D             | Großpenthoden                        | 5 Stifte mit Seitenschraube<br>und Anode oben                                            |
|                        | L 495 D             | Großpenthoden                        | 5 Stifte mit Seitenschraube                                                              |



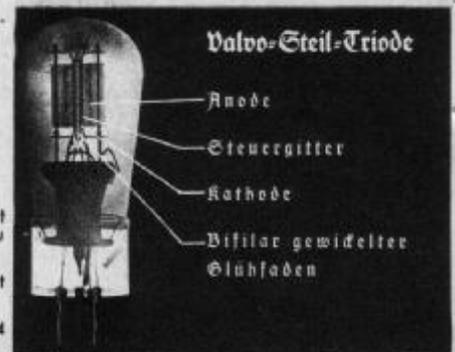
#### V. Kraftverstärkerröhren

| Telefunken | Valvo   | Verwendungszweck | Äußere Kennzeichen                                                   |
|------------|---------|------------------|----------------------------------------------------------------------|
| RE 304     | LK 430  | Kraftendröhre    | innen verspiegelt                                                    |
| RE 604     | LK 460  | Kraftendröhre    | innen verspiegelt                                                    |
| - -        | LK 4110 | Kraftendröhre    | innen verspiegelt                                                    |
| - -        | LK 4200 | Kraftendröhre    | innen verspiegelt                                                    |
| RV 258     | LK 7110 | Kraftendröhre    | innen verspiegelt<br>(Telefunken: Spezialsokel)<br>(Valvo: 4 Stifte) |
| RV 239     | LK 7115 | Kraftendröhre    | (siehe RV 258)                                                       |



#### VI. Neue Spezialröhren

| Telefunken | Valvo    |                                                                                                                   |
|------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RENS 1284  | H 4128 D | Hochfrequenz-Penthode, 4 Volt Wechselspannung                                                                     |
| RENS 1294  | H 4129 D | Hochfrequenz-Exponential-Penthode, 4 Volt Wechselspannung                                                         |
| RENS 1884  | H 2518 D | Hochfrequenz-Penthode, 20 Volt Gleichspannung                                                                     |
| RENS 1894  | H 2618 D | Hochfrequenz-Exponential-Penthode, 20 Volt Gleichspannung                                                         |
| RES 964    | L 496 D  | Endpenthode, 4 Volt Heizung direkt 9 Watt                                                                         |
| REN 924    | AN 4092  | Binode, 4 Volt Wechselspannung mit einfachem Verstärkersystem                                                     |
| RENS 1254  | AN 4126  | Binode, 4 Volt Wechselspannung mit Schirmgitterverstärkersystem                                                   |
| REN 1826   | AN 2718  | Binode, 20 Volt Gleichspannung mit einfachem Verstärkersystem                                                     |
| RENS 1854  | AN 2127  | Binode, 20 Volt Gleichspannung mit Schirmgitterverstärkersystem                                                   |
| RENS 1224  | X 4122   | Hexode (Mischröhre), 4 Volt Wechselspannung                                                                       |
| RENS 1234  | X 4123   | Fading-Hexode, 4 Volt Wechselspannung                                                                             |
| RENS 1824  | X 2818   | Hexoden-Mischröhre, 20 Volt Gleichspannung                                                                        |
| RENS 1834  | X 2918   | Fading-Hexode, 20 Volt Gleichspannung                                                                             |
| REN 914    | W 4110   | Widerstandsverstärkerröhre mit großer Steilheit, 4 Volt Wechselspannung; nicht in Kaskadenschaltung zu verwenden! |
| REN 1814   | W 2418   | Widerstandsverstärkerröhre mit großer Steilheit, 20 Volt Gleichspannung                                           |
| RENS 1274  | H 4115 D | Steile Hochfrequenz-Exponentialröhre wie die RENS 1264 bzw. H 4111 D, aber mit Exponentialkennlinie               |



## VII. Wechselstromröhren (indirekt geheizt)

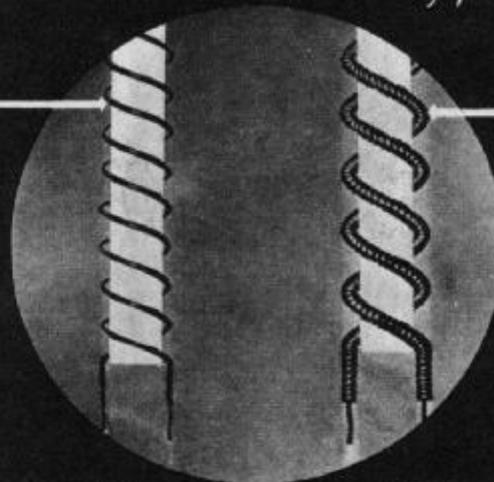
| Telefunken | Valvo    | Verwendungszweck                     | Äußere Kennzeichen                                                                    |
|------------|----------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| REN 704 d  | U 4100 D | Hochfrequenz-Doppelgitterröhre       | Anode oben bzw. mit Seitenschraube                                                    |
| REN 804    | A 4100   | Audionröhre                          | 5 Stifte bzw. 4 Stifte mit Seitenschraube, außen metallisiert                         |
| REN 904    | A 4110   | Audionröhre                          | 5 Stifte bzw. 4 Stifte außen metallisiert                                             |
| REN 1004   | W 4080   | Widerstandsröhre                     | 5 Stifte bzw. 4 Stifte mit Seitenschraube, außen metallisiert                         |
| REN 1104   | A 4100   | Audionröhre                          | 5 Stifte bzw. 4 Stifte mit Seitenschraube, außen metallisiert                         |
| RENS 1204  | H 4080 D | Hochfrequenz-Schirmgitterröhre       | Anode oben und Seitenschraube, außen metallisiert                                     |
| RENS 1204  | H 4100 D | Hochfrequenz-Schirmgitterröhre       | 5 Stifte, Anode oben bzw. 4 Stifte, Anode oben und Seitenschraube, außen metallisiert |
| RENS 1264  | H 4111 D | Hochfrequenz-Super-Schirmgitterröhre | Anode oben, außen metallisiert                                                        |
| RENS 1214  | H 4125 D | Exponentialröhre                     | Anode oben, 5 Stifte außen metallisiert                                               |
| - -        | NZ 4200  | Zwillingsröhre (A + N)               | 7 Stifte                                                                              |

## VIII. Gleichrichterröhren (Hochvakuum und Edelgas)

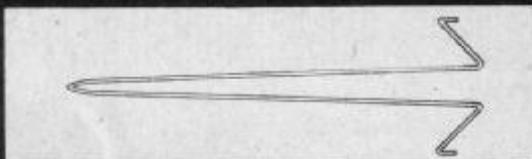
| Telefunken | Valvo  | Philips | Rectron | Tekade  | Verwendungszweck                           |
|------------|--------|---------|---------|---------|--------------------------------------------|
| RGN 354    | G 354  | 1810    | R 0424  | 4 G 35  | E E = Einweg-Gleichrichtung                |
| RGN 564    | G 564  | 1803    | -       | -       |                                            |
| RGN 504    | G 504  | 1801    | R 0423  | 4 G 30  | D D = Doppelweg- (Vollweg-) Gleichrichtung |
| RGN 1054   | G 1054 | 506     | R 0437  | 4 G 105 | D                                          |
| RGN 1064   | G 1064 | 1805    | -       | -       |                                            |
| RGN 1404   | G 1404 | 1832    | R 0481  | -       | E                                          |
| RGN 1503   | G 1503 | 1201    | R 0337  | 3 G 130 | D nur noch für Ersatz                      |
| RGN 2005   | G 2005 | 1560    | -       | -       | D                                          |
| RGN 2504   | G 2504 | 1815    | R 0452  | -       | D                                          |
| RGN 4004   | G 4004 | 1817    | R 0433  | -       | D                                          |
| RGN 2004   | G 2004 | 1561    | R 0431  | 4 G 200 | D                                          |
| -          | G 415  | 1800    | R 0424  | 4 G 15  | E                                          |
| -          | G 495  | 505     | R 0446  | GT 138  | E                                          |
| -          | G 715  | 1562    | R 0771  | -       | E                                          |
| -          | G 2200 | 1702    | R 220   | -       | D                                          |
| -          | G 2340 | 1701    | R 250   | -       | D                                          |

# Neue Valvo=Glühfäden

In 4 Volt-Röhren  
Bifilar gewickelter  
Glühfaden

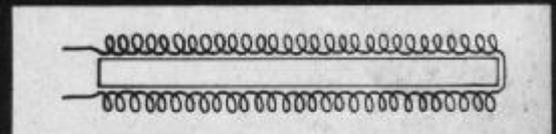


In 20 Volt-Röhren  
Spiralisiertes bifilar  
gewickelter Glühfaden



Alter bifilarer Glühfaden

in grau metallisierten 4 Volt-Röhren



Alter bifilarer Glühfaden

in 20 Volt-Röhren

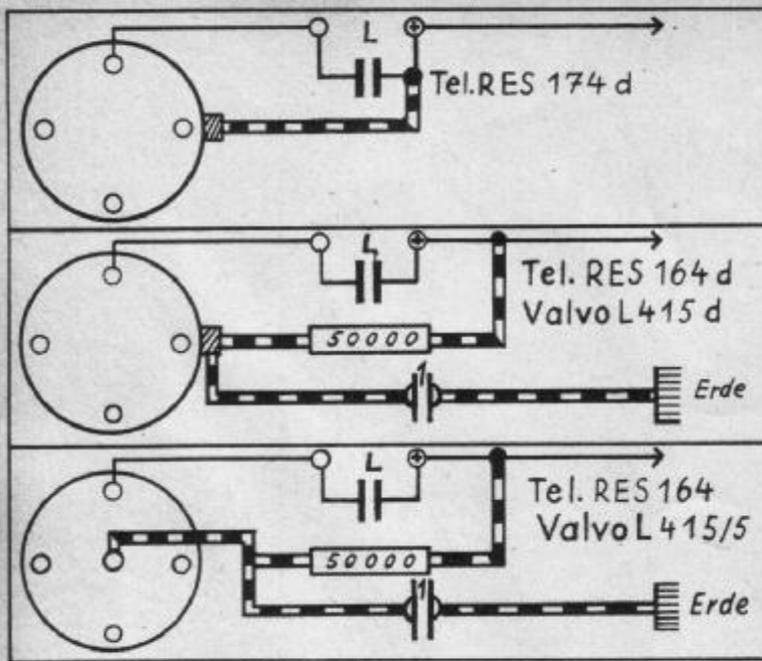


Abb. 107 Wie man eine Penthode nachträglich einbaut (Endpenthode) a = Anodenspannung gleich Schirmgitterspannung, b/c Anodenspannung höher als Schirmgitterspannung, b mit vierpoligem, c mit fünfpoligem Sockel

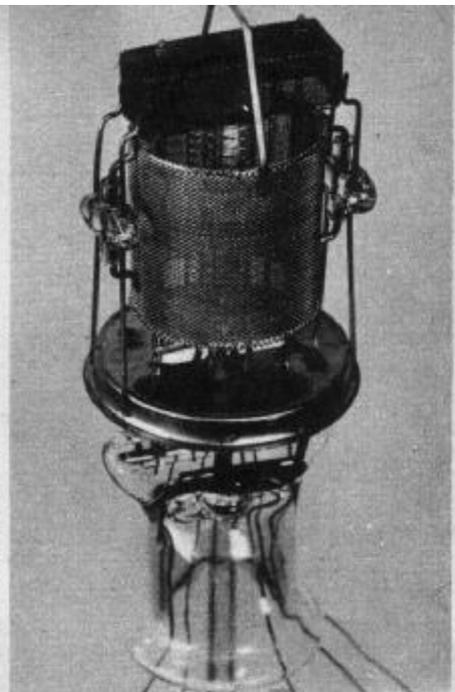


Abb. 108 Valvo-Hochfrequenzpenthode, Innenaufbau

„Wir bauen eine Penthode ein!“ (Abb. 107)

Jeder möchte gern seinen Lautsprecherempfang klanglich verbessern. Das kann man durch den Einbau einer Penthode bewerkstelligen. Bei Normalpenthoden ist die Schutzgitterspannung kleiner als die Anodenspannung (Telefunken RES 164 und RES 374, Valvo L 416d und L 425d). Eine Spezialtype dagegen ist diejenige, bei der Anodenspannung und Schutzgitterspannung gleich groß sind (Telefunken RES 174d oder Valvo L 415d). Die Sockelanordnung bei Penthoden ist entweder so, daß sie fünf Stifte haben, wobei das Schutzgitter an den Mittelstift herangeführt ist (diese Röhren tragen nur die Bezeichnung „RES“ oder bei Valvo die Zusatzbezeichnung „5 Stifte“, oder so, daß das Schutzgitter an eine Seitenschraube geführt ist, wobei man dann eine vierstiftige Penthode erhält mit der charakteristischen Schraube an der Seite des Sockels. An dieser Schraube liegt das Schutzgitter. In unserem Empfänger können wir die Lautsprecheröhre leicht finden; sie sitzt nämlich gewöhnlich in der Nähe der Lautsprecherbuchsen und hat meist einen Sockel mit nur vier Buchsen. Manchmal ist die Mittelbuchse auch schon vorhanden, aber nicht angeschlossen; jedenfalls finden wir den richtigen Sockel der Lautsprecherröhre leicht, da von der Anodenbuchse dieses Sockels ein Draht nach der einen Buchse des Lautsprecheranschlusses führt.

Abb. 107 zeigt die drei Möglichkeiten der einfachen Schaltungsänderung, die man vornehmen muß, wenn eine Penthode eingesetzt werden soll, aber der Empfänger ursprünglich nicht dafür eingerichtet war. Bei Verwendung der Spezialpenthode RES 174d braucht man nur eine kurze Leitung von der Seitenschraube der neuen Röhre zu der mit + bezeichneten Lautsprecherbuchse zu führen. Für die billigere Normalpenthode muß man sich noch einen 50 000-Ohm-Widerstand in Stäbchenform und einen Becherkondensator von 1 Mikrofaraad Größe kaufen. Der Erdanschluß des Becherkondensators geht einfach an irgendein Abschirmblech oder an das Chassis.

Der Einbau einer Penthode wird die kleine Mühe lohnen; denn gerade bei Fortissimostellen in der Musik geben die Penthoden einen sauberen, unverzerrten Klang. Wird das Klangbild durch die Penthode zu hoch und spitz, dann ist es zweckmäßig, sich einen sogenannten Ausgangstransformator zu kaufen und diesen vor den Lautsprecher zu schalten, z. B. Körting Nr. 29812.

Neue Spezialröhren

In der Tabelle unter VII finden wir eine Zusammenstellung aller derjenigen modernen Röhren, die in die Empfänger eingebaut sind, die seit 1. August 1933 geliefert werden. Es handelt sich hierbei um Hochfrequenzpenthoden, 9-Watt-Großpenthoden, Binoden, Hexoden und einige Spezialröhren, die zur Ergänzung des Röhrenprogramms notwendig waren. —

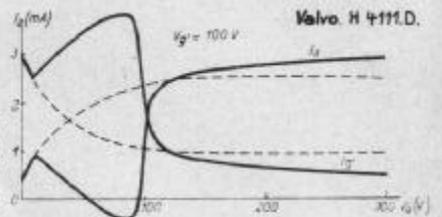


Abb. 109 Bei der Hochfrequenz-Schirmgitterröhre sinkt der Anodenstrom bei höherer Anodenspannung (Einsattelung), während der Schirmgitterstrom umgekehrt verläuft

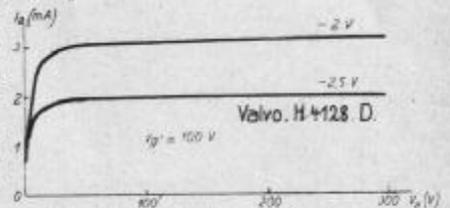


Abb. 109a Bei der Hochfrequenzpenthode aber (mit Fanggitter!) ist dies nicht der Fall

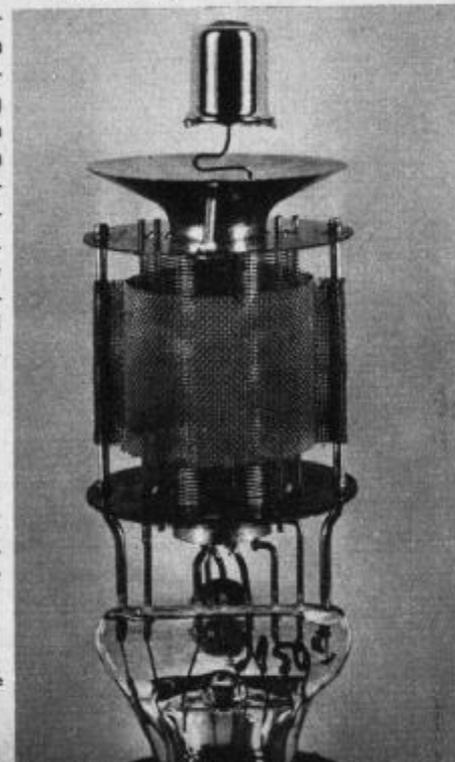


Abb. 111 Innensystem der Hexode

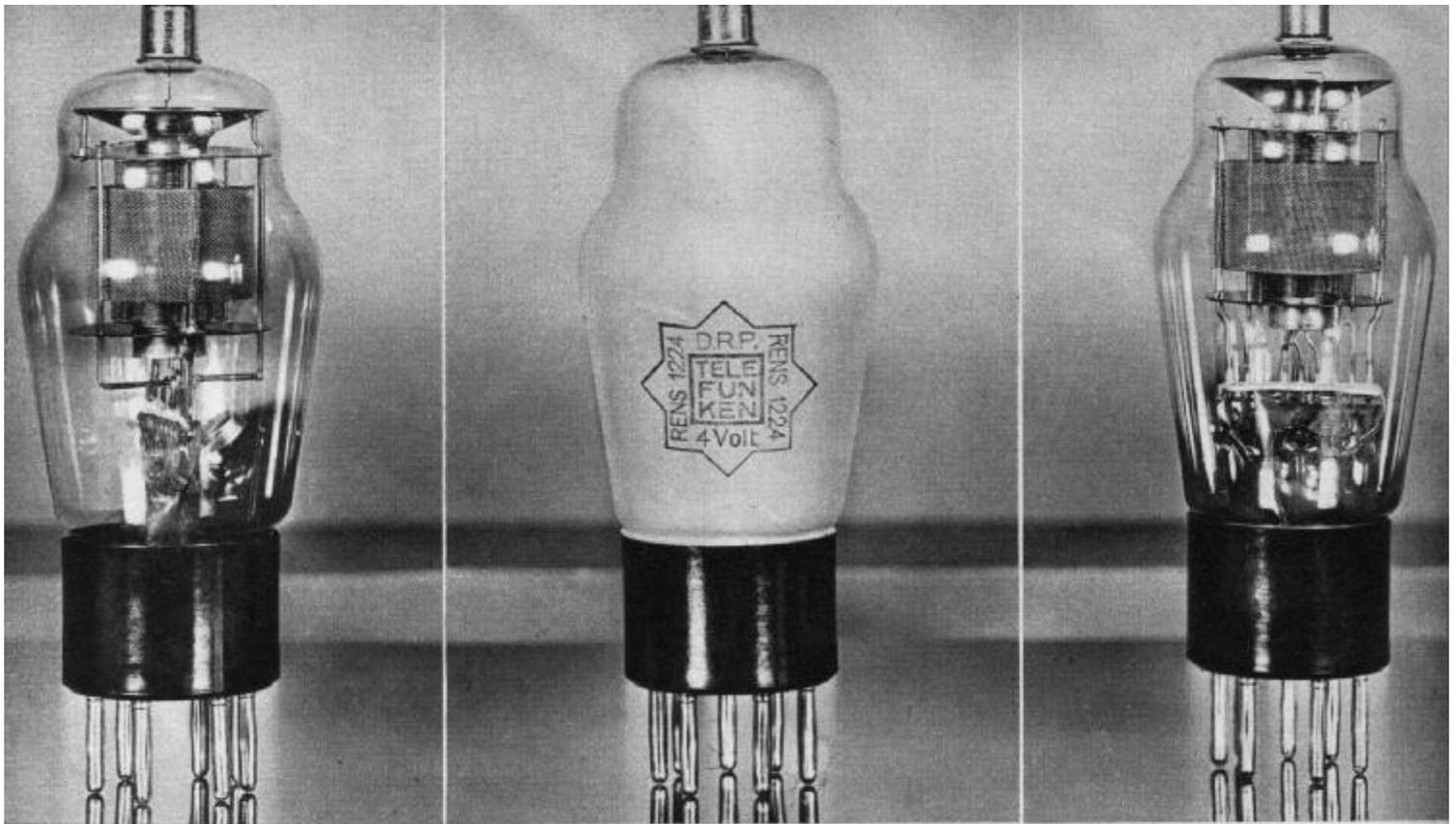


Abb. 110 Hexoden. Mitte die Mischhexode

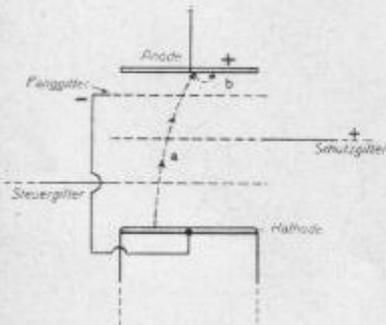


Abb. 112a Symbol der Endpenthode

### Die Hochfrequenzpenthoden

Die Hochfrequenzpenthoden (Abb. 108) sind Schirmgitterröhren mit einem Fanggitter. Man vermeidet bei dieser Konstruktion Unregelmäßigkeiten im Verlauf der Charakteristik, wenn etwa die Schirmgitterspannung zu hoch wird (Abb. 109). Bei den normalen Hochfrequenz-Schirmgitterröhren sinkt der Anodenstrom, wenn Schirmgitter- und Anodenspannung gleich groß werden, plötzlich ab. Dies ist bei der Hochfrequenzpenthode nicht mehr der Fall. Die Hochfrequenzpenthoden bewirken eine fast völlige Unabhängigkeit von der Schirmgitterspannung (Abb. 109), also höhere Betriebssicherheit, sie haben daneben noch den Vorteil, daß ihr Innenwiderstand höher liegt, was sich auf die Verstärkung und Selektivität des Empfängers angenehm auswirkt. Die eine Gruppe dieser Penthoden ist für 4-Volt-Heizung und die andere für 18—20-Volt-Heizung konstruiert.

### Die Hexoden (Abb. 110 und 111)

Benutzt man die Hochfrequenzpenthode als fadengeregelte Stufe in einem Empfänger mit automatischer Fadingregulierung, so wählt man natürlich den Typ mit exponentieller Kennlinie. Dabei braucht man aber zu einer Steilheitsänderung von 1 : 1000 eine Regelspannung von etwa 30 Volt. So hohe Spannungen stehen aber bei kleineren Empfängern gewöhnlich nicht zur Verfügung. Außerdem ändert sich mit der Steilheit auch der Verzerrungsgrad der Röhre, weil ja Regelung und Steuerung durch das gleiche Gitter besorgt werden. Darum hat man die Hexoden geschaffen, bei denen die Steilheitsregulierung nicht mehr durch das Steuergitter, sondern in der Hauptsache durch ein besonderes Gitter erfolgt. Mit dieser Konstruktion, die vielleicht den größten Erfolg in der Röhrentechnik der letzten zwanzig Jahre darstellt, erzielt man zwei Vorteile: a) Um die Verstärkung im Verhältnis 1 : 40 000 zu ändern, braucht man nur noch eine Steuerspannung (Fadingregulierspannung) von 7—10 Volt; b) der Verzerrungsgrad der Röhre bleibt genau so klein, ob man nun eine Steilheit von  $\frac{1}{1000}$  Milliampere oder von 2 Milliampere gebraucht. Solche Hexoden heißen Fadinghexoden. Die Hauptsache bei der Hexode ist die Ausnutzung des „Stau-effekts“ der Raumladowolke zur Elektronenemission. Man hat für die „Scheinkathoden“ den Ausdruck „virtuelle Kathode“ geschaffen. Die gestaute Raumladowolke wirkt ähnlich wie ein neuer Heizfaden. Abb. 111 zeigt das Innensystem der Hexode.

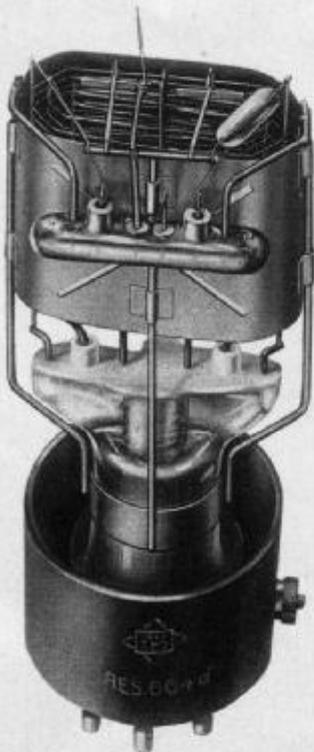
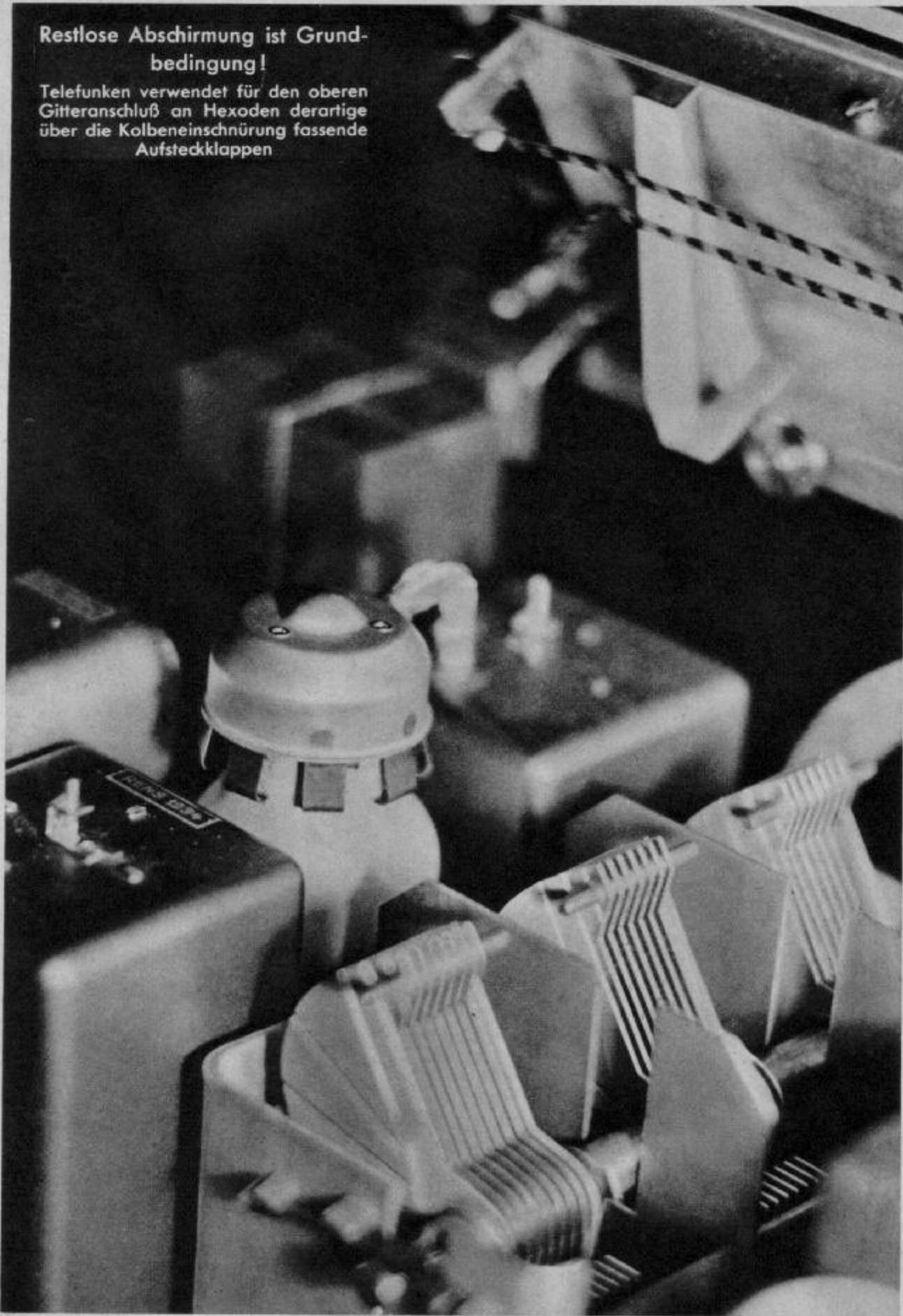


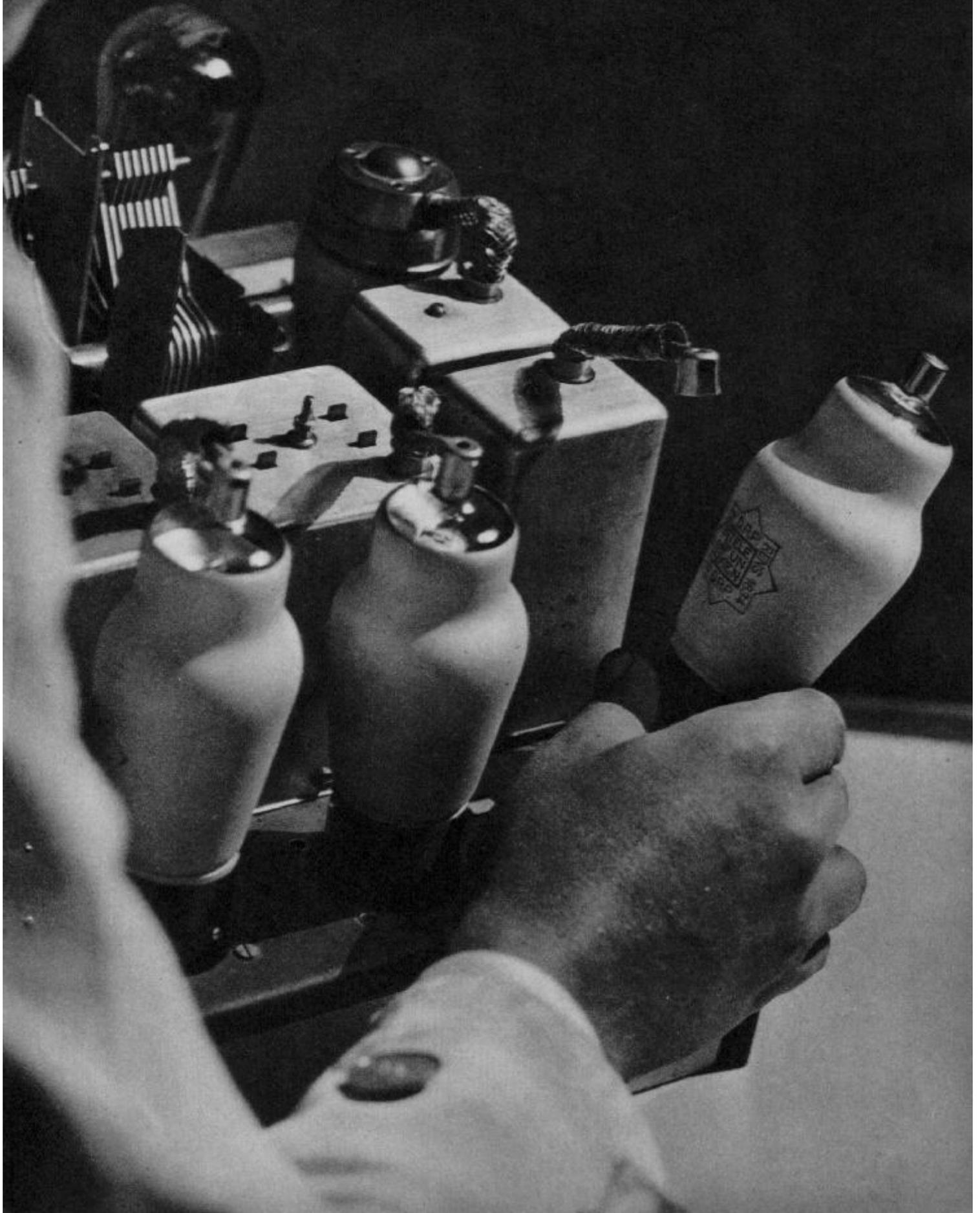
Abb. 112b System und Sockel einer starken Endpenthode

**Restlose Abschirmung ist Grund-  
bedingung!**

Telefunken verwendet für den oberen  
Gitteranschluß an Hexoden derartige  
über die Kolbeneinschnürung fassende  
Aufsteckklappen



Viele der deutschen Hochleistungsempfänger sind Kinder  
der neuen Hexoden



Da man nun schon bei der Hexode war, baute man auch noch einen zweiten Typ auf, der speziell für Superhets geeignet ist. Es ist die sogenannte *Mischhexode* (Abb. 110a) für die „Mischstufe“, die bei jedem Superhet notwendig ist. Sie wird hier zur Erzeugung der Hilfschwingung einerseits und zur Mischung der Empfangsschwingung mit der Hilfschwingung andererseits verwendet. Dabei entstehen wesentliche Vorteile in bezug auf die Betriebssicherheit und Oberwellenfreiheit eines Superhets.

#### Die Endpentoden (Abb. 112a und b)

Über die neuen Endpentoden mit 9 Watt Verlustleistung brauchen wir nicht viel zu sagen; denn sie stellen eine Weiterentwicklung der normalen Endpentoden dar, und zwar nach der Richtung, daß eben eine größere Sprechleistung der Endröhre entnommen werden kann, wobei die hierfür notwendige Gitterwechselspannung nicht in dem Maße anzuwachsen braucht, wie die Sprechleistung selbst steigt. Man könnte also sagen: Die neuen Endpentoden zeichnen sich einerseits durch eine größere Endleistung aus und andererseits durch eine höhere Verstärkung, beides für den Empfänger bauenden Ingenieur schon seit langer Zeit gewünschte Eigenschaften einer modernen Endröhre für große Empfänger.

#### Die Bifilarkathode (Abb. 113a und b)

Ganz allgemein hat sich in dem letzten Jahr die Notwendigkeit herausgestellt, die Röhrenfäden der indirekt geheizten Röhren dahin zu verbessern, daß die eigentliche Kathode und der zur Erwärmung dienende Heizfaden ihre Lage gegeneinander nicht mehr verändern können. Alle neuen Röhren sind deshalb mit einem neuen Kathodenaufbau ausgerüstet, über den uns Abb. 113b im Vergleich mit Abb. 113a Aufschluß gibt. In Abb. 113a ist die gewöhnliche Kathode einer indirekt geheizten Röhre gezeichnet, in Abb. 113b die neue „Bifilarkathode“, wie man sie kurz nennt. Es handelt sich hier um eine aus den Betriebserfahrungen hervorgegangene Neuerung des Heizfadens, die für die Brummfreiheit der mit den neuen Röhren ausgestatteten Empfänger von ganz wesentlicher Bedeutung ist. Röhren mit Bifilarkathoden (z. B. „Goldene Serie“ oder „Bi“!) können bei gleichem Röhrentyp mit Vorteil auch in älteren Empfängern verwendet werden, weil sie eben zuverlässiger arbeiten; man kann aber die oben beschriebenen Spezialröhren nicht in älteren Empfängern verwenden, weil hierzu auch Spezialschaltungen notwendig sind.

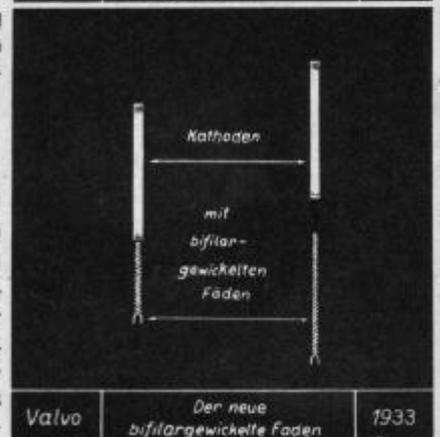
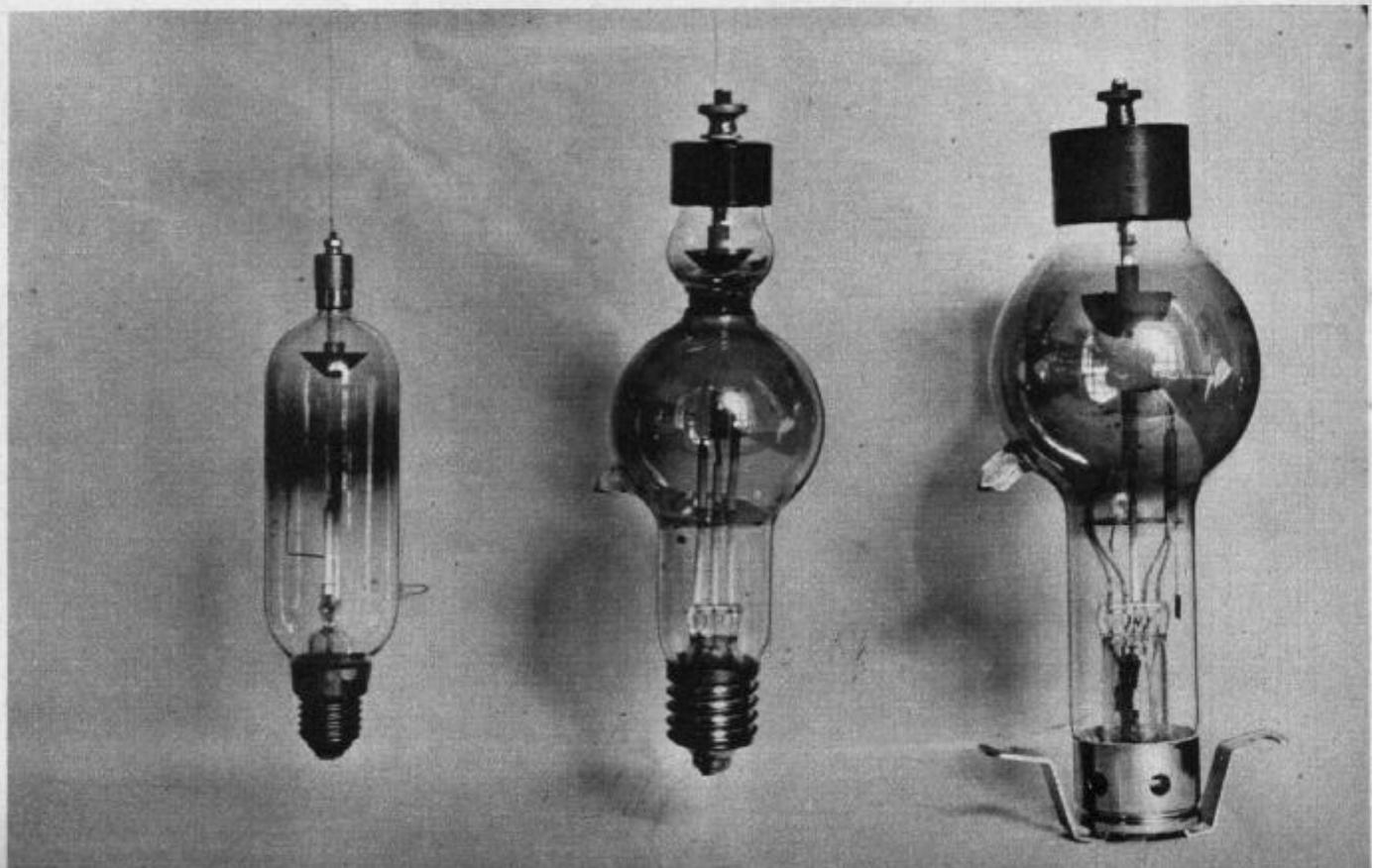
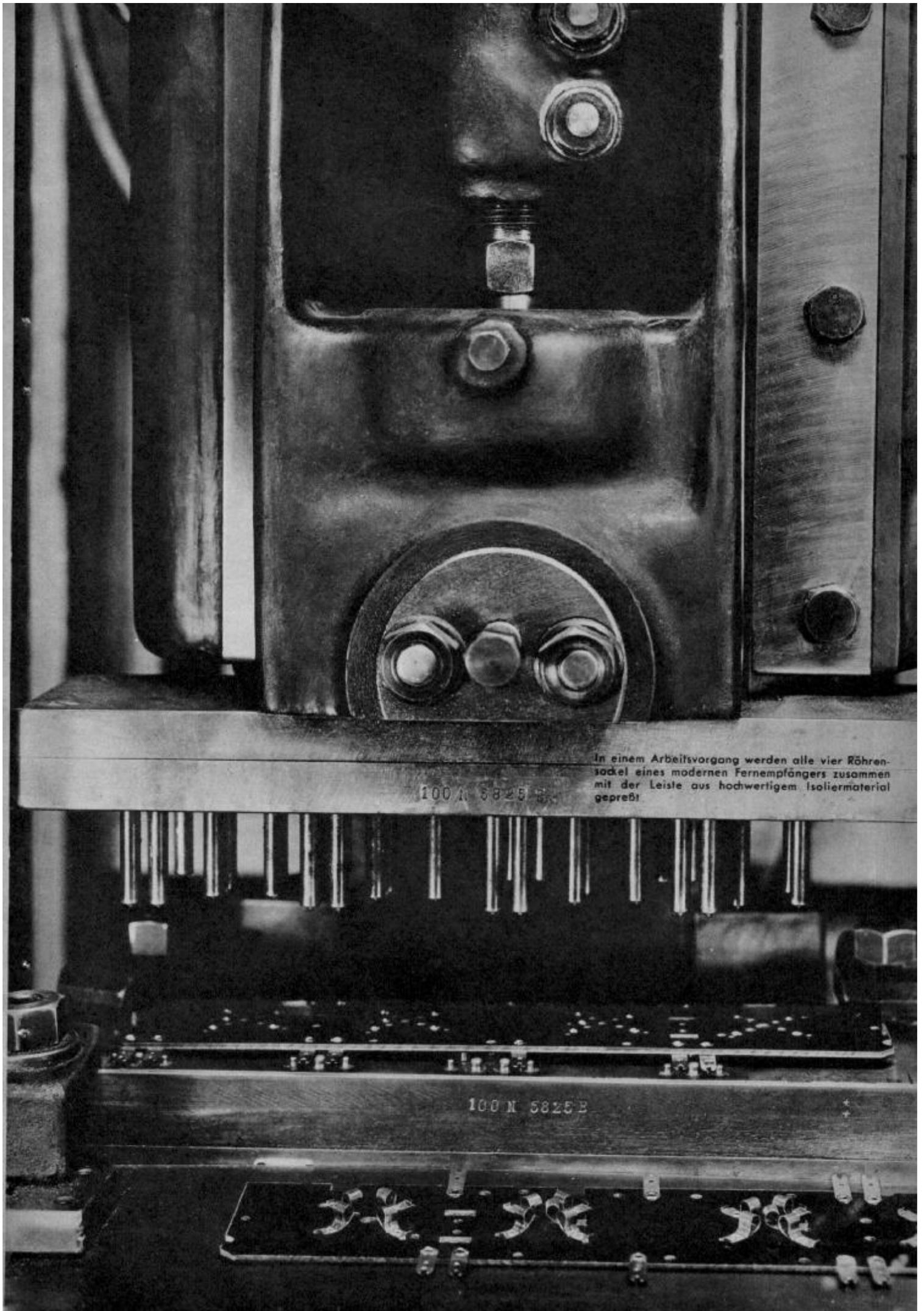


Abb. 113a—b Gewöhnliche und bifilargewickelte Kathoden

Moderne Röhren für Spezialzwecke





In einem Arbeitsvorgang werden alle vier Röhrensockel eines modernen Fernempfängers zusammen mit der Leiste aus hochwertigem Isoliermaterial gepreßt

100 N 5825 B

100 N 5825 B

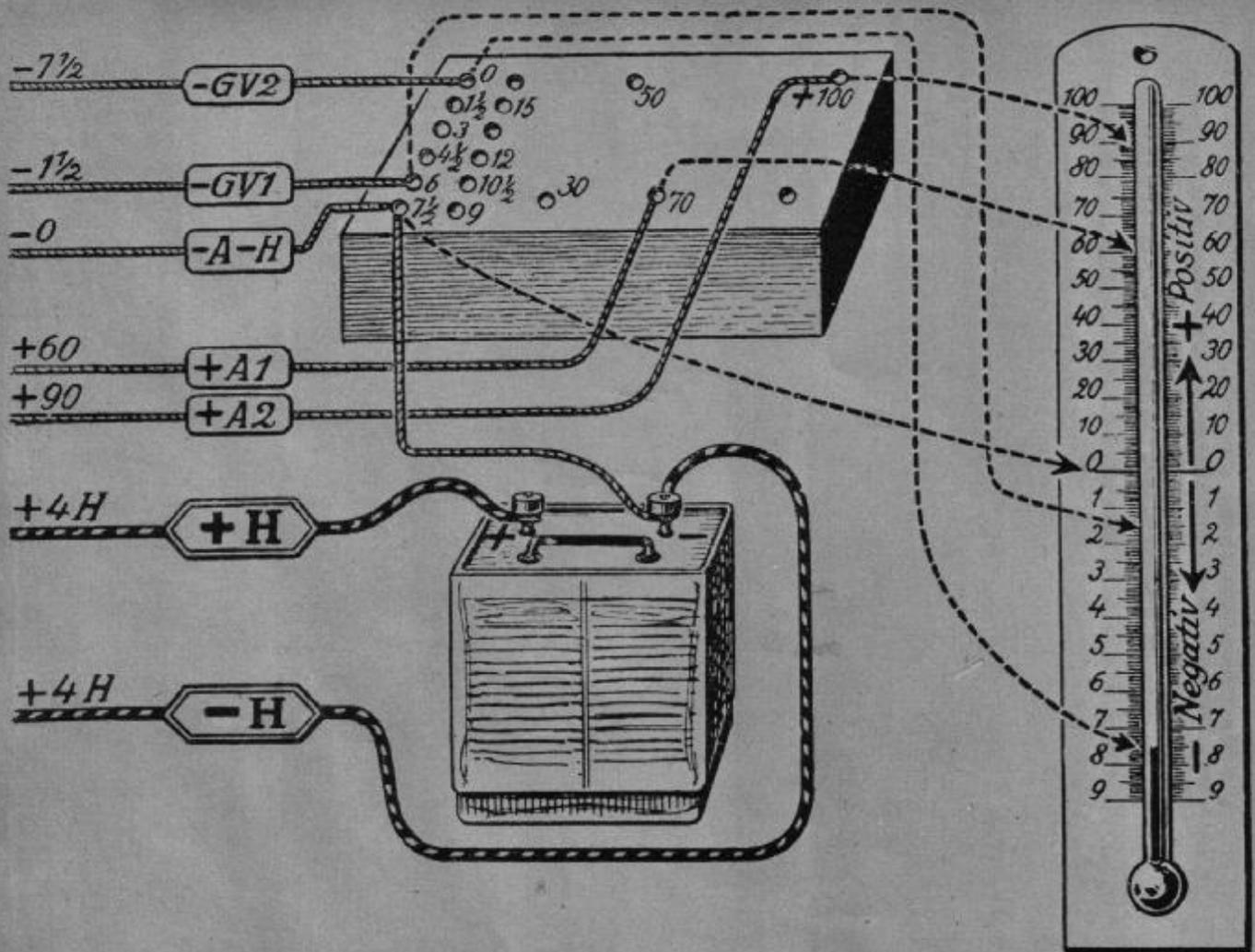


Abb. 114 So wird die Anodenbatterie richtig angeschlossen, damit man möglichst billig hören kann!

### III.

## UNSERE STROMQUELLEN

### Akkumulator und Anodenbatterie

Früher wurden alle Radioapparate mit Akkumulator und Anodenbatterie betrieben. Heute marschieren Batterie- und Netzbetrieb nebeneinander. Vielfach ist die Meinung verbreitet, daß das Hören mit Batterie teuer sei als das aus dem Netz. Wir wollen der Frage der Stromkosten bei dem Kapitel Anodenbatterie und Akkumulator besonders nachgehen.

Buhmanns haben einen Dreiröhrenapparat (Abb. 114) mit zwei RE 034, einer RE 134, dazu eine Anodenbatterie von 100 Volt. Natürlich kaufen B.'s nur eine Marken-anodenbatterie, bei der man Garantie für eine bestimmte Leistung hat! (Denn der Mann ist Eisenbahner, und die haben da eine NSBO, in der eine Radiogruppe ist!) Eine solche Batterie hat eine Betriebskapazität von etwa 2 1/2 Amp.-Stunden. Natürlich kann der Leser mit dieser Angabe ebensowenig etwas anfangen, wie z. B. mit der Matrizenrechnung. Aber man hat auf dem Prüfstand bei allen Markenbatterien die in Wirklichkeit vorkommende Entladung genau nachgebildet und dabei Werte ermittelt für die Lebensdauer einer Anodenbatterie, die mit großer Sicherheit in der Praxis zutreffen. Bei B.'s Apparat wird man mit einer Gesamtstromstärke von 5 Milliampere rechnen können und infolgedessen für die Entladung bis auf 60% der Nennspannung (weiter kann man nicht entladen) 400 Stunden herausbekommen. Wenn nun die Apparatur täglich

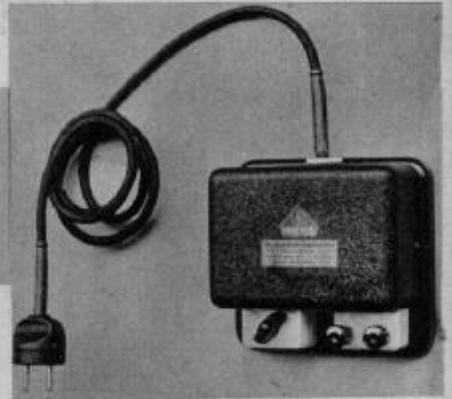


Abb. 115 Trockengleichrichter zum Akkumulatorladen bei Wechselstromnetzen, geschlossen

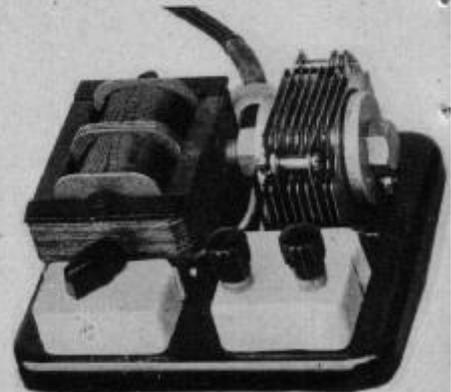


Abb. 115a Der Apparat geöffnet

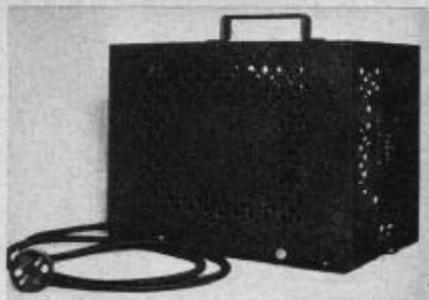


Abb. 116 Großes Ladegerät mit Gleichrichterröhren, geschlossen

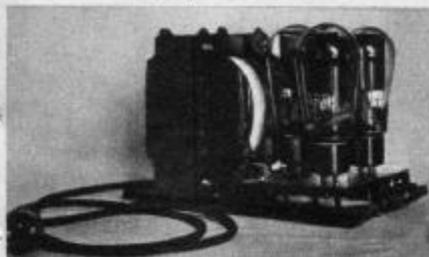


Abb. 116a Dasselbe Gerät geöffnet

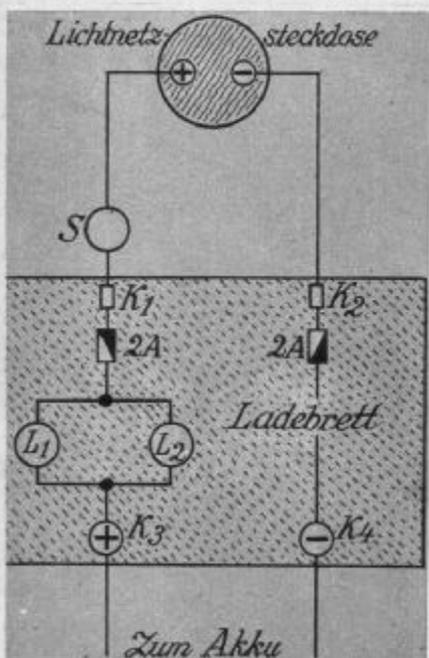
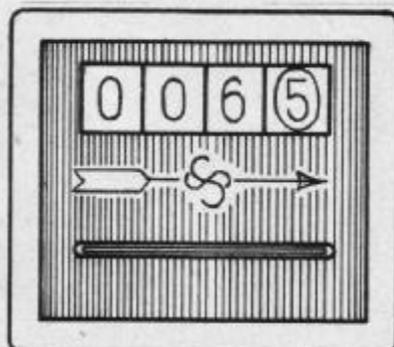


Abb. 117 Einfachste Ladeeinrichtung bei Gleichstromlichtnetzen



**KILOWATTSTUNDEN**  
Wechselstromzähler MOD. W5.N<sup>o</sup>8948631  
1 Kilowattstunde 6000 Ankerumdrehungen.  
220 Volt 3 Amp. 50 Per.  
Eigentum der Berliner  
Städt. Elektrizitäts-Werke Berlin. N<sup>o</sup> 254690

Abb. 118 Der Lichtnetzzähler in unserer Wohnung ist die zuverlässigste Auskunftsstelle über Stromart und -spannung

4 Stunden Musik macht, dann kann man mindestens 100 Tage Radio hören. Die 100-Volt-Batterie kostet RM 10,50, also kostet die Betriebsstunde  $10,50 : 400 = \text{rd. } 2,6 \text{ Pfg.}$  Nach hundert Tagen ist jeweils die neue Ausgabe von RM 10,50 fällig, bei vierstündigem Betrieb gibt man also 10 Pfg. täglich für Radio aus.

Herr Krähahn ist Dirigent im Mandolinenklub „Treue Seele“. Er ist sehr musikalisch und hat kürzlich von seinem Schwager in Breslau gehört, daß man bei einem Vierröhrenapparat viel höhere Spannung nehmen muß als 100 Volt. Der Radiohändler in Namslau bestätigt ihm dies, weil der nämlich lieber eine 120-Volt-Anodenbatterie verkaufen will, da er daran mehr verdient als an einer mit 100 Volt. Dieser erzescheitete Herr K. kauft aber gleich eine 150-Volt-Batterie. Wir wissen, daß er einen Vierröhrenapparat hat, welcher folgende Anodenströme bei 150 Volt verbraucht: Für Röhre I und II je 3 Milliampere, Röhre III 1 Milliampere, Röhre IV 13 Milliampere. Zusammen frißt der Apparat also dauernd 20 Milliampere Strom.

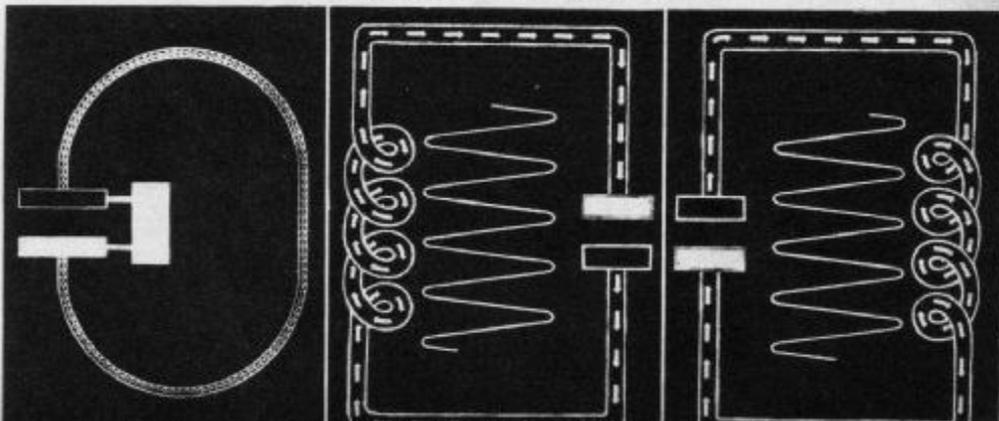
Natürlich wird K. mit seinen 150 Volt zunächst sehr viel lauter hören als die Konkurrenz, die mit 100 Volt fährt. Aber wenn er nach vierzehn Tagen ein allmähliches Nachlassen des Empfangs merkt und nach drei Wochen der Traum aus ist, weil die Anodenbatterie nur noch 60 Volt anzeigt, dann wird er erst merken, daß nicht alle guten Ratschläge aus Breslau von den besten Eltern sind. Wir wollen hier mal nachrechnen, wieviel die Betriebsstunde gekostet hat: Bei 20 Milliampere Entladung gibt die Normal-Anodenbatterie höchstensfalls 1,5 Betriebsampere-Stunden Kapazität und hält  $1500 : 20 = 75$  Betriebsstunden aus. Die Batterie reicht unter diesen Umständen kaum 20 Tage. Da aber die 150-Volt-Anode RM 15,75 kostete und nur 75 Betriebsstunden aushielt, zahlte K. für eine Stunde Radiohören 21 Pfg. Da kann man wirklich sagen: „Teure“ Lieder!

Sehr viel gescheiter hat es Herr Riebold angefangen. Der will auch mit 150 Volt fahren, sozusagen „erster Klasse“. Er hat einen Vierröhrenempfänger und benutzt in der Endstufe nicht die 134er Type, sondern die RE 114 oder Valvo L 410. Er braucht im ganzen 15 Milliampere Anodenstrom und hat sich eine Hochleistungsbatterie angeschafft, welche zwar statt RM 15,75 bei 150 Volt RM 22,50 kostet, dafür aber 225 Betriebsstunden bei dieser Entladung aushält. Herr R. ist weniger radiowütig und hört nur  $2\frac{1}{2}$ —3 Stunden pro Tag, reicht also mit seiner Batterie 80 Tage. Die Betriebsstunde kostet ihn laut Rechnung gerade 10 Pfennig, und er hat trotzdem die gleich vollendete Musik wie der arme Herr K., der über das Doppelte für die Betriebsstunde bezahlen muß. —

Ein Muster an Intelligenz aber ist Frau Schmiedecke. (Soll bei Frauen öfter vorkommen.) Sie sagt sich: „Laß die Leute reden, was sie wollen! Ich komme mit einer 100-Volt-Anodenbatterie aus und denke gar nicht daran, mir jemals eine 120-Volt- oder stärkere Batterie anzuschaffen!“ Aber die RE 134 mit ihren 12 Milliampere Stromverbrauch bei 100 Volt wird ihr zu teuer im Betrieb, weshalb sie zur RE 114 (Valvo L 410) übergeht. So kommt sie mit 10 Milliampere Gesamtverbrauch aus und gibt für eine Hochleistungsbatterie von 100 Volt 15,75 RM. Dafür hat sie 300 Betriebsstunden eingehandelt, so daß die Stunde nur  $5\frac{1}{2}$  Pfg. kostet, also ganz wenig mehr als bei unserem Herrn Buhmann. Die Betriebskostenrechnung wird noch um ein Viertel günstiger ausfallen, wenn wir an Stelle der besonders hochwertigen Markenanode jeweils die etwas weniger vollkommene Anodenbatterie mittlerer Preislage von Markenfabriken einsetzen — oder eine der neuen Anodenstromsparschaltungen wählen, wie sie im Batterie-Volkempfänger verwirklicht worden ist. Ganz anders — und viel viel günstiger schaut die

Abb. 119 Gleichstromkreis; der Strom und die Spannung haben immer eine und dieselbe Richtung

Abb. 119a Strom und Spannung wechseln bei Wechsel- oder Drehstrom in der Sekunde 100mal Richtung und Stärke. Links: erste Stromphase, Aufladung der oberen, rechts: zweite Phase, Aufladung der unteren Platte.



# WAS HEISST LICHTNETZEMPFANG?

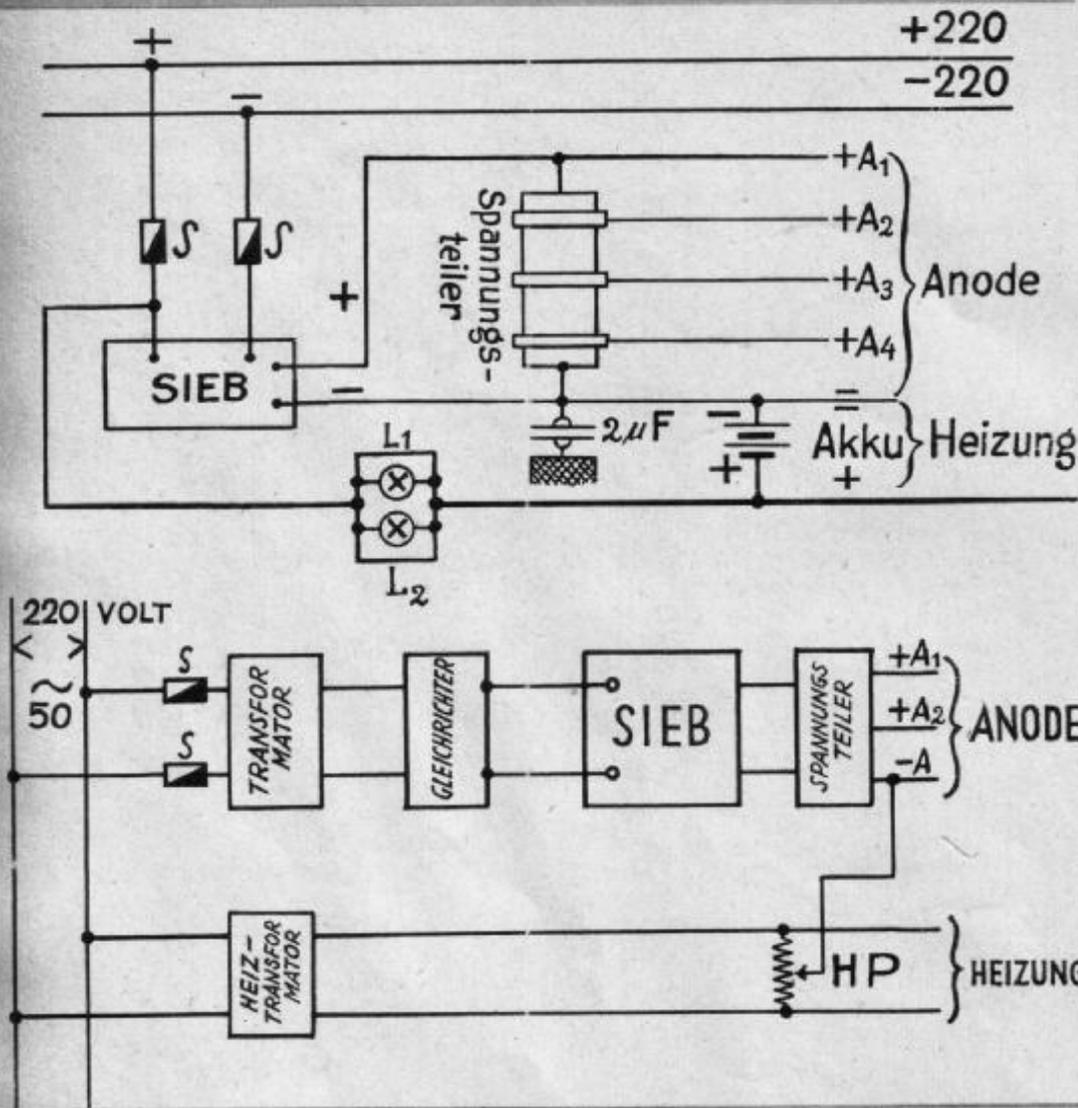


Abb. 120 Netzteil des Empfängers, schematisch. Oben Gleichstrom-, unten Wechselstromnetzteil

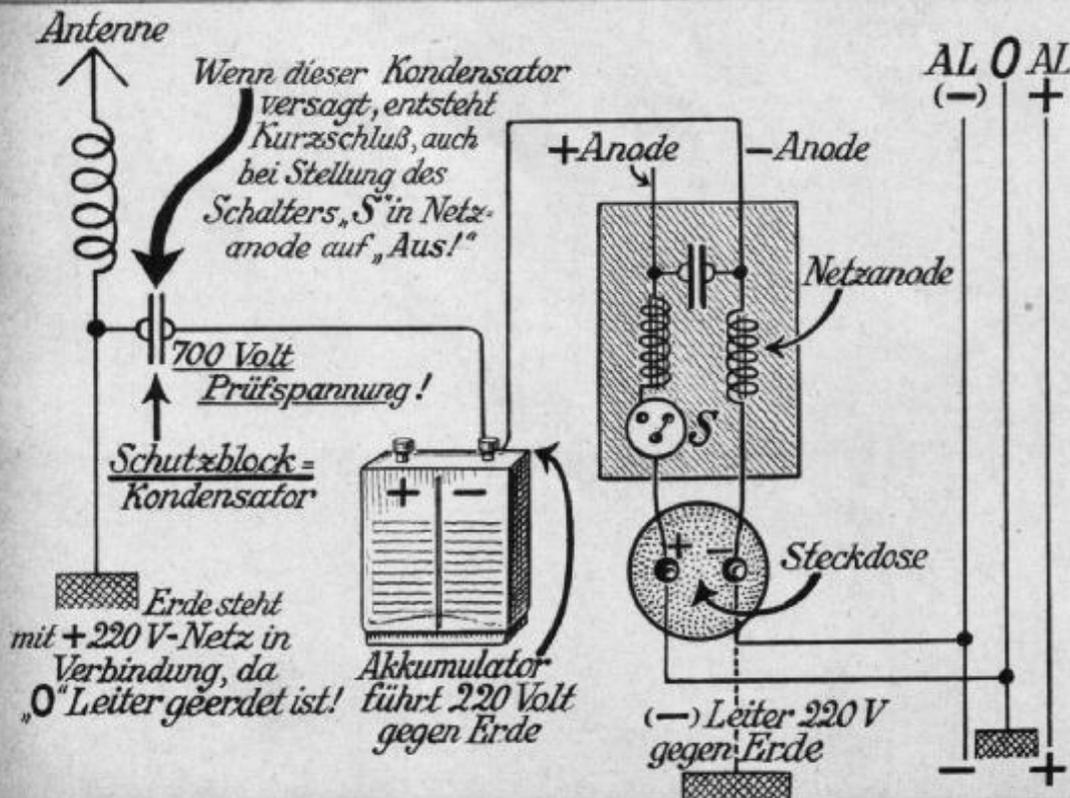


Abb. 121 Gemischter Betrieb; Akkumulator zur Heizung und Gleichstrom über Netzanode als Anodenstromquelle

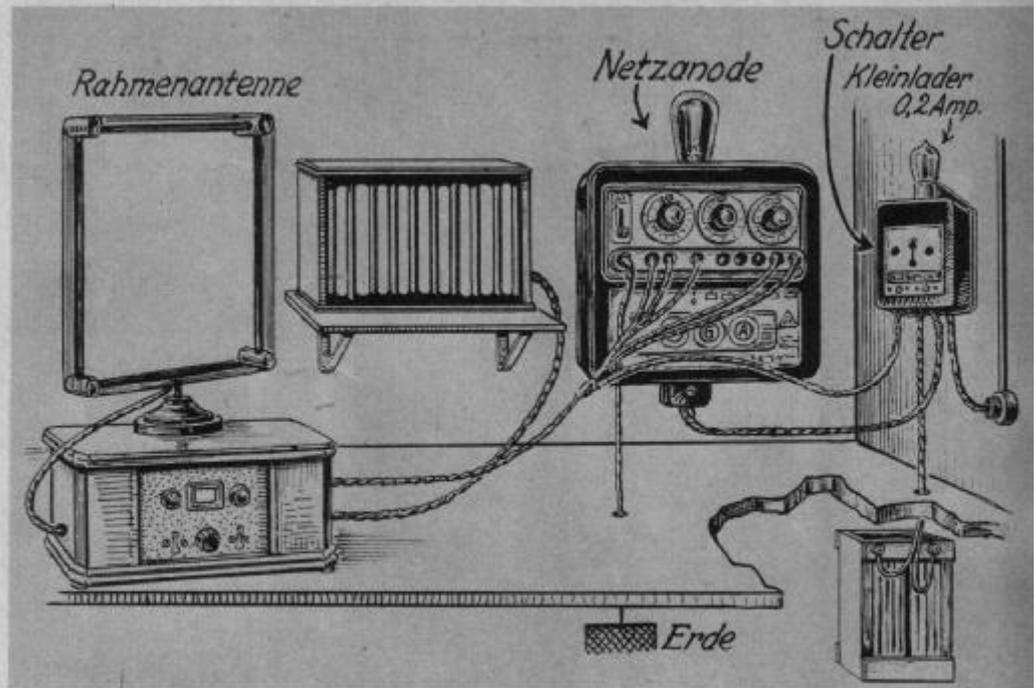


Abb. 122 Älterer Rahmenempfänger mit Netzanode, Akku und Kleinlater: nachträglich „elektrisiert“ Betrieb einer älteren Batterieempfangsanlage bei Wechselstromlichtnetzen (Die Richtwirkung der Rahmenantenne geht hierdurch verloren!)

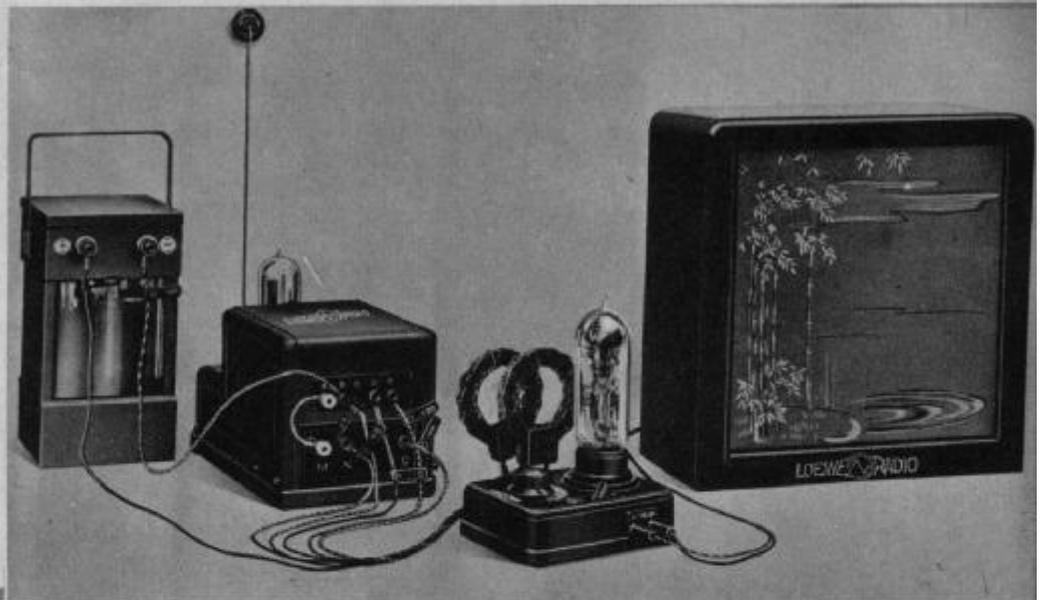


Abb. 123 Betrieb mit Akkumulator und Netzanode bei einer der ersten Empfangsanlagen für Batteriestrom: Links der Akkumulator, daneben die „Netzanode“ für Wechselstrom



Abb. 124 Netzanode mit eingebauten Siebgliedern für Wechselstrom

Betriebskostenfrage aus bei Verwendung der neuen „B“-Röhren. Hier kommt man beim Vierröhren-Batterie-Superhet auf 2 Pfennig stündlicher Betriebskosten mit der 120-Volt-Pertrix-Normal-Batterie! Der Witz liegt dabei an der „B“ (Gegentakt!)-Endröhre, die überhaupt nur dann Strom aus der Anodenbatterie frisst, wenn der Sender spricht — und immer nur gerade so viel Anodenstrom entnimmt, wie der tatsächlichen Lautstärke entspricht.

Der sparsame Stromverbrauch der neuen 2-Volt-Batterieröhren wird dem Batterieempfänger in der nächsten Zeit einen ganz großen Auftrieb geben. Denn damit ist der Batteriebetrieb des Empfängers nicht nur mindestens so billig wie der Netzbetrieb, sondern auch ebenso schön!

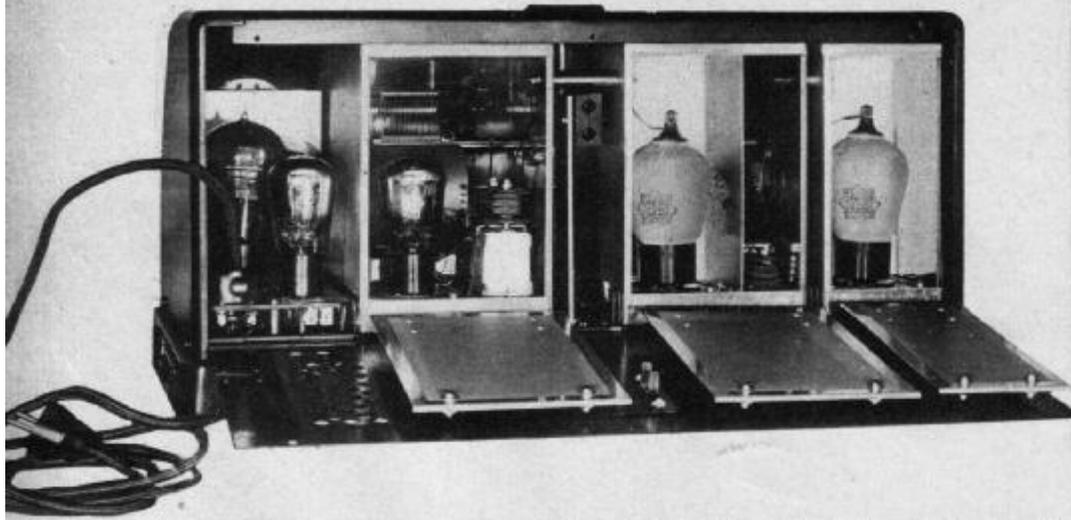


Abb. 126 Der Netzteil (links) ist abgeschirmt und mit der Endstufe kombiniert für sich abtrennt. Wechselstromempfänger älterer Bauart!

### Ladung und Behandlung des Akkumulators

Der Akkumulator ist nicht nur bei Reiseempfängern und batteriebetriebenen Geräten die allgemein verwendete Stromquelle zur Heizung der Röhren, sondern er wird meist auch bei halbnetzbetriebenen Anlagen gern und mit bestem Erfolg zur Röhrenheizung beibehalten. Mancher Radiofreund wird von seinem Händler vor der Benutzung des Akkumulators ganz zu Unrecht gewarnt, weil angeblich Wartung und Bedienung schwierig sind, Aber das ist nicht wahr! Es gibt zwei wichtige Gründe, die die Liebe zum Akkumulator als Heizungsquelle festigen können: a) bei wichtigen kommerziellen Empfangsstationen wird ausschließlich mit Akkumulatorenheizung gearbeitet; b) die Gleichstromröhren haben eine besonders große Lebensdauer und sind billig. Schließlich käme noch der Gesichtspunkt der Störungsfreiheit bei Akkumulatorheizung in Betracht, der heute noch viel zu wenig Berücksichtigung findet.

„Aber“, werden Sie sagen, „was kostet das und wie umständlich ist es!“ Ein Hörer schrieb an den Funkwart: „Warum muß ich für die Akkumulatorladung 1,60 Mark bezahlen und jede Woche einmal laden lassen?“ — Der Mann wird von seinem Installateur, wie das Volk treffend sagt, gerupft. Die Rundfunkakkumulatoren, die gewöhnlich eine Kapazität von 24 Ampere-Stunden haben, verbrauchen zur vollen Ladung etwa 20 Ampere-Stunden. Wenn wir eine Ladespannung von 6 Volt annehmen, so würden für die Ladung 120 Wattstunden draufgehen. Angenommen, die Ladestation wäre unwirtschaftlich gebaut, so daß sie nur mit zwei Drittel Nutzeffekt arbeitet, dann brauchte man zum Laden eines Akkumulators  $\frac{1}{3}$  Kilowattstunde. Wenn wir sie zu 50 Pfg. rechnen, wären die effektiven Stromkosten 10 Pfg., so daß selbst bei einem Ladepreis von 60 Pfg. für auswärtige Ladung immer noch 50 Pfg. für Wartung und Pflege übrigbleiben müssen. 1,60 Mark ist zu hoch bezahlt, wenn nicht noch andere Leistungen hinzukommen, z. B. Gestellung eines Leihakkus, Abholung, Nachfüllen des Akkus mit destilliertem Wasser, Reinigen der Polklemmen und ähnliches, was häufig einfach ohne Spezifizierung mit in den Ladepreis eingerechnet wird.

Weniger günstig liegen die Verhältnisse bei Gleichstrom, wenn nicht ein Umformer vorhanden ist. Hier würden die effektiven Stromkosten für die Ladung etwa das Doppelte betragen, so daß also ein etwas höherer Preis für die Akkumulatorenladung berechtigt erscheint, vielleicht statt 60 Pfg. 80 Pfg.

### Laden bei Wechselstrom (Abb. 115 und 116)

Wir kaufen uns einen kleinen Ladegleichrichter, wobei wir weiter nichts anzugeben brauchen als die Netzspannung (da ja die Akkumulatorspannung für Rundfunkakkumulatoren immer vier oder neuestens 2 Volt ist). Ein solcher Gleichrichter, den verschiedene deutsche Firmen bauen, kostet etwa 20 RM. Jede Nacht, wenn wir am Tag zuvor empfangen haben, wird der Akkumulator daran angeschlossen und am nächsten Tage wieder abge-

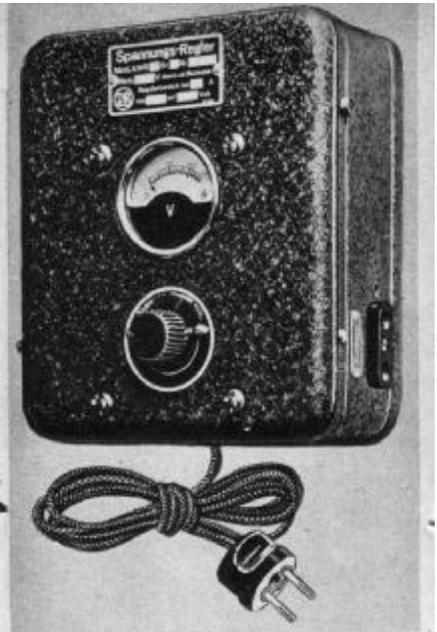


Abb. 125 Netzspannungsregler als Vorschaltglied bei sehr schwankenden Lichtnetzspannungen zum Schutze des Apparates und zur Vermeidung von Störungen



Abb. 127 Vorschaltgleichrichter zum Betrieb eines Gleichstromempfängers am Wechselstromnetz



Abb. 128 Warum muß der Netzanschlußteil gut abgeschirmt sein? Weil, wie das Bild zeigt, der Lichtnetzstrom im Netzanschlußteil Magnetfelder erzeugt, welche die Hochfrequenzteile des Empfängers empfindlich stören könnten, so daß wüstes Brummen aus dem Lautsprecher käme: Brummen läßt meist auf Fehler im Netzteil des Gerätes schließen



3fach Stecker

Dreifachkupplungsstecker für die Netzsteckdose, an die unser Radioapparat zusammen mit einem anderen Stromverbraucher angeschlossen werden soll

nommen. Da der Stromverbrauch des Laders maximal 10 Watt ist, kostet eine zehnstündige Ladung bei 25 Pfg. pro Kilowatt  $3\frac{1}{2}$  Pfg. Im übrigen braucht man nur alle halbe Jahre einmal nachzusehen, ob die Säure den oberen Plattenrand noch bedeckt, und, wenn dies nicht der Fall ist, etwas destilliertes Wasser nachzufüllen.

Aber man kann es noch viel einfacher machen: Wer heute einen Akkumulator neu anschafft, kauft einen sogenannten Tröpfellader, der während der Betriebspausen dauernd mit dem Lichtnetz verbunden ist. Dann sieht die ganze Schaltung des Geräts so aus, wie Abb. 122 zeigt. Man braucht nun nichts weiter zu tun, als einzuschalten — genau wie beim Netzempfänger. Der Stecker bleibt dauernd in der Lichtnetzsteckdose. Dann ladet der Akkumulator mit ganz schwachem Strom während der Betriebspausen dauernd so viel nach, wie Strom verbraucht ist.

Aber was kostet das? Der Netzstromverbrauch des hier eingebauten Tröpfelladers beträgt etwa 5 Watt, also ungefähr soviel, wie der Anlaufstrom des Zählers verbraucht, und bei 35 Pfg. würde die Ladung pro Tag — wenn man die Betriebsstunden abrechnet — noch nicht 3 Pfg. kosten! Die neuen 2-Volt-Batterieröhren haben dem Akkumulator als Heizstromquelle ein weites Anwendungsgebiet erschlossen. Wer einige Wochen Netz- und Akkubetrieb am gleichen Empfangsort vergleicht, der wird bestimmt zu einem der neuen Batterieempfänger mit Batteriepentoden und „B“-Endstufe greifen — — —, denn sich mit seinem Akku auf „du und du“ zu stellen, erfordert wahrlich keine technischen Kenntnisse und macht — einmal eingerechnet — auch im Betrieb keinerlei Umstände mehr!



Im Bild rechts der voll geschirmte Netzteil für Wechselstrom bei einem modernen Empfänger

Laden bei Gleichstrom (Abb. 117)

Weniger rentabel ist das Heimladen des Akkumulators bei Gleichstrom. Wenn man zwei Akkumulatoren hat und mit Hilfe eines sogenannten „Ladestöpsels“ den Verbrauchsstrom im Haushalt mit zur Ladung heranzieht, koste sie freilich gar nichts. Aber das erfordert einiges Geschick und ist nicht jedermanns Sache, wengleich es nach einmaliger richtiger Einrichtung immer störungsfrei funktioniert.

Will man aber z. B. jede Woche einmal die Nacht über den Akkumulator aus dem Netz aufladen, so benutzt man eine Einrichtung, die in Abb. 117 dargestellt ist: Von der Lichtsteckdose geht man über einen Ausschalter (irgendeinen Druckknopfschalter) zu zwei Klemmen K1 und K2 auf dem Ladebrett, welche zu zwei Lamellensicherungen für je 2 Ampere führen. In einen Leitungszweig sind nun zwei Lampenfassungen eingeschaltet — L1 und L2 —, von hier aus geht die Leitung zu den beiden Niederspannungsklemmen K3 und K4, an die der Akkumulator, und zwar Plus mit Plus und Minus mit Minus, angeschlossen wird. Die Prüfung des Lichtnetzes auf Polung macht man mit Polreagenzpapier oder Wasser, wobei der negative Pol im Wasser Perlen entwickelt. Man käme natürlich schon mit einer Lampe aus, aber mit zwei kann man doppelt so schnell laden, wobei freilich zu berücksichtigen ist, daß öfteres Laden mit geringer Stromstärke besser ist als seltenes Laden mit hoher Stromstärke.

Damit wir nun wissen, mit welcher Stromstärke der Akkumulator geladen wird, entnehmen wir den Stromverbrauch der eingeschalteten Glühlampe aus der nachstehenden Tabelle.

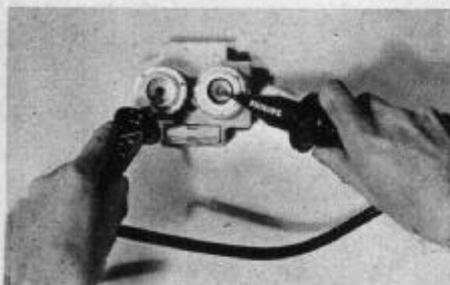
I. Kohlefadenlampen

|          |           |           |
|----------|-----------|-----------|
| 110 Volt | 16 Kerzen | 0,96 Amp. |
| „ „      | 25 „      | 0,72 „    |
| „ „      | 32 „      | 0,90 „    |
| „ „      | 50 „      | 1,40 „    |
| 220 „    | 16 „      | 0,27 „    |
| „ „      | 25 „      | 0,41 „    |
| „ „      | 32 „      | 0,49 „    |
| „ „      | 50 „      | 0,75 „    |

II. Nitralampen

|         |          |            |
|---------|----------|------------|
| 25 Watt | 110 Volt | 0,227 Amp. |
| 40 „    | „ „      | 0,364 „    |
| 60 „    | „ „      | 0,545 „    |
| 75 „    | „ „      | 0,680 „    |
| 40 „    | 220 „    | 0,182 „    |
| 60 „    | „ „      | 0,273 „    |
| 75 „    | „ „      | 0,341 „    |
| 100 „   | „ „      | 0,455 „    |

Zwei 16kerzige Kohlefadenlampen brauchen z. B. bei 220 Volt  $2 \times 0,27 = 0,54$  Ampere oder rund  $\frac{1}{2}$  Ampere. Wenn wir 10 Ampere-Stunden in unseren Akkumulator hineinpumpen wollen, dauert eine solche Ladung 20 Stunden und kostet den Preis von rund 2 Kilowattstunden Lichtstrom. Gute Bastler machen auch bei Gleichstromlichtnetzen ihr Ladebrett etwas komplizierter, als es hier gezeichnet ist, und bauen einen doppelpoligen Umschalter ein, wobei sie mit einer Glühlampe geringen Stromverbrauchs nach der oben beschriebenen Tröpfelladungsmethode arbeiten und während der ganzen Empfangspausen den Akkumulator mit dem Netz verbunden lassen.



Unser Lichtnetz als Prüfstromquelle



Schon früher wurde der Netzteil (rechts) abgeschirmt und ängstlich vom übrigen Teil des Apparates getrennt

Akkumulatoren, bei denen eine Ladung nur eine Woche lang vorhält, sind, wenn die Ladung richtig besorgt war, sicherlich irgendwie krank. Wenn beim seitlichen Durchsehen durch die Glaszellen die Platten stark gekrümmt erscheinen, aber sich noch nicht berühren, kann man durch kräftige Aufladung den Akkumulator wieder heilen. Wenn aber die Platten so weit verbogen sind, daß sie sich gegenseitig berühren, dann sagt man: Der Akkumulator hat Kurzschluß. Eine Reparatur erscheint bei den heutigen Preisen für Rundfunkakkumulatoren zwecklos.

Wenn man bei Akkumulatorheizung zur Betriebskostenberechnung neben den oben angeführten Ladungskosten auch die lange Lebensdauer und den billigen Preis der Gleichstromröhren in Ansatz bringen sollte, so muß umgekehrt bei Lichtnetzempfängern zu den Stromverbrauchskosten noch die im allgemeinen (und ganz besonders bei unruhigen Netzen) etwas kürzere Lebensdauer der wechselstromgeheizten Röhren und der fast doppelt so hohe Preis mit hinzugezählt werden. Während also die Gesamtbetriebskosten bei Akkumulatorheizung durch diesen Ansatz niedriger zu veranschlagen wären, so steigen sie bei Netzbetrieb etwas an.

## Das Lichtnetz als Stromquelle für den Empfänger

### Der Netzbetrieb

#### Mittlerer Verbrauch von Netzempfängern

##### 1. Bei Wechselstrom

3-Röhren-Empfänger maximal 25 Watt  
4- " " " 45 "

##### 2. Bei Gleichstrom

3-Röhren-Empfänger maximal 35 Watt  
4- " " " 50 "

Bei diesen Angaben ist bereits berücksichtigt, daß eine kräftige Endröhre, etwa die RENS 1374 oder Valvo L 4150d, Verwendung findet, so daß der Stromverbrauch bei gewöhnlicher Endröhre etwas niedriger angesetzt werden darf.

Um von den Stromkosten auf die monatlichen Betriebskosten zu schließen, multipliziert man den Stromverbrauch mit der Betriebsstundenzahl und dem Kilowattstundenpreis, z. B. so:

1. 4-Röhren-Gleichstromempfänger mit kräftiger Endröhre, täglicher Betrieb 4 Stunden. Kilowattstundenpreis 50 Pfg.:  $0,50 \times 50 \times 4 \times 30 : 1000 = 3,-$  RM. Die Lichtrechnung darf also maximal bei diesem sehr viel Strom fressenden Empfänger für große Leistungen 3,- RM im Monat mehr betragen.

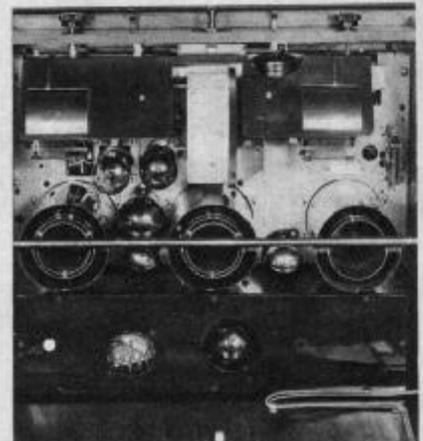
2. 3-Röhren-Wechselstromempfänger mit gewöhnlicher Endröhre, täglicher Betrieb 6 Stunden, Kilowattstundenpreis 35 Pfg. Der Empfänger erfordert monatlich mehr Lichtrechnung:  $0,35 \times 25 \times 6 \times 30 : 1000 = 1,58$  RM. Dabei ist es bei Wechselstrom gleichgültig, ob es sich um 110- oder 220-Volt-Netze handelt, denn wir zahlen ja lediglich die verbrauchten Kilowatt. Da unsere Angaben hoch genug eingesetzt sind, dürfte ein Mehrverbrauch an Strom wohl in keinem Fall vorkommen.

### Gleich- oder Wechselstrom? (Abb. 118 und 119)

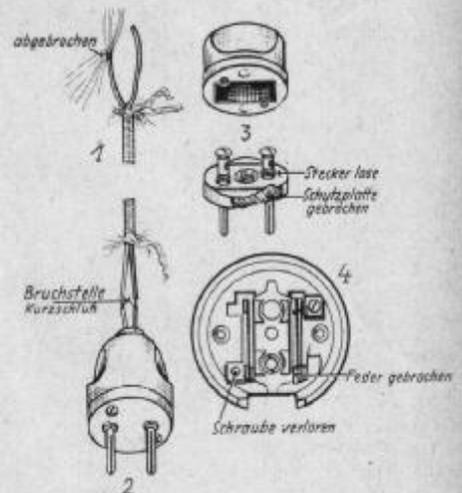
Der elektrische Zähler ist die Tür zur elektrischen Installation im Haushalt, die Sicherungen sind gleichsam die Schlösser zu dieser Tür. Der Zähler allein gibt uns Auskunft über Stromart und Spannung im Netz. Es ist wichtig, zu wissen, welcher Art der elektrische Strom im Haushalt ist. Warum überhaupt Gleich- oder Wechselstrom? Gleichstrom war vor fünfzig Jahren die einzige Elektrizitätsart. Viel später erst kam der Wechselstrom auf.

Schließt man einen Wechselstromempfänger an Gleichstrom an, dann nimmt er im Moment des Anschaltens an die falsche Stromart enorm viel Strom auf, und es brennt entweder die Sicherung durch oder gar der Transformator.

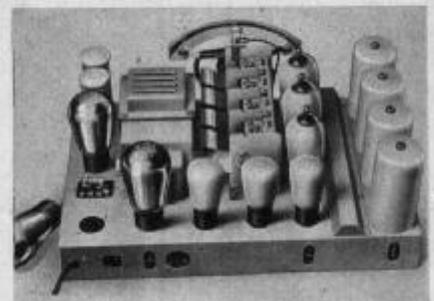
Wenn man einen Gleichstromempfänger an einem Wechselstromnetz betreiben will, dann kann man dies dadurch machen, daß man einen Gleichrichter vorschaltet. Aber leider läßt sich dies Prinzip nicht umkehren: **Ein Wechselstromempfänger kann niemals am Gleichstromnetz betrieben werden!** Vielleicht werden in absehbarer Zeit der sogenannten Wechselrichter (Ionenröhren) oder die mechanischen „Stromzerhacker“ billiger und in umfassender Weise auf den Markt gebracht



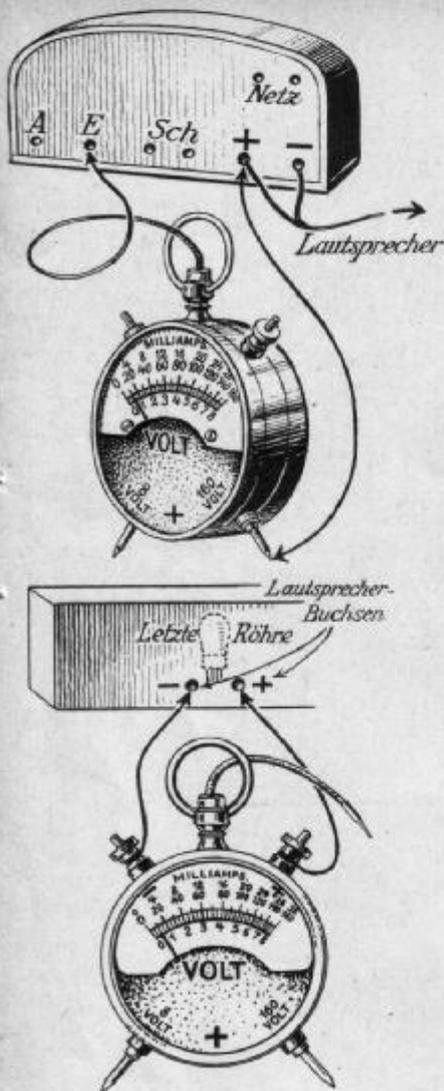
Hier liegt der Netzteil ebenfalls getrennt vom übrigen Apparat, und zwar für den Beschauer im unteren Viertel des Bildes



Fehler am Stecker, der Leitung und der Steckdose für unseren Radioapparat



Ganz hinten die beiden Elektrolyt-Siebcondensatoren, davor die Gleichrichterröhre, rechts davon Netztrafo und Siebdrossel unter der Abschirmhaube. Vor der Gleichrichterröhre die Umklemmvorrichtung für verschiedene Netzspannungen (Lange)



Wir basteln an unserem Rundfunkempfänger nur mit größter Vorsicht herum! Besonders an Lichtnetzempfängern, welche ja Spannungen von mehreren hundert Volt führen können! Messen der ungefähren Anodenspannung am eingeschalteten Lichtnetzempfänger: In die mit + gezeichnete Lautsprecherbuchse kommt zu dem Lautsprecherstecker auch noch der Pluspol des Gleichstromvoltmeters, dessen Minuspol in die Erdbuchse oder an das Chassis führt. Erst wenn die Meßverbindung fertiggestellt ist, schalten wir das Gerät ein; sonst bekommen wir einen bösen und unter Umständen lebensgefährlichen elektrischen Schlag. Das Voltmeter muß bis etwa 300 Volt reichen. Abweichend von der Zeichnung ist der Meßbereich von 160 Volt auf 320 Volt erweitert. Messen des Anodenstromes von einem Netzempfänger, besonders des Stromes der Endröhre, auf den es zur Vermeidung von „Übersteuerungsverzerrungen“ am meisten ankommt. Nachdem in die Lautsprecherbuchsen an Stelle des Lautsprechers das Gleichstrom-Milliamperemeter eingeschaltet worden ist, schalten wir den Apparat ein. Nun zeigt das Instrument den Anodenstrom der letzten Röhre, also der Lautsprecherröhre, an (Meßbereich des Instruments bis 50 Milliampere!). Er muß noch 75 % des aus der Röhrenliste ablesbaren „Soll“-Wertes betragen, sonst muß man die Röhre austauschen, weil sie bei Fortissimostellen von Musik und Sprache verzerrt. Haben wir den Ortssender eingestellt und messen so, daß Lautsprecher und Instrument hintereinander (in Reihe oder Serie) an die Lautsprecherbuchsen angeschlossen sind, dann kön-

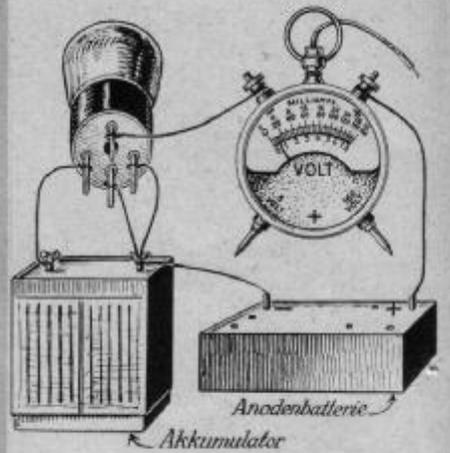
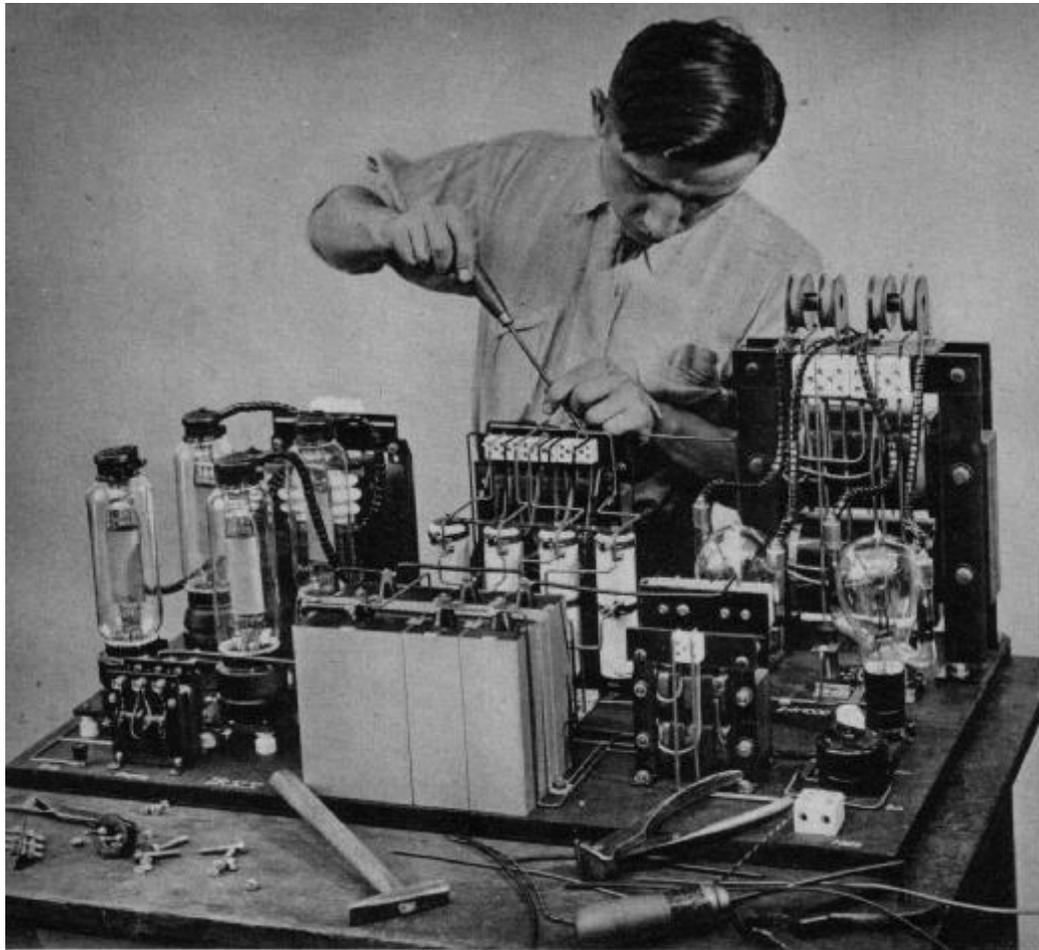
werden. Dann kann man allerdings durch Vorschalten eines derartigen Stromartwandlers“ einen Wechselstromempfänger auch am Gleichstromnetz betreiben. Heute ist es leider noch nicht soweit; denn ein guter Wandler ist unter 50—80 RM noch nicht zu haben (Kuhnke, Kiel).

#### Umspannung des Netzes

Wenn das Netz die gleiche Stromart behält und nur die Spannung geändert wird, z. B. von 110 auf 220 Volt, kann der Fachmann mit einem Griff das Gerät für die neue Spannung einstellen. Und zwar ebenso bei Gleichwie bei Wechselstrom. Wenn aber das Netz von Gleichstrom auf Wechselstrom umgestellt wird, dann kann man den Empfänger nicht ohne weiteres mit der neuen Stromart betreiben. Nach dem heutigen Stande der Technik und Wirtschaft empfehle ich folgendes Vorgehen bei Umschaltungen des Netzes: Hat man einen älteren Gleichstromkreis mit drei Röhren, so empfiehlt es sich, den Apparat wegzuerwerfen und einen modernen Wechselstromer zu kaufen. Besitzt man aber einen guten Zweikreis-Gleichstromapparat mit drei oder vier Röhren, so empfiehlt sich die Anschaffung eines Vorschaltgleichrichters, der ungefähr 50 bis 75 RM kostet. Je nach der Größe des Rundfunkempfängers muß er ja verschieden große Leistungen abgeben! Es gibt diese Umformer oder Vorschaltgleichrichter (Abb. 127), wie sie marktgängig heißen, für jeden Apparat passend. Unsere Versuche mit derartigen Gleichrichtern an Gleichstromempfängern mit direkt geheizten und mit indirekt geheizten Gleichstromröhren haben bisher stets ausgezeichnete Ergebnisse gezeigt. Hat man einen großen Gleichstromempfänger mit indirekt geheizten Röhren oder einen kleinen mit indirekt geheizten Röhren, bei welchen von vornherein die Umbaumöglichkeit vorgesehen ist, dann — aber nur dann — lasse man das Gerät umbauen. Man muß sich jedoch vor Vergebung des Auftrages eine Garantie für einwandfreie Ausführung der Arbeit geben lassen, damit man nicht hereinfällt.

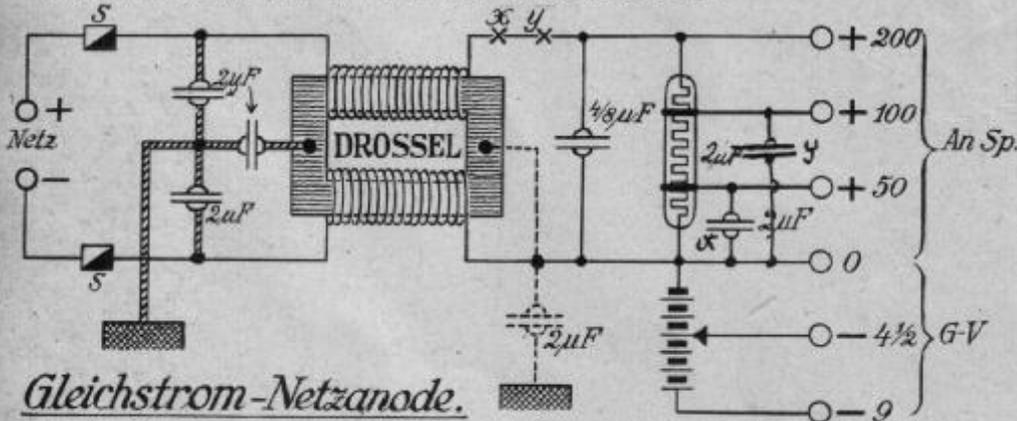
Ist ein Netzempfänger aber schon, sowieso nicht mehr trennscharf genug, dann lohnt sich der Umbau gewöhnlich nicht. Manchmal ist der Netzstrom aus Kostengründen — denn große, für hohe Spannungen geprüfte Kondensatoren und gute Drosseln kosten ja viel Geld — schlecht gesiebt, d. h. man hat an Drosseln und Kondensatoren im Netzanschlußteil gespart. Der Erfolg ist der, daß man mit dem besten Willen das Netzbrummen nicht mehr aus dem Empfänger herausbekommt. Man kann da machen, was man will. Es ist ein trauriges Zeichen der Unkenntnis des kaufenden Publikums, daß Fabrikanten, die ihre Empfänger so billig wie möglich herausbringen wollen, einfach am Netzanschluß einsparen können, soviel sie nur wünschen. Das kaufende Publikum achtet leider meist überhaupt nicht darauf, ob der „Netzbrumm“ gut oder schlecht beseitigt ist. Eine geringe Brummspannung ist unbedingt das wichtigste Erfordernis eines Empfängers, mit dem man zufrieden sein will. Empfänger mit geringer Brummspannung werden auf jeden Fall teurer sein als solche mit hoher. Aber dafür ist der Empfänger mit geringer Brummspannung letzten Endes doch das Gerät, das uns Freude macht. Man muß deshalb gerade bei besonders billigen Netzempfängern beim Einkauf äußerst vorsichtig sein. Einsehen müßte schließlich jeder, daß sich unter einem bestimmten Betrag eine anständige Ware nicht bauen läßt. Darum sage ich immer: Schau dir zuerst den Netzanschlußteil an, und dann erst laß dir jeden Empfänger, den du kaufen willst, mit einem dynamischen Lautsprecher vorführen, damit du recht genau heraushören kannst, ob der Empfänger brummt oder nicht. Ein ordentlicher Netzempfänger brummt auch mit dynamischem Lautsprecher praktisch nicht. Für Techniker eine kleine Anmerkung: Die Brummspannung kann man mit einem Wechselstrom-Voltmeter messen. Sie darf nicht höher sein als 0,1 Volt für hochqualifizierte und als 0,5 Volt für mittelmäßige Empfänger.

nen wir auch die Grenzlautstärke bestimmen, bis zu der wir gehen dürfen, ohne daß Übersteuerungsverzerrungen auftreten. Wir stellen gerade so laut ein, daß der Zeiger des Instruments nicht mehr als 10 % im Rhythmus der Stärke der Darbietung um seinen Ruhewert pendelt. Schlägt er aber bei einem Fortissimo mehr aus, dann müssen wir die Lautstärke abdrosseln, bis der Ausschlag nicht mehr über 10 % des Ruhewertes hinausgeht; denn große Ausschläge im Musikrhythmus sind das Kennzeichen von Übersteuerung der Endröhre! (NB: Die Versuche gehen nur, wenn kein Ausgangstransformator im Apparat sitzt!)



Untersuchung der Endröhre oder einer anderen Röhre mit Hilfe einer 100-Volt-Anodenbatterie, eines Akkumulators und eines einfachen Milliampremeters: Der „Nullstrom“ der Röhre wird gemessen. Er muß noch mindestens 75 % des aus dem Röhrenprospekt ersichtlichen „Sollstromes“ bei 0 Volt Gittervorspannung haben, sonst müssen wir eine neue Röhre kaufen

Das Lichtnetz als Stromquelle für einen Kraftverstärker; Rechts der große Netztrafo, darüber die Hochfrequenzdrosseln zur Abspernung der Hochfrequenz aus dem Lichtnetz, davor die beiden großen Gleichrichterröhren. In der Bildmitte die Siebdrossel, davor die Spannungsteilerwiderstände und ganz vorn die Batterie der Siebkondensatoren



Gleichstrom-Netzanode.

Praktische Netzkupplungsstecker für die Stromzuführung zum Radioapparat oder zur Lampe im Garten



①



Kupplung offen

a b

②

③

Kupplung geschlossen

④

⑤

⑥

⑦

⑧

⑨

⑩

⑪

⑫

⑬

⑭

⑮

⑯

⑰

⑱

⑲

⑳

㉑

㉒

㉓

㉔

㉕

㉖

㉗

㉘

㉙

㉚

㉛

㉜

㉝

㉞

㉟

㊱

㊲

㊳

㊴

㊵

㊶

㊷

㊸

㊹

㊺



Abb. 129 Hier haben wir wirklich noch die einzelnen „Stufen“ eines Empfängers vor uns: Links die „Hochfrequenzstufe“, daneben die „Audionstufe“ — dann die beiden „Niederfrequenzstufen“ in einem Kästchen vereinigt — und ganz rechts die Stromquellen, welche jetzt meist durch die „Lichtnetzstufe“ oder „Netzanschlußstufe“ ersetzt sind. Von diesen „Stufen“ kennen wir erst den „Netzanschluß“. Nun folgen die übrigen.

## IV. VEREINIGUNG DER „ELEMENTE“ ZU „STUFEN“

Was wir jetzt lernen wollen, ist gleich klar, wenn wir uns das Bild des alten „Siemens-D-Zuges“ (Abb. 129) aus dem Jahre 1924/25 anschauen. Es sind eigentlich doch nur wenige Elemente, aus denen unser Radioapparat zusammengesetzt ist. Trotzdem gibt es heute auf der Welt viele tausend Empfängermodelle. Denn die Elemente des Apparates sind vielfältig verwendbar, wie ein Baukasten oder wie die Figuren beim Schachspiel! Je nachdem wie geschickt der Konstrukteur Spulen, Kondensatoren, Drosseln, Widerstände und Röhren kombiniert, entsteht ein guter oder ein schlechter Radioapparat.

Es ist kein Wunder, daß sich manche Leute einbilden, wenn sie mühsam mit ein paar Spulen, Kondensatoren und Röhren umgehen können, perfekte Radiobastler zu sein! Aber diese Menschen gleichen jenen Frauen, deren ganze Kenntnis von Metallen sich in drei Elementen erschöpft: Gold, Silber und Blech. Die Schwierigkeiten liegen nämlich überall gerade in den funktionellen Zusammenhängen! Das klassische Beispiel hierfür ist das Segelflugzeug, das eigentlich aus weiter nichts als aus Holz, Seilen und Flughaut besteht. Trotzdem weiß jeder Flugschüler, daß gerade das Modellflugzeug es „in sich hat“. So auch der Radioapparat. Wenn wir seinen Aufbau so weit verstehen wollen, daß wir den Empfänger richtig bedienen und das Letzte aus ihm herausholen können, dann müssen wir die in den ersten Teilen dieser Schrift dargestellten Elemente sinngemäß zusammenstellen und aus ihnen zuerst einen einfachen und dann immer kompliziertere Apparate aufbauen! Dabei wollen wir so vorgehen, daß wir zunächst Spulen und Kondensatoren zu Schwingungskreisen zusammenschalten, diese dann mit Röhren verbinden, um so schließlich weiterbauend zu den „Stufen“ des Empfängers zu gelangen!

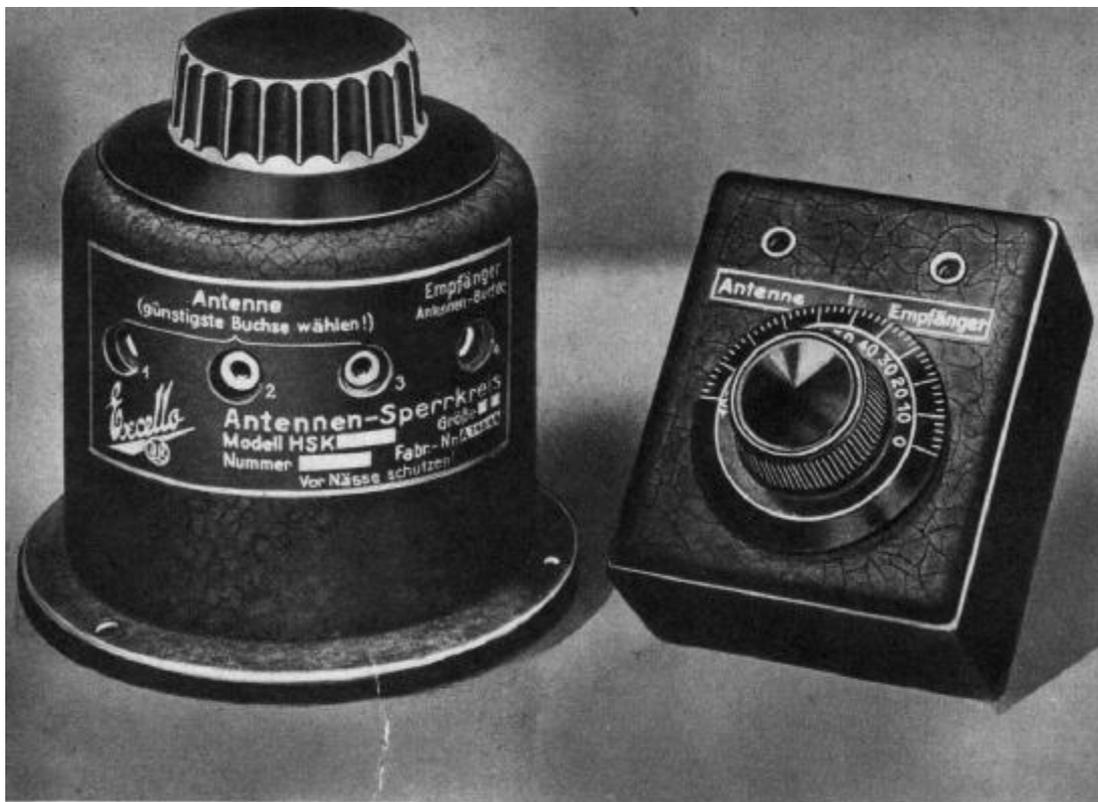


Abb. 131 Industriell hergestellte Sperrkreise

## SCHWINGUNGSKREISE UND VORSATZGERÄTE

### 1. Der Sperrkreis

Wir wissen, daß aus Spule und Drehkondensator ein „Schwingungskreis“ entsteht. Legen wir eine Zylinderspule von etwa 6 cm Durchmesser zugrunde, die wir mit 80 Windungen doppeltbaumwolleumsponnenen Drahtes von 0,5 mm Durchmesser bewickelt haben, und einen Drehko von 500 cm Kapazität, dann ist dieser Schwingungskreis für die Wellenlängen 200 bis 600 m zu gebrauchen.

Schalten wir diesen Schwingungskreis in die Zuleitung von der Hochantenne zur Antennenbuchse unseres Empfängers ein, dann ist aus ihm plötzlich ein Sperrkreis geworden (Abb. 130). Jeder Schwingungskreis, der in die Antennenzuleitung zum Empfänger geschaltet wird, heißt Sperrkreis. Warum? Weil er diejenige Welle „aussperrt“, auf welche er gerade abgestimmt ist. Also müssen wir ihn erst auf die Welle des Lokalsenders abstimmen. Dann erst sperrt er. Das geht ganz einfach so:

1. Wir stellen im Empfänger den Ortssender scharf ein, während unser in die Antennenzuleitung geschalteter Sperrkreis auf „0“ Grad steht.

2. Jetzt gehen wir am Lautstärkereglern (oder der Antennenkopplung) so weit zurück, bis der Ortssender nur noch leise erklingt.

3. Jetzt wird der Empfänger fein nachgestimmt.

4. Nun wieder Lautstärke auf „gering“ stellen, aber nicht an der Abstimmung, sondern an der Kopplung oder am Lautstärkereglern.

5. Hierauf den Sperrkreiskondensator ganz gemütlich von 0 bis 100 Grad durchdrehen und aufpassen, bei welcher Gradstellung der Lokalsender gerade verschwindet.

6. Sperrkreisdrehko (Abb. 131) um diese Gradstellung herum nochmals  $+5^\circ$  und  $-5^\circ$  drehen, mehrmals hin und her, ganz scharf aufpassen, auf welcher genau Gradstellung der Lokalsender am allerleisesten ist oder gar ganz unhörbar wird.

7. Diese gefundene Einstellung am Drehknopf des Sperrkreises scharf markieren.

8. Von jetzt ab den Sperrkreis nicht mehr anfassen. Einmal richtig eingestellt, bleibt er für alle Zeiten stehen.

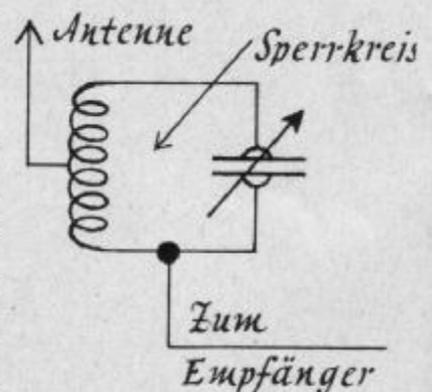
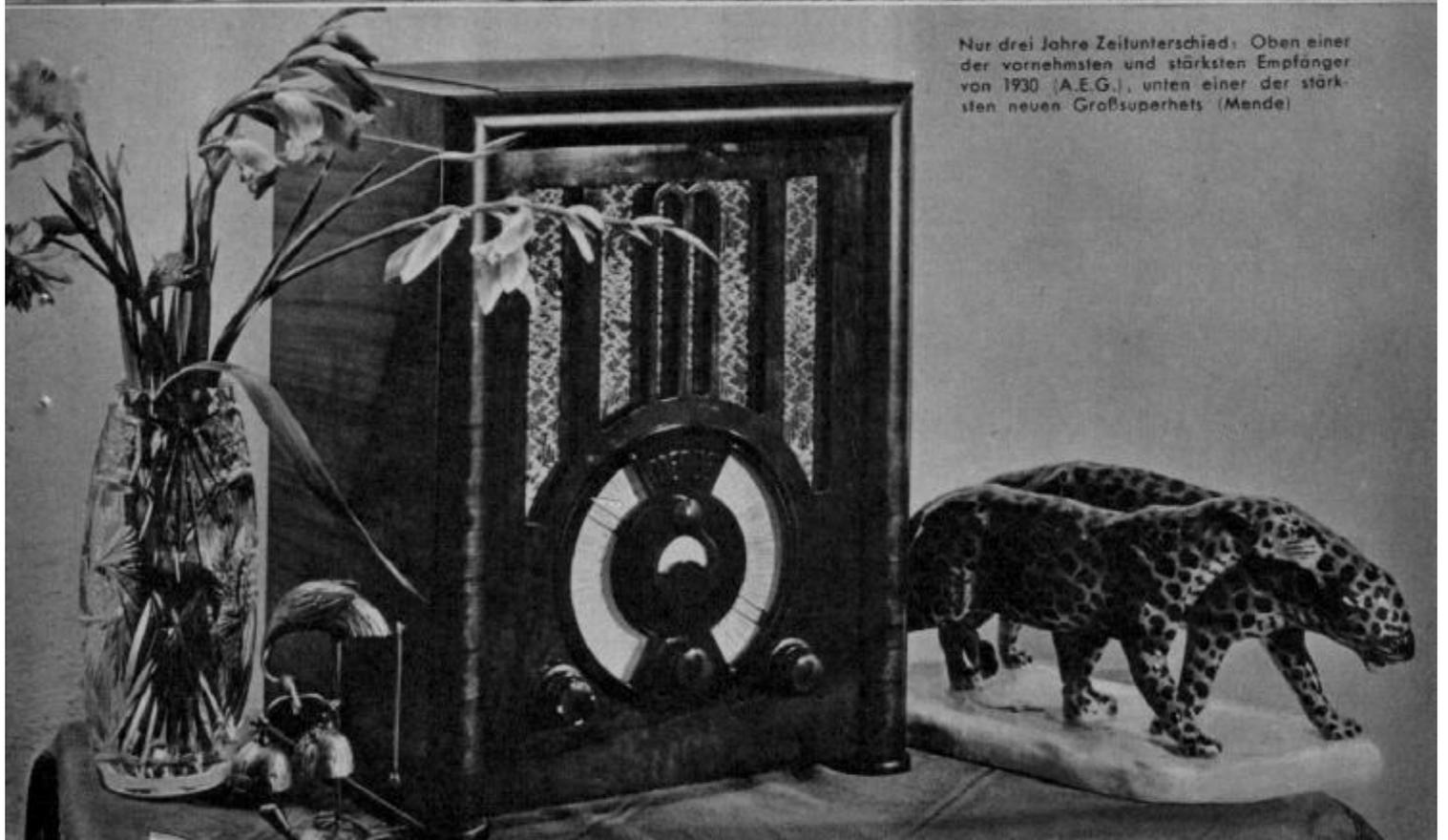


Abb. 130  
Wie die Antenne über einen Sperrkreis zum Empfänger geleitet wird



Nur drei Jahre Zeitunterschied: Oben einer der vornehmsten und stärksten Empfänger von 1930 (A.E.G.), unten einer der stärksten neuen Großsuperhets (Mende)



## 2. Zwischenkreise

Ein Sperrkreis hilft eigentlich nur den Lokalsender auszusperrten. Wenn allgemeine Trennschwierigkeiten auftreten, ist ein Zwischenkreis am Platz. Allem voraus: Zwischenkreise nehmen ungefähr 50 % der Energie weg, weshalb sie nur da verwendet werden sollen, wo ein Energieüberschuß vorhanden ist, also z. B. bei Hochantennengebrauch oder unter sonst günstigen Empfangsverhältnissen (Abb. 132). Je nachdem, ob man recht verlustarme Spulen und Kondensatoren verwendet oder billigeres, aber weniger gutes Material, verliert oder gewinnt man an Energie und steigt oder fällt die durch den Zwischenkreis gewonnene Selektivitätserhöhung. Jede Mark, die man also für Kondensator oder Spulen mehr ausgibt, macht sich als Selektivitätssteigerung und Verringerung der Energieverluste durch den Zwischenkreis bezahlt.

Wir sehen davon ab — obwohl dies an sich vorteilhaft wäre — den Zwischenkreis ganz abzuschirmen. Denn wenn man die beiden Spulensockel links und rechts auf unserer Zeichnung weit genug auseinandersetzt, etwa 20 cm, dann hat man ziemlich sicher die Gewißheit, daß keine unbeabsichtigten Kopplungen entstehen. Das ist wesentlich. Der Sicherheit halber kann man zwischen die Spulenpaare noch ein Zink-, Eisen-, Kupfer- oder Aluminiumblech setzen, welches geerdet wird. Es darf auf keiner Seite näher als 5 cm an die Spulen selbst herankommen, weil sonst ihr schädlicher Widerstand erhöht wird. Genügende Entfernung ist demzufolge immer eine einfachere Lösung als Abschirmung.

Wir brauchen zum Bau zwei Spulensockelpaare, von denen jeweils der eine Sockel beweglich ist. Diese Sockel sitzen auf kleinen Pertinax- oder Hartgummibrettchen, in welche auch vier Buchsen eingeschraubt werden, die wir links und rechts von den Spulen mit 1, 2, 3 und 4 bezeichnet haben. An diese Buchsen werden die kurzen Zuführungsdrähte zum eigentlichen Spulensockel angeschraubt. Der jeweils bewegliche Spulensockel natürlich mit flexiblem Draht, weil er ja beweglich bleiben muß. Dann kaufen wir uns einen guten 500-cm-Drehkondensator mit Skalenscheibe, bauen diesen in ein Holzkästchen ein und führen seine Anschlüsse an zwei Buchsen. Nun werden noch die paar Drahtverbindungen aus isoliertem Draht von mindestens 0,5 mm Stärke gezogen, wie die Zeichnung zeigt, und die ganze Sache ist fertig. Antenne und Erde werden an die Spule L 1 angeschlossen und der Radioapparat an die Spule L 4. Wenn der Empfang zu leise ist oder der Apparat brummt, macht man noch die unten in der Zeichnung dargestellte zusätzliche Querverbindung zur Erde.

Jetzt kommen für Rundfunkwellen in die Spulensockel folgende Spulen: L 1 = 25—35 Windungen, L 2 = 50 Windungen, L 3 = 50 Windungen, L 4 = 25—35 Windungen. Für Langwellen: L 1 = rd. 75 Windungen, L 2 und L 3 = je 200 Windungen, L 4 = rd. 75 Windungen. Man kann die gewöhnlichen Steckspulen verwenden, z. B. Wabenspulen, Sternspulen oder ähnliche, achte jedoch darauf, daß die Spulen nicht aus zu dünnem Draht gewickelt sind und ordentlich Kontakt mit den Spulensockeln geben.

Beim Arbeiten mit dem Zwischenkreis koppelt man zunächst L 1 und L 4 fest mit L 2 bzw. L 3. Man muß jetzt jedesmal die betreffende Welle erst auf dem Vorsatzkondensator suchen und dann im Empfänger nachstellen oder umgekehrt. Wenn nur zwei Sender miteinander kollidieren, dann koppelt man L 1 und L 4 lose. Dabei muß man nachher allerdings schon recht genau und fein auf dem Vorsatzkondensator suchen, bis die eine Welle scharf eingestellt ist. Je loser wir koppeln, desto leiser wird der ferne Sender, desto schärfer aber auch die Selektionswirkung. Bei sehr leisen Sendern könnte es sogar sein, daß der Zwischenkreis die Energie vollständig auffrisßt. Wir müßten dann durch festere Kopplung eine gewisse Einbuße an Selektivität in Kauf nehmen. Der Zwischenkreis läßt sich sehr gut in Kilohertz eichen, wenn die Kopplung beim Wiederaufsuchen des einmal gefundenen Senders immer gleichgehalten wird. Am ersten Abend werden wir die Sache noch nicht so virtuos beherrschen, daß bei jedem Sender das richtige Verhältnis zwischen Lautstärke und Selektivität gefunden wird. Wir merken uns: Je höher die Lautstärke von Natur aus ist, desto loser können wir koppeln. Je loser wir koppeln, desto größer wird die Selektivität.

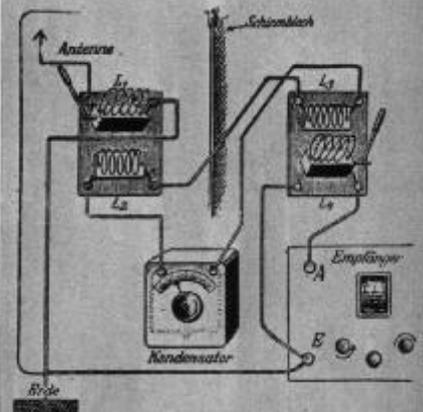


Abb. 132 Selbstgebafter Zwischenkreis



Der Verfasser prüft einen  
Zweikreis-Dreiwellenbereich-  
Empfänger

### 3. Vorsatzkreise (Abb. 133—136)

Während der eigentliche Zwischenkreis heute nur noch für den Selbstbau in Frage kommt, hat die Industrie eine Anzahl von Konstruktionen herausgebracht, mit Hilfe derer eine zusätzliche Trennschärfe älterer Empfänger über den gesamten Wellenbereich — oder wenigstens über den Mittelwellenbereich — erreicht wird. In der Schaltungstechnik beruhen sie meist ebenfalls auf dem Zwischenkreisprinzip, wobei aber besondere Kopplungseinrichtungen getroffen sind. Man kann diese Geräte als verfeinerte und für Laien zurechtgeschnittene Zwischenkreise bezeichnen. Richtunggebend auf dem deutschen Markt waren der Philips-Selektionskreis und das Lenzola-Wellenventil. Beide sind zwar verhältnismäßig teuer (etwa 30 RM), aber dafür erzielt man mit ihnen auch wirklich die gewünschte Trennschärfesteigerung um mindestens 1 Neper, also so viel, als ob tatsächlich ein weiterer guter Abstimmkreis in dem Gerät vorhanden wäre. Gute Vorsatzgeräte werden kaum jemals unter einem Preis von 15 bis 30 RM zu haben sein, weil wir nämlich unter „gut“ solche Geräte verstehen, die mit einem erstklassigen Präzisions-Luftdrehkondensator und einer Hochfrequenz-Litzenspule ausgerüstet sind, wodurch der Kreis eben zu einem Hochkreis wird, also einem elektrisch besonders hochwertigen Abstimmelement. Ein Präzisions-Drehkondensator, eine Präzisionsspule, wohlberechnete, geschickt dimensionierte Kopplungen und ein anständiger Kasten — dann hat man den Preis schon zusammen. Wir müssen hier im Interesse derjenigen, die ein Vorsatzgerät brauchen, weil der ältere Apparat nicht mehr genügend trennt, auch vom Preise sprechen; denn es gibt auf dem Markt eine Unzahl von Vorsatzgeräten unter allen möglichen Namen, die zwar sehr billig sind, dafür aber auch wenig leisten. Ich hoffe, den Leser in den vorhergehenden Abschnitten so weit geführt zu haben, daß er sehr wohl einsehen kann, daß ein Vorsatzgerät für 5 RM niemals den elektrischen Bedingungen entsprechen kann, die notwendig sind, um einen Erfolg zu garantieren. Wer etwas von solchen Sachen versteht, kann aus dem Preis schon recht gut auf die Leistung schließen.

Für die Bedienung des Vorsatzgerätes beachte man, daß fast jeder Empfänger eine andere Kopplungsart aufweist. Das Vorsatzgerät muß günstig gekoppelt werden, wenn es nicht zuviel Energie verbrauchen soll. Die günstigste Kopplung ist in jedem Falle mit Sorgfalt auszuprobieren. Es hat keinen Zweck, das Gerät gleich abzulehnen, wenn es auf den ersten Anhieb nicht so arbeitet, wie man wünscht. Handelt es sich zum Beispiel um lange Antennen, so wird oftmals die Einschaltung eines Blockkondensators von 10 bis 30 cm Kapazität, der ja nur wenige Pfennige kostet, entweder in die Antennenleitung oder in die Apparatleitung zur Antennenbuchse geradezu Wunder wirken. Bei Innenantenne verwende man Vorsatzgeräte nur dann, wenn ein genügender Lautstärkeüberschuß vorhanden ist. Wird der Empfang mit dem Vorsatzgerät zwar trennscharf, aber zu leise, dann muß man zur Hochantenne übergehen.

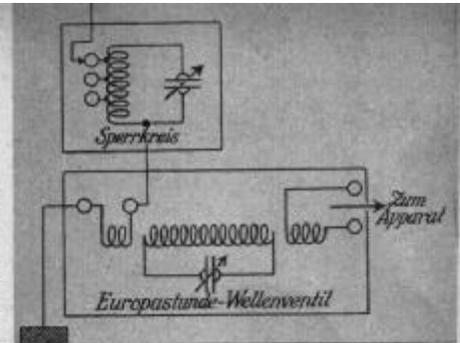


Abb. 133 Sperrkreis und Wellenventil hintereinander

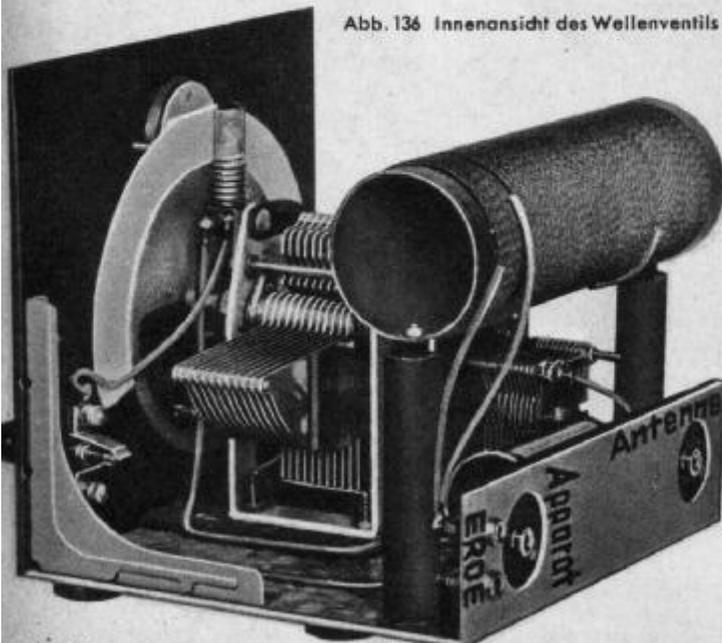


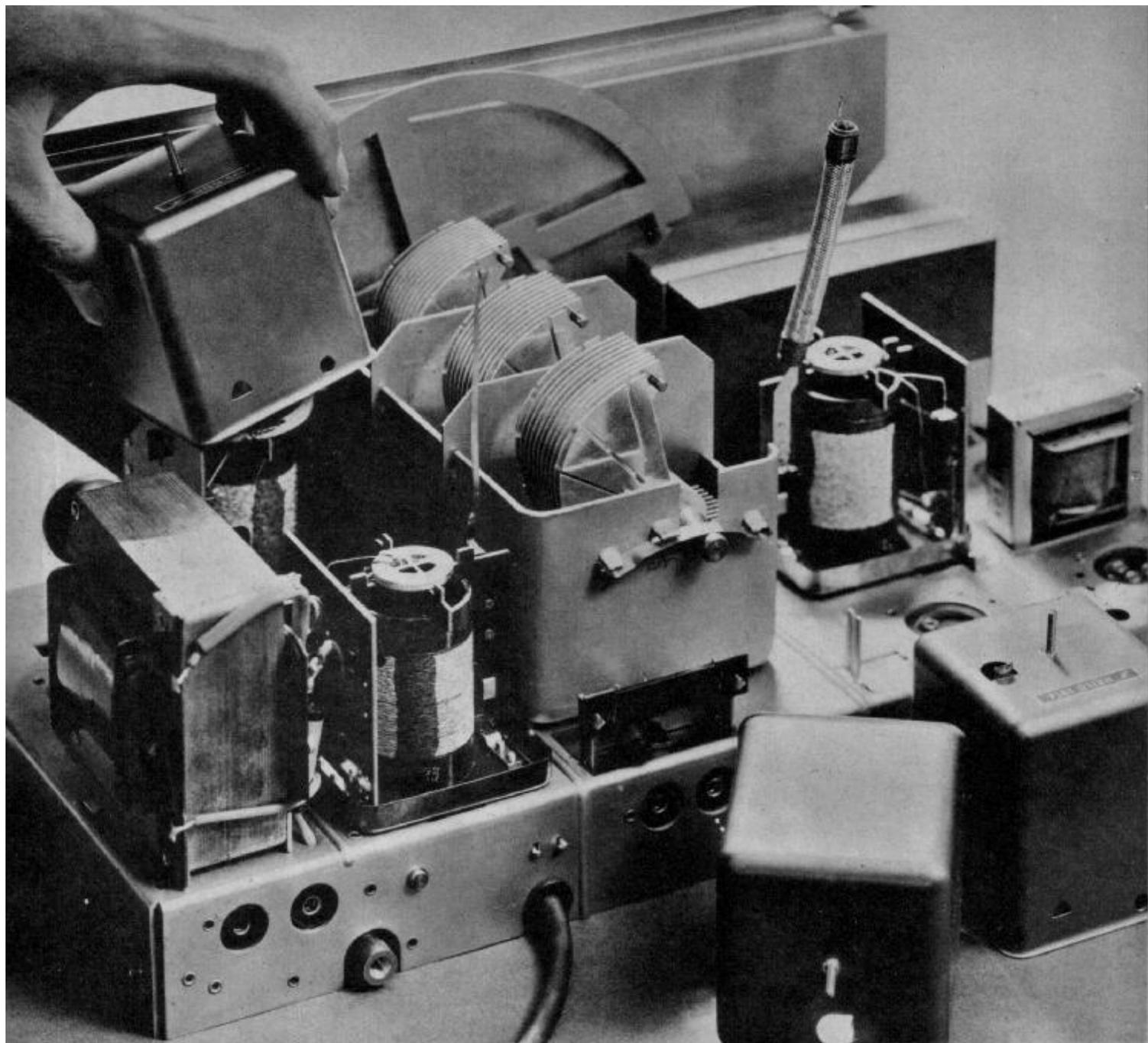
Abb. 134 Philektor-Vorsatzgerät zur nachträglichen Trennschärfesteigerung



Abb. 135 Lenzola-Wellenventil, eines der besten Vorsatzgeräte zur Trennschärfteerhöhung älterer Empfänger

Abb. 136 Innenansicht des Wellenventils





# V.

## VERBINDUNG MIT RÖHREN

### 1. Der Hochfrequenzverstärker (Abb. 140 und 141)

Unser mit der Antenne gekoppelter Schwingungskreis kann mit einer Röhre verbunden werden, welche die in den Kreis „induzierten“, d. h. von der Antenne übernommenen, Schwingungen verstärkt. Da diese Schwingungen hochfrequenter Natur sind, nennt man eine solche Verbindung des Schwingungskreises mit einer Verstärkerröhre Hochfrequenzverstärker.

Ein Empfänger mit Hochfrequenzverstärkerstufe ist also dadurch gekennzeichnet, daß die Hochfrequenz, bevor sie zum Empfang weiterverwendet wird, erst einmal verstärkt wird. Ein gewöhnlicher Hochfrequenzverstärker, der meist als neutralisierter Verstärker arbeitet, verstärkt etwa zehnmals. Das bedeutet, daß eine Spannung von 1 Millivolt, die im Schwingungskreis herrscht, durch die Röhre auf 10 Millivolt ge-

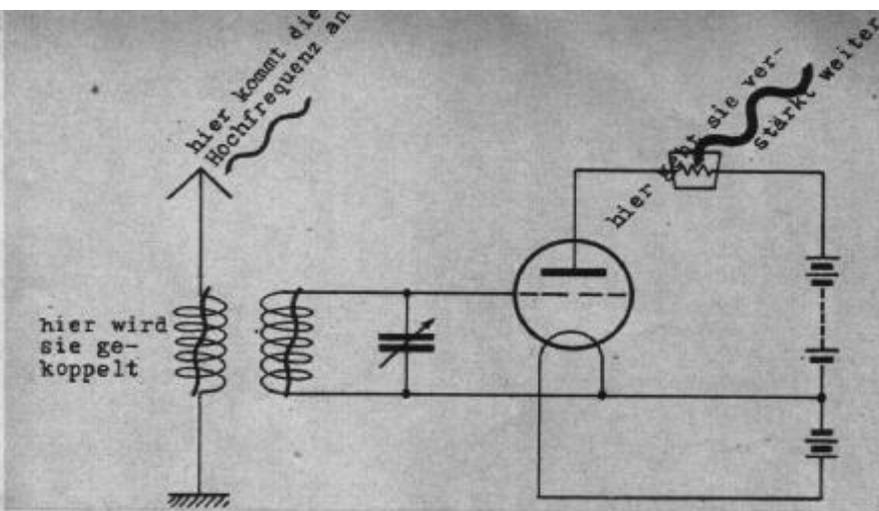


Abb. 140 Schaltsymbol des Hochfrequenzverstärkers

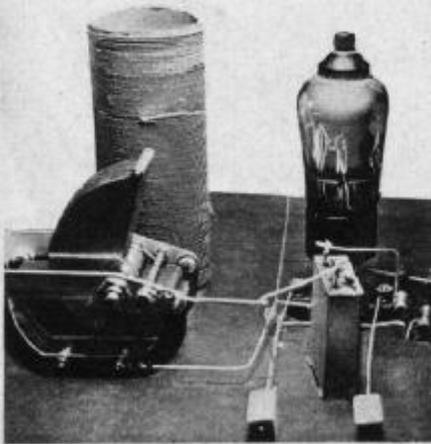


Abb. 141 Rohaufbau des Hochfrequenzverstärkers

bracht wird. Der „neutralisierte“ Hochfrequenzverstärker wird auch heute noch viel verwendet, da in Deutschland noch etwa 50 000 Neutrodynempfänger auf dem Markte sind. Er unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Hochfrequenzverstärker insofern, als der Schleichweg der Hochfrequenz, der über die Strecke Gitter—Anode der Röhre führt — weil die beiden Elektroden ja eine Kapazität darstellen — unwirksam gemacht wird, da eine sogenannte Gegenkopplung eingeführt wird, welche die schädliche Wirkung der Elektrodenkapazität der Hochfrequenzverstärkerröhre aufhebt. Später hat die Industrie besondere Hochfrequenzverstärkerröhren geschaffen, die sie mit dem Zusatz  $n$  (= neutro) kennzeichnete. Diese Hochfrequenzverstärkerröhren haben den Vorzug, daß die Kapazität zwischen Gitter und Anode schon von vornherein klein ist und dadurch eine Neutralisierung unnötig macht. Man kann in alten Neutrodynempfängern demzufolge sowohl die gewöhnlichen Hochfrequenzverstärkerröhren verwenden als auch die neueren Typen mit dem Zusatz „neutro“.

So beliebt der Neutrodynempfänger heute noch auf der ganzen Welt ist, so war doch die Lösung mit der Neutralisierungskapazität, die man bei jeder neuen Röhre eigentlich neu einstellen mußte, nicht ideal. Inzwischen suchte die Industrie nach einer Verstärkerröhre, die nicht zehnmal, sondern vielleicht hundertmal verstärken sollte, und sie erfand die Hochfrequenz-Schirmgitterröhre. Bei dieser ist die gefährliche Elektrodenkapazität zwischen Gitter und Anode auf weniger als 1 cm herabgedrückt. Dies gelang durch Einführung eines weiteren Gitters, das etwa ein Drittel der Spannung der Anode bekommt (Schirmgitter). Daher braucht man jetzt eine Neutralisierung überhaupt nicht mehr und baut Hochfrequenzstufen nur noch mit Schirmgitterröhren oder Hochfrequenz-Pentoden.

Schließlich gehören zum Kapitel Hochfrequenzverstärker auch noch die neuen Super-Schirmgitterröhren, welche die gleichen Eigenschaften wie die normalen Hochfrequenz-Schirmgitterröhren haben, darüber hinaus aber einen Verstärkungsfaktor von 300. Eine Spannung von 1 Millivolt am Gitter des Hochfrequenzverstärkers ergibt bei diesen Röhren am Ausgang des Hochfrequenzverstärkers theoretisch eine Spannung von 300 Millivolt.

Die Exponentialröhren, die auch als Hochfrequenzverstärker verwendet werden, haben die gleiche Verstärkerkraft wie die gewöhnlichen Hochfrequenz-Schirmgitterröhren, sie ermöglichen jedoch auch noch eine sehr elegante Lautstärkeregelung. Über die Hochfrequenz-Exponentialpentoden und Hochfrequenz-Pentoden normaler Art haben wir im Kapitel „Röhren“ bereits gesprochen.

Der Hochfrequenzverstärker ältester Bauart kann bei einigem Bastelgeschick in einen modernen Schirmgitter-Hochfrequenzverstärker umge-

Abb. 142 Einfacher neutralisierter Hochfrequenzverstärker mit Audion

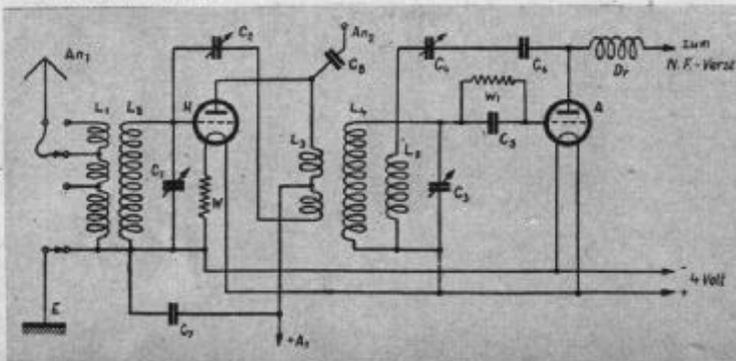
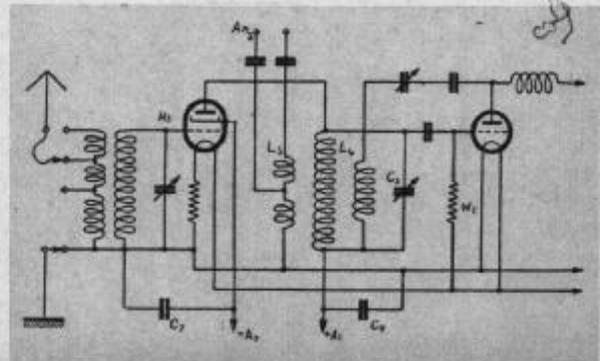


Abb. 143 Schirmgitterhochfrequenzverstärker mit Audion



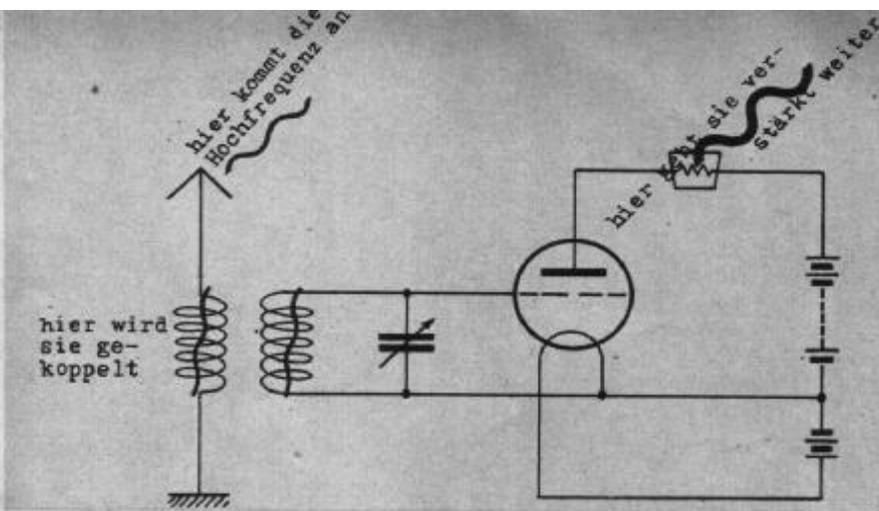


Abb. 140 Schaltsymbol des Hochfrequenzverstärkers

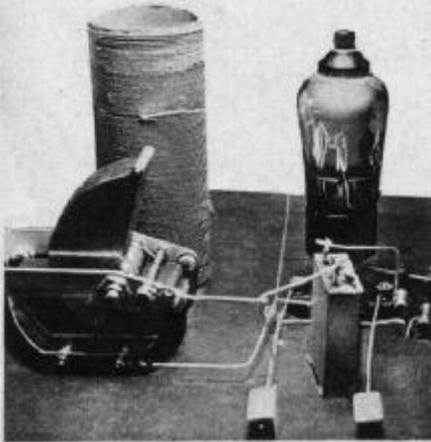


Abb. 141 Rohaufbau des Hochfrequenzverstärkers

bracht wird. Der „neutralisierte“ Hochfrequenzverstärker wird auch heute noch viel verwendet, da in Deutschland noch etwa 50 000 Neutrodynempfänger auf dem Markte sind. Er unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Hochfrequenzverstärker insofern, als der Schleichweg der Hochfrequenz, der über die Strecke Gitter—Anode der Röhre führt — weil die beiden Elektroden ja eine Kapazität darstellen — unwirksam gemacht wird, da eine sogenannte Gegenkopplung eingeführt wird, welche die schädliche Wirkung der Elektrodenkapazität der Hochfrequenzverstärkerröhre aufhebt. Später hat die Industrie besondere Hochfrequenzverstärkerröhren geschaffen, die sie mit dem Zusatz  $n$  (= neutro) kennzeichnete. Diese Hochfrequenzverstärkerröhren haben den Vorzug, daß die Kapazität zwischen Gitter und Anode schon von vornherein klein ist und dadurch eine Neutralisierung unnötig macht. Man kann in alten Neutrodynempfängern demzufolge sowohl die gewöhnlichen Hochfrequenzverstärkerröhren verwenden als auch die neueren Typen mit dem Zusatz „neutro“.

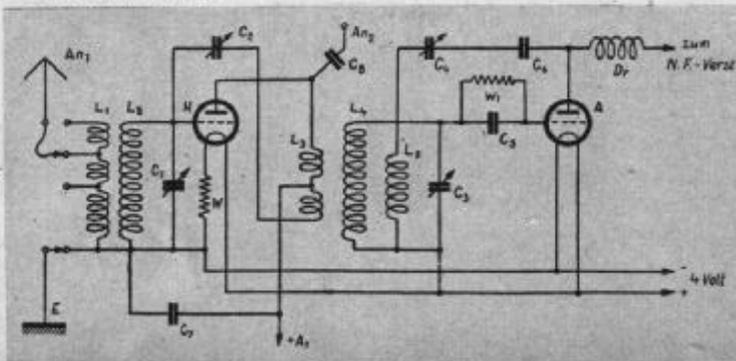
So beliebt der Neutrodynempfänger heute noch auf der ganzen Welt ist, so war doch die Lösung mit der Neutralisierungskapazität, die man bei jeder neuen Röhre eigentlich neu einstellen mußte, nicht ideal. Inzwischen suchte die Industrie nach einer Verstärkerröhre, die nicht zehnmal, sondern vielleicht hundertmal verstärken sollte, und sie erfand die Hochfrequenz-Schirmgitterröhre. Bei dieser ist die gefährliche Elektrodenkapazität zwischen Gitter und Anode auf weniger als 1 cm herabgedrückt. Dies gelang durch Einführung eines weiteren Gitters, das etwa ein Drittel der Spannung der Anode bekommt (Schirmgitter). Daher braucht man jetzt eine Neutralisierung überhaupt nicht mehr und baut Hochfrequenzstufen nur noch mit Schirmgitterröhren oder Hochfrequenz-Pentoden.

Schließlich gehören zum Kapitel Hochfrequenzverstärker auch noch die neuen Super-Schirmgitterröhren, welche die gleichen Eigenschaften wie die normalen Hochfrequenz-Schirmgitterröhren haben, darüber hinaus aber einen Verstärkungsfaktor von 300. Eine Spannung von 1 Millivolt am Gitter des Hochfrequenzverstärkers ergibt bei diesen Röhren am Ausgang des Hochfrequenzverstärkers theoretisch eine Spannung von 300 Millivolt.

Die Exponentialröhren, die auch als Hochfrequenzverstärker verwendet werden, haben die gleiche Verstärkerkraft wie die gewöhnlichen Hochfrequenz-Schirmgitterröhren, sie ermöglichen jedoch auch noch eine sehr elegante Lautstärkeregelung. Über die Hochfrequenz-Exponentialpentoden und Hochfrequenz-Pentoden normaler Art haben wir im Kapitel „Röhren“ bereits gesprochen.

Der Hochfrequenzverstärker ältester Bauart kann bei einigem Bastelgeschick in einen modernen Schirmgitter-Hochfrequenzverstärker umge-

Abb. 142 Einfacher neutralisierter Hochfrequenzverstärker mit Audion



wandelt werden. Dabei entsteht dann aus der einfachen Schaltung (Abb. 142) die neue Schaltung (Abb. 143). Allerdings muß man beim Umbau auf Schirmgitterröhren beachten, daß auch höhere Spannungen verwendet werden müssen, denn sonst tritt der beabsichtigte Effekt der Erhöhung der Leistung nicht ein.

Der Umbau lohnt sich allerdings nur bei guten Neutrodyngeräten, die auch selektiv genug sind; denn man muß vorher genau überlegen, ob nicht durch die Erhöhung der Verstärkung unter Umständen die Selektivität leidet, weil ja die praktische Selektivität immer von der Verstärkung abhängig ist. Man braucht also bei hoher Verstärkung hohe Selektivität, kommt aber bei geringerer Verstärkung auch mit kleinerer Selektivität aus.

Die paar Warnungsworte sind sehr wesentlich; denn allzuleicht ist man geneigt, Umbauten an seinem Empfänger vornehmen zu lassen oder selbst vorzunehmen, die viel Geld kosten und nachher enttäuschen. Ein guter Neutrodympfänger, wie es z. B. der Siemens 50 oder Telefunken 90 ist, tut auch heute noch seinen Dienst ganz ausgezeichnet, obwohl er keine Schirmgitterröhren hat! Wenn der Konstrukteur — wie bei den modernen Empfängern — von vornherein mit Schirmgitterröhren rechnet, dann kalkuliert er eben eine viel höhere Verstärkung ein und konstruiert demnach auch den Empfänger für eine viel höhere Selektivität; denn im Gleichgewicht zwischen Selektivität und Verstärkung liegt ja das Geheimnis des guten Empfängers!

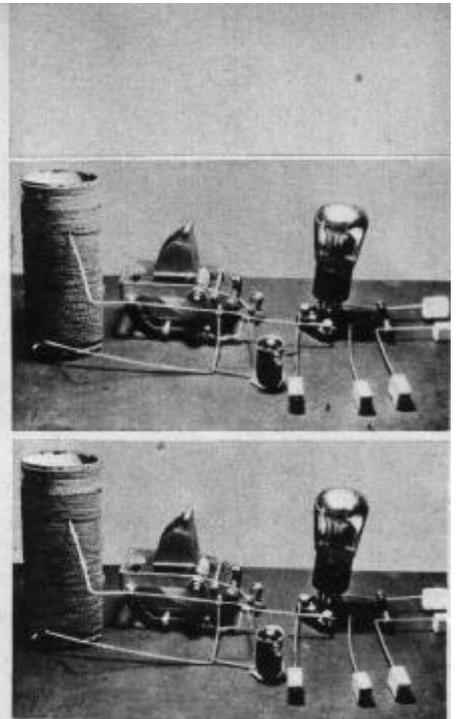


Abb. 144 Zwei gewöhnliche HF-Stufen

## 2. Mehrere Hochfrequenzverstärkerstufen

(Abb. 144 und 145)

Reicht eine Verstärkerstufe für die beabsichtigte Reichweite des Empfängers nicht aus, dann muß man zwei oder drei Stufen hintereinanderschalten. Der Aufbau jeder einzelnen ist gleichartig. Wir haben wieder die Kopplungsspule, den Abstimmkreis, die Röhre und im Anodenkreis der Röhre den Widerstand, von dem aus die Spannung weitergeleitet wird.

Damit sich die zwei oder drei Hochfrequenzstufen gegenseitig nicht beeinflussen können, ist jede für sich vollständig abgeschirmt in einem Metallkäfig montiert (Abb. 146—148). Auf diese Abschirmung ist um so größerer Wert zu legen, je mehr Hochfrequenzstufen hintereinandergeschaltet werden; denn um so größer wird ja die Verstärkung, und um so leichter könnten „wilde“ Kopplungen entstehen.

Wie die Verstärkung mit der Zahl der Hochfrequenzstufen steigt, zeigt folgende Rechnung:

|                                                                   |                                                      |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| eine gewöhnliche Hochfrequenzstufe verstärkt theoretisch          | 10mal                                                |
| zwei gewöhnliche Hochfrequenzstufen verstärken theoretisch        | $10 \times 10 = 100\text{mal}$                       |
| drei gewöhnliche Hochfrequenzstufen verstärken theoretisch        | $10 \times 10 \times 10 = 1000\text{mal}$            |
| eine Schirmgitter-Hochfrequenzstufe verstärkt theoretisch         | 100mal                                               |
| zwei Schirmgitter-Hochfrequenzstufen verstärken theoretisch       | $100 \times 100 = 10\,000\text{mal}$                 |
| drei Schirmgitter-Hochfrequenzstufen verstärken theoretisch       | $100 \times 100 \times 100 = 1\,000\,000\text{mal}$  |
| eine Super-Schirmgitter-Hochfrequenzstufe verstärkt theoretisch   | 300mal                                               |
| zwei Super-Schirmgitter-Hochfrequenzstufen verstärken theoretisch | $300 \times 300 = 90\,000\text{mal}$                 |
| drei Super-Schirmgitter-Hochfrequenzstufen verstärken theoretisch | $300 \times 300 \times 300 = 27\,000\,000\text{mal}$ |

Da man im Rundfunk eine höchstens 20millionenfache Verstärkung überhaupt ausnutzen kann, so erkennt man, wie eng die Grenzen für den Hochfrequenzverstärker gezogen sind, und sieht auch ein, wohin uns der Fortschritt führt: zu immer besseren Hochfrequenzverstärkerröhren und zu immer weniger Röhren! Zuletzt wird man eine einzige Röhre haben, die 1 000 000mal verstärkt. Der Leser braucht aber nicht zu denken, daß durch diese Entwicklung der Apparat nun besonders einfach werden kann; denn leider ist es so, daß wir ja die notwendige Selektivität nur durch Hintereinanderschaltung von vielen Kreisen erreichen können, von denen jeder einzelne so gut wie möglich sein muß. Ob man noch bessere Kreise machen kann, als in den ganz neuen Rundfunkempfängern die Ultrakreise sind, ist sehr fraglich. Aus Gründen der Selektivität wird also ein hochwertiger Fernempfänger auch in Zukunft immer noch ein ziemlich kompliziertes Gebilde sein.

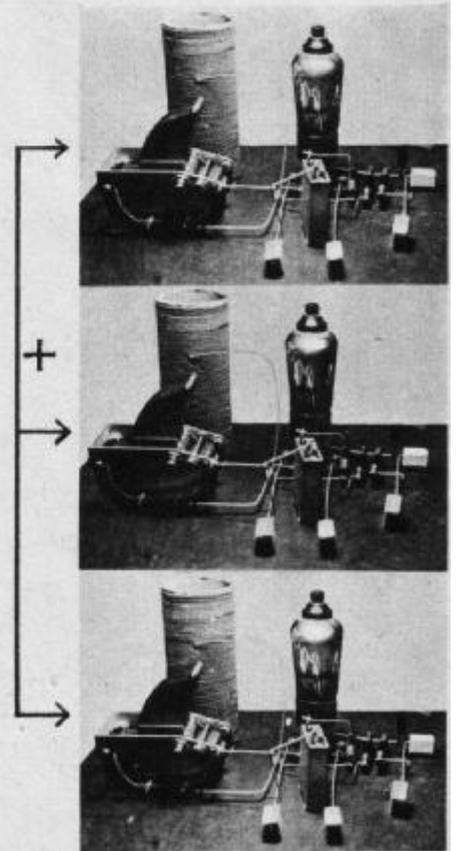


Abb. 145 3 Schirmgitter-Hochfrequenzstufen hintereinander

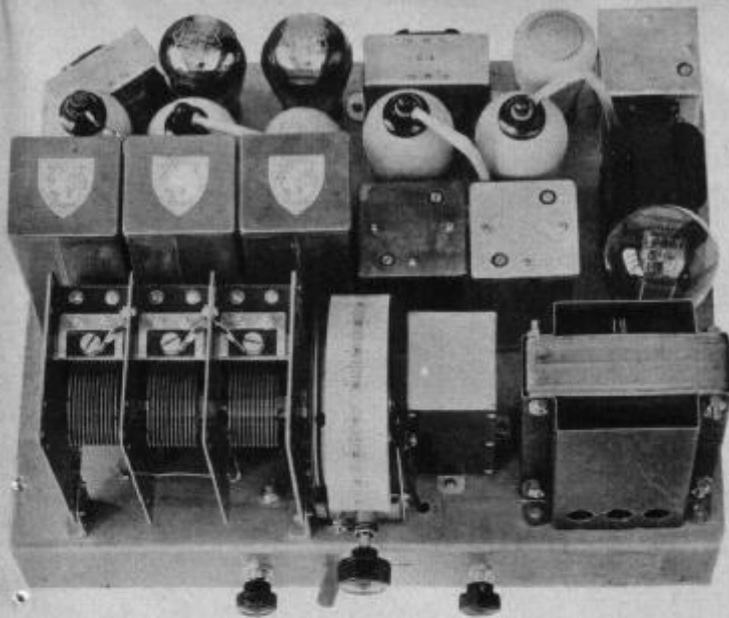


Abb. 146 2 HF-Stufen und Audion

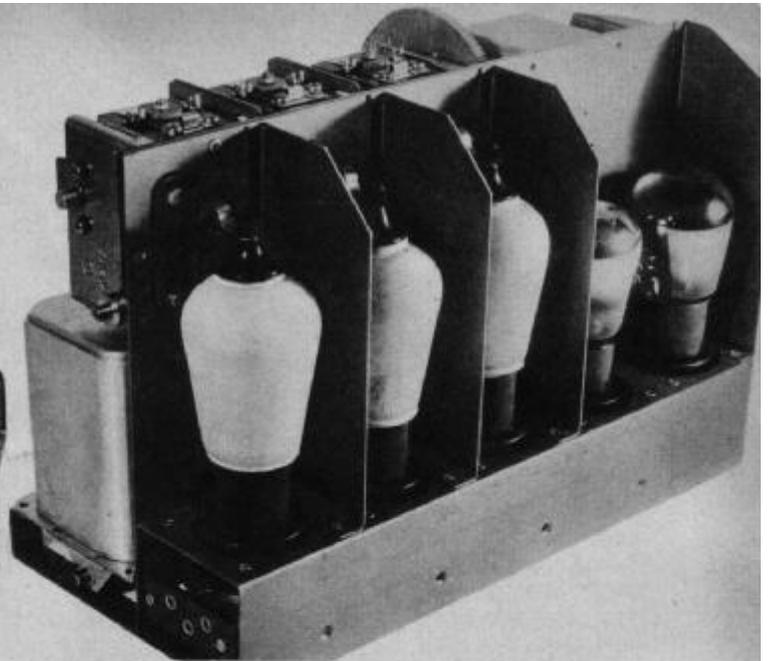


Abb. 147 2 HF-Stufen + Audion

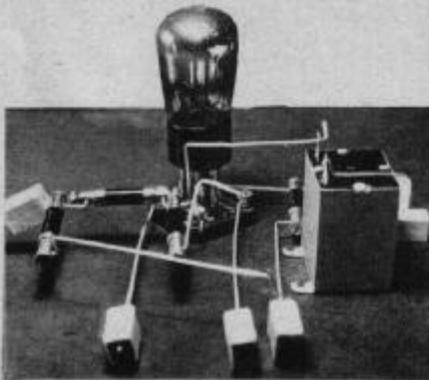


Abb. 149 Aperiodischer Hochfrequenz-Verstärker

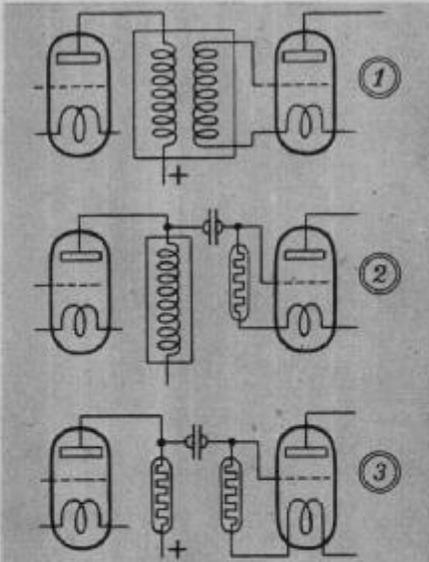


Abb. 150 Transformatorische Drossel-Widerstands-Kapazitäts-Kopplung zwischen 2 Hochfrequenzverstärkerstufen

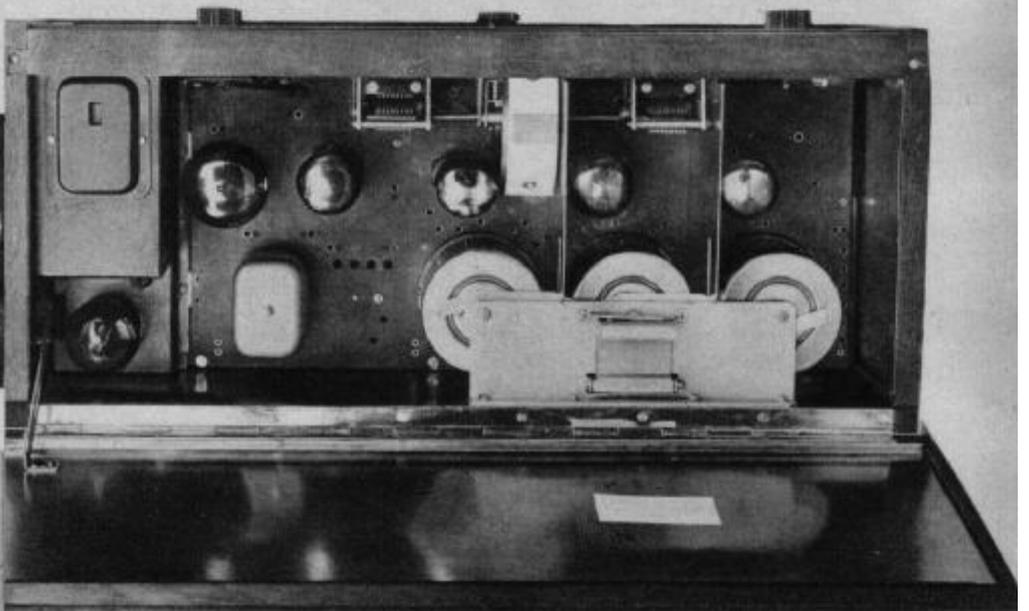
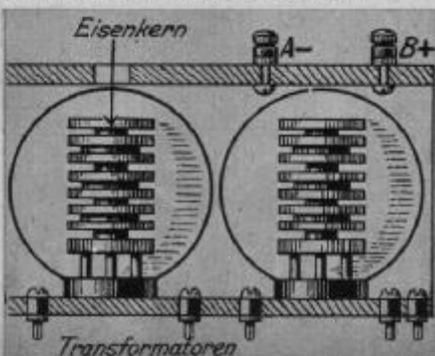


Abb. 148 2 HF + Audion in der „klassischen“ Neutralisierungsschaltung

### 3. Der „aperiodische“ Hochfrequenzverstärker

(Abb. 149)

Bisher haben wir uns nur mit dem abgestimmten Hochfrequenzverstärker beschäftigt, bei welchem unser Schwingungskreis mit Drehkondensator zwischen Gitter und Kathode der Röhre lag. In einer Anzahl neuer Empfänger — und in manchen älteren Typen — finden wir auch Hochfrequenzverstärker, die nicht abgestimmt sind, bei denen die Kopplung zwischen den Röhrenstufen durch aperiodische Hochfrequenztransformatoren erfolgt. Aperiodisch heißt: der Transformator überträgt das gesamte gewünschte Wellenband gleichmäßig. Aperiodische Hochfrequenztransformatoren sehen genau so aus wie Hochfrequenzdrosseln, nur daß sie statt zwei Anschlüsse vier haben, nämlich Anfang und Ende der Primärspule und Anfang und Ende der Sekundärspule.

Man kann den aperiodischen Hochfrequenzverstärker auch mit Drosseln oder mit Widerständen und Kondensatoren koppeln (Abb. 150 und 151). Der Effekt ist in allen drei Fällen ungefähr der gleiche. Wir erwähnen diese Kopplungsarten nur deswegen, weil sie in manchen Apparaten praktische Anwendung finden. Selektiver ist selbstverständlich immer der Hochfrequenzverstärker mit abgestimmter Kopplung. Daher hat dieser Typ auch die weiteste Verbreitung gefunden.

Abb. 151 Zwischenfrequenz-Übertrager mit Eisenkernen

#### 4. Das Audion (Abb. 152, 153, 154)

Wenn der Hochfrequenzverstärker die aus der Antenne kommende Wellenenergie genügend verstärkt hat, dann kann man der Trägerwelle die Musik oder Sprache abnehmen. Diesen Vorgang heißt man Demodulation, weil der entgegengesetzte Vorgang, nämlich das Aufdrücken von Sprache und Musik auf den Träger am Sender, Modulation heißt. Die Demodulation geschieht durch das Audion, den Detektor oder die Zweielektrodenstrecke in der „Binode“. Wir brauchen uns hier nur mit dem Audion zu beschäftigen, da ja der Detektor allgemein nur für Nahempfang — und dazu noch in sehr beschränktem Umfange — in Betracht kommt, während die Zweielektrodenstrecke in der Binode nur eine Abart des Audions darstellt.

Das Audion ist in jedem Gerät unentbehrlich, ob dieses nun eine Röhre hat oder zehn. Es ist die wichtigste und kritischste Stufe im ganzen Empfänger. Es ist leichter, einem Hasen die Haut abzuziehen, als der Radiowelle die Musik wieder wegzunehmen, die sie zu uns getragen hat. Der Vorgang ist recht kompliziert. Er beruht eigentlich darauf, daß man die Trägerwelle verzerrt oder vernichtet und hinter der Röhre die Hochfrequenz völlig absperrt, so daß nur die Musik, die in Form von niederfrequenten Schwingungen vorhanden ist, übrigbleibt.

Für den Hörer ist es nicht so wichtig, daß er den Demodulationsvorgang begreift; viel wichtiger ist, daß er weiß, welche Fehlleistungen — um einmal diesen der Psychoanalyse entlehnten Ausdruck zu gebrauchen — entstehen, wenn man das Audion falsch bedient.

##### A) Die Übersteuerung

Ein richtig gebautes Audion verzerrt Musik und Sprache bei der Demodulation so lange nicht, als die Trägerwelle, die an das Gitter gelangt, nicht zu groß und nicht zu klein ist. Ist die Hochfrequenzspannung zu groß, dann treten ebenso erhebliche Verzerrungen auf wie im umgekehrten Fall, wenn die Hochfrequenzspannung zu klein ist. Wir müssen also bei zu kleinen Hochfrequenzspannungen (die wir eben an den Verzerrungen erkennen!) entweder eine Hochfrequenzstufe vorschalten oder unsere Hochantenne erheblich verbessern oder, wenn dies möglich ist, den Lautstärke-regler vor dem Audion weiter aufdrehen.

Bei zu großen Hochfrequenzspannungen am Gitter des Audions hören wir ähnliche Verzerrungen. Da muß man nun entweder den Lautstärke-regler zurückdrehen oder die Antennenkopplung loser machen oder eine kleinere Hochantenne verwenden. Die zu großen Hochfrequenzspannungen werden besonders leicht beim Empfang des Ortssenders auftreten, weshalb wir hier auch noch den Weg gehen können, einen Sperrkreis in die Antenne zu schalten und diesen richtig abzustimmen.

##### B) Die Rückkopplung (Abb. 155—160)

Wir haben bisher die Röhre stets so betrachtet, daß an den Gitterkreis — Kreis nennt man bei der Röhre die Strecke Gitter—Kathode und deren Schaltelemente — eine Spannung angelegt wird, die im Anodenkreis verstärkt abgenommen werden kann. Den umgekehrten Weg aber gibt es nicht. Die Röhre ist nicht umkehrbar, so daß man z. B. an den Anodenkreis die zu verstärkende Spannung heranlegen könnte, wenn man aus dem Gitterkreis die verstärkte Spannung abnehmen wollte. Wohl aber kann man einen Teil der verstärkten Spannungsschwankungen aus dem Anodenkreis auf den Gitterkreis zurückführen, und zwar entweder durch induktive oder durch kapazitive oder gemischte Rückkopplung. Im Gegensatz zur gewöhnlichen Kopplung spricht man hier von Rückkopplung, weil die Energie zurückgeführt wird.

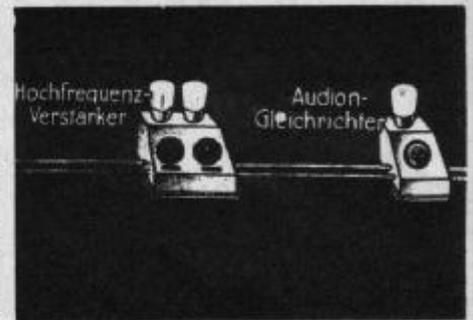


Abb. 152 2 × Hochfrequenz-Verstärker mit Audion schematisch

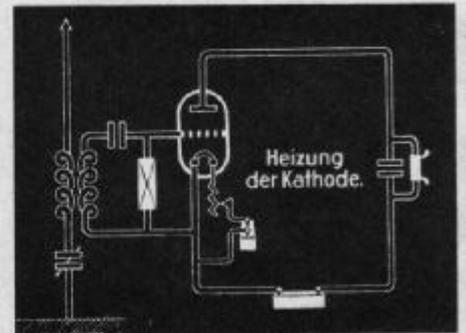


Abb. 153 Audion schematisch

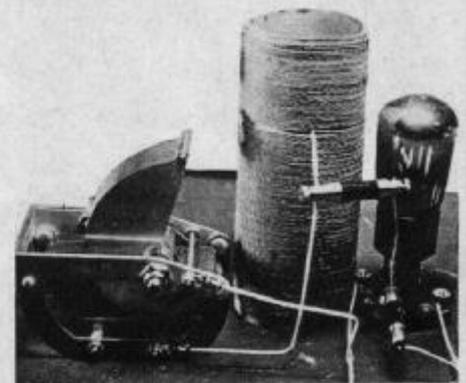


Abb. 154 Audion im Rohaufbau

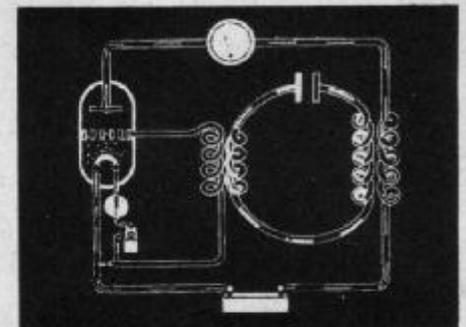
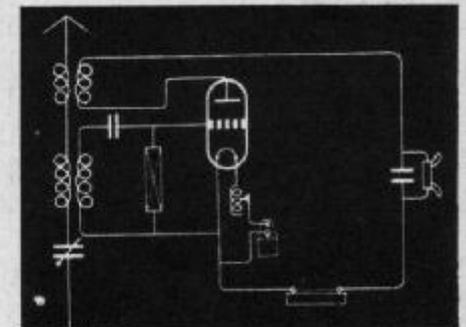


Abb. 155

Abb. 156



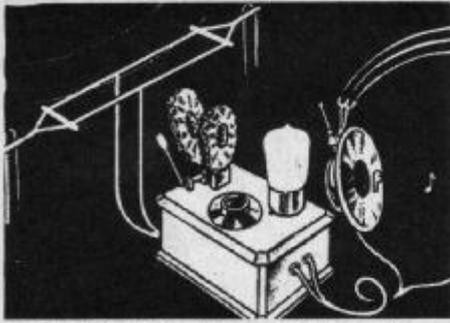


Abb. 155/157 Rückkopplungsaudion schematisch und im Rohaufbau. Man sieht, wie die Energie aus dem Anodenkreis in den Gitterkreis „rückgekoppelt“ wird

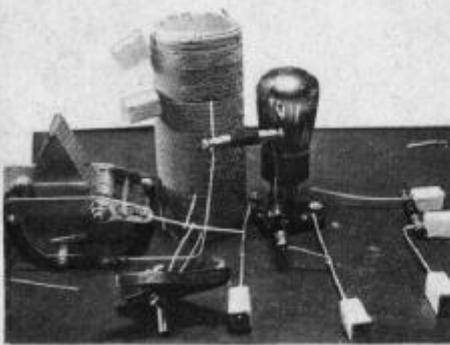


Abb. 158 Rückkopplungs-Audion im Rohbau: Im Vordergrund der Rückkopplungskondensator

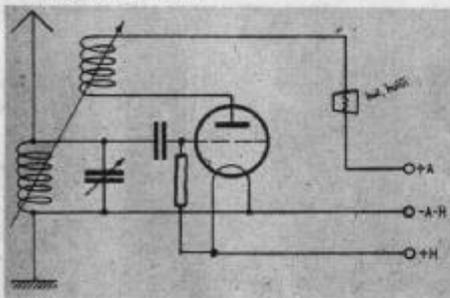


Abb. 159 Rückkopplungs-Audion schematisch

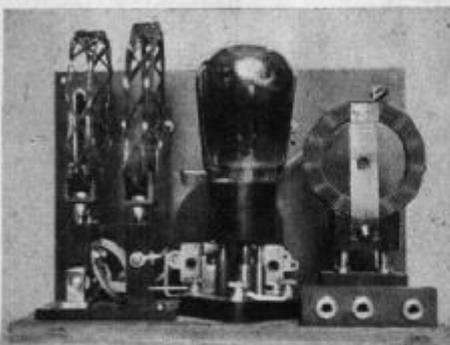


Abb. 160 Rückkopplungs-Audion als kleinster Reise-Empfänger

Drehen wir an dem Knöpfchen „Rückkopplung“ unseres Empfängers, dann wird ein Teil der Energie aus dem Anodenkreis in den Gitterkreis zurückgeführt. Je weiter wir die Rückkopplung eindrehen, desto mehr Energie fließt in den Gitterkreis zurück. Von einer bestimmten Stelle ab fließt soviel Energie aus dem Anodenkreis in den Gitterkreis zurück, daß letzterer überhaupt nicht mehr den Schwingungen aus der Antenne folgt, sondern dauernd in Eigenschwingungen bleibt, ein Vorgang, den man „senden“ nennt. Unser Empfänger ist durch das zu scharfe Eindrehen der Rückkopplung zu einem Sender geworden. Damit sind nicht nur alle Empfangsmöglichkeiten unterbunden, sondern wir stören auch die Nachbarn außerordentlich stark; denn diese müssen natürlich unsere verbotene Sendung hören. Die Rückkopplung ist „überzogen“ — der Empfänger „schwingt“. Wir hören das Schwingen deutlich an einem Pfeifton, der durch die Überlagerung der eigentlichen Senderwelle und unseres zum Sender gewordenen Rückkopplungsaudions entsteht. Wenn ein solcher Ton hörbar wird, dann drehe man schleunigst, aber wirklich schleunigst, die Rückkopplung zurück; denn der Ton ist eben das Zeichen dafür, daß unser Apparat jetzt zum Sender geworden ist. Da das Stören verboten ist, erscheint auch an dieser Stelle die Warnung vor Überdrehen der Rückkopplung angebracht.

### C) Die Brummneigung

Da wir jetzt wissen, daß gerade das Audion die wichtigste Stufe in unserem Empfänger darstellt, die Seele des Ganzen, können wir uns auch denken, daß viele Fehler, die sich nach längerem Betrieb des Radiocapartes einstellen mögen, im Audion zu suchen sind. Insbesondere trifft dies bei Netzempfängern zu. Das Audion neigt gern zu Brummscheinungen, wenn die Röhre älter geworden ist — manchmal brummt sogar ein ganz neuer Empfänger bloß deswegen, weil die Audionröhre nicht genau paßt. Auswechseln der Audioröhre gegen eine andere gleicher Type hilft dem Übel ab. Die Röhre braucht dabei durchaus nicht defekt zu sein und kann in anderen Stufen des Empfängers, wo sie gerade paßt, noch mit vollem Erfolg benutzt werden. Nur eben in der empfindlichen Audionstufe muß eine besonders gute Röhre sitzen. Daneben kann das Anschwingen auch noch — und dieser Fall ist in der Praxis sogar recht häufig — durch eine „niederfrequente Rückkopplung“ zwischen Abstimmkondensator und Lautsprecher hervorgerufen werden. In einem solchen Falle hilft die Abschirmung des oder der Abstimmkondensatoren oder Abdecken des Lautsprechers, eventuell mit genügend starkem Holzbrett, dem Übel ab. Wer die Audionröhre seines Netzempfängers ersetzt, achte unbedingt darauf, daß er eine sogenannte Bi- oder „Goldene Serie“-Röhre bekommt; denn diese Röhren sind besonders brummfrei.

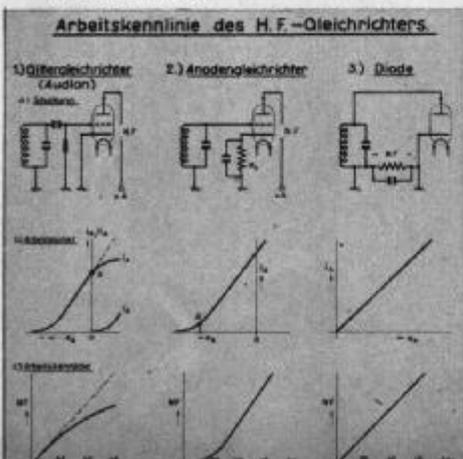
### D) Wie findet man das Audion im Empfänger?

Ich mache das immer so: Der Empfänger wird vorsichtig geöffnet und ein Netzstecker vom Bügeleisen eingesteckt, um den Empfänger auch bei geöffnetem Kasten in Betrieb bringen zu können. — Vorsicht! Keine blanken Teile berühren, da sie jetzt Spannung führen! — Dann klopfe ich die Röhren nacheinander mit dem Finger sanft auf den Glasballon und höre dabei im Lautsprecher, bei welcher Röhre das stärkste Klingen auftritt. Das ist dann die Audionröhre.

### E) Das „Anschwingen“ in Kombinationen

Empfänger, die mit dem Lautsprecher zusammengebaut sind, heißen „Kombination“, manchmal auch „Midget“. Bei solchen Empfängern tritt im Laufe längeren Betriebs häufig die Erscheinung auf — wenigstens bei älteren Typen —, daß der Apparat einen Ton gibt, der immer mehr anschwingt. Dieser Ton kommt davon her, daß die Schallwellen in der „Kombination“ auf den Glasballon der Audionröhre zurückschlagen und diese dann schließlich zum Schwingen kommt. Man sagt: „Die Audionröhre schwingt an.“ Man beachte, daß es sich diesmal um eine „tonfrequente“ (niederfrequente) Schwingung handelt, im Gegensatz zu den Hochfrequenzschwingungen, wenn das Audion durch „Überziehen“ der Rückkopplung zum Sender wird. Abhilfe schafft hier die Auswechslung der Audionröhre gegen eine neue Type oder das Überstülpen einer Gummi-

Die drei verschiedenen Methoden der „Demodulation“ in den Rundfunkempfängern: Audion, Richtverstärker und Diode



haube über das Audion — oder die Verwendung eines federnden Zwischensockels, den man in größeren Radiogeschäften kaufen kann. In den neuen Empfängern ist die Audionröhre besonders gegen das mechanische Anschwingen durch gute Abschirmung geschützt oder von vornherein auf einen Federsockel gesetzt.

#### F) Das Kraftaudion

Wir wissen, daß das Audion nur Spannungen in einem bestimmten, verhältnismäßig engen, Bereich einwandfrei demodulieren kann. Werden die Spannungen größer, dann verzerrt es. Um dies zu verhindern, hat man das Kraftaudion geschaffen. Es besteht aus denselben Teilen wie ein gewöhnliches Audion, jedoch fehlt der Gitterblockkondensator mit dem Gitterwiderstand. Statt dessen liegt in der Anode ein Widerstand, der durch einen kleinen Kondensator überbrückt ist. Durch eine winzige Schaltungsänderung ist so aus dem gewöhnlichen Audion ein Kraftaudion geworden. Allerdings führt der eine Pol des Gitterkreises jetzt nicht mehr direkt zur Kathode, sondern zu einer negativen Vorspannung. Kraftaudione werden besonders gern in Ortsempfängern eingebaut.

#### G) Schirmgitter-Kraftaudion

Will man den Nachteil des Kraftaudions vermeiden, daß bei kleinen Gitterwechselspannungen der Apparat versagt oder mindestens verzerrt, dann muß man die Audionröhre gewöhnlicher Art durch eine Schirmgitterröhre ersetzen. So entsteht das Schirmgitter-Kraftaudion, das an Empfindlichkeit dem gewöhnlichen Audion gleichkommt, aber trotzdem sehr große Spannungen demodulieren kann. In vielen deutschen Empfängern wird das Schirmgitter-Kraftaudion verwendet, und es hat sich sehr gut bewährt. Trotzdem ist das letzte Wort über die Audionfrage noch nicht gesprochen, denn auch das Schirmgitter-Kraftaudion hat einen nicht unerheblichen Nachteil: es kommt sehr genau auf die Charakteristik der Röhre an. Wenn ein solches Audion verzerrt, dann kann man bei vielen älteren Empfängern ein leichtzugängliches Drahtpotentiometer — die Haube ist zu diesem Zweck abzunehmen — derart einstellen, daß wieder eine saubere Demodulation zustande kommt. Dieses Einstellen des Arbeitspunktes beim Schirmgitter-Kraftaudion ist allerdings eine sehr knifflige Sache, zu der viel Gefühl und ein feines Ohr gehören. Wenn für die betreffende Röhre der Arbeitspunkt aber einmal richtig eingestellt ist, dann bleibt diese Einstellung während der ganzen zweijährigen Lebensdauer der Röhre erhalten. Es hat sich allerdings herausgestellt, daß manchmal die Einstellschraube an diesem Widerstand im Laufe der Zeit loser wird. Dann tritt ein unangenehmes Knacken und Verzerrern auf, bis die Schraube wieder gut festgezogen ist.

Aus diesen Gründen hat sich das Schirmgitter-Kraftaudion trotz seiner verschiedenen Vorteile noch lange nicht überall durchgesetzt, und wir finden das brave Normalaudion auch noch bei vielen der modernsten Geräte. Wenn der Konstrukteur den Apparat so entwirft, daß das Audion nur Hochfrequenzspannungen innerhalb eines bestimmten Bereiches bekommt, dann kann er mit jeder Art des Audions gleich günstige Ergebnisse erzielen. In den neuen Superhets wird das Audion gewöhnlich durch eine Binode ersetzt, die eine kleine Gleichrichterstrecke (Einweg-Gleichrichtung) und eine Verstärkerröhre oder Penthode in einem gemeinsamen Glaskolben enthält. Solche Gleichrichter-Verstärker-Kombinationsröhren sind ausgezeichnet für Empfänger mit Fadingkompensation zu verwenden.

### 5. Der Tonfrequenzverstärker (Abb. 161 u. 162)

Es hindert uns nichts daran, hinter dem Audion direkt den Kopfhörer oder den Lautsprecher anzuschließen; denn durch den Demodulationsvorgang ist ja die Radiowelle vernichtet und nur Musik oder Sprache ist übriggeblieben. Allerdings wird man keine sehr großen Lautstärken erwarten dürfen. Das Publikum wäre mit einem so klangschwachen Lautsprecherempfang nicht zufrieden. Darum sitzt in jedem Empfänger, abgesehen von kleinen Reiseempfängern, hinter dem Audion noch ein Tonfrequenzverstärker. Das ist eine Verbindung von Röhren mit Kopplungsgliedern, die den Zweck hat,

die tonfrequenzen elektrischen Schwingungen so weit zu verstärken, daß im Lautsprecher kräftige Töne entstehen. Die Spannung, die hinter dem Audion vorhanden ist, beträgt ungefähr 1—10 Volt. Die Spannung, die wir am Lautsprecher brauchen, wenn anständige Lautstärken verlangt werden, beträgt 25—100 Volt. Darum müssen wir die aus dem Audion kommenden Tonfrequenzspannungen sehr bedeutend verstärken. Dazu brauchen wir eben den Tonfrequenzverstärker.

Die beiden wichtigsten Teile eines solchen Verstärkers sind: der Transformator und die Röhre. Wir müssen bei der Bestückung unseres Empfängers darauf achten, daß Tonfrequenzverstärkerröhren gewöhnlich nur äußerlich den Audionröhren gleichen, elektrisch aber wesentlich von ihnen verschieden sind. In unserer Röhrentabelle haben wir deshalb den Verwendungszweck jeweils angegeben.

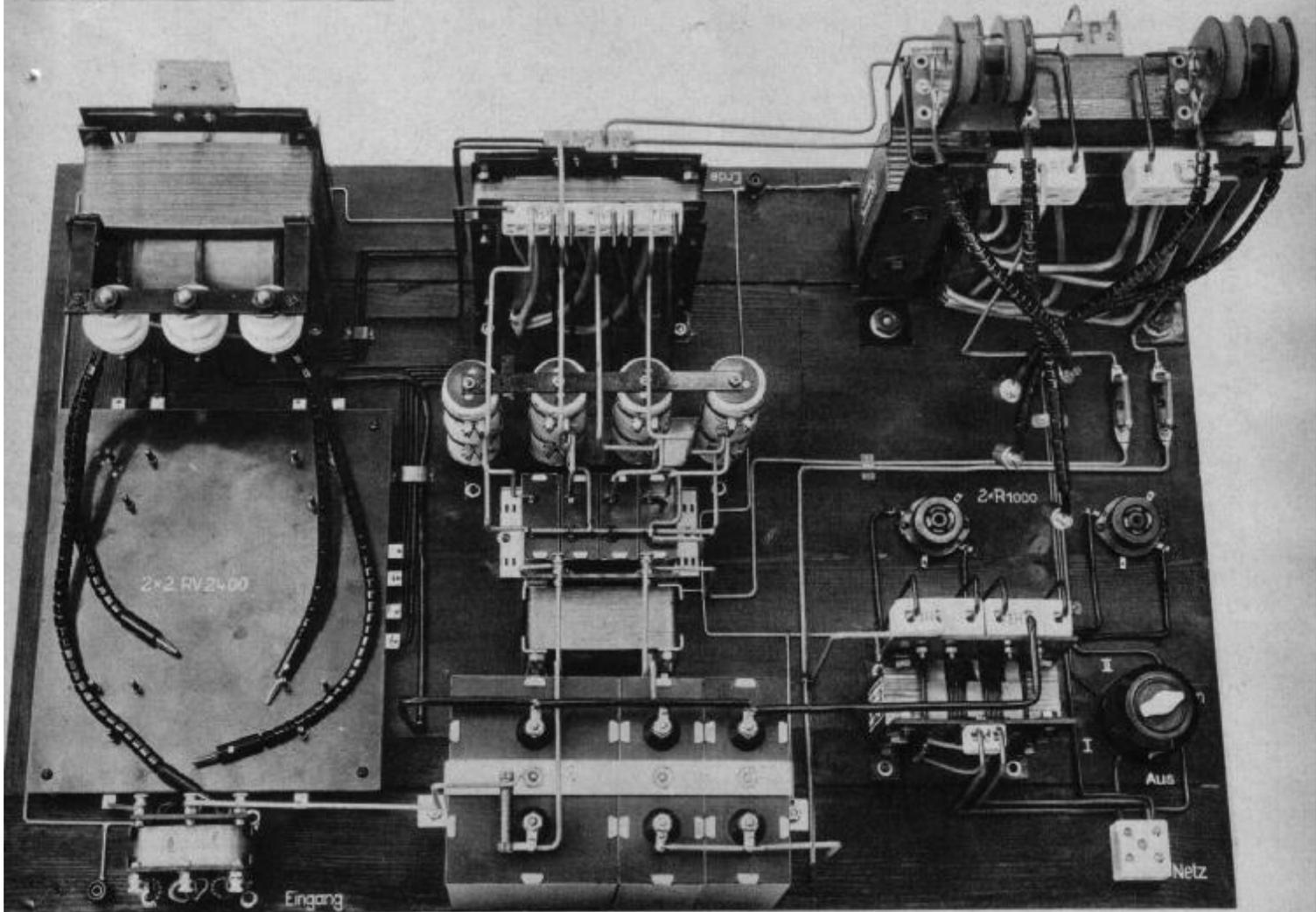


Abb. 161 Großer Tonfrequenz-Verstärker mit Kraftendstufe und Netzanschluß für Tonfilm und Übertragungsanlagen

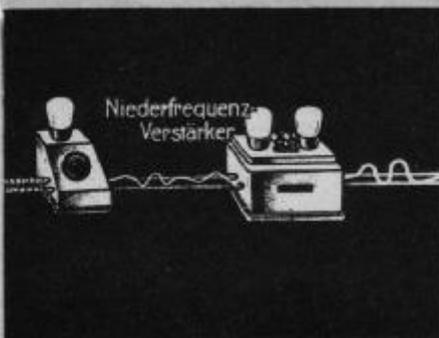


Abb. 162 Tonfrequenzverstärker schematisch

### A) Der Transformatorenverstärker

Der älteste Tonfrequenzverstärker feierte im vorigen Jahre sein zwanzigjähriges Jubiläum. Er bestand aus einem Übertrager und einer Röhre. Die Niederfrequenz bedarf zur Übertragung viel festerer Kopplungen als die Hochfrequenz; sie ist mehr ortsgebunden, während die Hochfrequenz viel leichter gewillt ist, in den Raum hinauszufiegen. Tatsächlich erzeugt eine bestimmte elektrische Energie niederfrequenter Art ein Kraftfeld um die Energiequelle herum, das z. B. 10 cm im Durchmesser mißt. Genau die gleiche Energie hochfrequenter Art würde ein Kraftfeld von 10 m Durchmesser erzeugen! Man sagt: Die Hochfrequenz strebt von dem Leiter weg, während die Niederfrequenz an ihn gebunden bleibt. Darum müssen wir bei Übertragung von Tonfrequenz sehr feste Kopplungen anwenden, während wir bei Hochfrequenz sehr lose Kopplungen verwenden können.

Die meisten älteren Apparate haben zwei Niederfrequenzstufen in Transformatorenkopplung. Da sich aber die Röhren im Laufe der letzten Jahre sehr geändert haben, so wird man die Erfahrung machen, daß unser alter Niederfrequenzverstärker mit den neuen Röhren nicht ordentlich arbeitet. Dies kommt daher, daß Übertrager und Röhre, die stets zusammen passen müssen, hier nicht übereinstimmen. Alte Tonfrequenzverstärker kann man umbauen, indem man die Transformatorkopplung durch Widerstandskopplung ersetzt und entsprechende Röhren verwendet.

### B) Der Einfachverstärker (Abb. 163, 164)

Da die Entwicklung vom Audion zum Kraftaudion ging, wurde der Zweifach-Tonfrequenzverstärker hinter dem Audion allmählich überflüssig. Heute hat man nur noch eine einzige Niederfrequenzstufe im Empfänger. Dadurch wird das Niederfrequenzverstärker-Problem wesentlich vereinfacht. Man kann allerdings nicht behaupten, ein Empfänger mit zwei Niederfrequenzstufen müsse besser sein als ein solcher mit nur einer einzigen; denn die Frage, wieviel Niederfrequenzstufen notwendig sind, hängt ja von der Gesamtkonstruktion des Empfängers, insbesondere aber von der Konstruktion des Audions, ab!

### C) Die Widerstandskopplung (Abb. 167, 168)

Wie wir oben bei der Behandlung der Frage der Verbesserung des alten Niederfrequenzverstärkers im Empfänger bereits kurz gestreift haben, kann man anstatt des Transformators (Übertragers) auch eine andere Kopplungsart wählen, nämlich die Widerstandskopplung. Sie besteht aus zwei Hochohmwiderständen und einem Kondensator. Die Widerstandskopplung wird sehr viel verwendet, weil sie alle Töne der Musik gleich gut überträgt. Das kann zwar ein Markenübertrager auch, aber er ist doch etwas teurer. Was dagegen den guten Niederfrequenztransformator über die Widerstandskopplung hinaushebt, ist der Vorteil der Spannungssteigerung. Ein Transformator mit dem Übersetzungsverhältnis 1:4 steigert tatsächlich die Spannung der Primärseite sekundärseitig auf das Vierfache. Bei der Widerstandskopplung muß man auf die Spannungssteigerung verzichten. Wenn aber genügend Verstärkung vorhanden ist, kann man natürlich auf die Spannungssteigerung durch die Transformation verzichten.

### D) Die Loftin-White-Kopplung

Nur der Vollständigkeit halber und aus der Erwägung heraus, daß sie in manchen deutschen Apparaten angewendet wird, wollen wir noch die Loftin-White-Kopplung zwischen zwei Röhren zum Zwecke der Nieder-

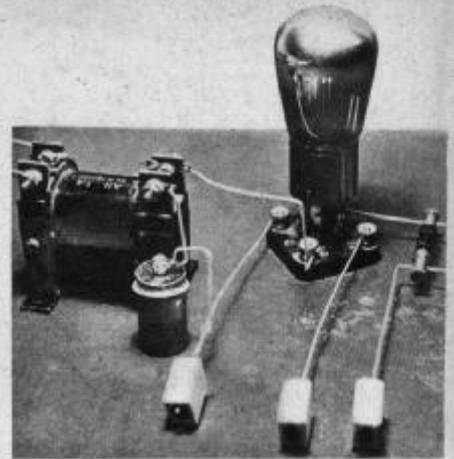


Abb. 163 Transformatrisch gekoppelte Tonfrequenzstufe

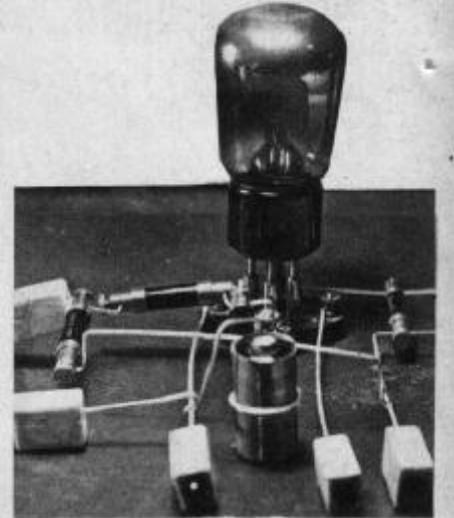


Abb. 164 Widerstandsgekoppelte Tonfrequenzstufe

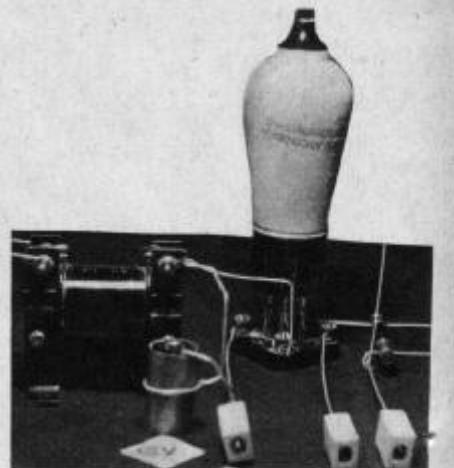


Abb. 165 Tonfrequenzstufe mit Übertrager und Schirmgitterröhre

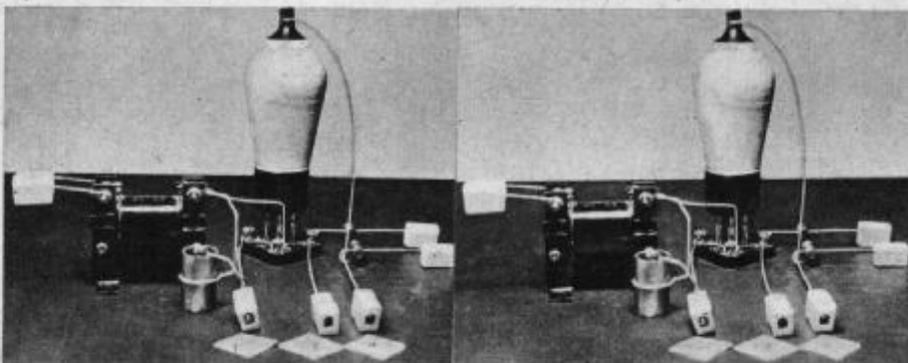


Abb. 166 Zwei Tonfrequenzstufen mit zwei Tonfrequenzübertragern (alte Form!)

frequenzverstärkung erwähnen. Wenn wir diese schon seit mehr als einem Dutzend Jahren bekannte Kopplung nicht mit ihrem deutschen Namen „Stromkopplung“ oder „Gleichstromverstärkerkopplung“ bezeichnen, so tun wir dies nur deswegen, weil die Schaltung nun einmal unter dem Namen Loftin-White bei Rundfunkempfängern bekanntgeworden ist. Sie ist mit Vorteil nur bei Netzanschlußgeräten zu verwenden und zeichnet sich durch eine besonders hohe Frequenztreue in der Übertragung aus. Das versteht man ohne weiteres, wenn man berücksichtigt, daß überhaupt keine frequenzabhängigen Kopplungsglieder, wie Kondensatoren oder Transformatoren Anwendung finden. Wer sich über die Loftin-White-Schaltung eingehend informieren will, studiere die deutschen Patentschriften Nr. 487 382 und Nr. 489 204 sowie die englischen Patentschriften Nr. 258 315 und Nr. 290 032. Gleichstromverstärker werden in Zukunft dann eine größere Bedeutung erlangen, wenn einmal das Fernsehen in die Praxis eingeführt wird.

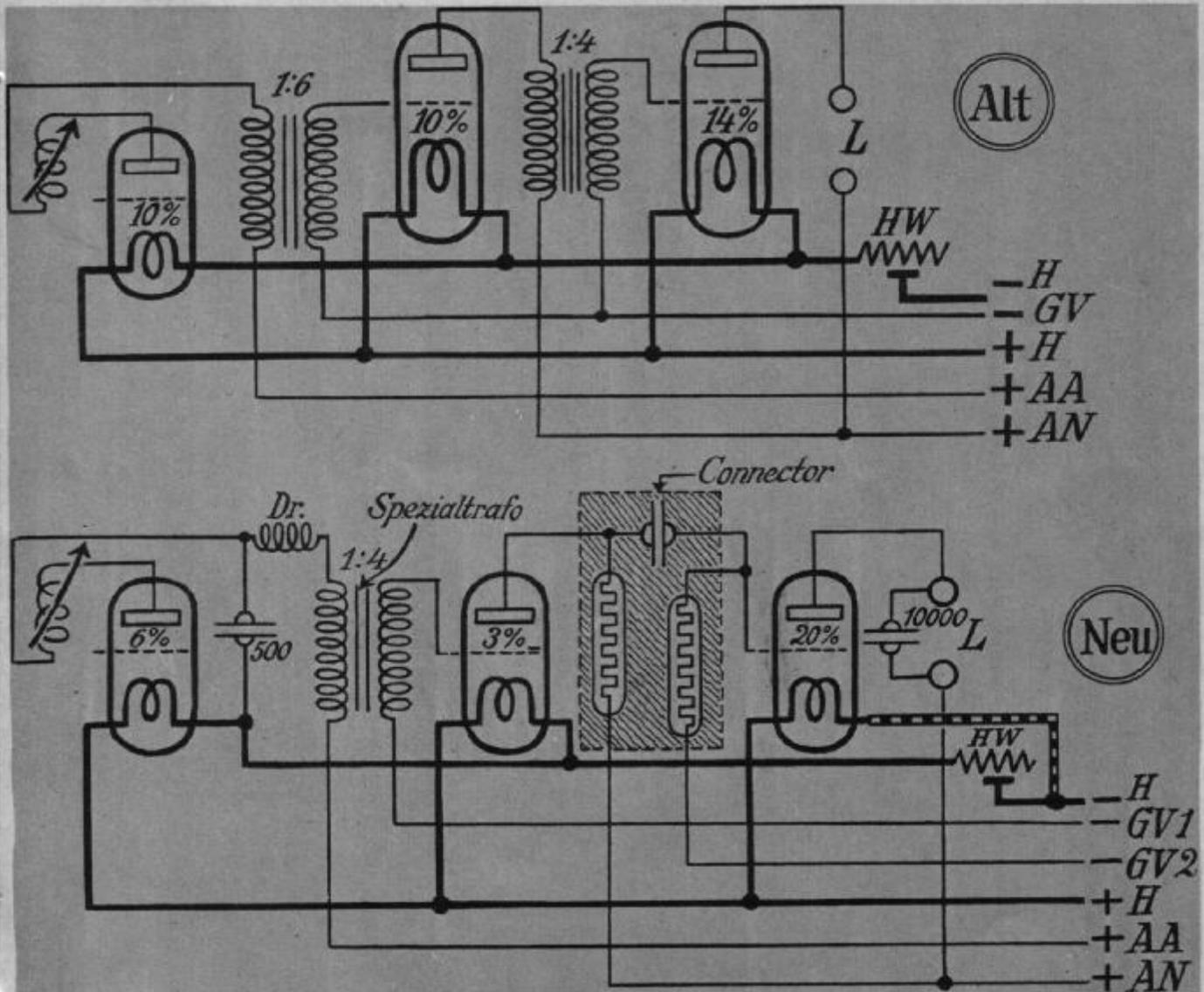
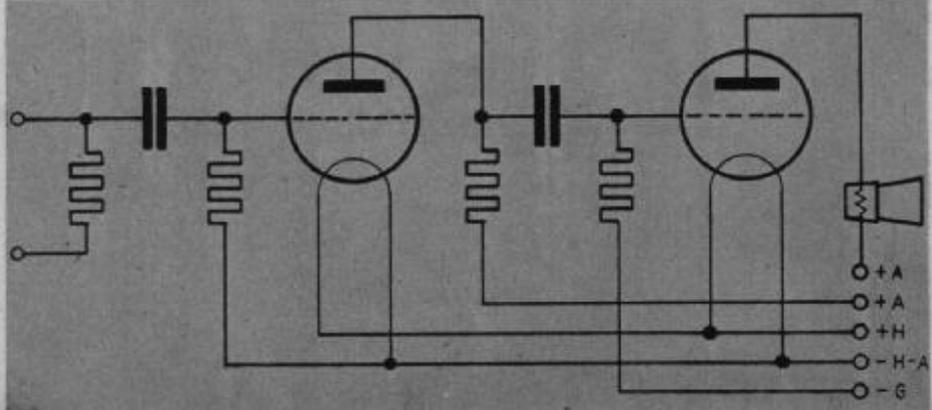


Abb. 167 Audion mit zwei Tonfrequenzverstärkerstufen in älteren Geräten. Unten: Umbau der letzten Stufen von Tonfrequenz-Übertrager — auf Kapazitäts-Widerstands- (CW) Kopplung (schematisch)

Abb. 168 Zweistufiger Tonfrequenzverstärker in „CW“-Kopplung schematisch



## 6. Die Endstufe

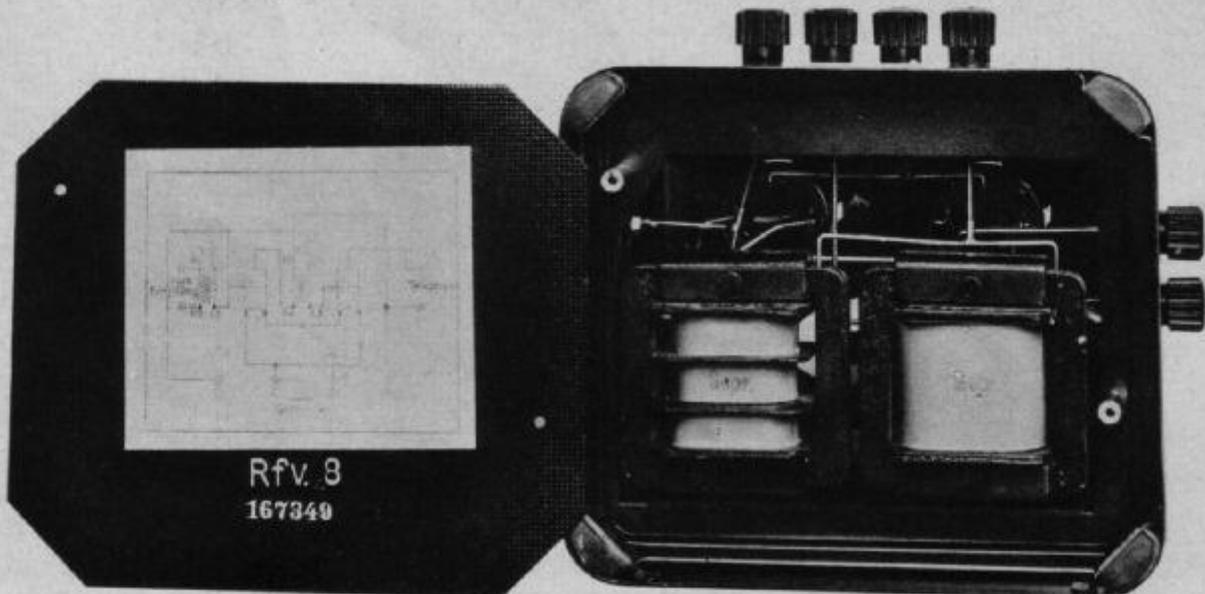
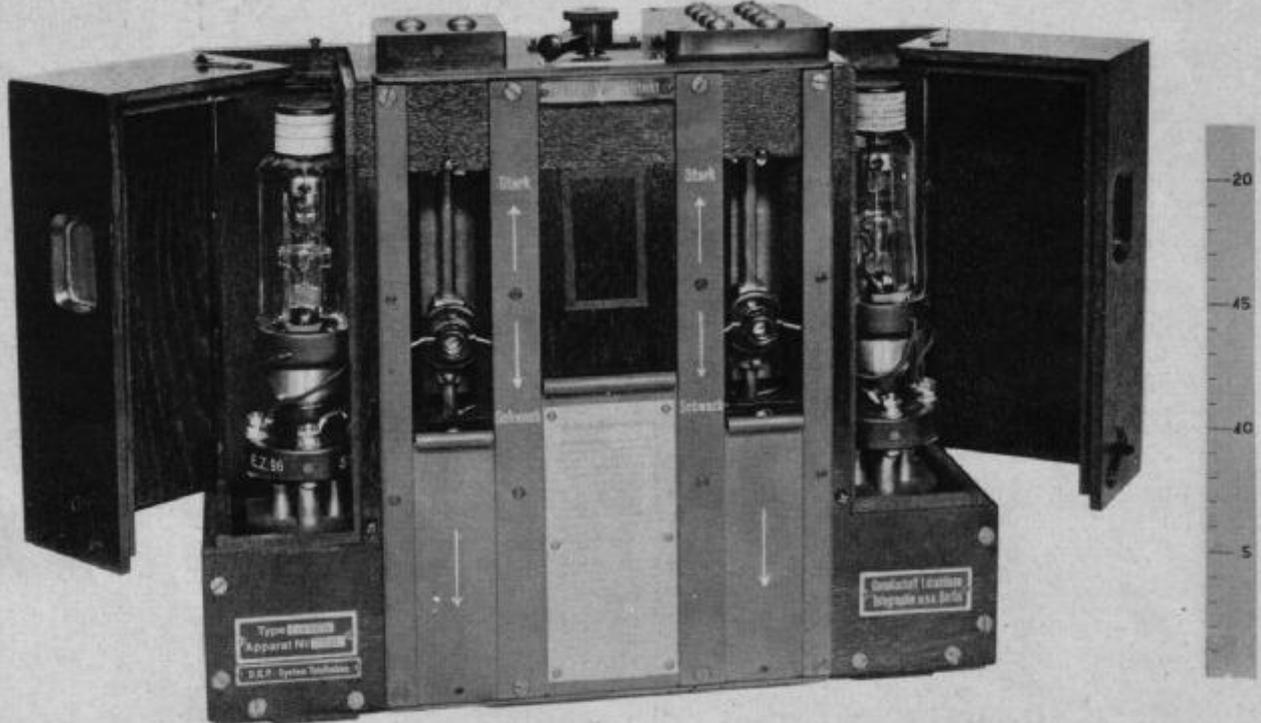
Die letzte Röhre im Empfänger nennt man Endstufe. Man findet sie leicht heraus, wenn man weiß, daß der Röhrensockel dieser Stufe immer in nächster Nähe der Lautsprecherbuchsen sitzt. Die Endstufe ist meist die größte Röhre im Empfänger, oder sollte es wenigstens sein. Bei den neuen Geräten gibt es eigentlich nur noch Endstufen mit Penthoden. Auch indirekt geheizte Penthoden haben sich sehr gut eingebürgert. Früher gab es überhaupt nur eine Endröhre, nämlich die RE 134 oder die Valvo L 413. Diese Röhren waren sehr „bescheiden“; denn die mit ihnen erzielte „Sprechleistung“ beträgt höchstens 0,3 Watt. Für einen guten Zimmerlautsprecherempfang aber sollte die Sprechleistung nicht unter 0,6 Watt sinken, besser noch beträgt sie 1 Watt, da man heute ja viel dynamische Lautsprecher verwendet, deren Wirkungsgrad nicht sehr hoch liegt.

Wir kommen bei der Besprechung der Endstufe nicht darum herum, über die Sprechleistung einiges zu sagen.

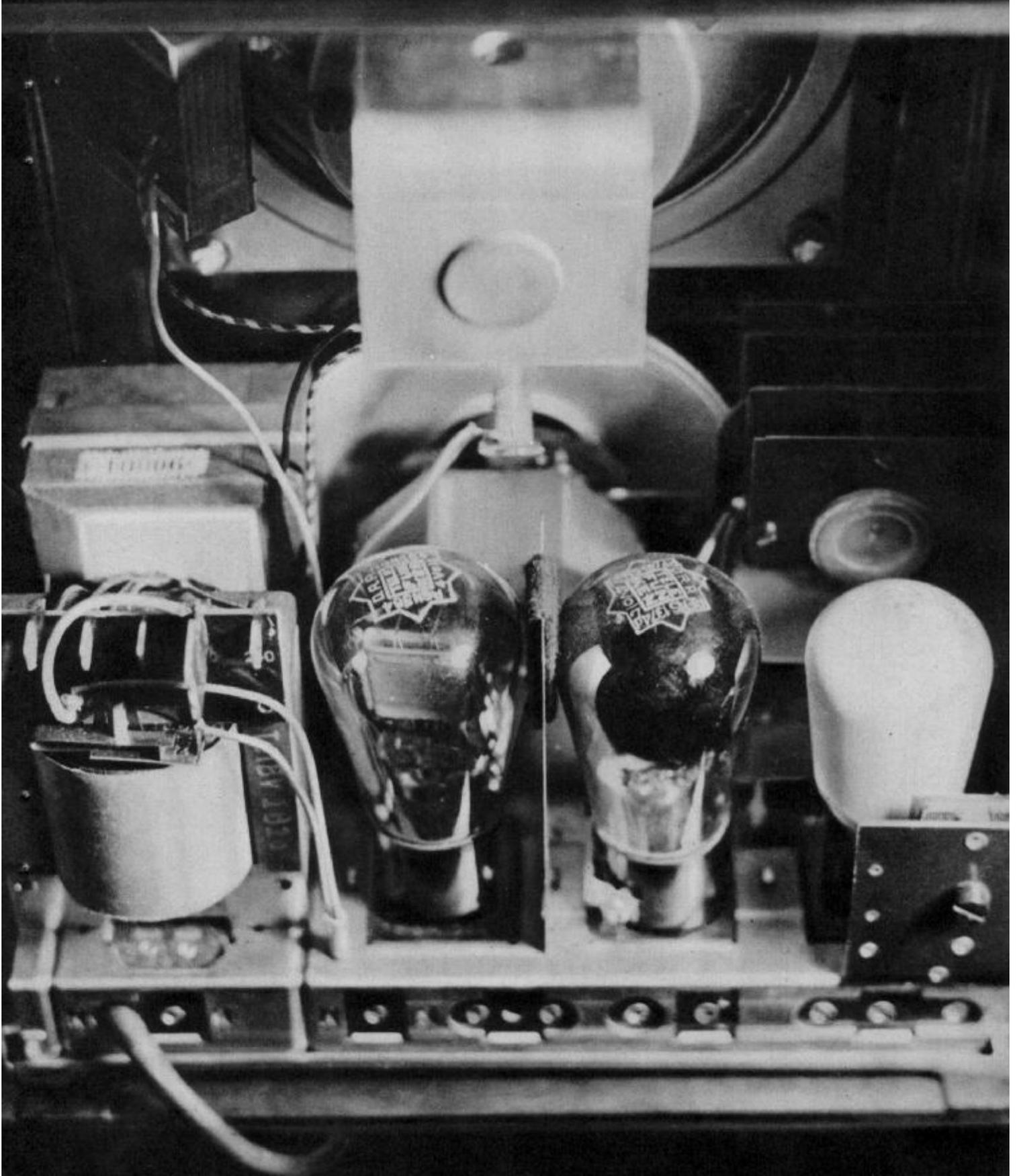
### Blindleistung — Sprechleistung

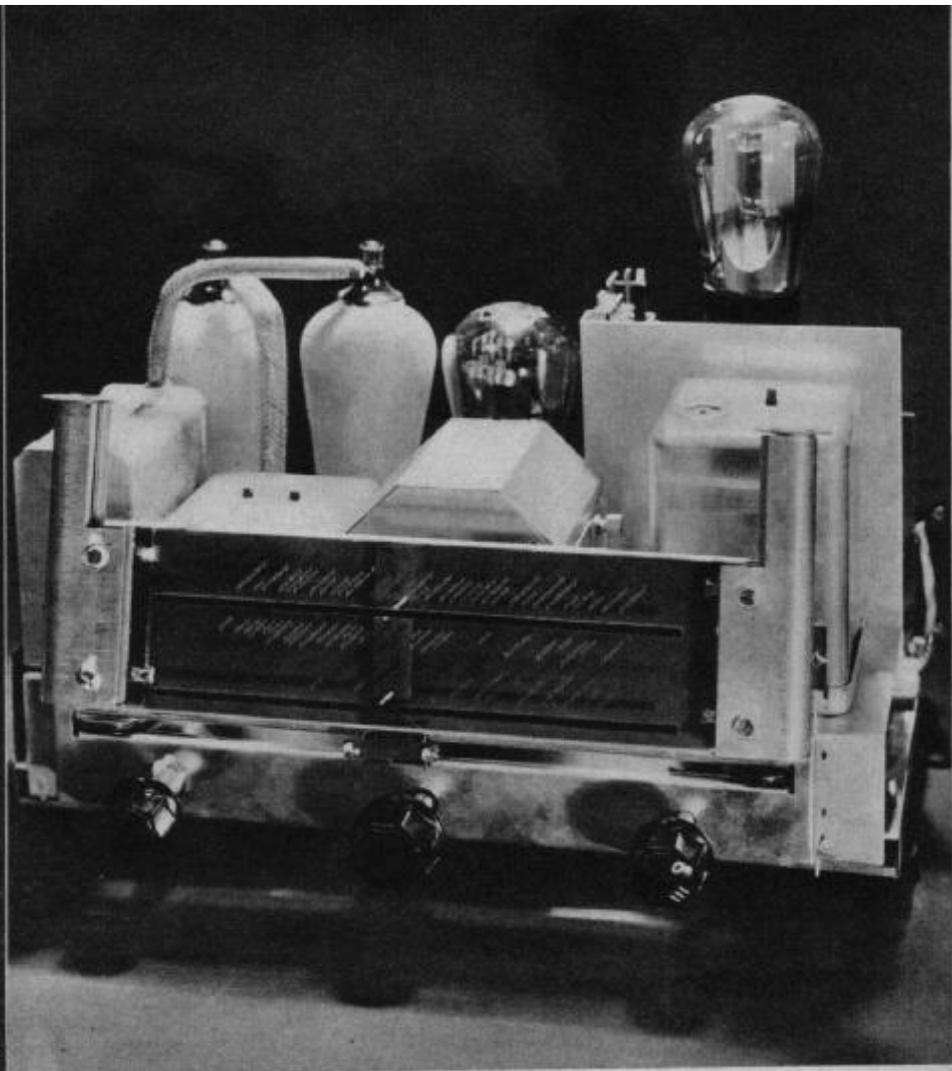
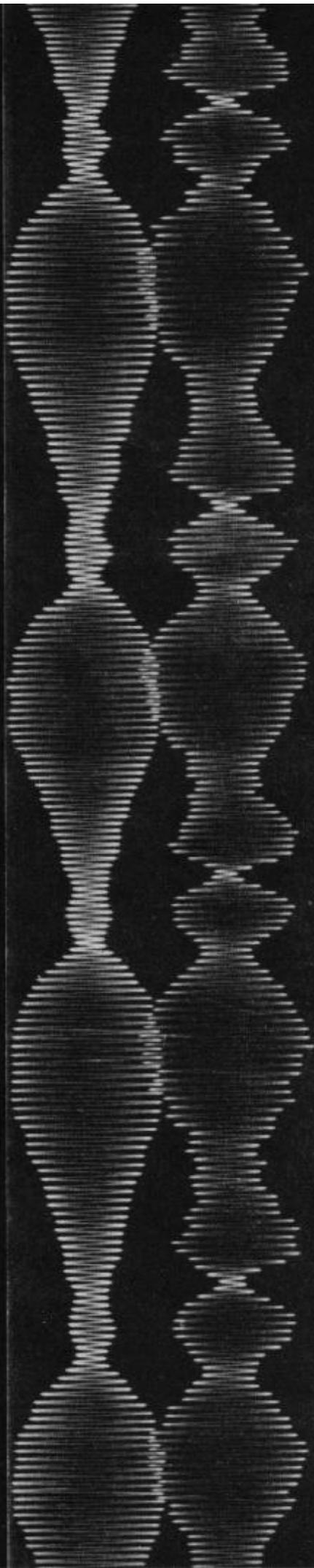
Die Endröhre verbraucht bei einer bestimmten Anodenspannung einen bestimmten Anodenstrom; z. B. bei 200 Volt Anodenspannung 10 MA

Der älteste Tonfrequenzverstärker „RV 89“, den jeder Kriegsfunker kennt.



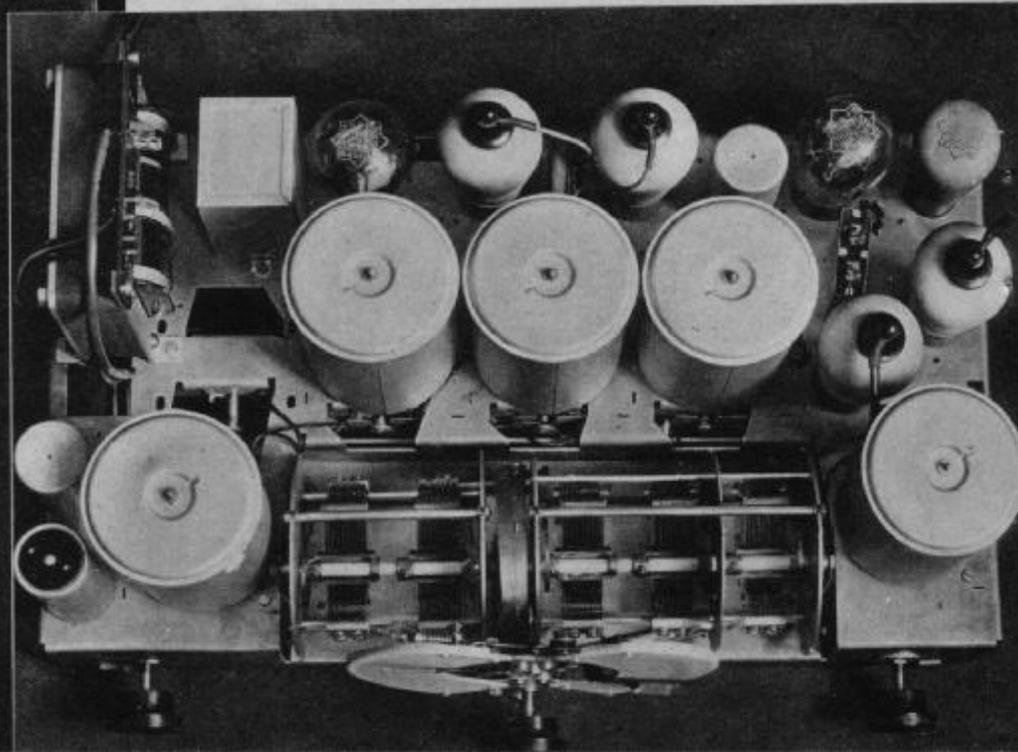
Blick in das Innere eines modernen  
Telefunken-Einkreislers mit eingebau-  
tem dynamischem Lautsprecher. Die  
mittlere Röhre ist die große, indirekt  
geheizte End-Penthode

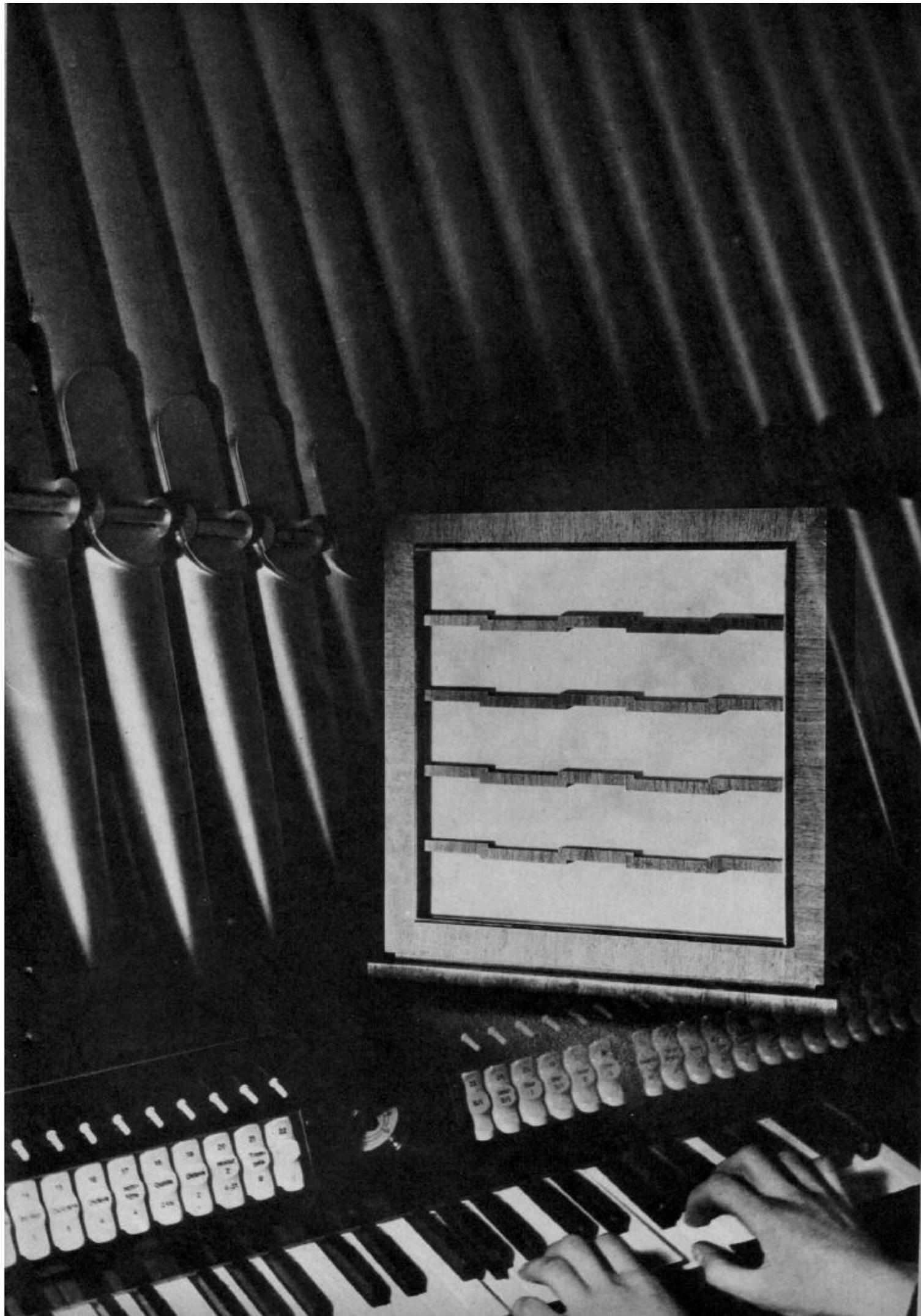


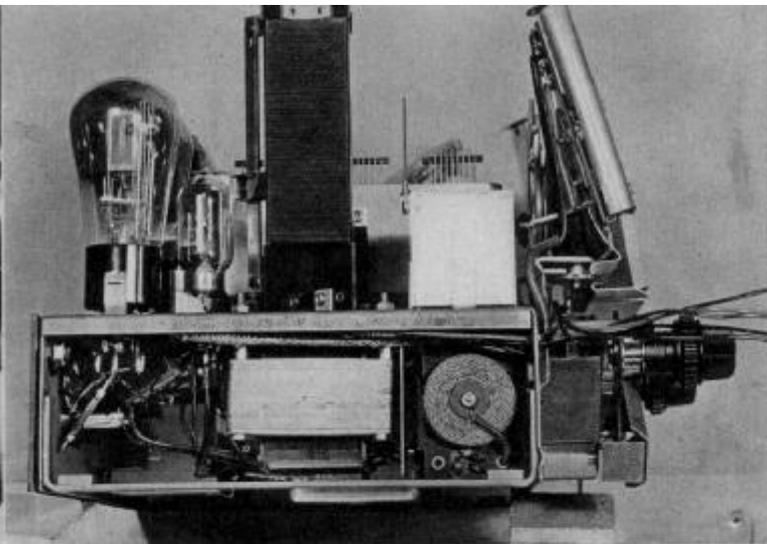
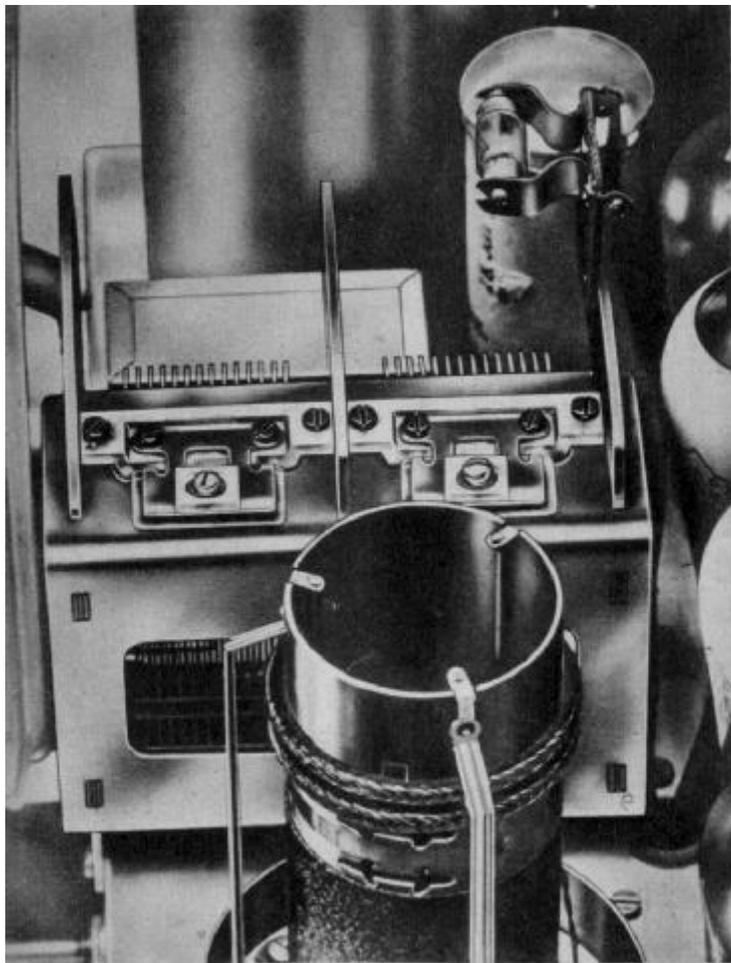


DER TON IM BILD  
TONFREQUENZ-  
OSZILLOGRAMM

Zwei Glanzleistungen moderner  
Empfängerbaukunst:  
Oben: Sport-Super Siemens 36  
Unten: Mende 5 Kreis



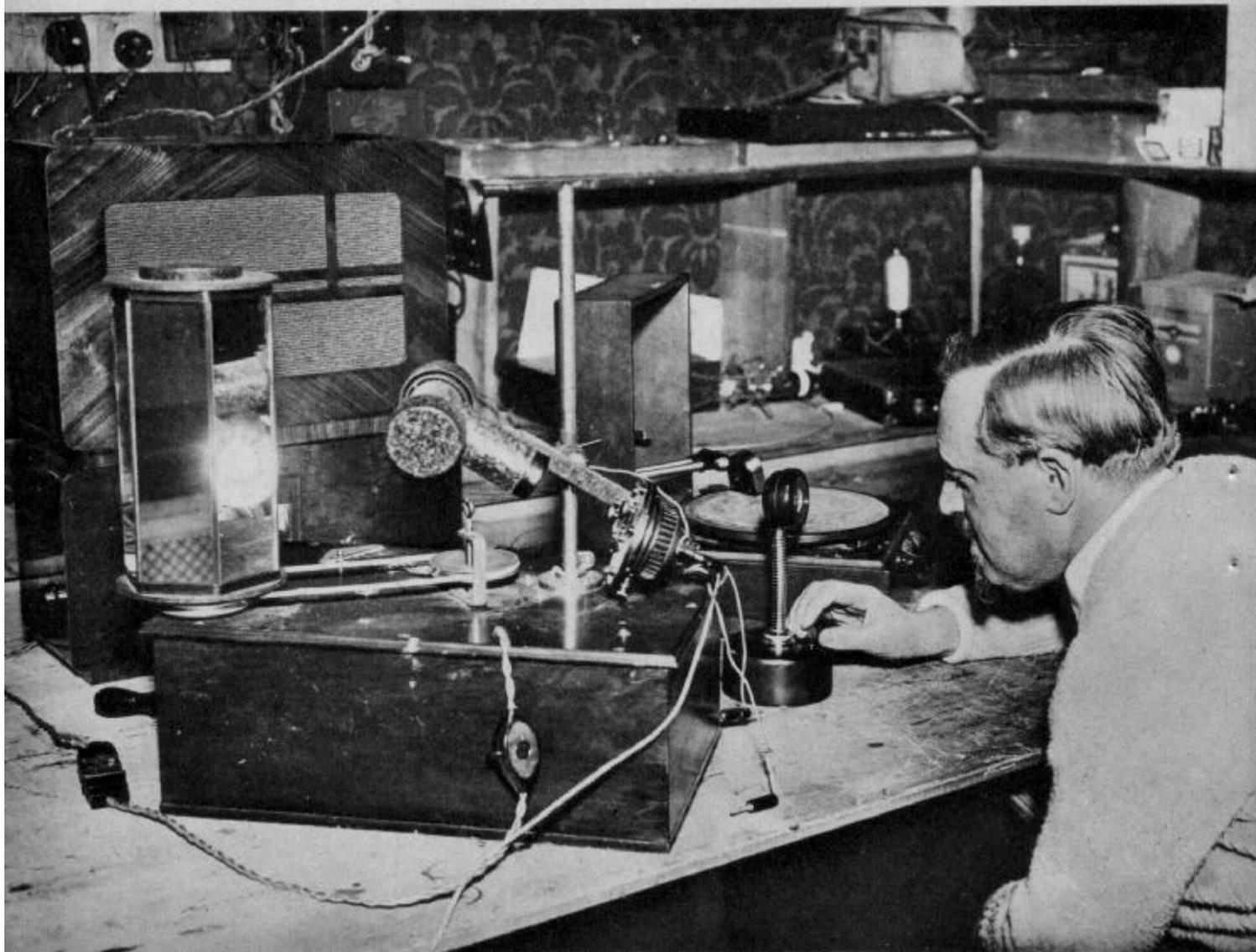




Oben: Chassis-Rückansicht eines modernen Dreikreislers: das Photo zeigt rechts die Hochfrequenzdrossel (Scheibenspule), welche als Netzwellensperre wirkt, und oben Mitte den großen Drahtwiderstand, welcher notwendig ist, um den Apparat bei verschiedenen Netzspannungen verwenden zu können — links daneben das „Uran“-Schutzlämpfchen gegen Einschaltstromstöße

Links: „Hochkreise“ sind das Kennzeichen moderner Empfänger. Das Bild zeigt die Ausführung derselben von Saba: Drehkondensatoren mit „Trolitul“-Isolation, oben die „Trimmer“ (Kleinstkondensatoren zur Feinabstimmung), davor die Hochkreisspule mit wenig Isoliermaterial, aus Spezialhochfrequenzlitze gewickelt

Unten: Tonuntersuchungen im Laboratorium: Die Sprachschwingungen im Mikrophon werden im „Drehspiegel“ des „Oszillographen“ (Kurvenschreibers) sichtbar gemacht und zu komplizierten Wellenlinien auseinandergezogen, so daß man jede „Grund“- und „Ober“-Schwingung genau sehen kann. Vgl. hierzu Abb. „Der Ton im Bild“



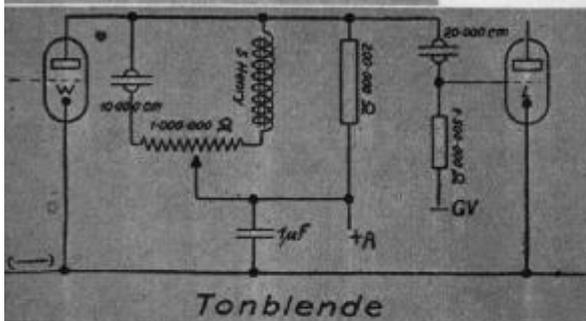
Anodenstrom. Die Leistung ist dann 2 Watt. Diese Leistung — Anodenstrom mal Anodenspannung — nennt man die Blindleistung, Anodenverlustleistung oder kurz Verlustleistung. Die ausnutzbare Sprechleistung hingegen beträgt bei gewöhnlichen Röhren nur ein Achtel hiervon. Man gibt bei den Endröhren häufig die Sprechleistung an und liest dann in Anzeigen: „Rolls-Royce-Empfänger mit 2½ Watt Endleistung.“ Das bedeutet dann, daß die Mittelpenthode eingebaut ist, der man bei genauer Anpassung tatsächlich diese hohe Sprechleistung entnehmen kann. Der Vorteil der hohen Sprechleistung macht sich besonders bemerkbar bei den Fortissimostellen der Musik: die zu kleine Endröhre verzerrt dann, während die große Endröhre noch eine klar durchsichtige Musik liefert. Ich rate jedem Leser, lieber eine stärkere Endröhre als eine schwächere zu wählen.

#### Auswahl von Endröhren

Eine ganze Anzahl von Empfängertypen ermöglicht die wahlweise Benutzung verschiedener Endröhren. Für die Auswahl folgende Ratschläge:

1. Unser Wunsch sei eine besonders hohe Verstärkung: dann wähle man die Penthode.
2. Wollen wir aber eine besonders füllige Musik haben und besitzen einen gewissen Überschuß an Verstärkung im Empfänger, dann wählen wir statt der Penthode eine „Kraftendröhre“. In unserer Röhrentabelle sind die Kraftendröhren auch unter dieser Bezeichnung rubriziert. Man merke sich, daß Kraftendröhren weniger verstärken als normale Endröhren oder gar Penthoden, daß sie dafür aber eine ganz besonders weiche und wahre Musik geben.

Wie die Endstufe unseres Empfängers auch ausgeführt sein mag — immer müssen wir uns eines grundsätzlich merken: Die Endstufe enthält die am stärksten belastete Röhre, also auch diejenige Röhre, die am schnellsten verbraucht wird. Darum muß man die Endröhre des Empfängers öfter erneuern als die übrigen Röhren. Sobald Verzerrungen auftreten, untersuche man zuerst die Endröhre!



Tonblende

Abb. 169 Elegante Tonblende

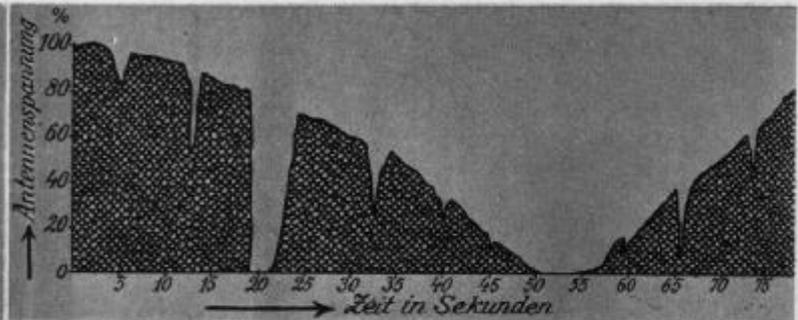


Abb. 170 Das Schwanken der Empfangslautstärke liegt gewöhnlich nicht an den Röhren, sondern am „Fading“ (Signalschwund)

#### Die Tonblende

Jeder moderne Empfänger ist mit Tonblende ausgerüstet. Während früher parallel zum Lautsprecher Kondensatoren verschiedener Größe als Tonveredler geschaltet wurden, bedeutet die Tonblende ein Mittel zur empfindungsmäßigen Klangverbesserung, das sehr viel stärker wirkt. Folgende Arten von Tonblenden sind vorherrschend:

1. Zwischen Gitter und Kathode der letzten Röhre wird ein Drehkondensator von 500—1000 cm Endkapazität geschaltet, der die höchsten Töne abschneidet. — Man kann z. B. „Hochfrequenzüberschneidungen“ entweder durch Steigerung der Trennschärfe bekämpfen oder dadurch, daß man bei etwa 3000 Hertz die Wiedergabe „abschneidet“. Daß das Abschneiden sich bewährt, liegt daran, daß es für den Klangeindruck immer besser ist, bei 3000 Hertz abzuschneiden, als die unangenehmen „Überschneidungserscheinungen“ zu hören.

2. Eine Verfeinerung der Methode der Tonblende (Tonausblendung) zeigt unsere Abb. 169. Die Größen sind eingeschrieben. Diese Blende funktioniert folgendermaßen: Steht das Hochohmpotentiometer in Mittel-

stellung, dann heben sich Kapazität und Selbstinduktion in ihrer Wirkung auf, und der Durchlaßbereich ist so groß, als ob das Sperrglied nicht vorhanden wäre. Rückt man den Schleifer mehr nach links, dann kommt die Kapazität mehr zur Wirkung, und die hohen Töne werden abgeschnitten. Rückt man aber nach rechts, wird die Wirkung der Kapazität immer kleiner und damit die Wirkung der Selbstinduktion immer größer: die tiefen Töne werden immer mehr beeinträchtigt. Der Einbau einer solchen Tonblende ist also tatsächlich eine technisch gut vertretbare Sache, die unter Umständen sogar den Bau des Apparates sehr vereinfachen kann, indem Vor-selektionsmittel eingespart werden können.

3. Neuerdings liegt gewöhnlich parallel zum Ausgangstransformator ein Kondensator von  $0,1 \mu\text{F}$  und ein Regelwiderstand von  $10\,000 \Omega$  in Serie miteinander.

### Die Fadingkompensation

Die Erscheinung des Fadings oder — wie man sagt — Signalschwunds ist eine der unangenehmsten Beigaben zum Fernempfang. Wenn es auch durch Konstruktion bestimmter Sendeantennen gelungen ist, den sogenannten „Nahschwund“ teilweise zu beseitigen, so ist der für den abendlichen Fernempfang sehr viel wichtiger allgemeine Signalschwund bisher vergeblich bekämpft worden. Wir können zwei hauptsächliche Schwundvorgänge in der Praxis beobachten:

1. die Sekundenfadings,
2. die Minutenfadings.

Auf der graphischen Darstellung (Abb. 170) haben wir den Gang der Lautstärke eines fernen Senders zu Zeiten starken Fadings dargestellt. Man sieht hier deutlich eine Schwundperiode, die ungefähr eine Minute dauert, und mehrere kurze Schwundperioden, die in Abständen von nur wenigen Sekunden aufeinander folgen. Gerade ein Vorgang wie der in Abb. 170 dargestellte ist häufig: Sekunden- und Minutenfadings wirken zusammen.

Was kann man gegen das Fading unternehmen? Abgesehen vom Einsatz einer sehr großen Verstärkung des Empfängers und sehr guter Hochantenne stand man dem Fading bisher ziemlich machtlos gegenüber. Erst die neuen Empfänger enthalten den sogenannten Schwundbegrenzer oder die Fadingausgleichsrichtung auch „Automatik“ genannt. Der Vorgang des Ausgleichs ist an einem mechanischen Bild schön zu erklären, welches in Abb. 171 dargestellt ist: Gießen wir Wasser in den linken Schenkel des doppelten U-Rohres, dann steigt es im rechten Schenkel

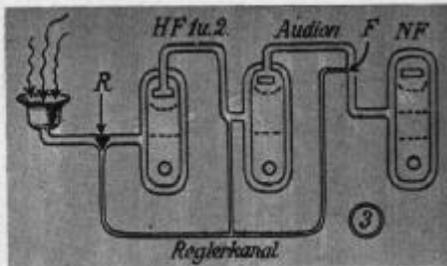
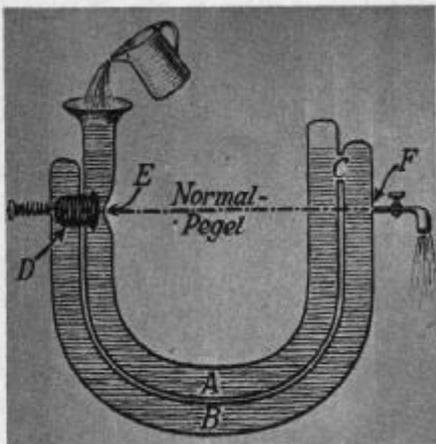
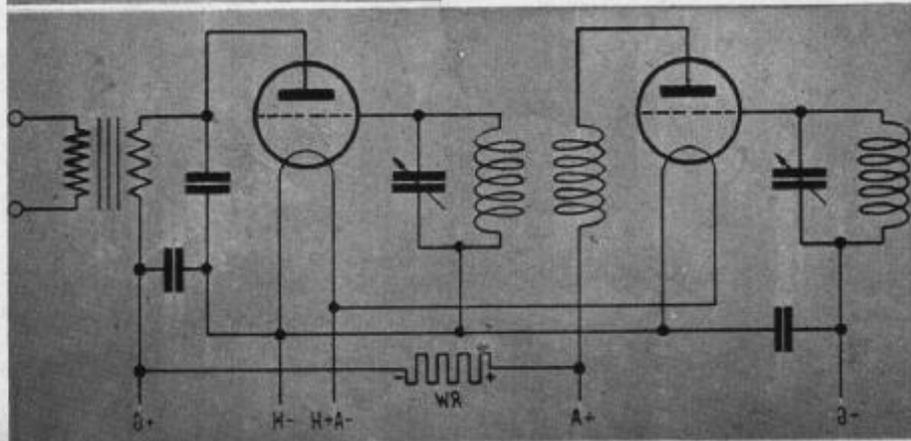


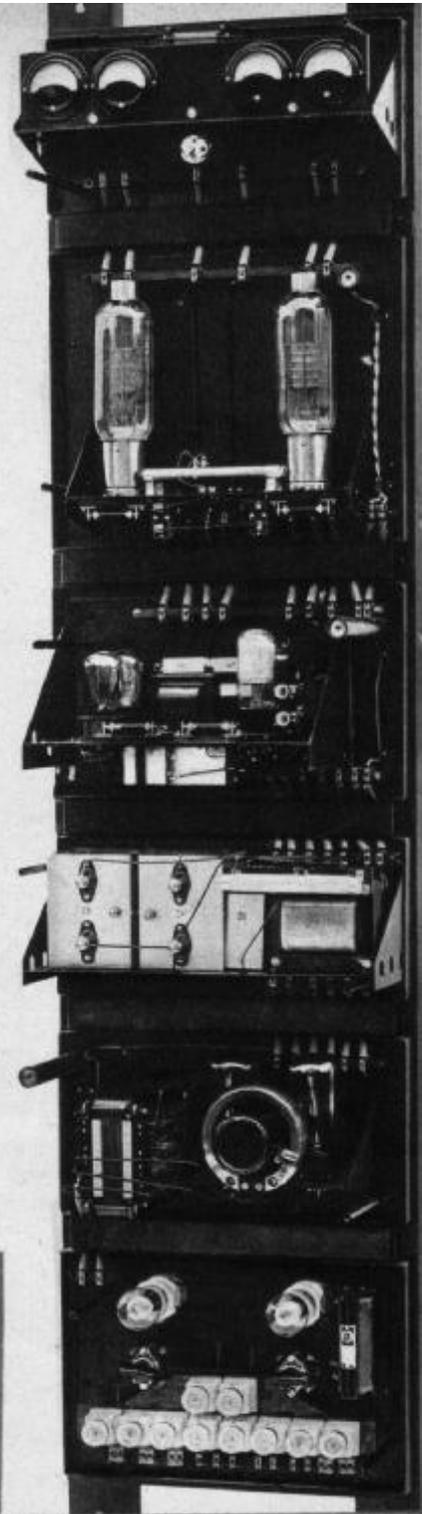
Abb. 172 Schwundregulierer in Wirklichkeit

Abb. 171 Der Schwundausgleich in einer mechanischen Analogie



Ein großer Verstärker im Fernsprechart für Rundfunk-Kabel-Übertragungen

Abb. 173 Einfachstes Schaltbild einer Fadingkompensation



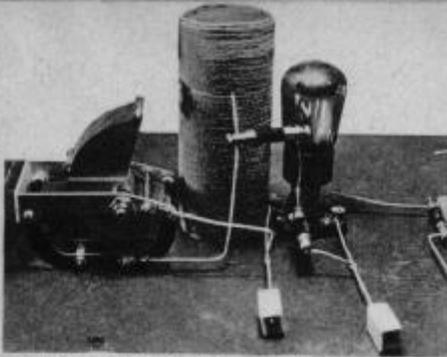


Abb. 174 Einfachste „Vorstufe“ eines Dreiröhrenempfängers im Rohbau

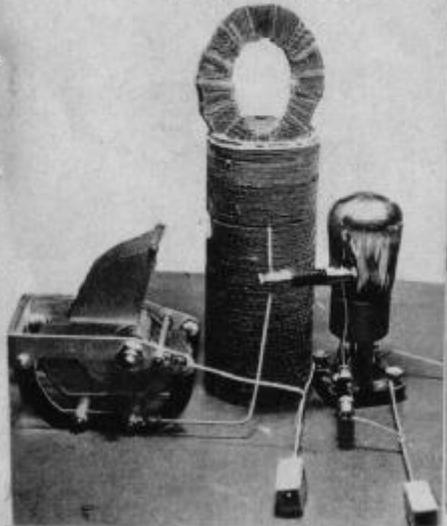


Abb. 175 Das Rückkopplungsaudion mit oben sichtbarer „induktiver“ (Spulen) Rückkopplung

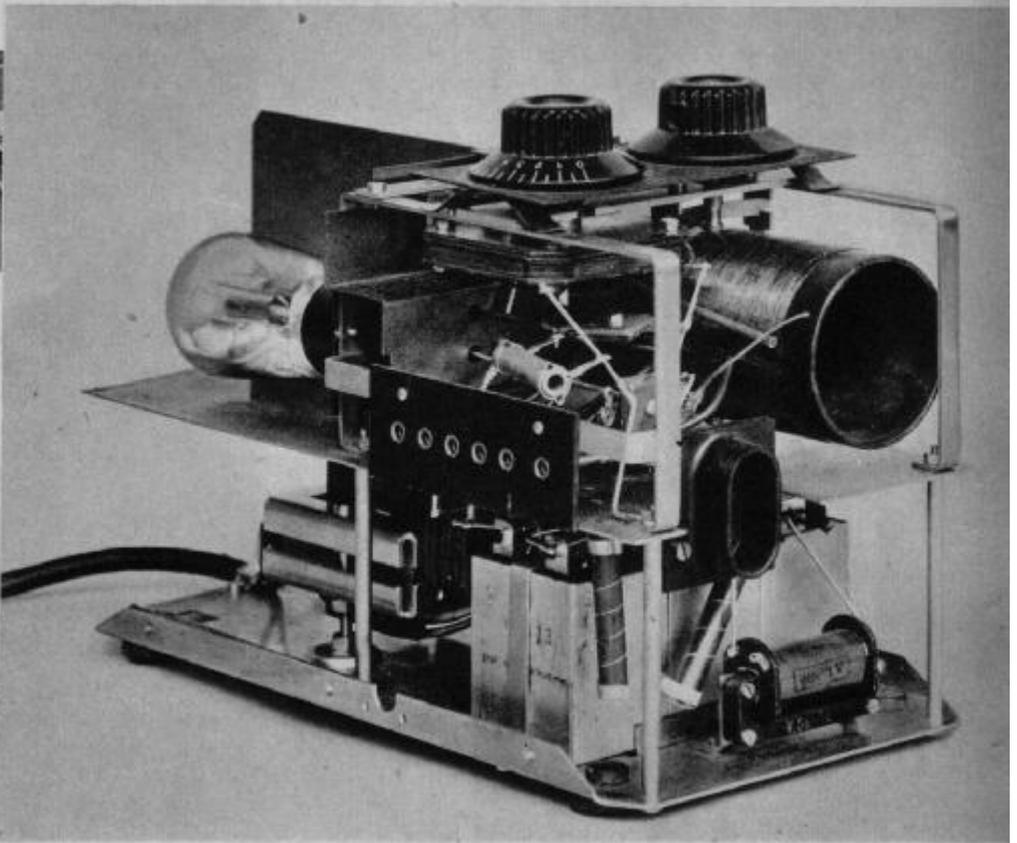


Abb. 178 Zweiröhren-Netzempfänger älterer Bauart

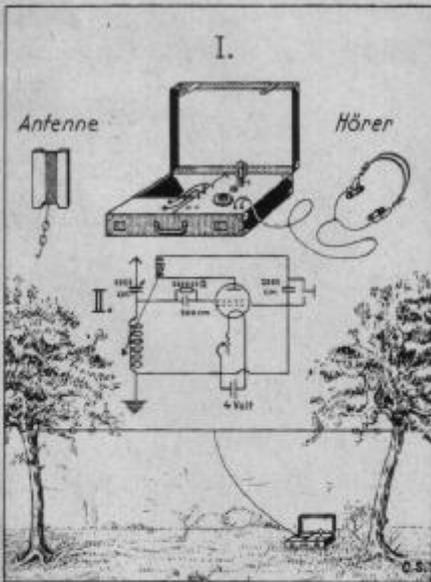


Abb. 176  
Wochenend-Batterie-Empfänger mit  
Doppelgitterröhre als Audion

bis über die Linie des Normalpegels hinauf nach C. Von hier aus füllt sich nun langsam das zweite Rohr B, bis das Wasser hier an den Gummipfropfen D kommt. Da aber der Punkt C höher liegt als die Einbuchtung E im Rohr A, drückt jetzt der Überdruck im Rohr B den Pfropfen D in das Rohr A hinein, so daß sich diese Stelle des Rohres fast ganz verschließt. Die Folge davon ist, daß der Druck in A nicht mehr ausreicht, um das durch das sehr kleine Abflußrohr F abfließende überschüssige Wasser zu ersetzen, so daß der Wasserspiegel unter C sinkt. Damit sinkt der Druck in B, und die fein eingestellte Feder hat wieder Kraft genug, um den Verschlusspfropfen D aus der Verengung des Rohres A zurückzuziehen. So wird wieder ein breiterer Weg für das zufließende Wasser frei, der Wasserspiegel in A steigt bis C, im Rohr B entsteht Überdruck — und das Spiel beginnt von vorne!

Die mechanische Analogie gibt natürlich nur ein Bild von dem wunderbaren Zusammenwirken der Kräfte beim Fadingausgleich: Sinkt die Träger-spannung durch das Fading, dann verschiebt die „Ausgleichspannung“ den Arbeitsbereich der ersten Röhren nach Richtung großer Verstärkung. Hört das Fading wieder auf, dann wandert der Arbeitspunkt wieder in die Richtung kleinerer Verstärkung. Abb. 172 stellte schematisch diesen Vorgang dar: Vom Audion wird eine Teilspannung bei F abgezweigt, welche den Schieber R nach oben drückt und damit — bildlich — die Verstärkungsmöglichkeit der Röhren I und II (Hochfrequenzverstärkerstufen) herabsetzt.

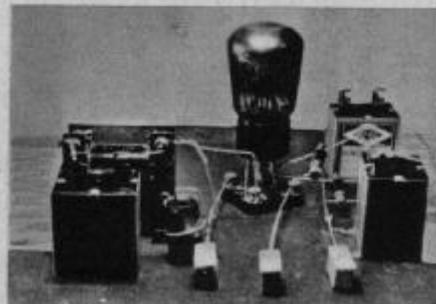
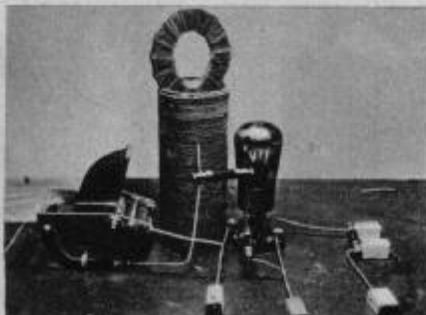
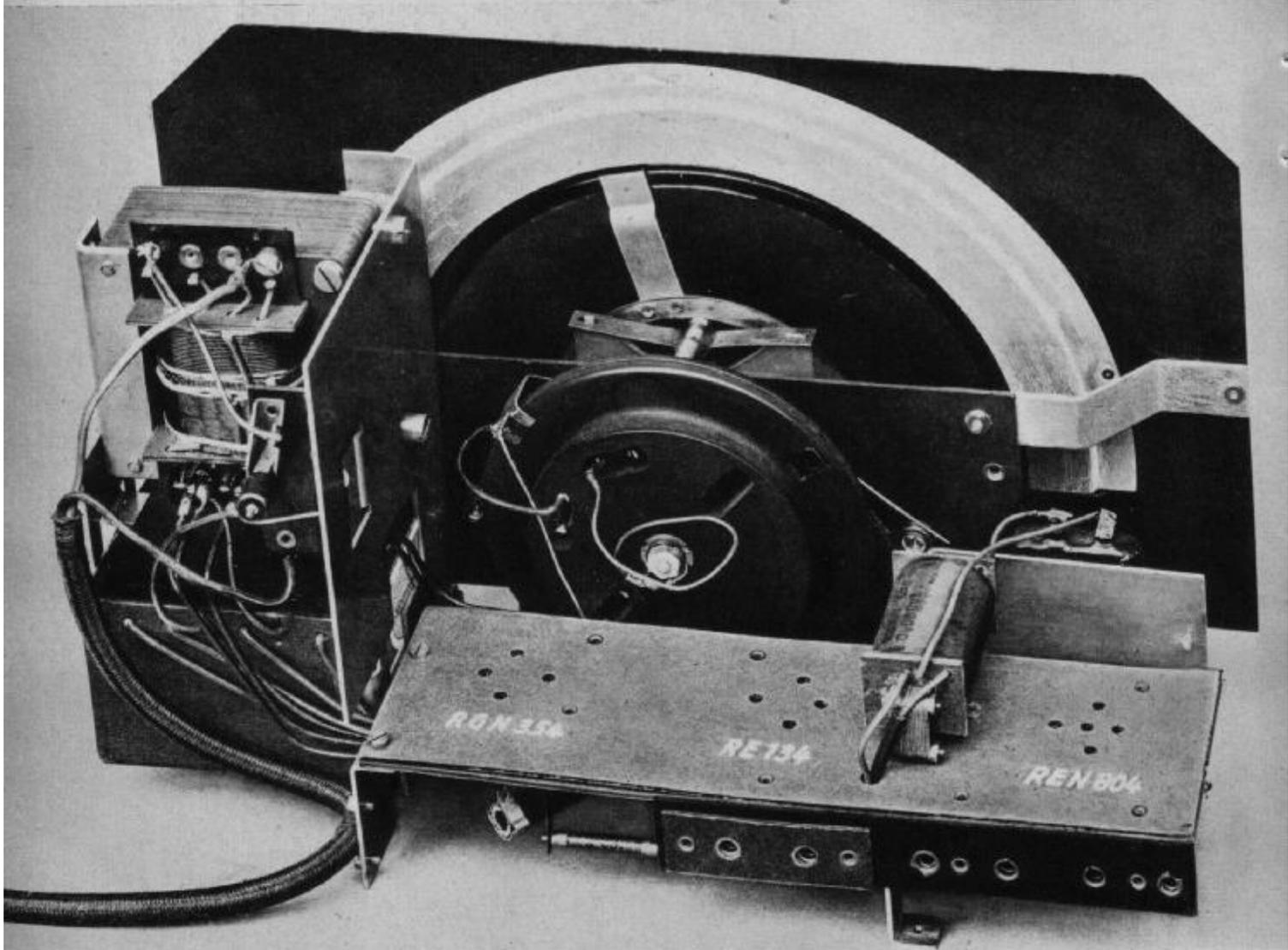


Abb. 177 Rückkopplungsaudion und  
Tonfrequenz-Verstärkerstufe bilden zu-  
sammen den einfachen „Zweiröhren-  
Empfänger“

Es läßt sich somit auch beim Fernempfang eine sehr gleichmäßige Lautstärke erreichen. Der automatische Ausgleich muß allerdings in einer kürzeren Zeit als einer Zehntelsekunde „anspringen“; denn sonst würde er den schnellen Fadings nicht folgen können. Es ist selbstverständlich, daß irgendwelche Klangverzerrungen durch den Fadingausgleich nicht entstehen können; denn der ganze Mechanismus arbeitet ja nur bei der Hochfrequenzverstärkung, er hat also mit der Musik eigentlich nichts zu tun. Die beste Fadingregulierung erhält man durch Verwendung der Binode, welche die „Schieberspannung“ für die Hochfrequenzpentoden oder Hexoden liefert. Bei Apparaten ohne Hoch- oder Zwischenfrequenzstufen kann man keine Automatik einbauen, weil die Verstärkung zu klein ist.



Schaltbild des AEG-Zweiröhren-Netzempfängers „Gedux 201g“  
Netzanschluß an Gleichstrom  
(Dieses Gerät kann nachträglich für Wechselstrombetrieb umgeändert werden)

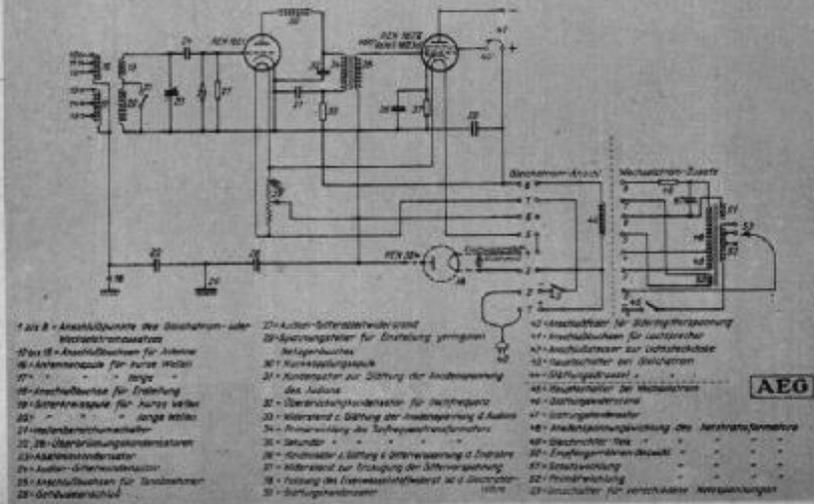


Abb. 179 Der Vorläufer des Volksempfängers war der Zweiröhren-„Einkreiser“. (Links die Gleichrichterröhre!)

Abb. 180

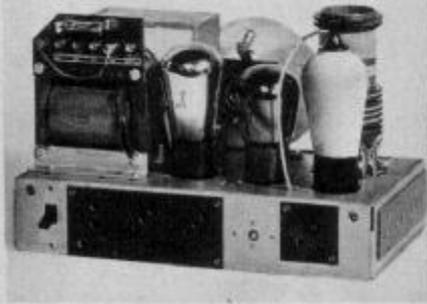


Abb. 181 Zweiröhren-Schirmgitterempfänger moderner Bauart



Abb. 182 Moderner Einkreis mit zwei Schirmgitterröhren

### Einkreis - Empfänger Modell R 110 WL

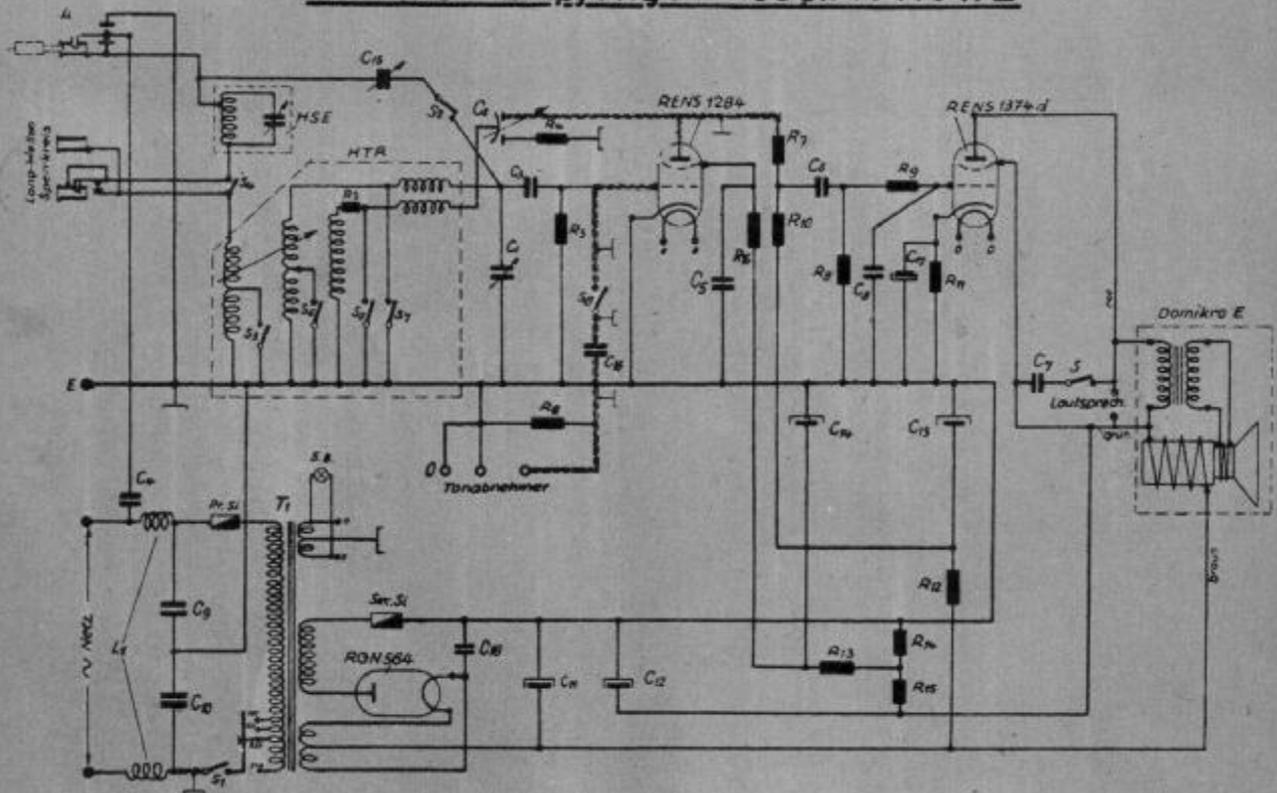


Abb. 183 Schaltschema eines modernen Einkreis mit Kurzwellen (Körting)

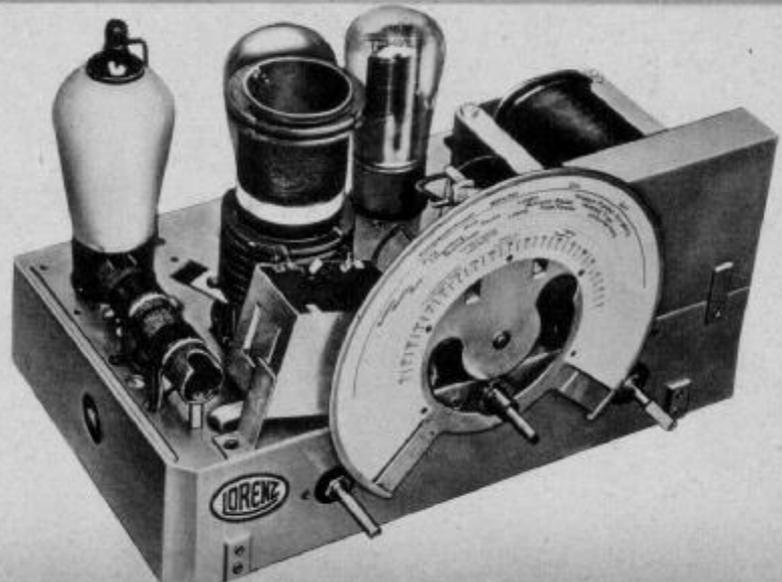


Abb. 184 Innenansicht eines modernen 3-Wellenbereich-Einkreis

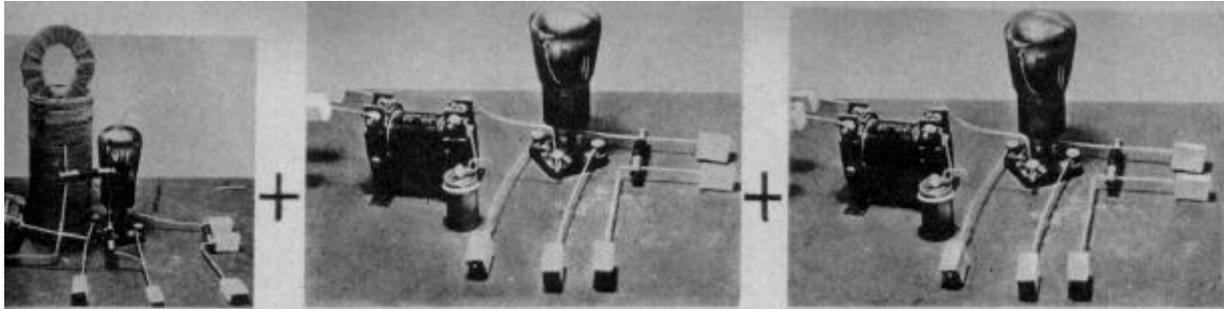


Abb. 185 Transformatorische Niederfrequenz-Kopplung

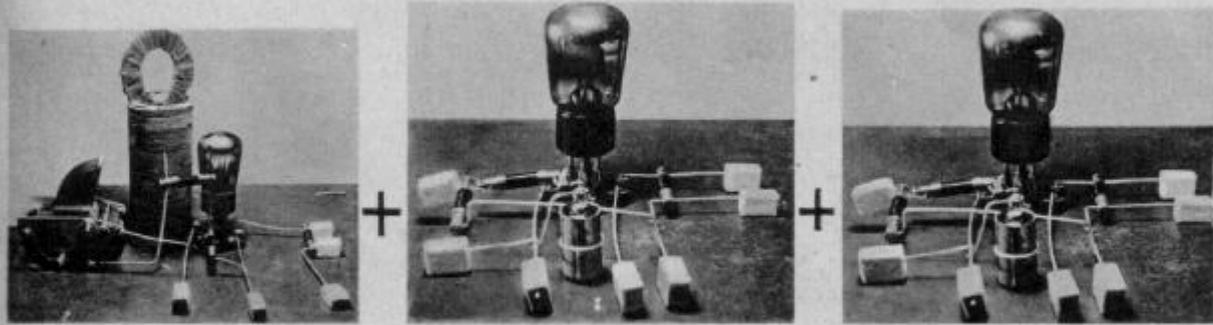
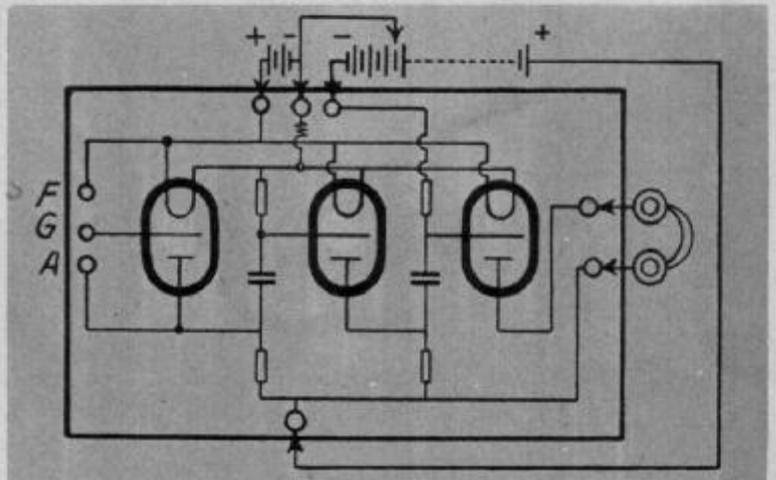


Abb. 186 Widerstandskopplung

↑  
**ODER**  
↓

Einkreiser mit zwei Tonfrequenzstufen (ältere Bauart des Einkreisers)



Der Vater aller Einkreiser war die „ARCOLETTE“  
rechts das Schaltbild  
unten das einfache „Chassis“

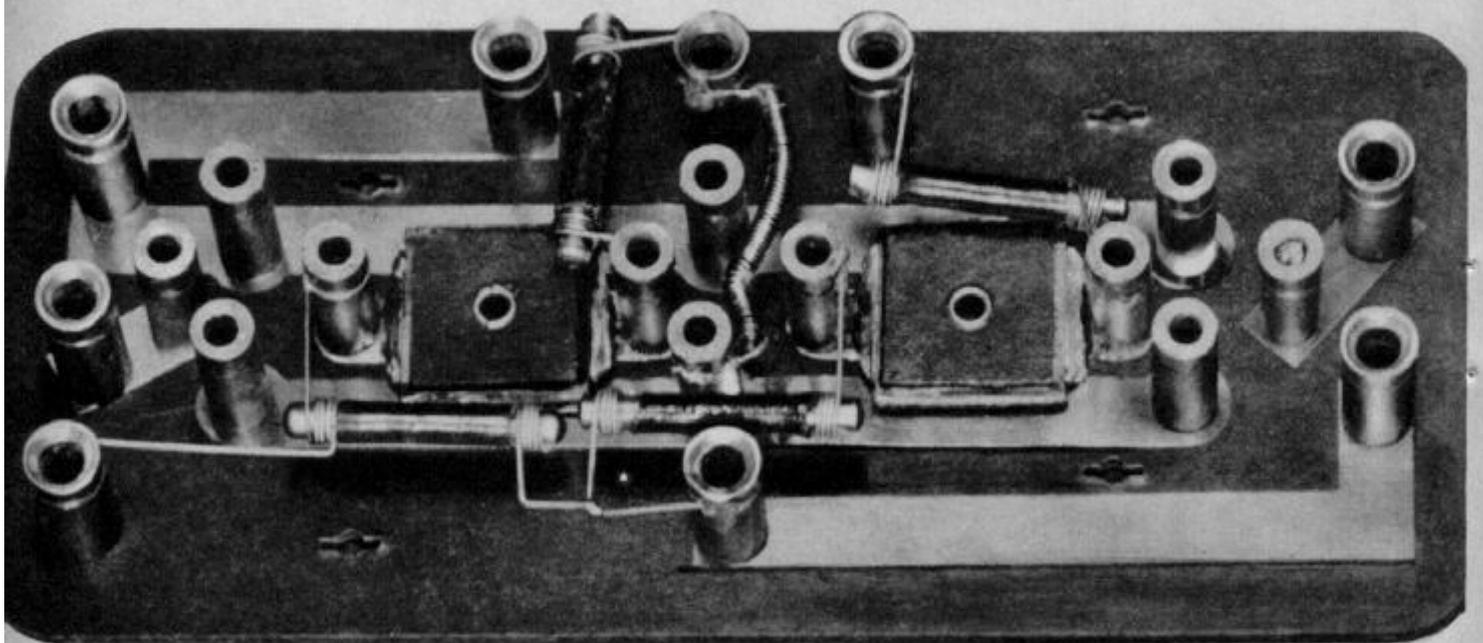


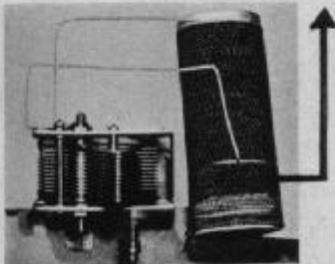


Abb. 189 Drei-Röhren-Audion + 2 X N-F  
— der erste große Rundfunkschlagger  
Arcolette 1926



Abb. 190 Dieser Apparat erzielte eine  
Millionen-Auflage: Die Loewe-Dreifach-  
röhre 1926

Abb. 191 Der weltbekannte Siemens-  
Protos-Dreiröhren-Empfänger mit Pro-  
tophon-Lautsprecher war 1927 das erste  
Kombinationsgerät Deutschlands



# VI.

## ZUSAMMENFÜGUNG DER STUFEN ZU FERTIGEN GERÄTEN

Beispiele der „Schaltungskombinatorik“.

Was jetzt kommt, macht Spaß! Wir kennen jetzt Hochfrequenzverstärkerstufen, Audion, Tonfrequenzverstärkerstufen, Endstufen und Netzanschlußteil. Aus diesen fünf „Molekülen“ baut sich jeder Rundfunkapparat der Welt auf! Wie unsere wirkliche Welt aus Elementen und Molekülverbänden besteht, so jeder Radioapparat aus den im ersten Teil beschriebenen Bauelementen und den im zweiten Teil gezeigten „Stufen“, die wir den Molekülverbänden gleichsetzen können.

Wir können die Stufen fast beliebig kombinieren. Die Radiokombinatorik ist eine sehr interessante lebendige Wissenschaft. Wenn der Leser bis hierher meinen Darlegungen einigermaßen verständnisvoll gefolgt ist, dann kann er jetzt schon einfache und komplizierte Empfänger aus den zu „Stufen“ vereinigten Bauelementen aufbauen. Es genügt deshalb, wenn wir die wichtigsten derjenigen Empfängertypen aufzählen, die sich in größerem Umfange durchgesetzt haben. Dabei ist zu berücksichtigen, daß für jeden der so aufgebauten Empfänger auch noch drei verschiedene Ausführungsformen in Frage kommen:

der Batterieempfänger,  
der Gleichstromnetzempfänger und  
der Wechselstromnetzempfänger.

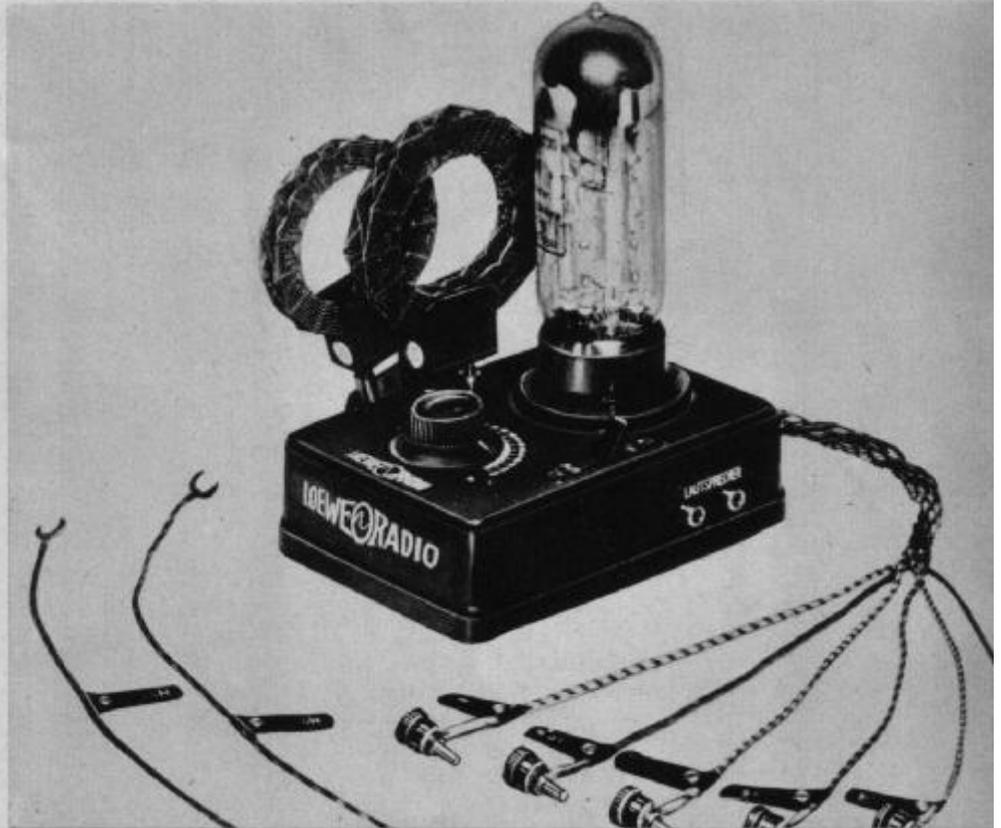
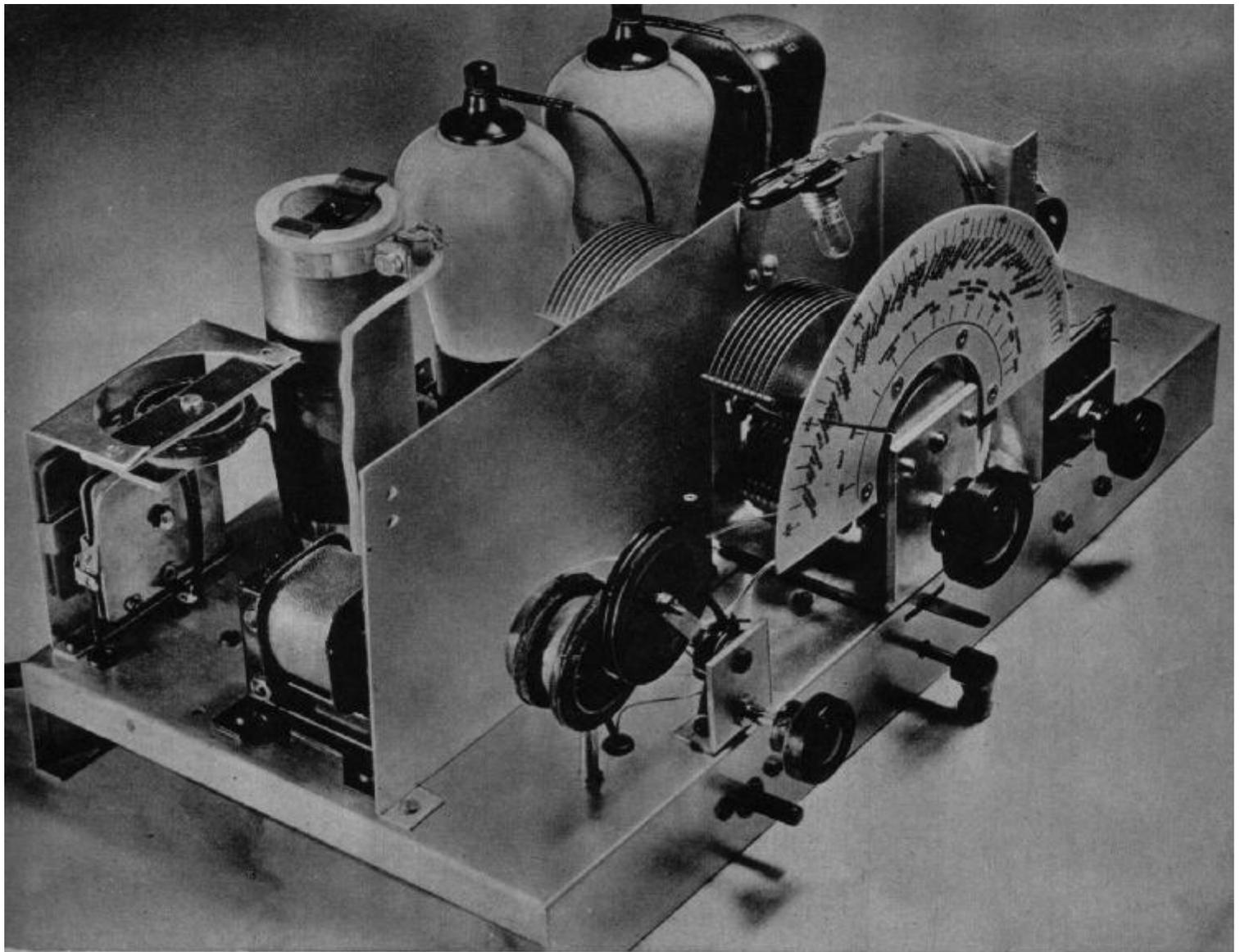


Abb. 192  
Audion mit Vorsatzsperrkreis, Übertrager- und CW gekoppelter Tonfrequenzverstärkerstufe





Ein Zweikreis alterer Bauart, bei dem man links vorn sehr schön die induktive Antennenkopplung sieht, welche in der Darstellung des Bildes etwa ein Viertel eingedreht ist. Erst wenn die beiden Spulen ganz aufeinanderliegen, ist die festeste Kopplung vorhanden. — Links hinten sieht man den großen Drahtwiderstand, der für ältere Gleichstromgeräte charakteristisch ist und dazu dient, die Geräte auf verschiedene Spannungen des Netzes einstellen zu können

### Einkreiser

Der einfachste Apparat ist das Audion (Abb. 174). Eine größere Verstärkung ergibt das Rückkopplungsaudion (Abb. 175). Für die Reise kommt das Reiseempfängeraudion (Abb. 176) in Betracht. Lauter hören wir mit der Kombination Audion plus einmal Niederfrequenzverstärkung (Abb. 177). Aus dieser Kombination entwickelte sich als letzte Neuheit der Fernempfänger mit zwei Hochleistungsröhren (Abb. 178—184). Verstärken wir tonfrequent in zwei Stufen statt in einer einzigen, so entwickelt sich das Audion plus zweimal Tonfrequenzverstärkung (Abb. 185 und 186). Dieser Apparat hat in Europa bis 1930 die allergrößte Verbreitung gehabt. Die Loewe-Röhre (Abb. 190) und die Arcolette (Abb. 187—189), die einfachen Siemens-Protos-Dreiröhrenempfänger (Abb. 191) und an die zweihundert andere Typen des Dreiröhrengeräts sind heute noch in ein paar Millionen Exemplaren in Europa verbreitet.

In neuerer Zeit werden die Einkreisempfänger gewöhnlich mit Sperrkreis versehen und marschieren nun unter dem Schlachtruf Hochkreis-Zweiröhrenempfänger (Abb. 192) mit zwei Penthoden, Hochsperrkreis und dynamischem Lautsprecher. Oft sind es „Dreibereich“-Geräte für Kurz-, Mittel- und Langwellenempfang. Einkreiser haben eine 30 000fache Verstärkung und eine Trennschärfe 1 : 40, die für die Sperrkreiswelle, aber nur für diese, auf 1 : 100 gesteigert wird.

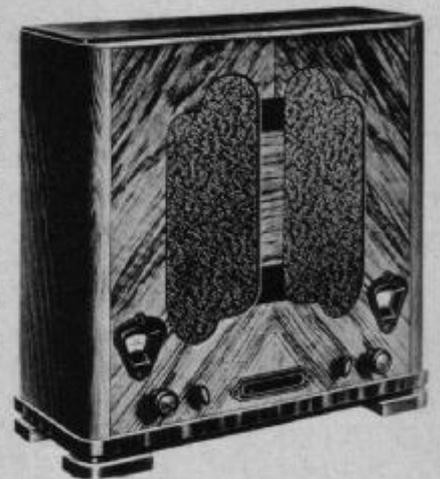


Abb. 193  
Dreiröhren-Netzempfänger 1933,  
Nachfolger der „Löwe-Dreifachröhre“

**Schaltbild des AEG-Dreiröhren-Netzempfängers „Geatrix 301 g“**  
 Netzanschluß an Gleichstrom  
 (Dieses Gerät kann nachträglich für Wechselstrombetrieb umgeändert werden)

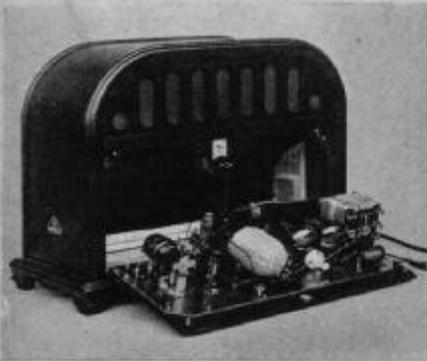
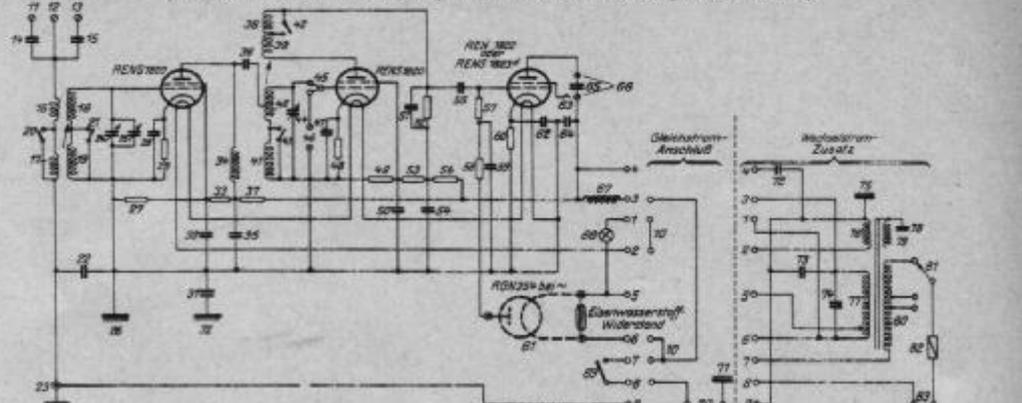


Abb. 194  
 Dreiröhren-Netzempfänger 1928



- 14, 15 = Anschlußpunkte des Gleichstrom- oder Wechselstromnetzes
- 16 = Verbindungslinien der Gleichstromanschlüsse
- 17, 12, 11 = Antennenanschlüsse
- 14, 15 = Antennenverkürzungs-Kondensatoren
- 16 = Antennenabgleichspule für kurze Wellen
- 17 = „Länge“
- 18 = Güterkreiswiderstand der ersten Stufe für kurze Wellen
- 19 = „Länge“
- 20, 21, 22, 23 = Wellenbereichsschalter
- 24, 25, 26, 27, 28 = Übersichts- und Rückkopplungs-Kondensatoren
- 29 = Zündschlüsselbuchse
- 30 = Abgleichkondensator
- 31 = Abgleichkondensator
- 32, 33, 34 = Anschluß an Grundplatte
- 35, 36, 37 = Spannungsteiler für Schirmgitterspannung
- 38, 39 = Widerstände zur Erzeugung der Gitterspannungen
- 40, 41 = Kondensatoren zur Glättung der Schirmgitterspannung
- 42 = Kondensator zur Erzeugung der Rückwand
- 43 = Rückwand
- 44 = Hochfrequenzdrossel
- 45, 46, 47 = Kondensatoren zur Glättung der Anodenanspannungen
- 48, 49 = Abgleichkondensatoren
- 50, 51 = Widerstände zur Glättung der Anodenanspannungen
- 52 = Rückkopplungsspule für lange Wellen
- 53 = „Länge“
- 54 = Güterkreiswiderstand der 2. Stufe für kurze Wellen
- 55 = „Länge“
- 56 = Umschalter von Ausgänger- auf Schutzplattenwiderstände
- 57 = Anschlußbuchsen für Fernbetriebe
- 58, 59 = Übersichts-Kondensatoren für Hochfrequenz
- 60 = Anodenabgleichswiderstand
- 61 = Güterkreisabgleichswiderstand
- 62 = Widerstand zur Glättung der Gitterspannung
- 63 = Kondensator
- 64 = Fassung der Vorschaltbohle oder Gleichrichteröhre
- 65 = Anschlußbuchse für Schirmgitterspannung
- 66 = Glättungsdrossel
- 67 = Lautsprecher
- 68 = Lautsprecherklemme
- 69 = Lautsprecher
- 70, 71 = Netzanschlüsse
- 72, 73, 74 = Glättungskondensator der Wechselstrom
- 75 = Wicklung des Netztransformators f. Heizung d. Endringgitters
- 76 = Wicklung d. Mittelstroms f. Heizung d. Schirmgitters u. Anoden
- 77 = Schutzwicklung
- 78 = Primärwicklung des Netztransformators
- 79 = Umschalter für verschiedene Netzspannungen
- 80 = Thermosicherung

Abb. 195 Zweikreis-Schaltbild

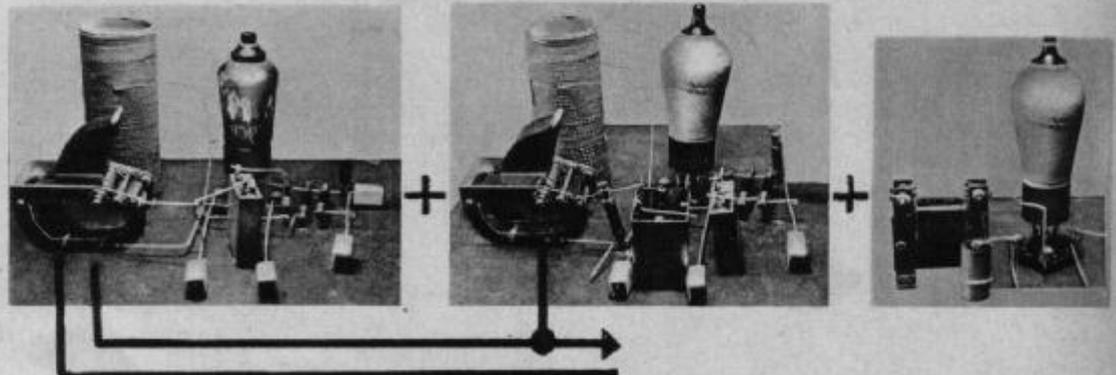


Abb. 196 XLTRE BAUART des Zweikreis: Gemeinsamer Kondensatorantrieb und „Stator“-Korrektur! (Ausgleich)

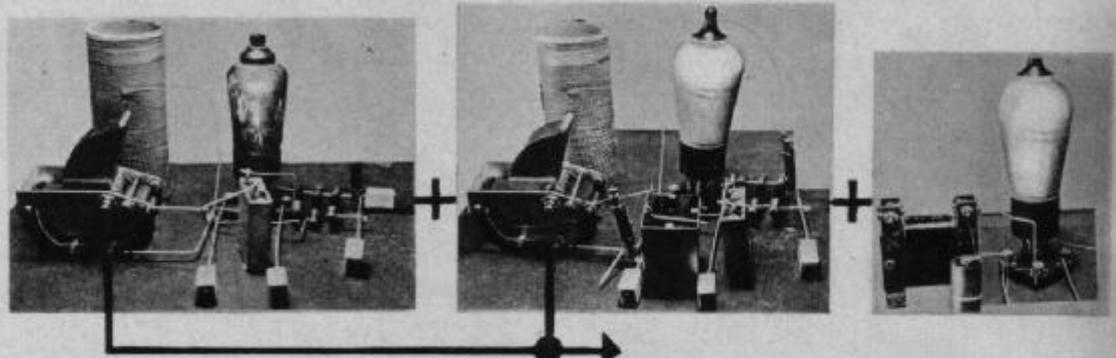


Abb. 197 NEUE BAUART. Gemeinsame Kondensatorachse (ohne Ausgleich) und 3 Pentoden

**Zweikreis**

Der weitestverbreitete Typ dieser Klasse — entstanden aus dem Hochleistungseinkreis mit einer Hochfrequenzvorstufe — ist der Zweikreis-Schirmgitter-Dreier (Abb. 195—200). Diese seit 1929 beliebtesten Fernempfänger bestehen heute gewöhnlich aus zwei Hochfrequenz- und einer Endpentode, die 2½—3 Watt Sprechleistung abgibt. Mit ihren zwei Hochkreisen und einem Hochsperrkreis kommen sie auf eine Trennschärfe von 1:100, für die Sperrkreiswelle auf 1:200, die Verstärkung beträgt maximal ¾ Millionen. Elektrodynamischer Lautsprecher und Kurzwellenbereich ergänzen die ausgezeichnete Ausstattung dieser Empfänger-type.

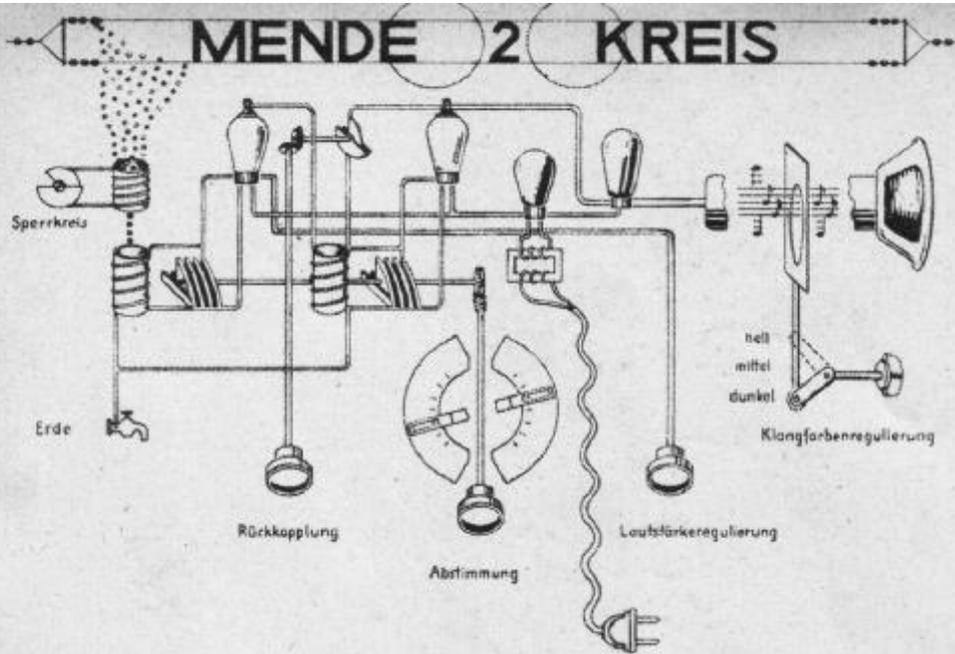


Abb. 198 Schematisches Schaltbild eines modernen Zweikreislers mit Kurzwellen

Fügt man an den Zweikreis-Dreier eine weitere Niederfrequenzstufe an, die zwischen Audion und Endstufe eingeschaltet wird, so entsteht daraus der Zweikreis-Vierer (Abb. 201—203). Dieses Gerät wurde schon 1926 als Neutrodynempfänger auf den Markt gebracht, es bestand aus Hochfrequenzstufen mit Neutralisierung, Rückkopplungsaudion, Niederfrequenzstufe und Endstufe. Jeder der beiden Kondensatoren wurde besonders bedient, so daß diese Apparate zwei Skalen hatten.

Die Weiterentwicklung war dadurch gekennzeichnet, daß beide Drehkondensatoren auf eine Achse (Abb. 204) gesetzt wurden, wodurch ein Bedienungsknopf wegfiel. So entstand der Einknopf-Zweikreis-Vierer. Da inzwischen die Schirmgitterröhren erfunden worden waren, wurde der Einknopf-Zweikreis-Vierer bald zum Zweikreis-Schirmgitter-Vierer. Dieser Typ hat in mehr als einer halben Million Exemplaren Eingang auf dem Markt gefunden.

Abb. 199 Modernste Form des Zweikreislers (Mende)

## 2 Hochkreise mit H.F. Eisenspulen





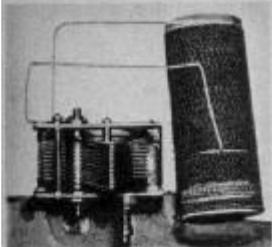


Abb. 206 Dreikreisempfänger mit Pentoden und Sperrkreis

Abb. 206a Derselbe Empfänger ohne Sperrkreis und mit gewöhnlichem Audion

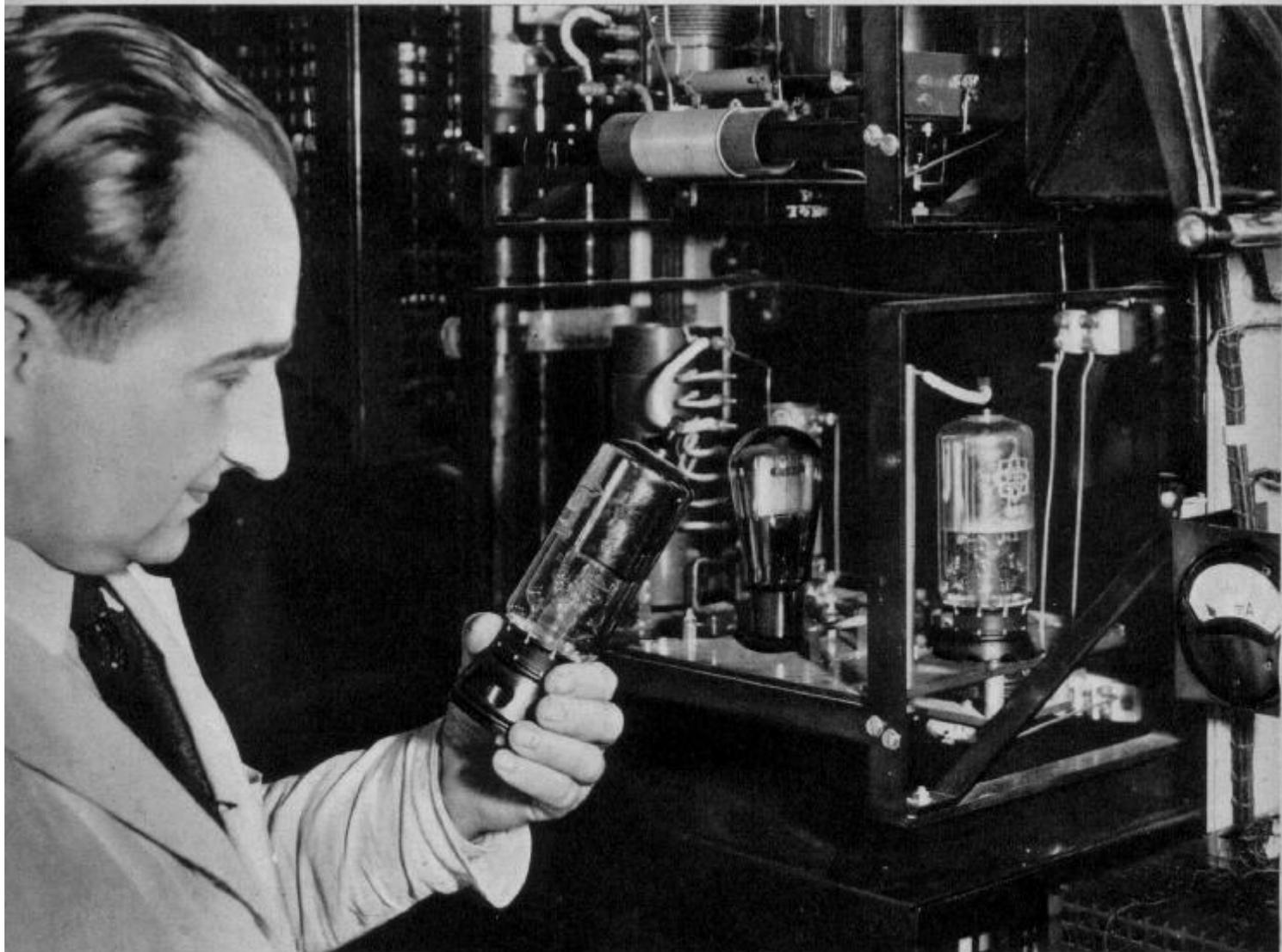
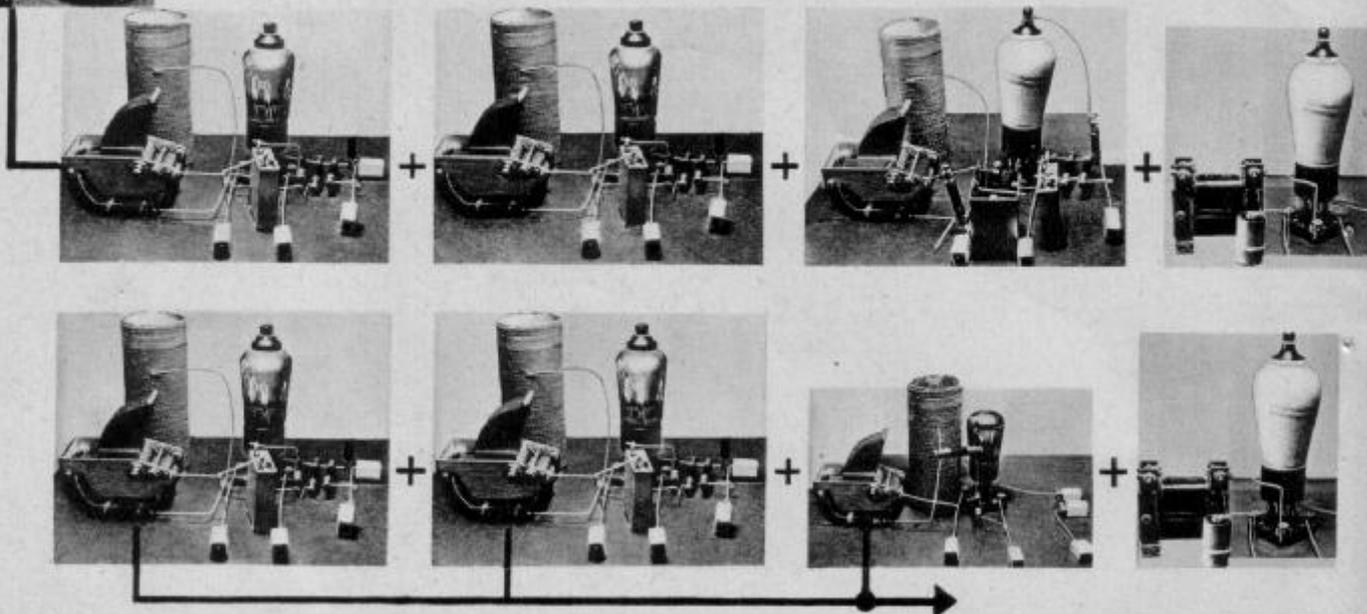
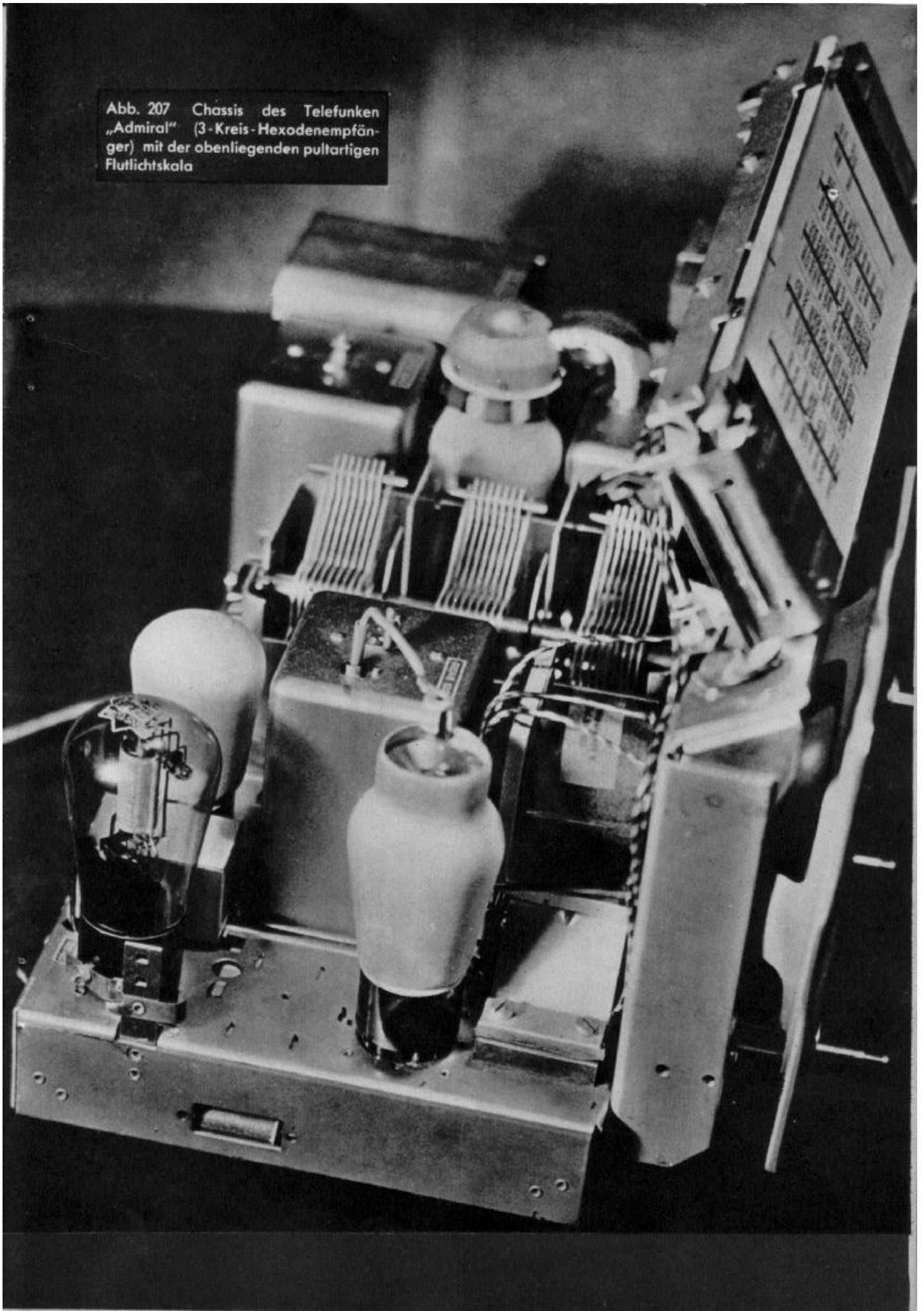


Abb. 207 Chassis des Telefunken  
„Admiral“ (3-Kreis-Hexodenempfänger)  
mit der obenliegenden pultartigen  
Flutlichtskala



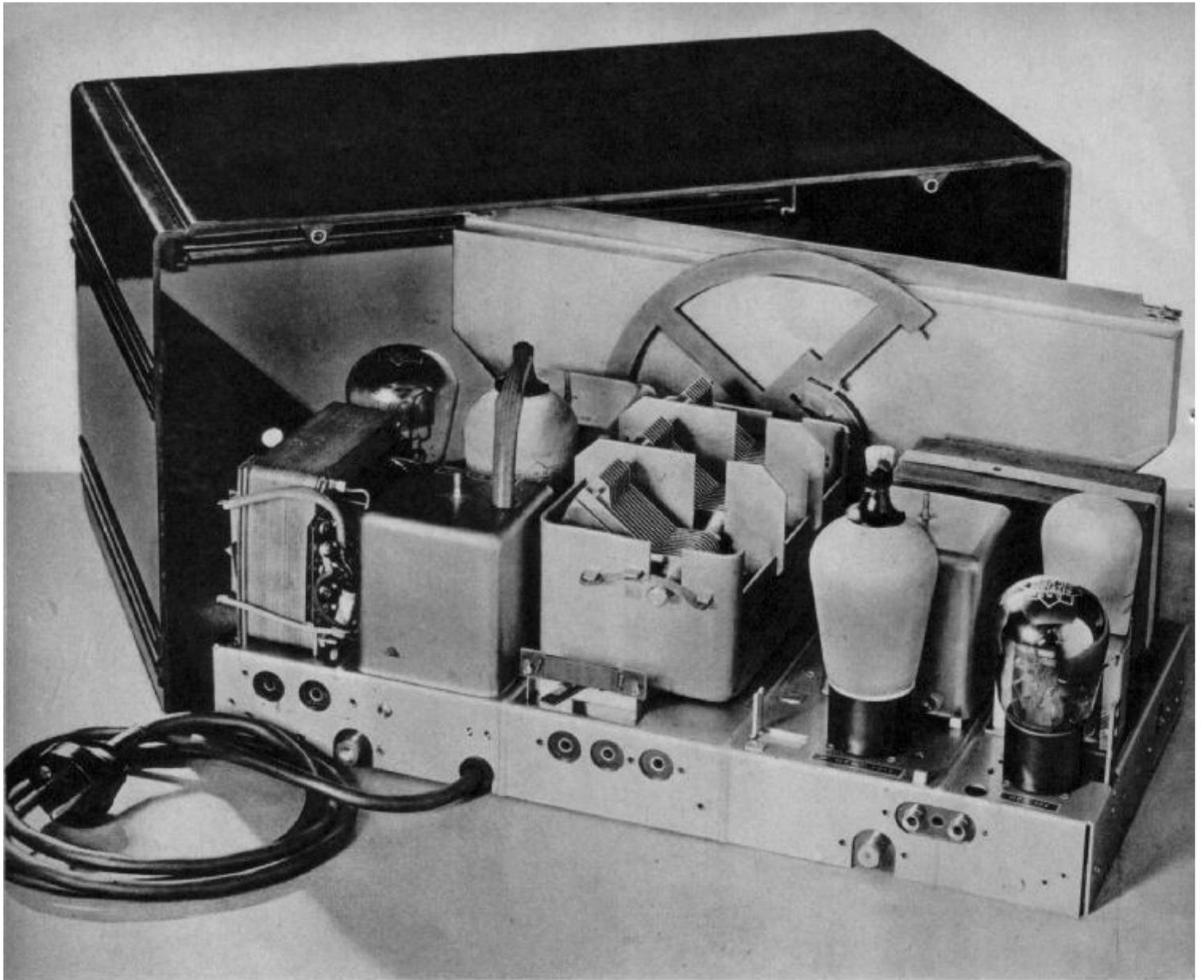


Abb. 208 Klassischer Dreikreis-Schirmgitter-Vierer: Siemens

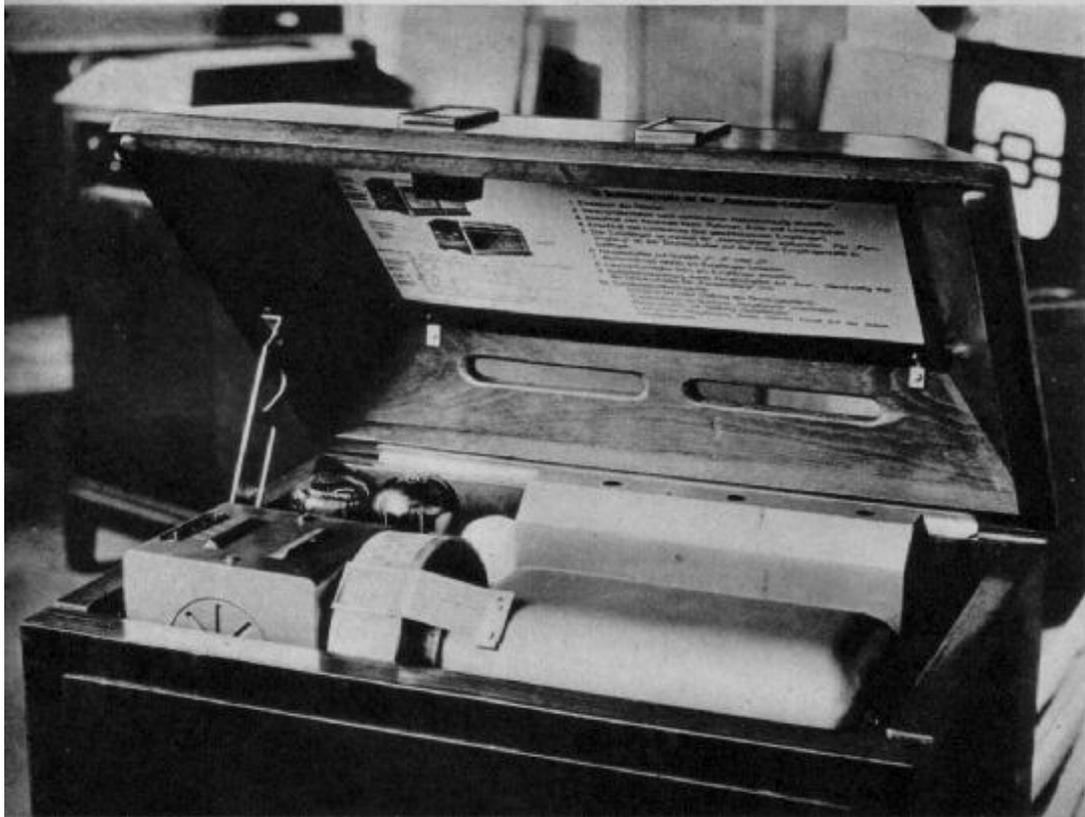


Abb. 209a und b  
Dreikreis - Vierer älterer Bauart von  
außen und innen (Lorenz)



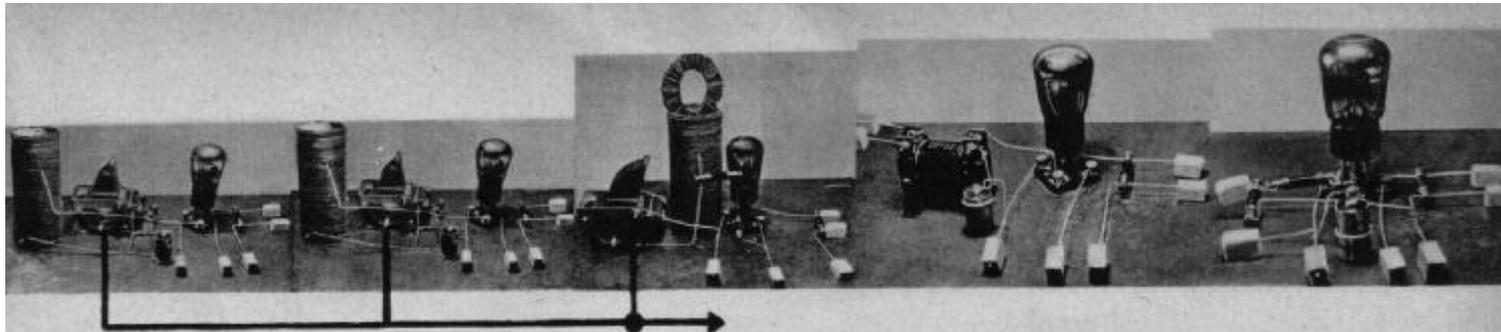


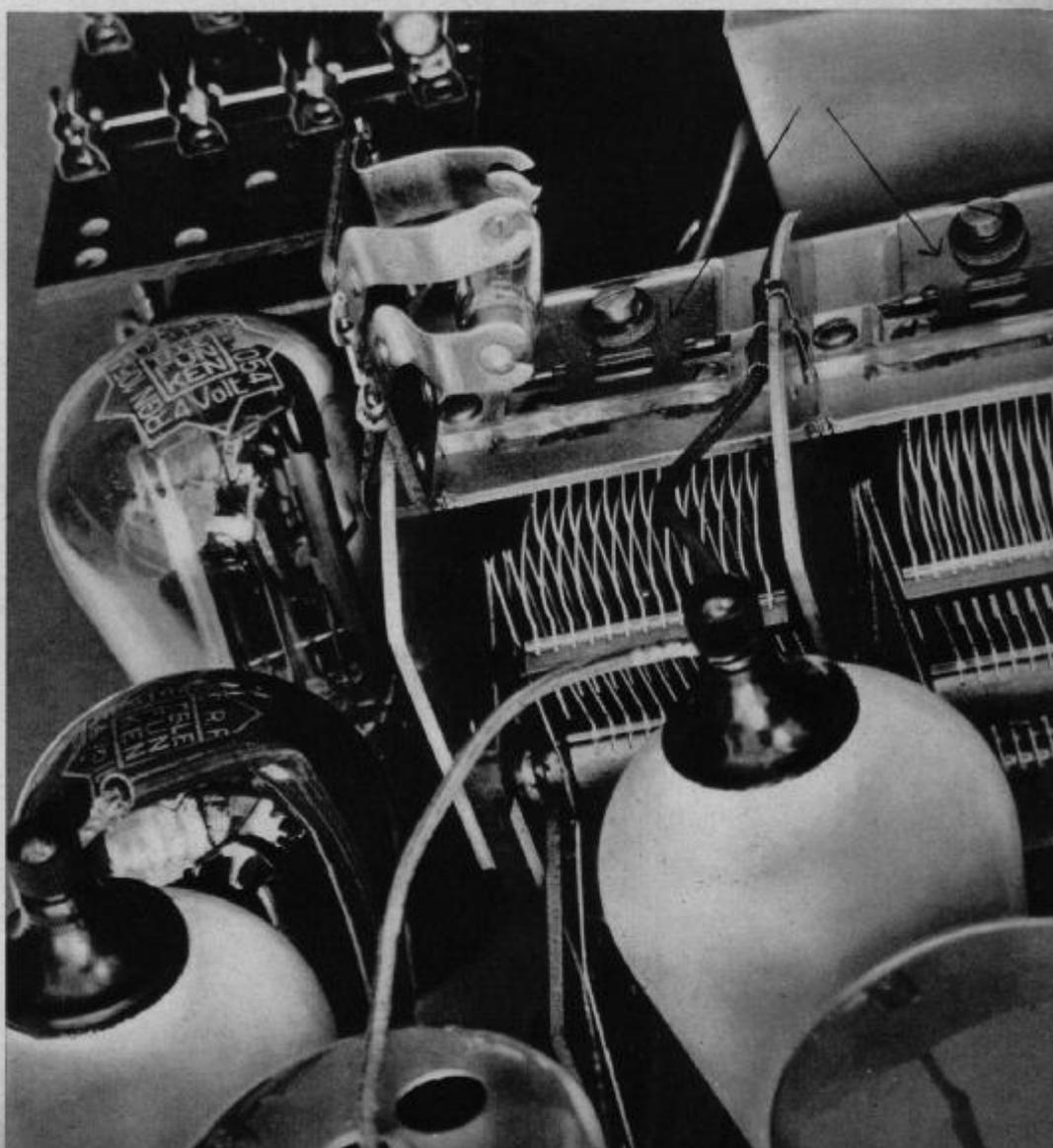
Abb. 210  
Dreikreis-Fünfröhren-Neutrodyn-Empfänger: Der klassische Großfernempfänger von 1928—1932

Eine Besonderheit in dieser Klasse ist der Ultra-Schirmgitter-Zweikreis-Vierer, dessen vornehmster Vertreter der Mende 138 ist. Er besteht (Abb. 205) aus zwei Ultrakreisen, einer gewöhnlichen und einer Superschirmgitterröhre, einem Schirmgitterkraftaudion und einer Mittelpenthode.

Da die Zahl der Sender und ihre Stärke ständig anwächst, muß man zu immer größeren Selektivitäten gelangen. So entstanden durch Hinzufügen eines weiteren Abstimmkreises die

#### Dreikreiser

Die Dreikreiser umfassen eigentlich nur einen einzigen Typ: den Dreikreis-Schirmgitter-Vierer. Das Gerät ist gegenüber allen bisher aufgeführten Empfängertypen der erste Fernempfänger ohne Rückkopplung. Damit fällt ein sehr wichtiger Bedienungsknopf fort, und wir gelangen so zu der heute höchstqualifizierten Klasse von Radioempfängern, nämlich den Einknopfgeräten. Einknopfgerät (Abb. 207) heißt nun nicht gerade: Es ist nur ein Knopf vorhanden, sondern es bedeutet: Die Welleneinstellung beschränkt sich auf die Betätigung eines einzigen



Die beiden Drehkondensatoren müssen haargenau gleichlaufen. Da dies mechanisch nicht immer gelingt, sind zwei „Trimmer“ (Mikrokondensatoren) vorgesehen, welche in der Fabrik genau abgeglichen werden (Pfeil)

Knopfes, nämlich desjenigen, der die Kondensatortrommel bewegt, an der drei Kondensatoren hängen. Der Dreikreis-Schirmgitter-Vierer ist einer der empfindlichsten, einfachst zu bedienenden Fernempfänger hoher Trennschärfe, die wir kennen. Er hat eine fünfmillionenfache Verstärkung und eine Trennschärfe von 1:120.

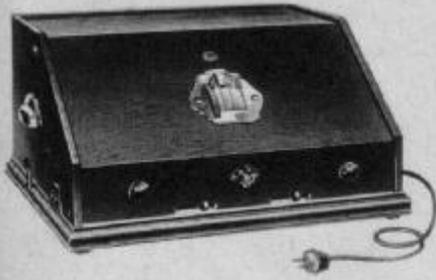
Es muß hier eines bereits historisch gewordenen Gerätes gedacht werden, das eigentlich schon vorher hätte genannt werden müssen. Da es jedoch fünf Röhren enthält, wollen wir es erst in die Gruppe der Fünfrohrenempfänger einordnen: der Dreikreis-Neutrodynempfänger mit zwei Niederfrequenzstufen (Abb. 210). Fügt man bei dem Dreikreis-Schirmgitter-Vierer noch die Fadingkompensation hinzu, so gelangt man zum fadingkompensierten Dreikreis-Schirmgitter-Vierer (Abb. 208). Hier werden Röhre I und II stets durch Exponentialröhren dargestellt oder durch Fadinghexoden. Manchmal findet man diesen Typ auch mit fünf Röhren. Dann sitzt die fünfte Röhre hinter dem Audion und dient als Regulieröhre zur Regulierung der Lautstärkeschwankungen bei Fading. Diese Methode arbeitet hier noch eleganter als die Regulierung durch Anodenwiderstand allein ohne die Fadingröhre. Durch die Hexoden und Binoden wurde die Fadingröhre überflüssig.

Früher glaubte man in der Rundfunktechnik nur mit zwei Niederfrequenzstufen anständig arbeiten zu können. Da nun der Dreikreisempfänger auch schon im Jahre 1928 gebaut worden ist, so gibt es noch über 100 000 Empfänger in Deutschland, die aus einem Dreikreis-Neutrodynempfänger mit zwei Niederfrequenzstufen bestehen, den Fünfrohren-Neutrodynempfänger (Abb. 210—212). Wer ein solches Gerät besitzt, kann sehr glücklich sein, denn dieser Apparat gilt mit Recht heute noch als vollendet selektiv, klangschön und empfindlich. Es gab da wahre Wunderwerke an Präzisionsbau, wie z. B. den Telefunken 9W, den Siemens 51, den Detewe 5-Röhren-Neutro und andere (Abb. 213—214). Ein solches Gerät soll man nicht wegwerfen, obwohl es weder Schirmgitterröhren noch Tonblende und Fadingkompensation hat; denn da stecken Kondens-

Abb. 211 5-Röhren-Dreikreiser älterer Bauart als Batterie-Empfänger: Der klassische „Fünfer“



Abb. 212 Derselbe Empfänger als Netzgerät Telefunken 90



satoren und Spulen drinnen, die sich an Präzision und Zuverlässigkeit jederzeit sehen lassen können.

Will man noch größere Selektivität erreichen, als sie mit drei Ultrakreisen möglich ist, dann muß man einen vierten Kreis anfügen und gelangt so zu den

Abb. 213 Derselbe Empfänger mit nachträglich angesetztem Gleichstrom-Netzanschluß

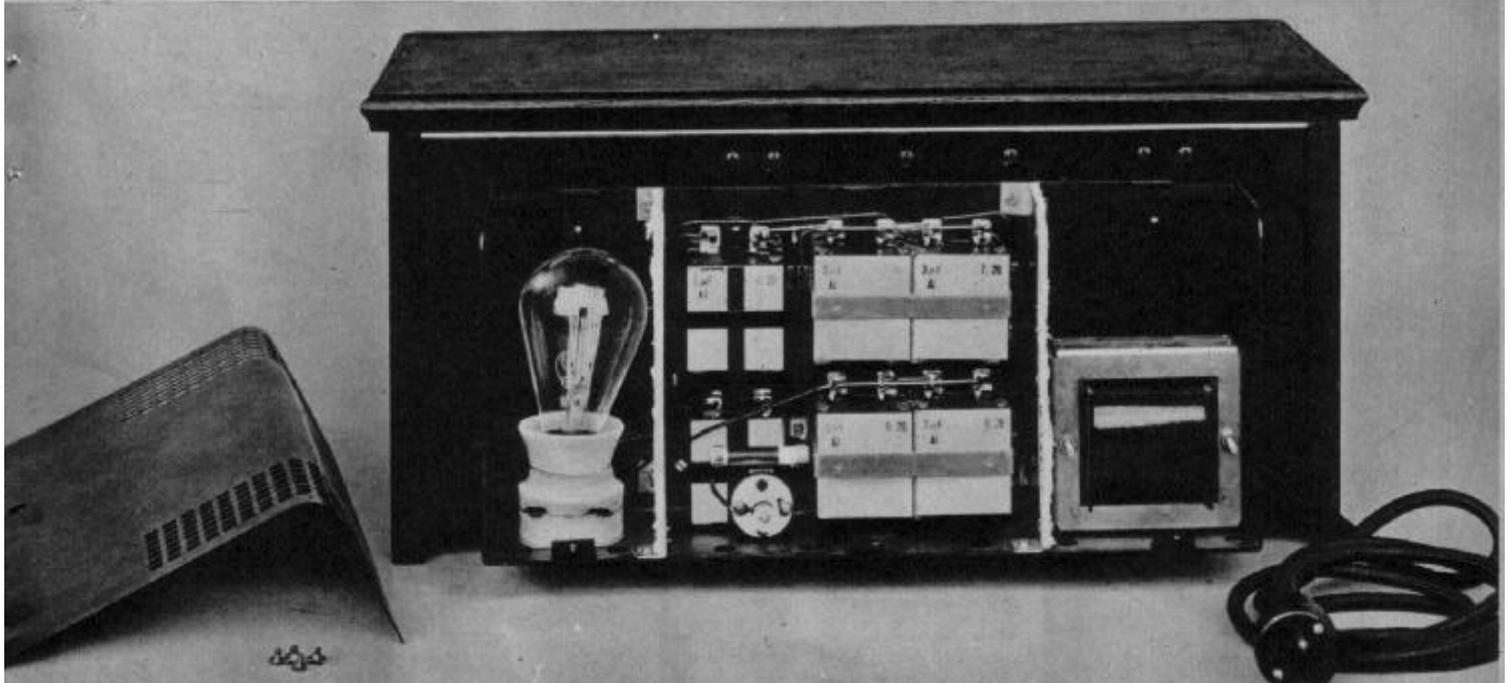
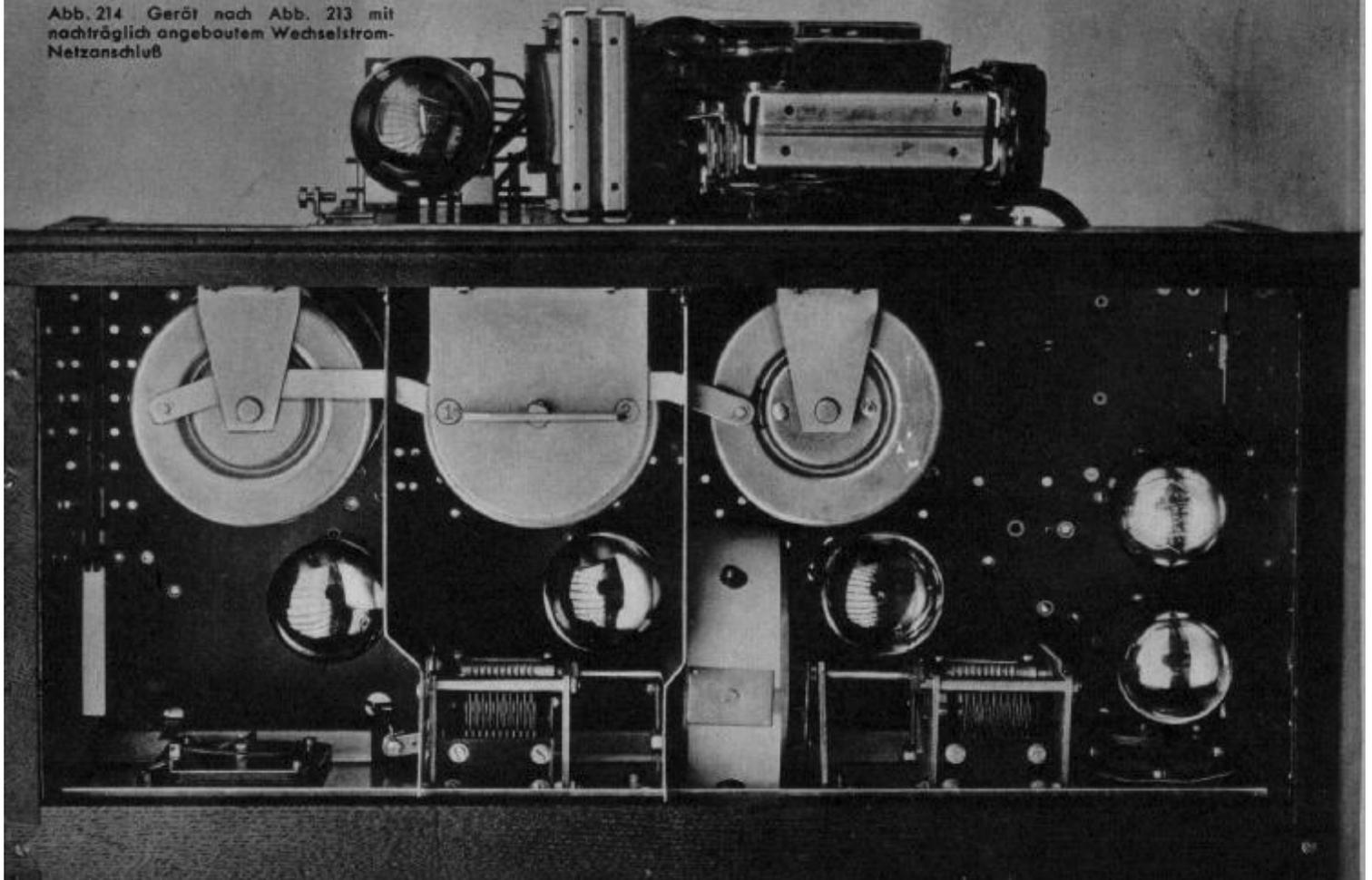
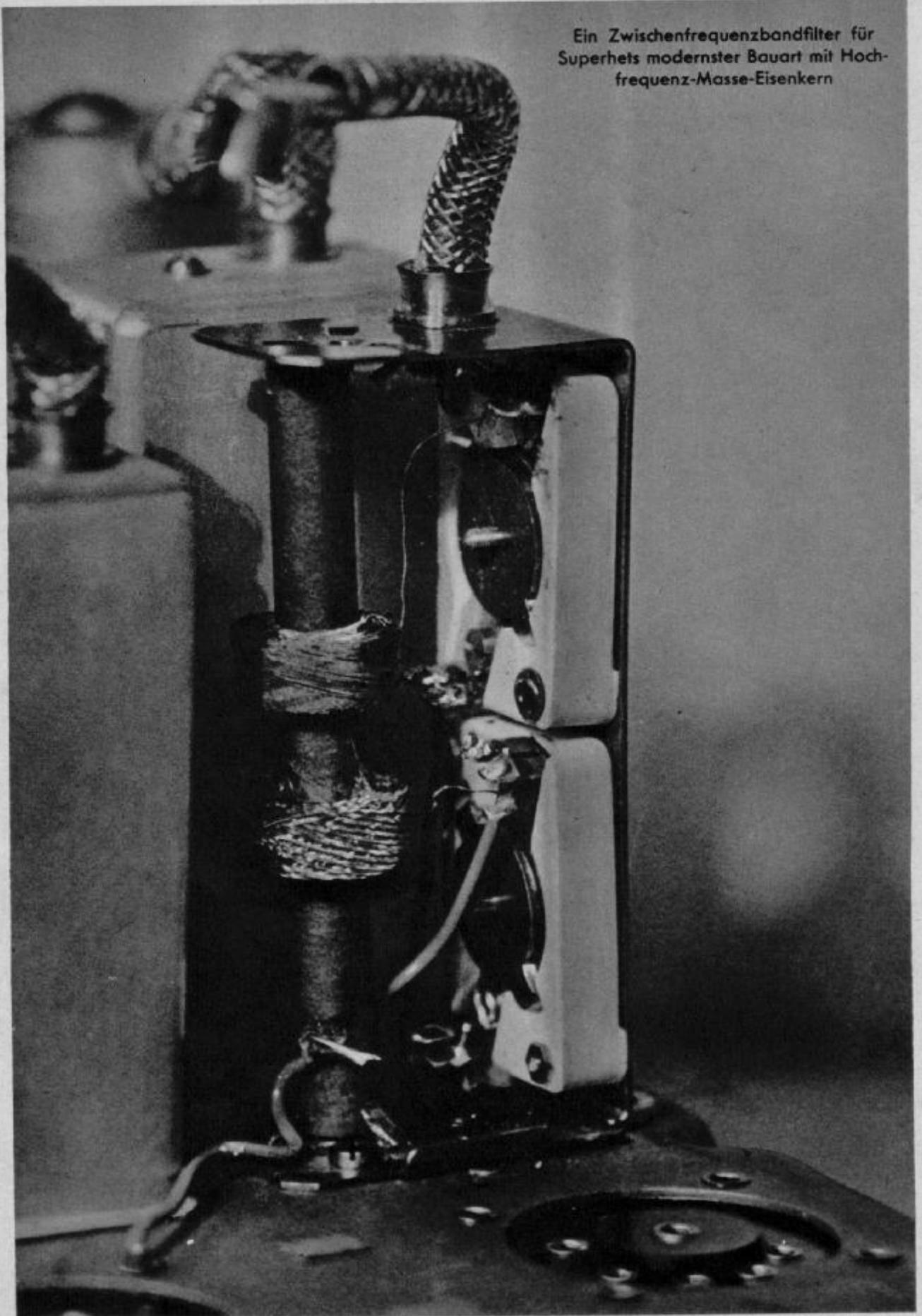
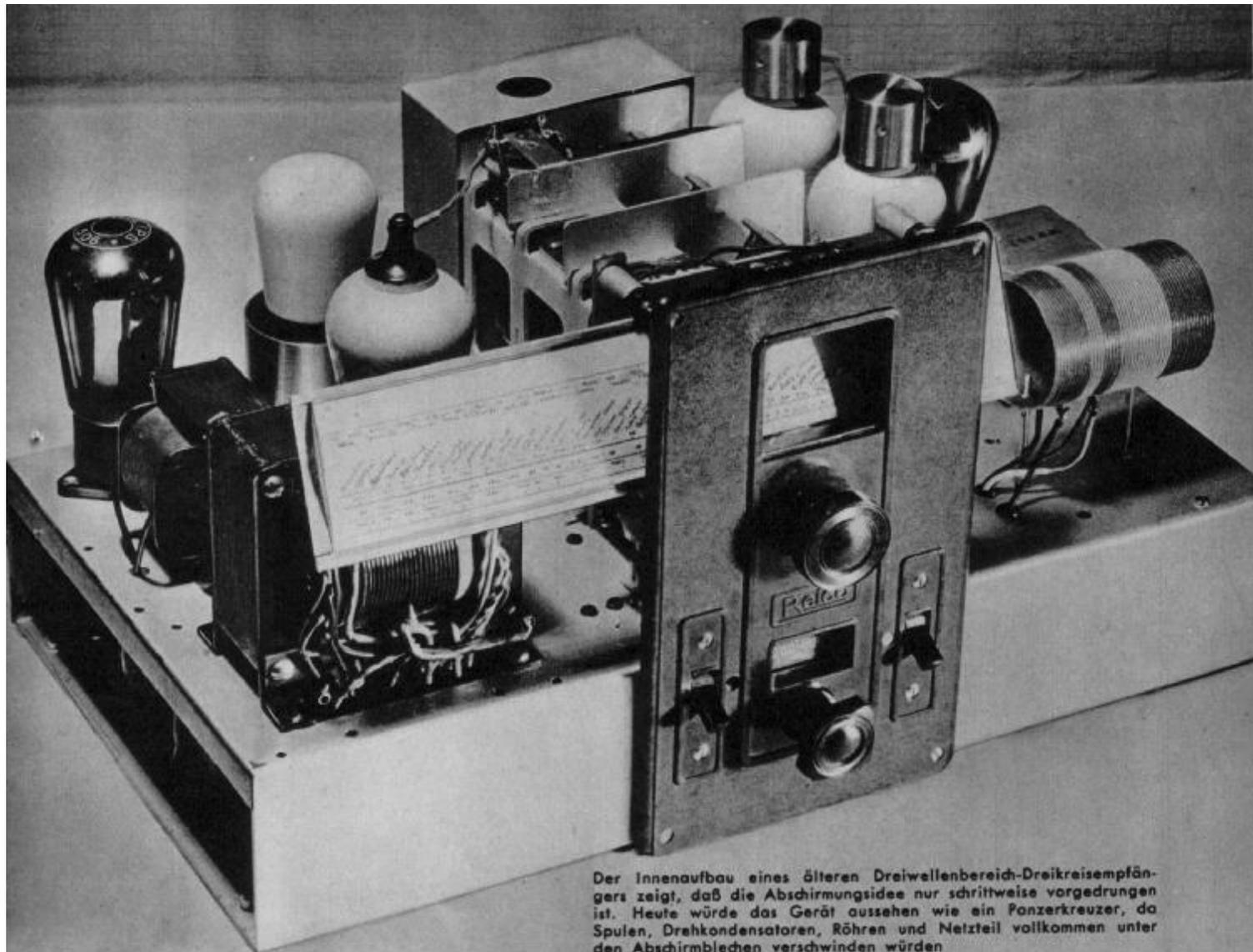


Abb. 214 Gerät nach Abb. 213 mit nachträglich angebautem Wechselstrom-Netzanschluß

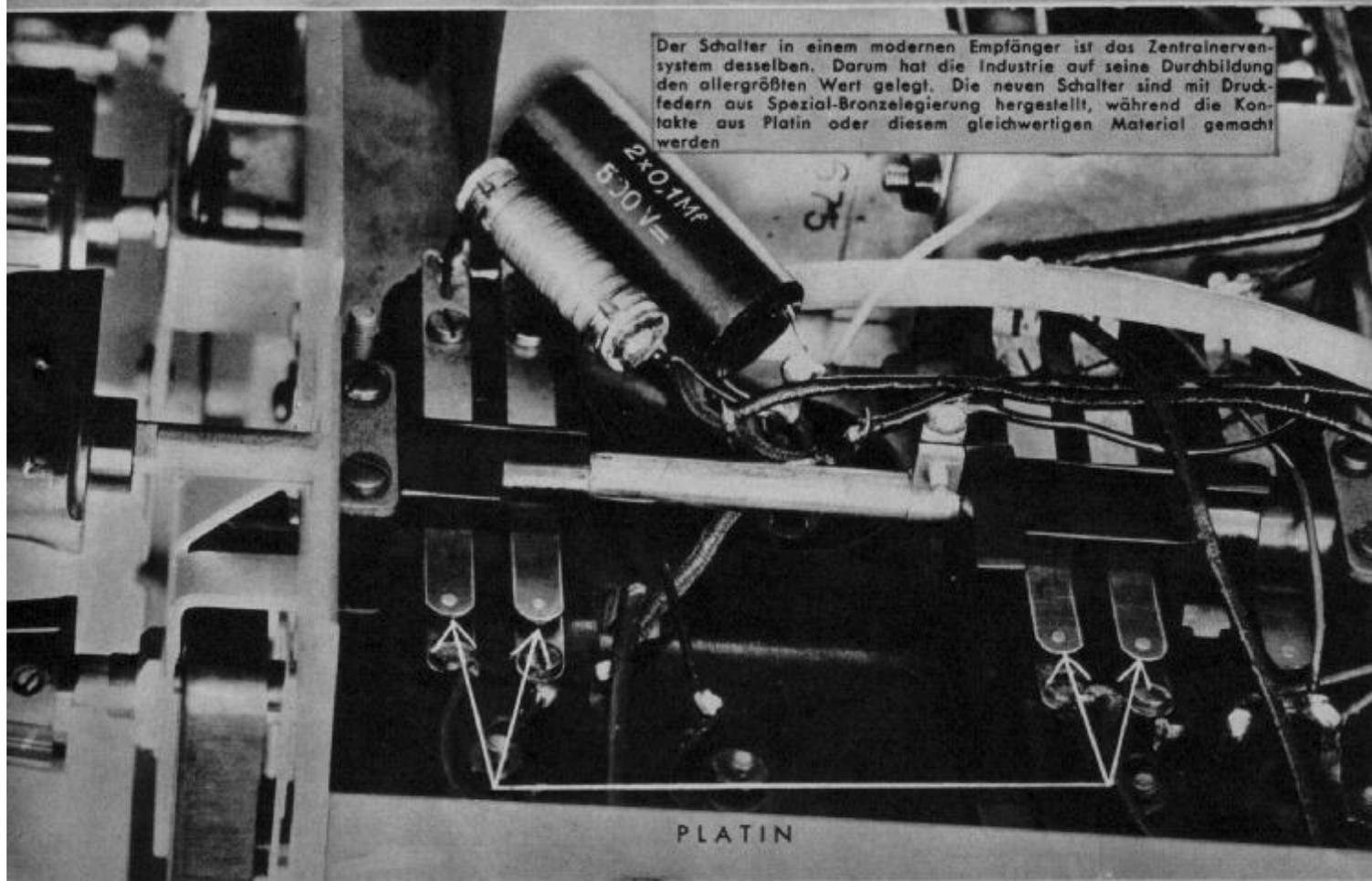


Ein Zwischenfrequenzbandfilter für  
Superhets modernster Bauart mit Hoch-  
frequenz-Masse-Eisenkern



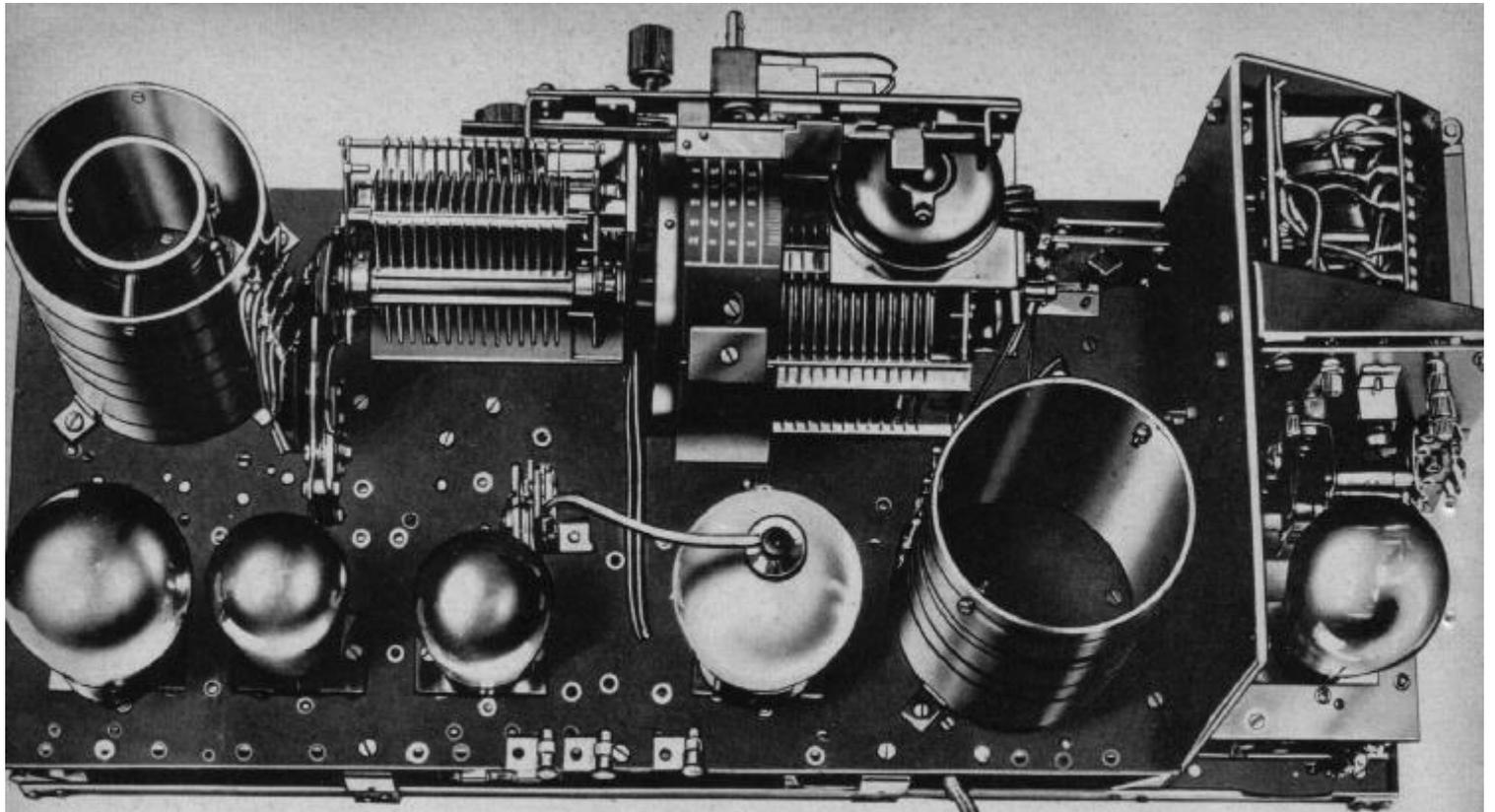


Der Innenaufbau eines älteren Dreiwellenbereich-Dreikreisempfängers zeigt, daß die Abschirmungsidee nur schrittweise vorgedrungen ist. Heute würde das Gerät aussehen wie ein Panzerkreuzer, da Spulen, Drehkondensatoren, Röhren und Netzteil vollkommen unter den Abschirmblechen verschwinden würden



Der Schalter in einem modernen Empfänger ist das Zentralnervensystem desselben. Darum hat die Industrie auf seine Durcbildung den allergrößten Wert gelegt. Die neuen Schalter sind mit Druckfedern aus Spezial-Bronzelegierung hergestellt, während die Kontakte aus Platin oder diesem gleichwertigen Material gemacht werden

PLATIN



Schon 1929 konnte man gute Spulen bauen: Der berühmte „T 40“-Zweikreis-Vierer

Fladspulen-Variometer im Siemens  
„Zweierchen“ 1931

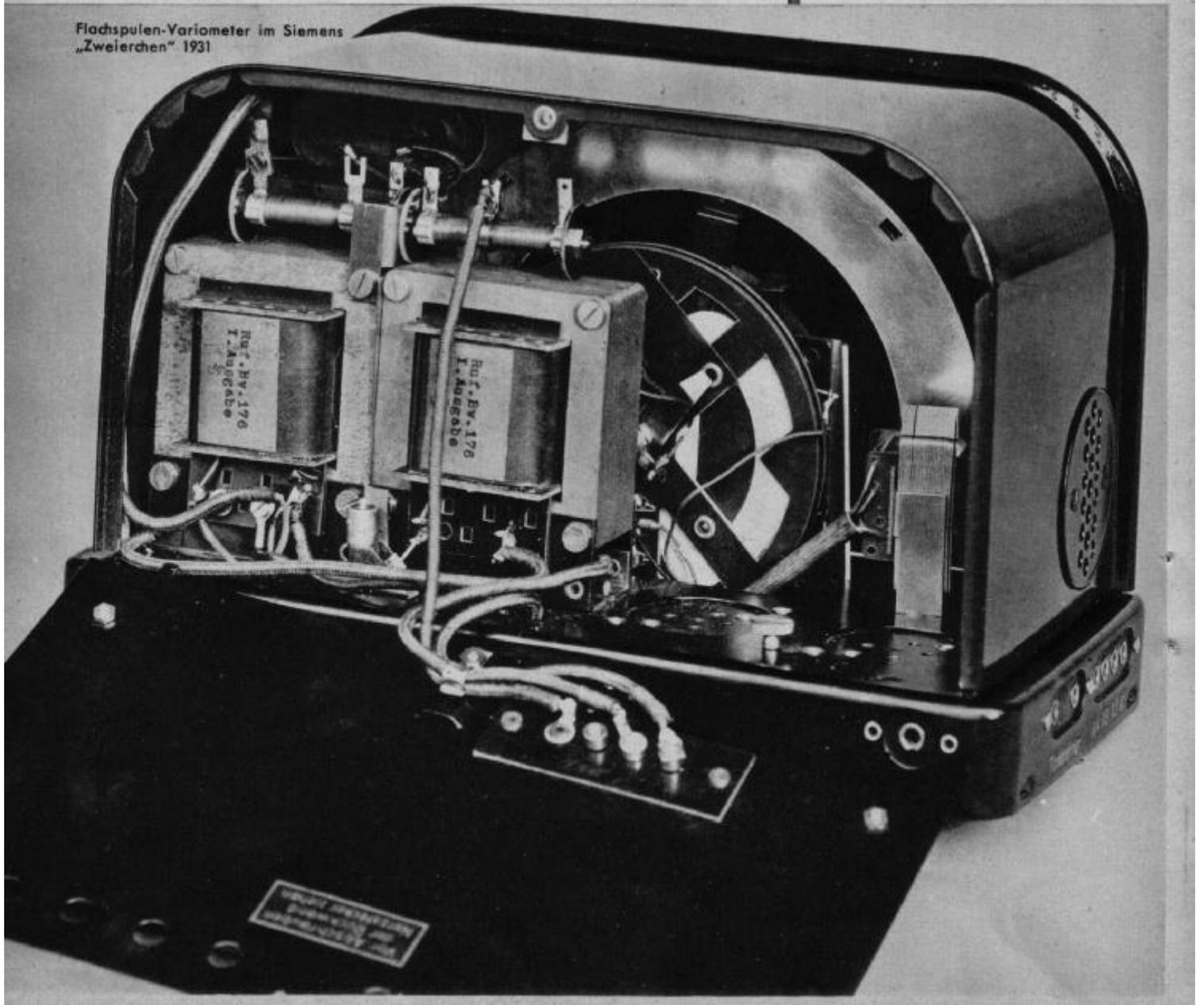
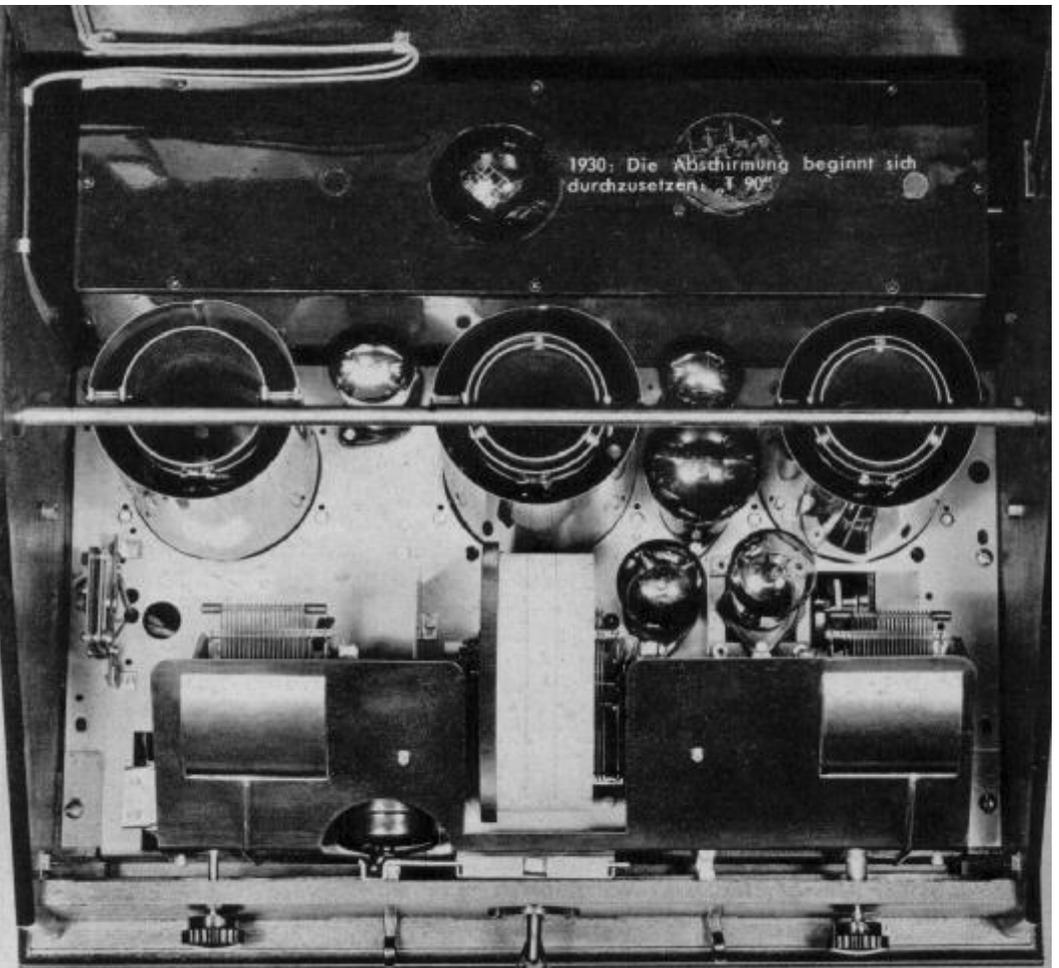
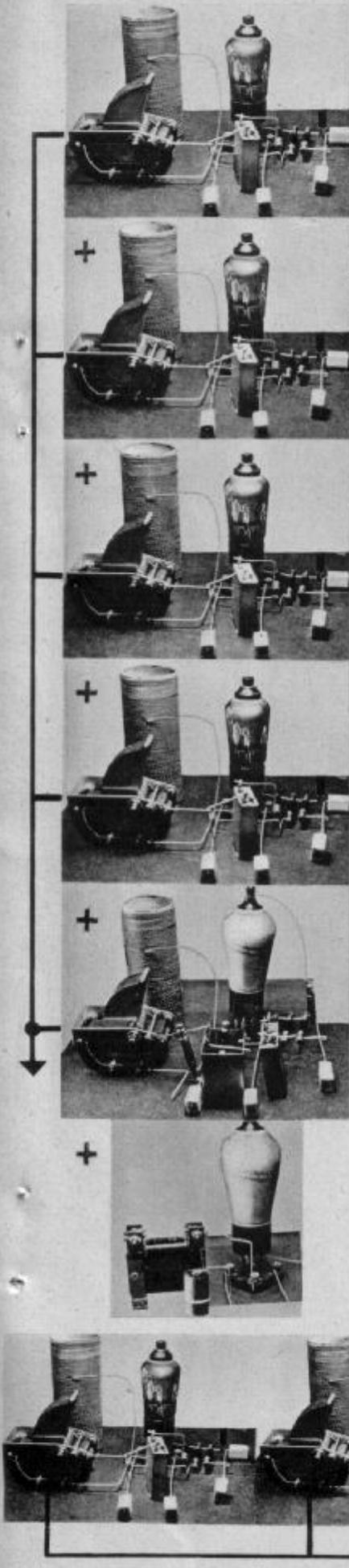


Abb. 215 Ein Fünfkreis im Rohbau



Abgeschirmtes Superhet-Chassis von 1933

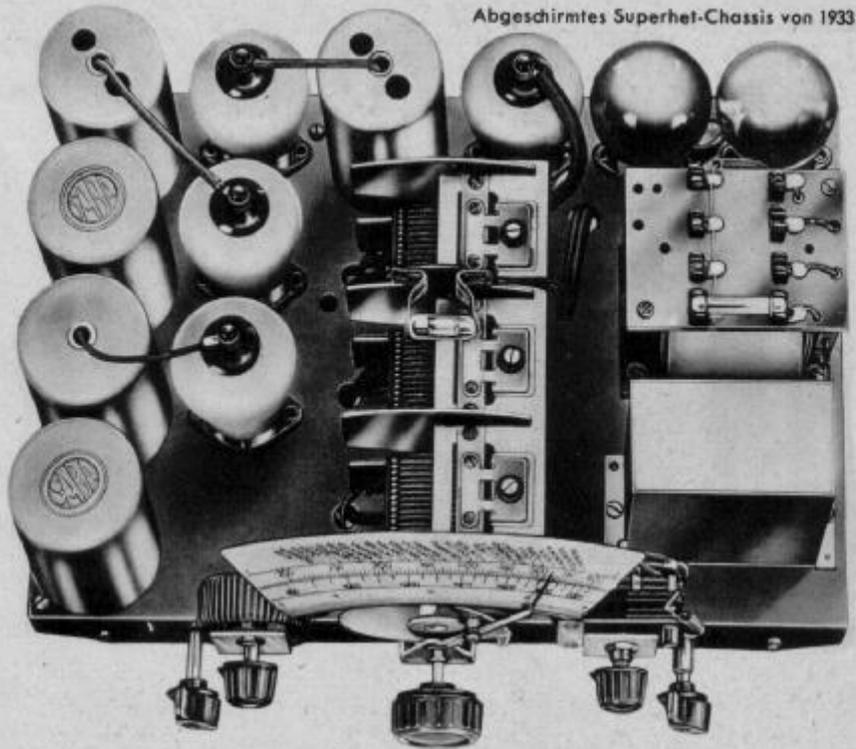


Abb. 217 Der Vierkreis „Geradeaus“-Empfänger im Rohbau

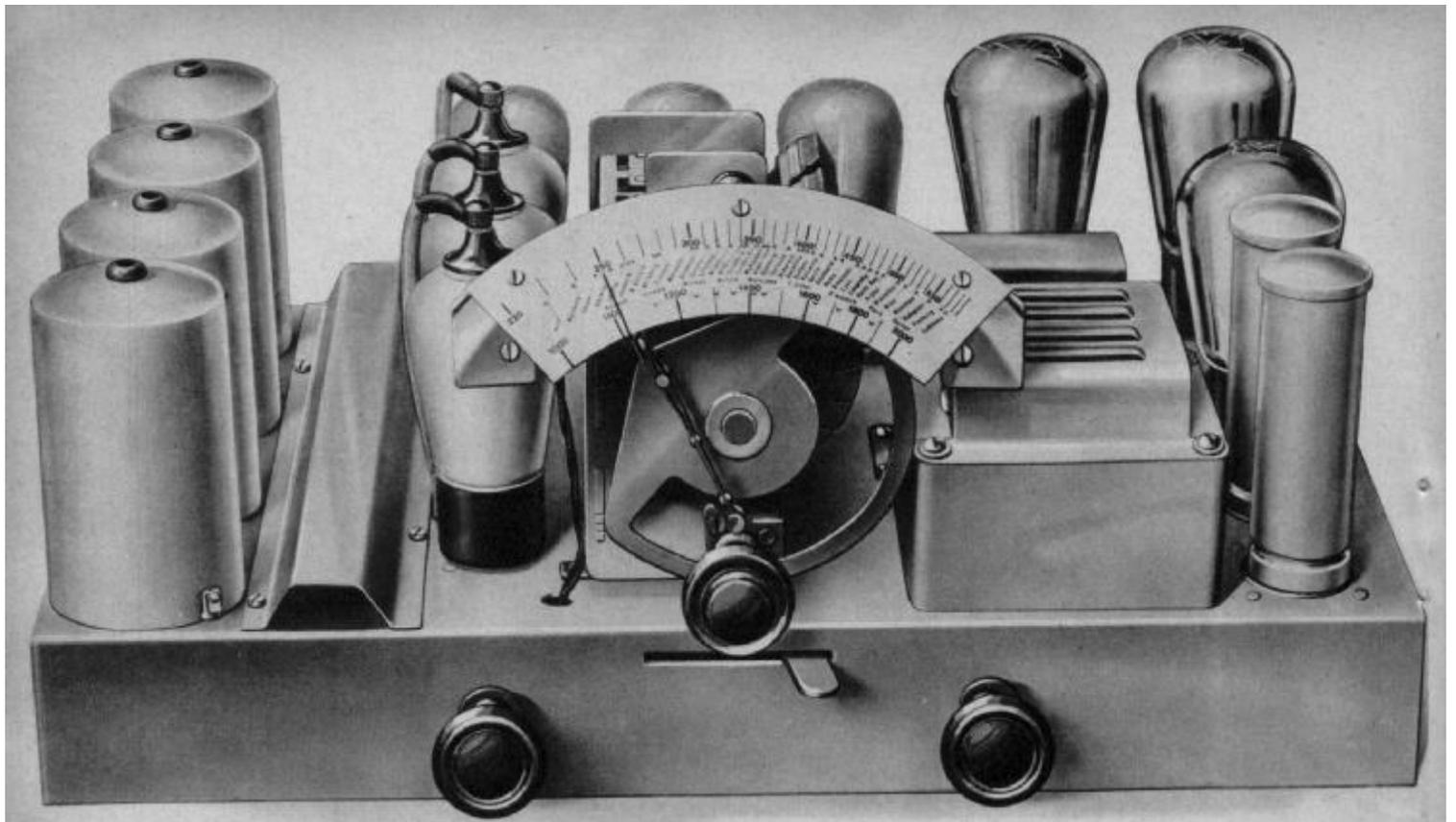
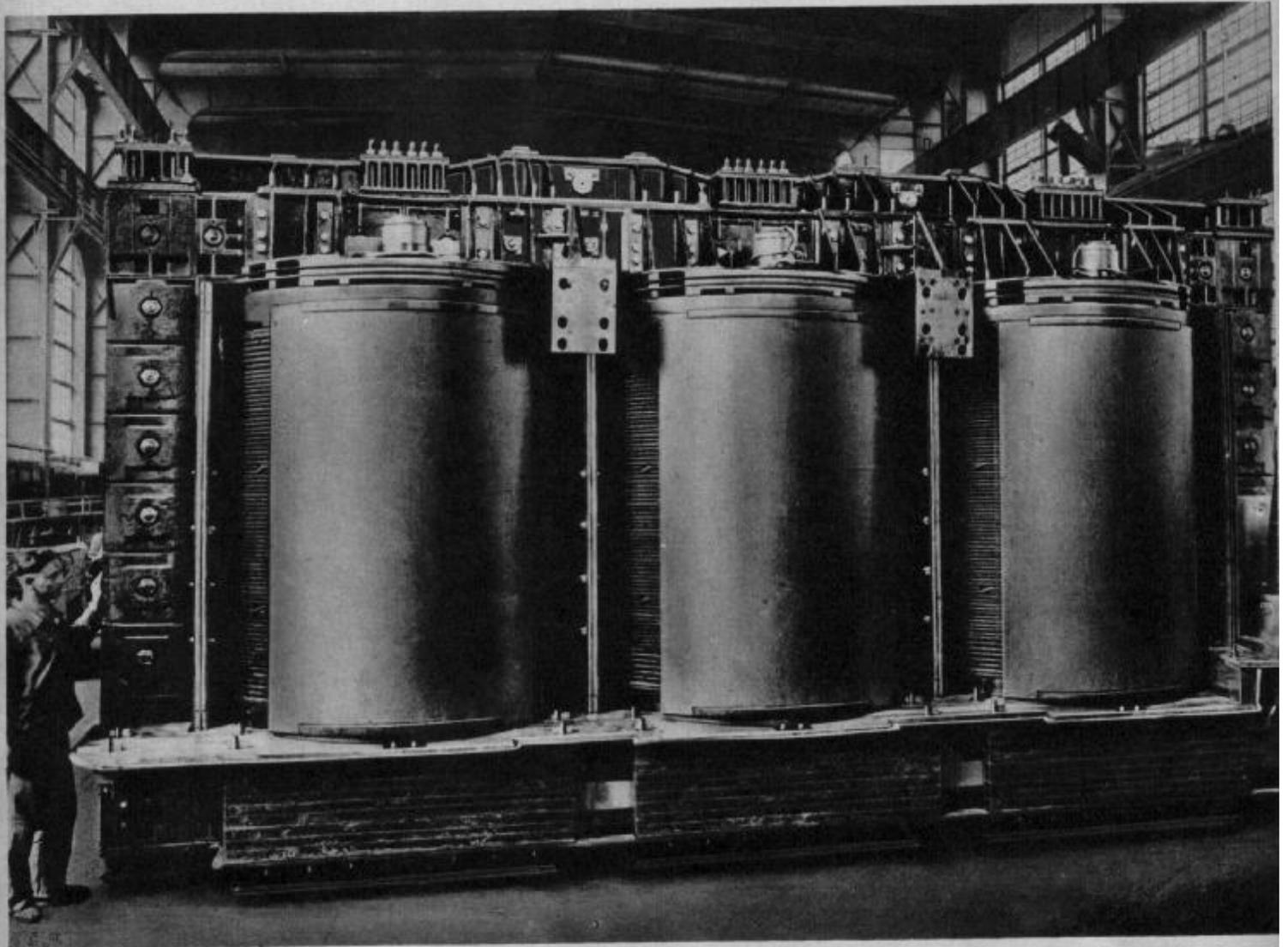


Abb. 216 Der schöne Vierkreiser von Lanæ, Plauen

Drei riesige Starkstromtransformatoren  
als Gegensatz zu den Kleintransfor-  
matoren im Radiobau



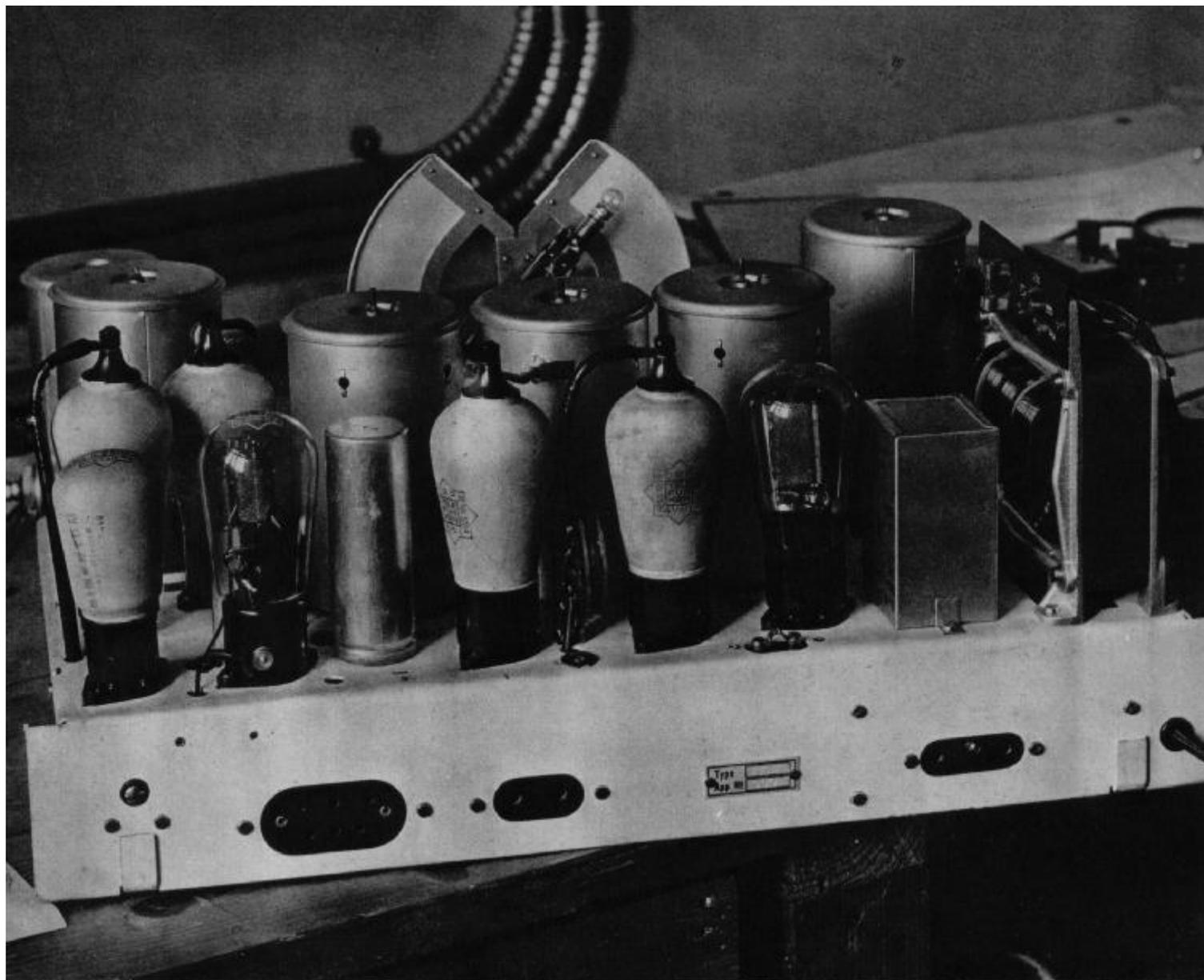


Abb. 218 Der modernste fadingkompensierte Fünfkreisler: Mende-Ultra-Selektiv mit fünf Hochkreislern: Der stärkste Geradeausempfänger des deutschen Marktes

#### Vierkreislern

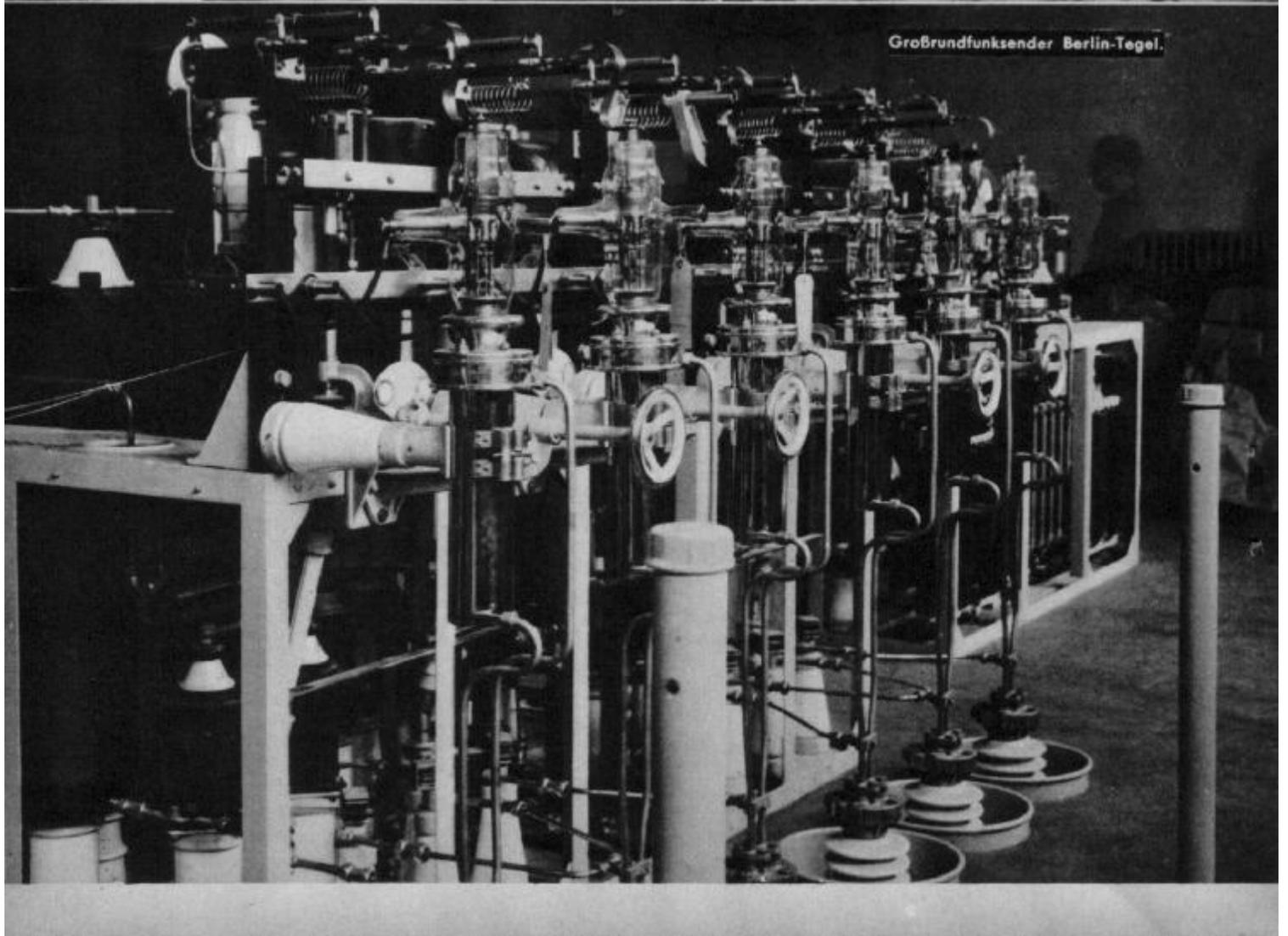
Hiervon gibt es in Deutschland zwei Arten: Vierkreiseempfänger mit fünf oder sechs Röhren, davon mindestens 3 Schirmgitterröhren, Penthoden oder Hexoden. Diese Geräte sind sehr hochwertig und werden gewöhnlich mit einer Kraftendstufe ausgerüstet. Die Selektivität ist noch größer als bei dem besten Dreikreisler (1:200). Die Besonderheiten moderner Großempfänger: Ultrakreise, Einknopfbedienung, Fadingkompensation und Tonblende sind hier eine Selbstverständlichkeit (Abb. 215, 216). Fügt man in einen solchen Vierkreiseempfänger auch noch den Wellenbereich zwischen 20 und 60 Meter ein, so gelangt man zum Vierkreis-Transatlantikempfänger. Dieser Typ hat gerade wegen seines Kurzwellenbereichs schon sehr viele Freunde gewonnen. Er ist leicht daran zu erkennen, daß der Wellenumschalter anstatt zwei Wellenbereichen drei zu schalten gestattet. Auch hier finden wir allen modernen Komfort. Häufig wird bei so großen Geräten auch von der Doppelendstufe als Parallel- oder „Gegentakt“-Endstufe Gebrauch gemacht, dann wird hinten noch eine Endröhre hinzugefügt (also 2 Endröhren!). So kann der gleiche Typ auch mit 6 bzw. 7 Röhren erscheinen.

#### Fünfkreisler

Schalten wir fünf abgestimmte Hochfrequenzverstärkerstufen hintereinander, so gelangen wir zum Fünfkreisler, der in Deutschland nur in einem einzigen Typ, nämlich dem Mende-Super-Selektiv gehandelt wird



Die Verlegung eines  
mehr als armdicken  
Kabels für einen  
Großsender



Großrundfunksender Berlin-Tegel.

(Abb. 218). Man wird meist die fünf Kreise nicht einfach so wie Baukastensteine hintereinander anordnen, sondern jeweils zwei Kreise zu einem Bandfilter zusammenfassen. Der Apparat hat 6 Röhren. Man verwendet in den Zwischenstufen Drosselekopplung. Die Verstärkungsziffer eines solchen Gerätes geht über 20 Millionen hinaus, weshalb auch die Empfindlichkeit gegen Netzstörungen eine ziemliche Rolle spielen würde, wenn man nicht durch die besonders scharfe Abstimmung auch gegen Netzstörungen eine bedeutende Selektivität erzielen könnte. Der Fünfkreiser ist etwa zu vergleichen mit dem Kompressor im Automobilbau. Seine Trennschärfe beträgt etwa 1:400 und erreicht die Superhets ohne weiteres. Gleichmäßigkeit der Leistung und hohe Klangschönheit machen diesen Typ des Höchstleistungsempfängers zu einem Liebling gerade derjenigen Hörer, die vom Radio wirklich etwas verstehen. Er wird in seiner Gesamtleistung kaum von den besten Superhets erreicht, im Klang überhaupt niemals, da er eben ein „Geradeausempfänger“ ist.

Urbild des deutschen Kleinsupers mit 3 Röhren: Der Kleinsuper ist das Fernempfangsgerät der Zukunft in der Mittelpreisklasse



# VII. DER SUPERHET

Alle bisher beschriebenen Empfängertypen glichen sich in einem: der Empfangsvorgang vollzog sich so: Hochfrequenzverstärkung, Demodulation, Tonfrequenzverstärkung. Die Empfänger unterschieden sich also nur in der Zahl der aufgewendeten Verstärkungs- und Aussiebungsmittel, nicht aber im Empfangsvorgang selbst.

Darum kann man alle diese Empfänger unter dem Sammelbegriff **Geradeempfänger** rubrizieren.

Etwas ganz anderes aber ist der Superhet. Der Empfangsvorgang vollzieht sich hier wesentlich anders, nämlich auf Umwegen zwischen Empfangen und Hörbarwerden der Musik. Die Empfangswelle wird zunächst ausgesiebt und verstärkt und der Mischstufe zugeleitet. Hier wird sie entweder nach Gleichrichtung — oder, bei der Mischhexode, ohne vorherige Gleichrichtung — mit einer neuen, mindestens 100mal so starken, Welle „vermischt“. Diese wird in einem kleinen Röhrensender (Oszillator) erzeugt, der mit den anderen Elementen zusammen im Empfänger sitzt. Nach der „Mischung“ ist eine neue lange Welle entstanden, die sogenannte Zwischenfrequenzwelle, die nun weiter verstärkt, gleichgerichtet und zuletzt tonfrequent verstärkt und endlich dem Lautsprecher als Tonfrequenz zugeführt wird. (Manchmal verwandelt man auch in kürzere Wellen und spricht dann von „umgekehrter Transponierung“.)

Wozu der Umweg? Denken wir an eine Kläranlage! Hier wird das Wasser in drei oder vier Klärbecken gereinigt. Würde man es direkt in das Hauptbecken fließen lassen, vielleicht durch eine Anzahl von Klärfiltern,

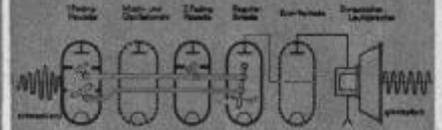


Abb. 224 Prinzip der Fading-Regulierung bei einem hochmodernen Großsuperhet (A.E.G.)

Abbildung 225



100 Mikrovolt  
Antennen-Spannung



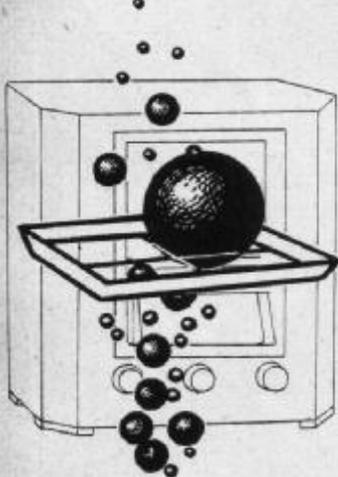
15 Mikrovolt  
Antennen Spannung



5 Mikrovolt  
Antennen-Spannung

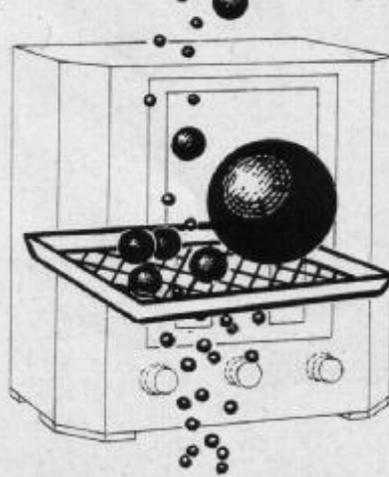
## Super-Geatron 303 L

(Empfindlichkeit  
100 Mikrovolt)



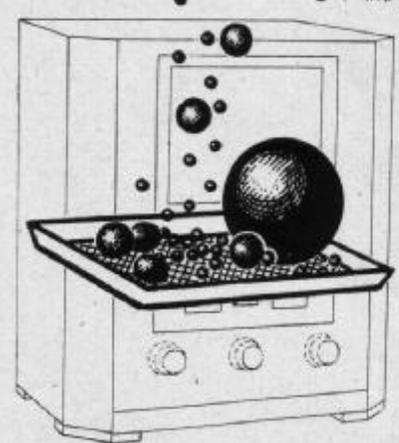
## Ultra-Geadem 304 L

(Empfindlichkeit  
15 Mikrovolt)



## Super-Geador 605

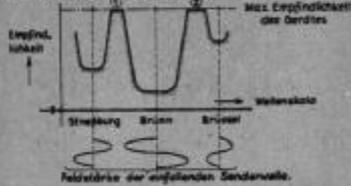
(Empfindlichkeit  
5 Mikrovolt)



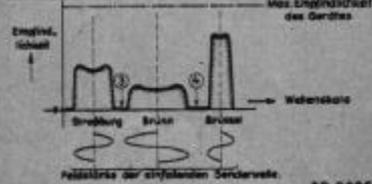
Schematische Darstellung der Empfangs-  
Empfindlichkeit der AEG-Rundfunk-Empfänger

## Wirkungsweise der Störsperr

### a) Normaler Schwundausgleich



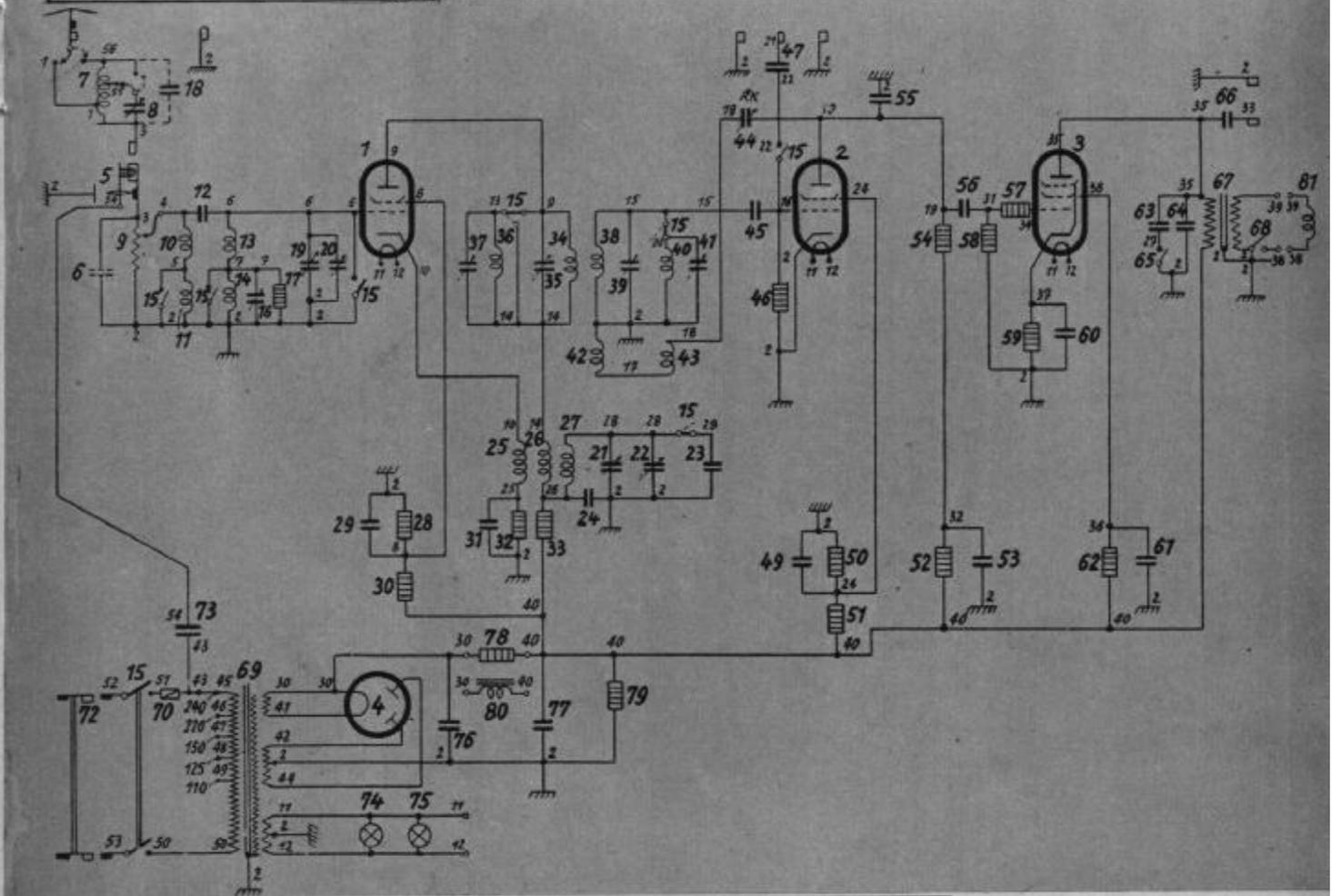
### b) Schwundausgleich mit Störsperr



Auch die beste Fadingkompensation nutzt wenig, wenn die Störungen zu stark sind; daher braucht der moderne Großsuper auch noch eine „Störsperr“

dann käme zwar auch eine Reinigung zustande, aber lange nicht in dem Umfange wie bei dem Umweg über verschiedene Klärbecken. Ähnlich beim Superhet. Er ist deswegen der Hundertpfertige unter den Radioempfängern, weil gerade durch diesen Umweg über die lange Welle jene absolute Selektivität gewährleistet wird, die nun einmal den Super grundsätzlich zum selektivsten Empfängersystem macht, das es gibt. Man kann zwar bei Geradeausschaltungen prinzipiell theoretisch jede gewünschte Selektivität durch Hintereinanderschaltung vieler Kreise erreichen. Praktisch aber scheitert dieses Verfahren bald an den Kosten. Bei gleichem Aufwand an hochwertigen Konstruktionsmitteln erreicht der Super höhere Selektivität als irgendeine andere Schaltungsart.

DR 8125



## Funkempfang mit dem „Supercelohet“ Vorgänge im Innern des Apparates

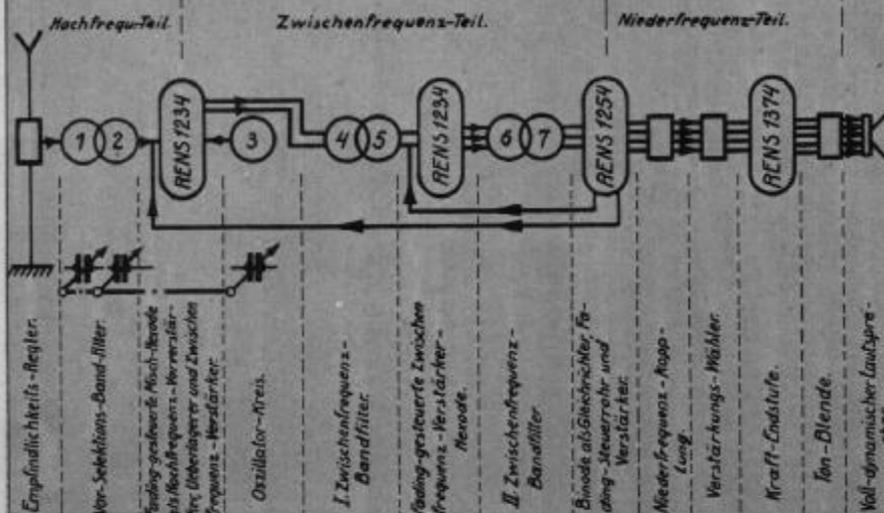


Abb. 226  
Zwei Schaltbilder: Moderner Dreiröhren-Superhet (Nauen) — und Vier-röhren-Superhet (Celohet)

# So arbeitet der Superhet!

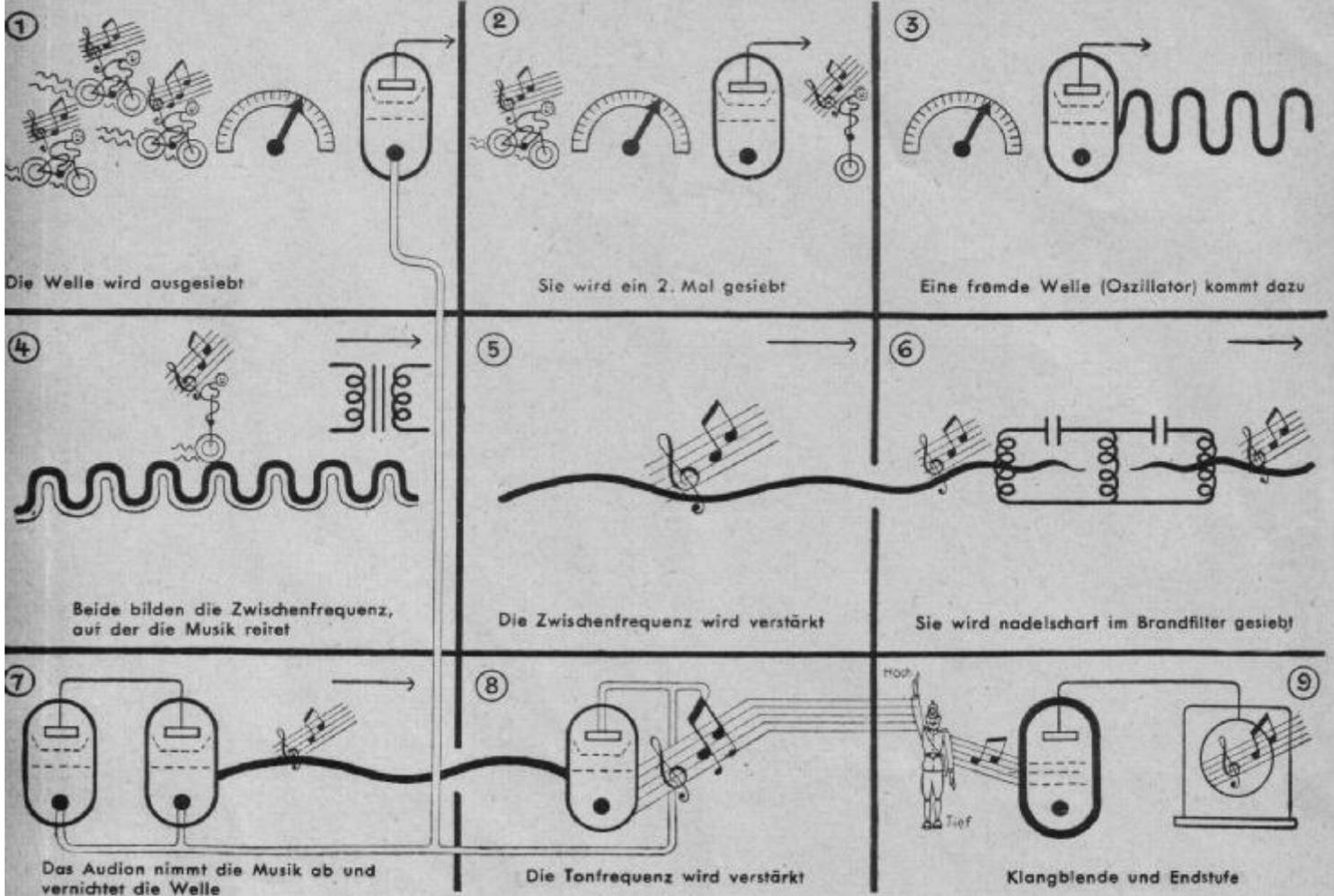
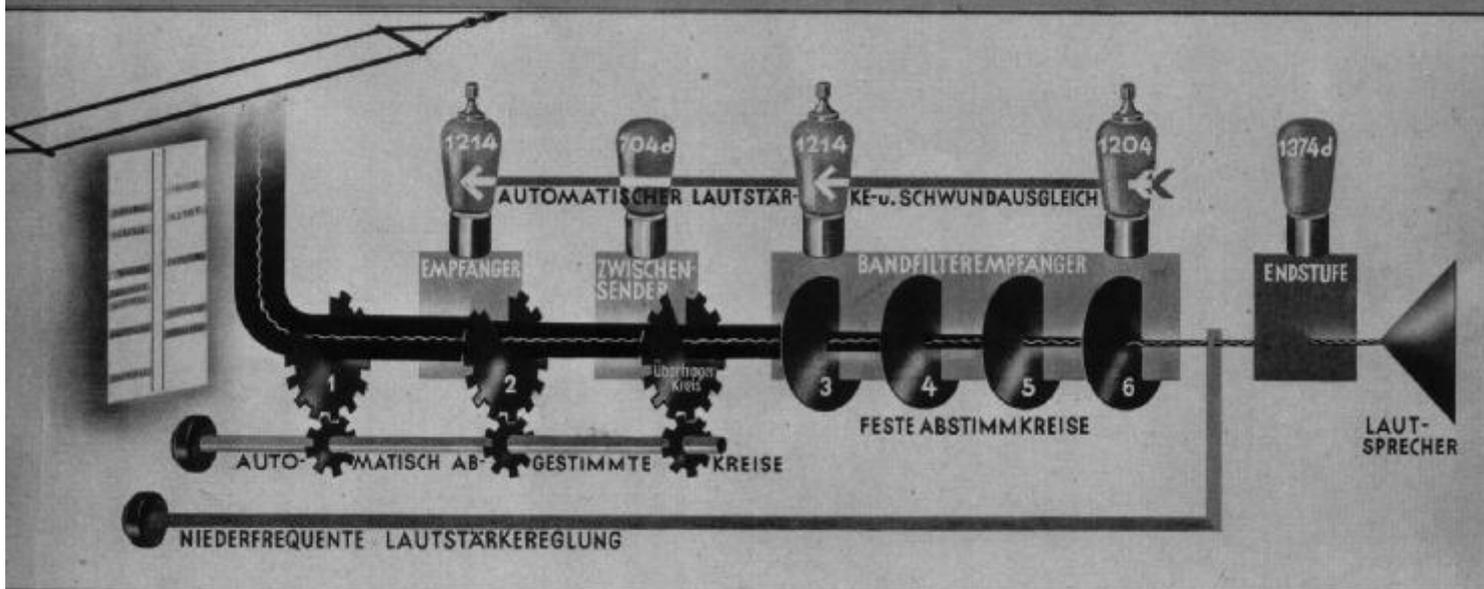


Abb. 219a Der klassische Fünföhren-Superhet vom Jahre 1932/33, heute noch die Grundform aller „Supers“



Arbeitsvorgänge im Ätherzepp - Siemens 47

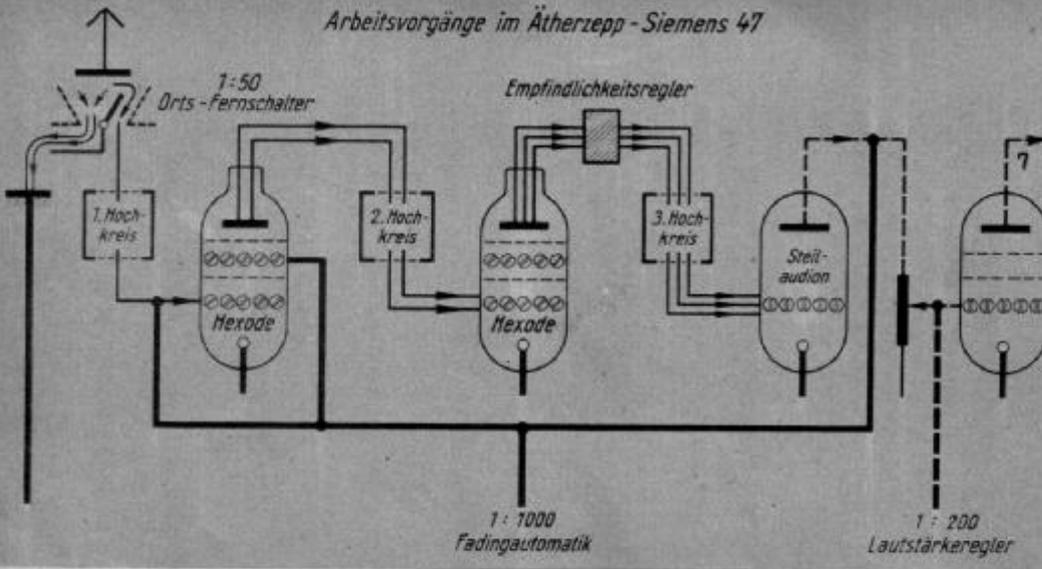


Abb. 220 Schaltbild modernster fadingkompensierter Dreikreis im Gegensatz zum Schaltbild des neuesten Großsupers (ohne Endstufe)

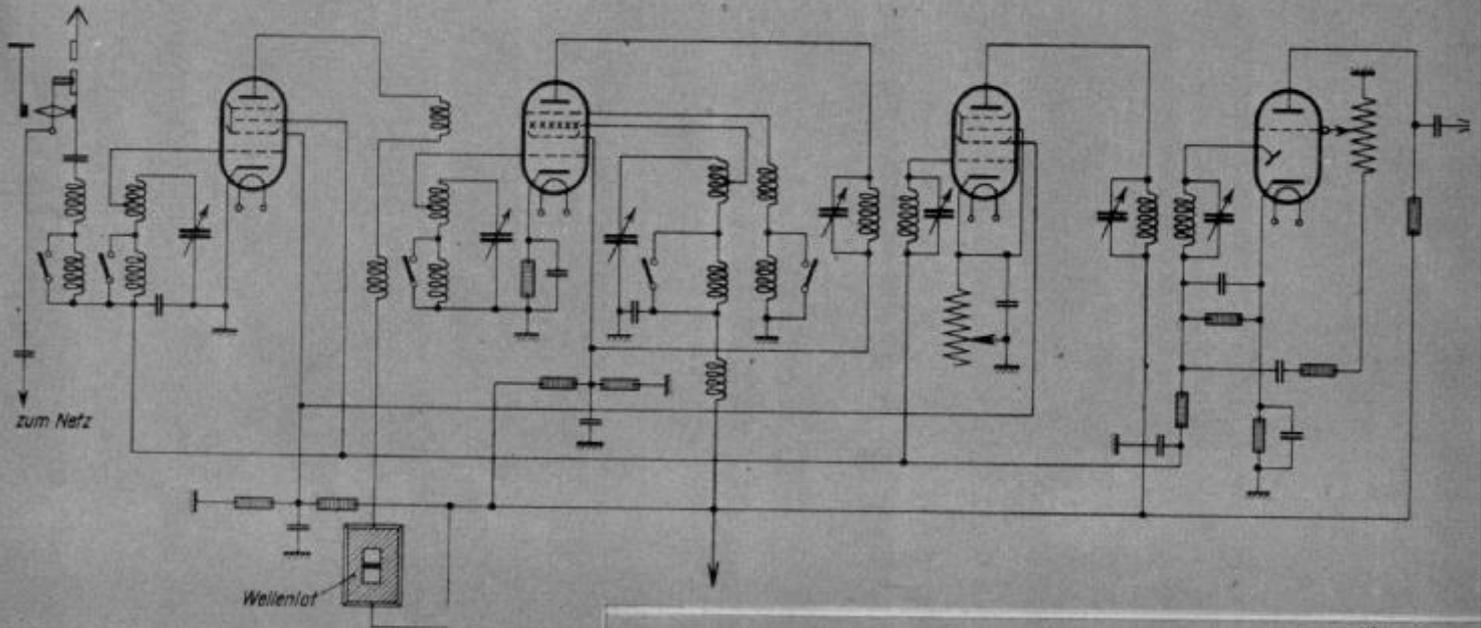


Abb. 222 So arbeitet die Störsperr in einem modernen Großsuper

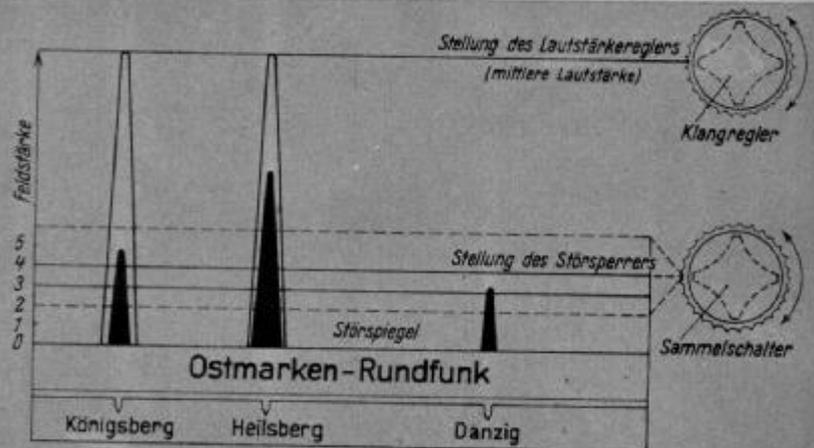


Abbildung 223 Der „Schattenzeiger“ bildet den Schatten eines Bleches im Feld einer vom Anodenstrom der 1. Röhre durchflossenen Spule auf einer Mattscheibe ab, so daß man nach dem schmalsten Schatten optisch abstimmen kann

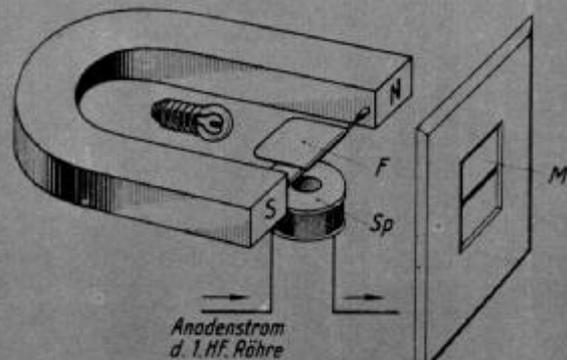
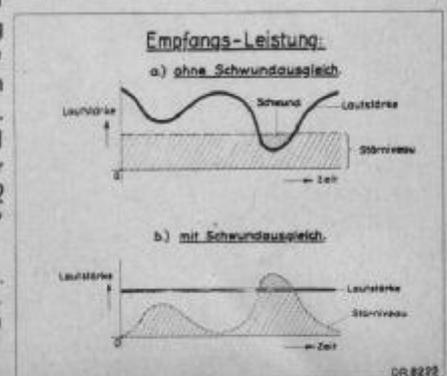




Abb. 227 Sportsuper Siemens 36, der Vater aller modernen Kleinsuper

Abb. 219a und b zeigen schematisch den Aufbau eines Superhets mit Schwundausgleich. Demgegenüber zeigt Abb. 220 den Empfangsvorgang bei der sogenannten „Geradeausschaltung“, wie wir sie beim Ein-, Zwei- und Dreikreiser kennen. Abb. 221 zeigt den Stromlauf in den ersten vier Röhren beim Großsuper von Siemens, dem Siemens-Ätherzepp 56. Wir sehen auf dieser Darstellung zwei neue interessante Dinge: Einmal die Wirkung der Fadingkompensation durch Steuerung der Hexoden aus der Binode, dann die „Störsperr“, die in Abb. 222 nochmals herausgezeichnet ist, und schließlich das „Wellenlot“

Wie die Fadingkompensation bei einem modernen Großempfänger arbeitet, wenn der lokale Störpegel hoch liegt



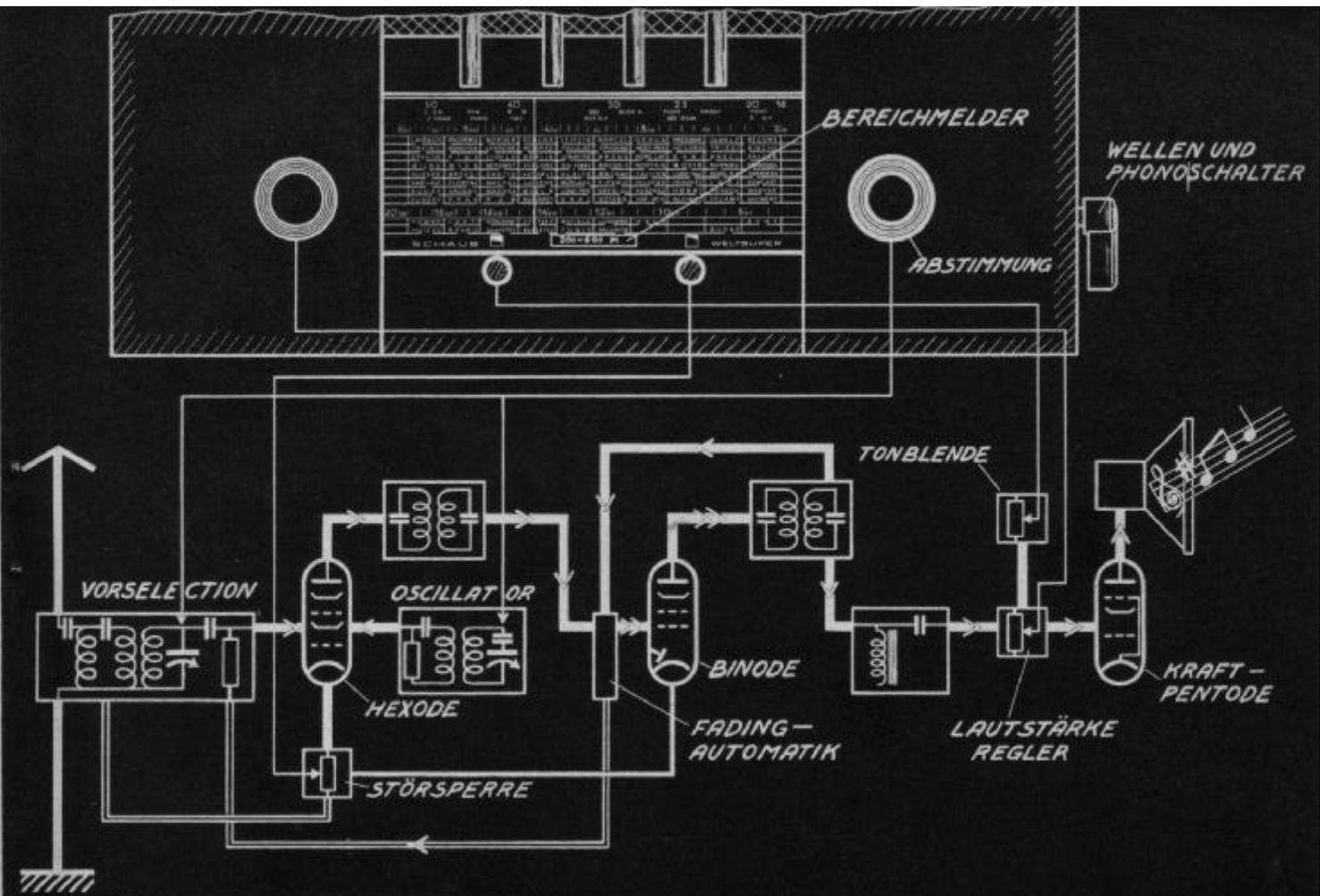
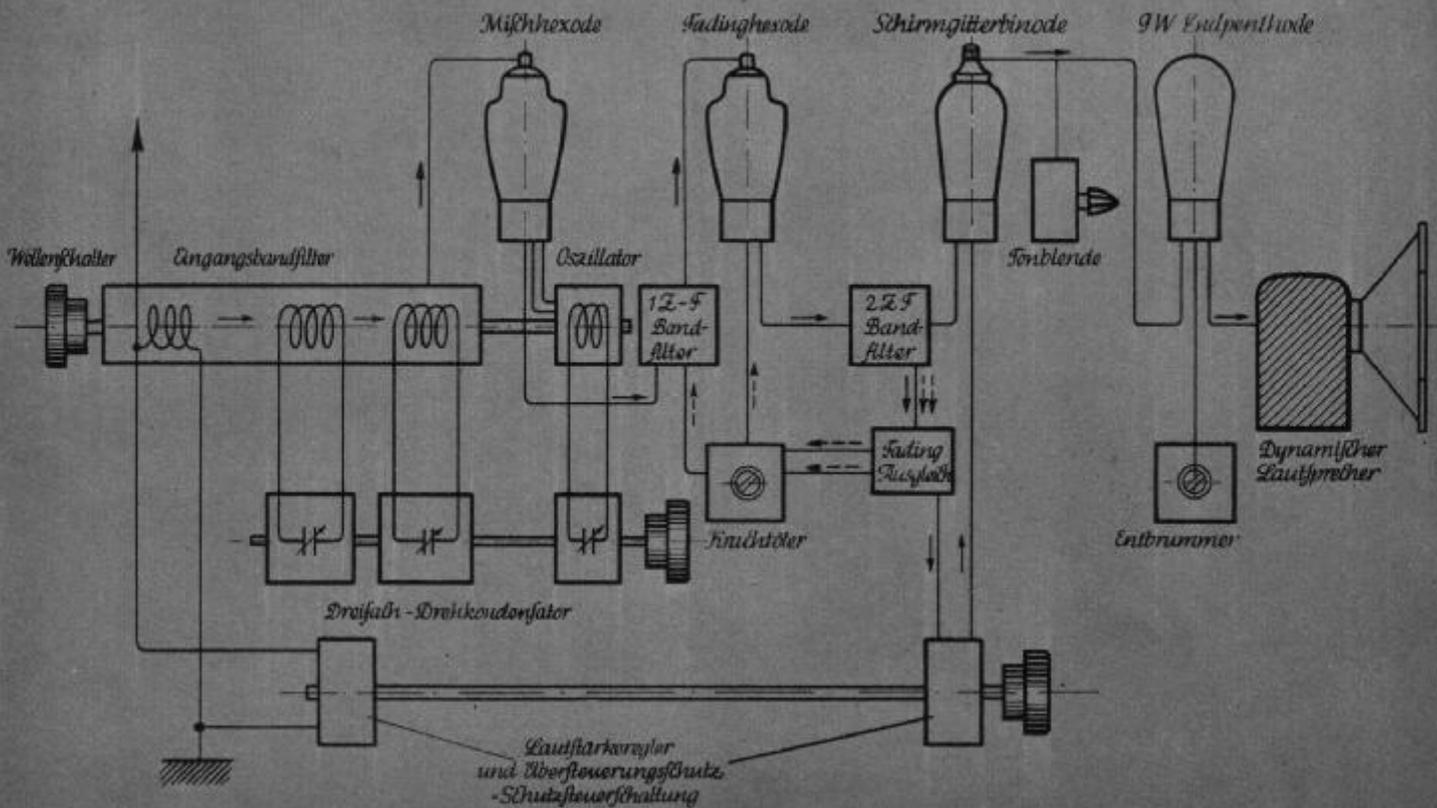


Abb. 228 Prinzipschaltbild eines Drei-  
röhren-Reflex-Superhets mit zwei  
Bandfiltern. (Schaub.)

Abb. 229 Prinzipschaltbild eines Vier-  
röhren-Superhets mit zwei Vorkreisen  
und zwei Bandfiltern. (Ideal.)



(Abb. 223, Schattenzeiger oder Orthoskop), das wir in vielen Groß-Superhets zur Erleichterung der Abstimmung finden.

Abb. 224 erläutert die Wirkung der Fadingkompensation noch besser. Abb. 225 gibt über die Empfindlichkeit der drei Geräte Einkreiser, Dreikreiser und Großsuper Auskunft. Wir erkennen aus diesen Abbildungen, warum der Großsuper überhaupt notwendig ist und auf dem Markt immer als Spitzengerät gelten wird. —

Natürlich kann man einen Super sehr verschieden aufbauen. Es gibt gegenwärtig vier Superarten:

- a) Dreiröhrensuper mit einem Bandfilter (Abb. 226 und 227),
- b) Dreiröhrensuper mit zwei Bandfiltern (Abb. 228),
- c) Vierröhrensuper (Abb. 229 und 230),
- d) Fünfröhrensuper (Abb. 231, 232, 233 und 234).

Der Großsuper mit fünf Röhren ergibt in jeder Hinsicht die Höchstleistung von allen Empfängertypen: Seine Trennschärfe ist doppelt so groß wie die des Vierröhrensupers und dreimal so groß wie die des Dreiröhrensupers. Entscheidend aber sind die klanglichen Vorteile. Durch die große Zahl von Röhren erzielt man einen Fadingausgleich in dem riesigen Verhältnis 1 : 500 000, wie Abb. 235 zeigt, und die enorme Verstärkung von 30—45 Millionen! Hierdurch erhält man auch beim Fernempfang eine sehr gleichmäßige Lautstärke und ermöglicht guten Tagesempfang. Die Klanggüte wird besonders bedingt durch den steilen Abfall der Kurven, die die Durchlaßbreite des Apparates für musikalische Töne kennzeichnen. Bei dem Großsuper kommen tatsächlich praktisch alle musikalisch wichtigen Töne in



Abb. 230 Blaupunkt-Super 4

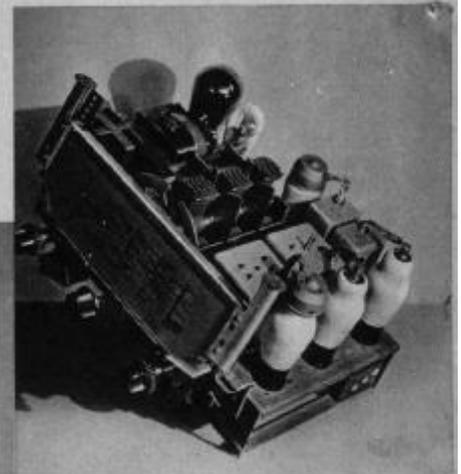
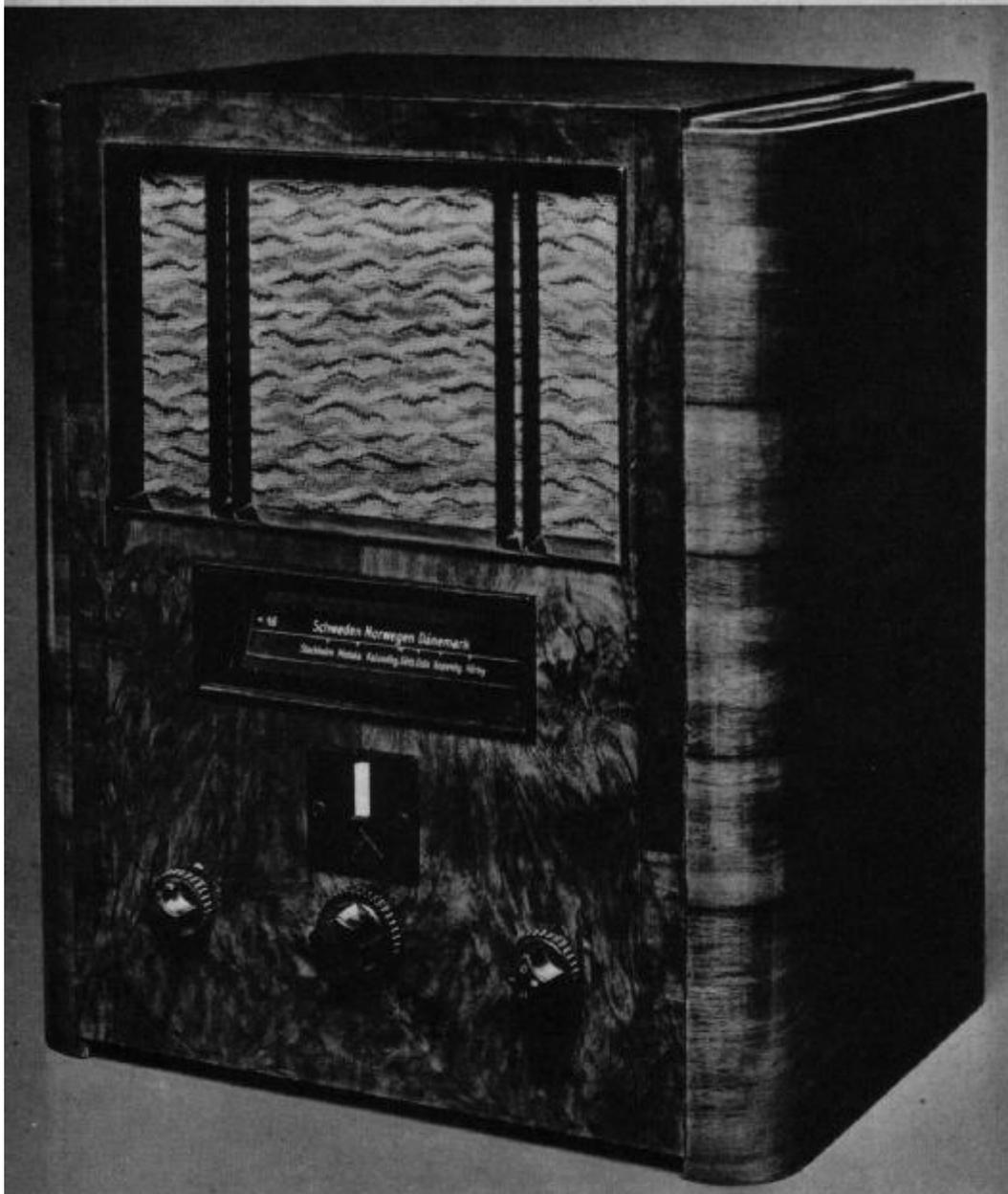


Abb. 231 Telefunken-Super Bayreuth



Abb. 232 Feineinstellung der Zwischenfrequenz

Abb. 233 Ätherzepp-Super Siemens 56 mit dem „Länderband“, der vornehme Großsuper von 1934



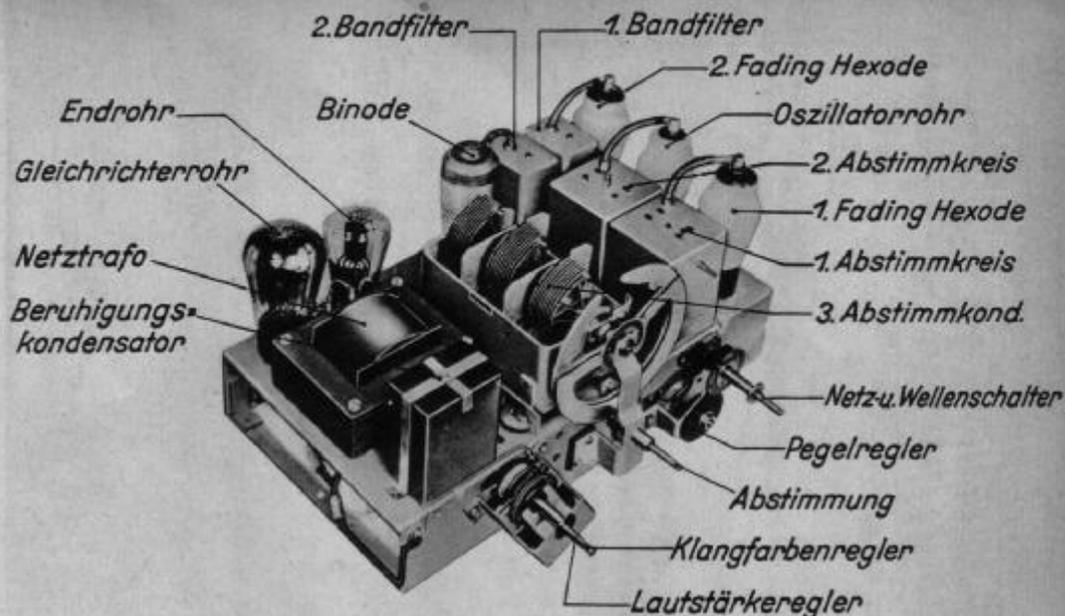


Abb. 234 Innenansicht eines modernen Großsupers (Nora)

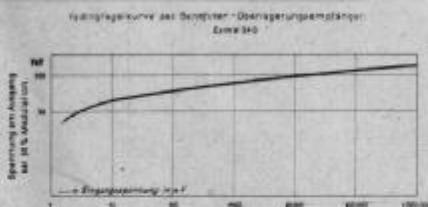


Abb. 235 So regelt ein moderner Großsuper das Fading im Verhältnis 1 : 300 000

genau der gleichen Stärke durch, wie sie gesendet werden, weil man an keiner Stelle des Empfängers an Aufwand sparen muß. Das Gerät leistet also klanglich das Optimum von dem, was es überhaupt gibt. Daneben ist noch eine optische Abstimmvorrichtung eingebaut: ein Instrument, ein Schattenzeiger oder eine Glühlampe, damit man tatsächlich immer richtig auf den „Träger“ und nicht versehentlich auf ein „Seitenband“ einstellt!

Großsuper werden häufig in Musikschränke eingebaut, wie dies in Abb. 236 zu sehen ist, und hier manchmal sogar mit einem Speziallautsprecher kombiniert. — Wer finanziell die Möglichkeit hat, sollte sich tatsächlich zum Großsuper entschließen! Wenn er noch etwas Besonderes tun will, wird er diesen Apparat nicht mit dem normalen dynamischen Lautsprecher betreiben, sondern mit einer modernen „Hocheffekttype“, also einem großen dynamischen Lautsprecher mit hohem Wirkungsgrad. Dann erzielt er die vollendetste Musik, die man heute elektrisch erzeugen kann, und dazu noch die optimale Reichweite und Trennschärfe, also die schönste und beste Wiedergabe, die überhaupt möglich ist.

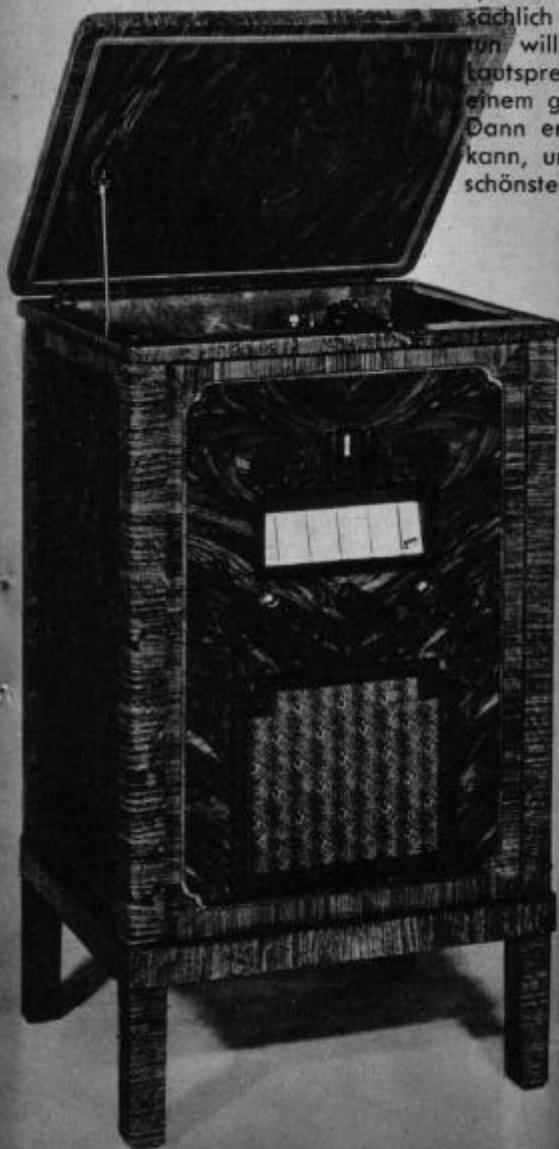
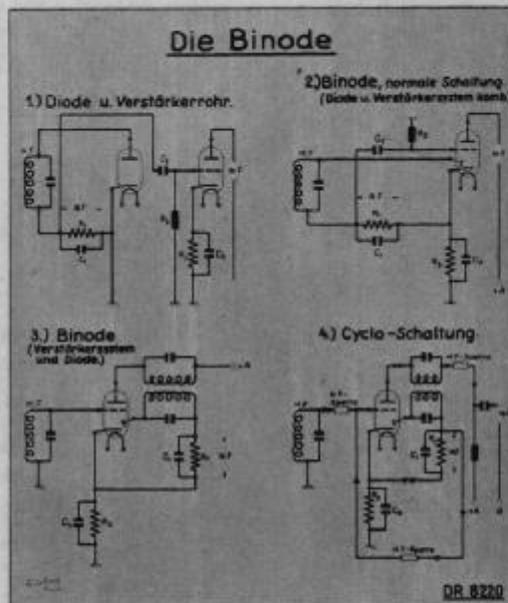


Abb. 236  
Telefunken Bayreuth im Schrank mit „Kraftsprecher“, der Wunschtraum des Fernempfangsfreundes



Schaltung zur Gleichrichtung im modernen Superhet:

Zweielektrodenröhre in Verbindung mit einer Verstärkeröhre in einem Glaskolben. Ganz rechts Anwendung der „Binode“ für die sogenannte „Reflex“-Schaltung, wie sie im „Körting Cyclo“ und im „Schaubsuper 34“ verwendet worden ist



Ein Super ist nur so gut, wie seine Vorkreise sind: Genueste elektrische Prüfung der Hochfrequenzkreise für einen modernen Groß-Superhet



Oben: Der Vierröhrensüper — der große Fernempfänger der Zukunft (Imperial IV)

Unten: Chassis des ersten deutschen Großsuperhets (1931) mit Fadingkompensation über 1 : 100 000 und binodenartiger Gleichrichtung, wie sie jetzt bei allen Großsuperhets üblich ist (Schackow, Leder & Co., Berlin)

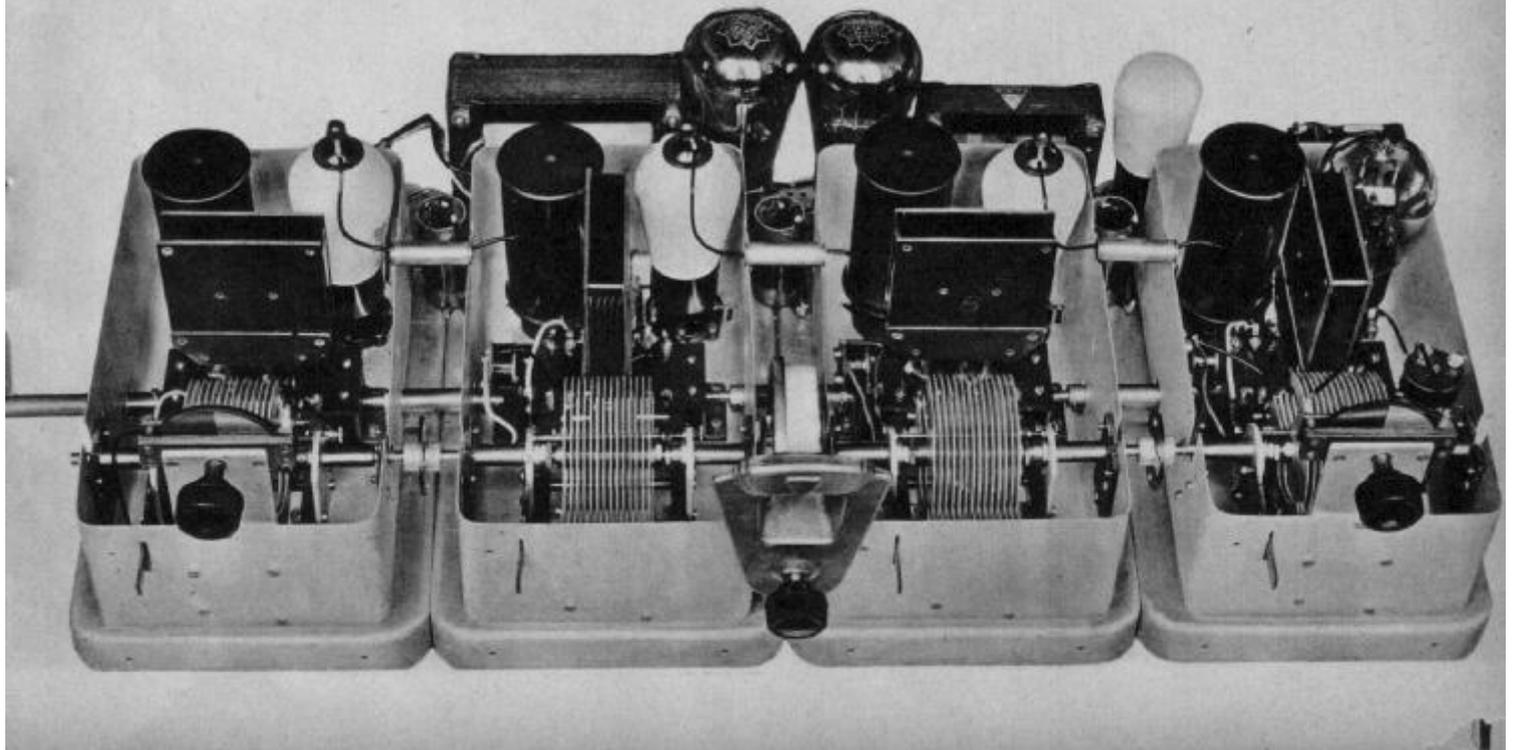




Abb. 239 Lautsprechersystem zum Aufstecken auf einen Trichter (1926)

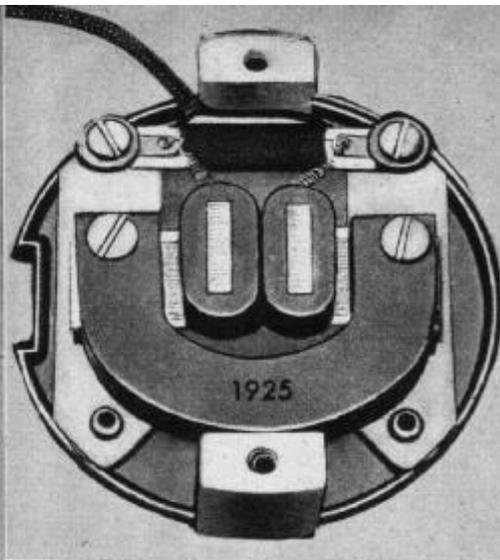


Abb. 238 Verbessertes „System“ mit „lamellierten Polschuhen“

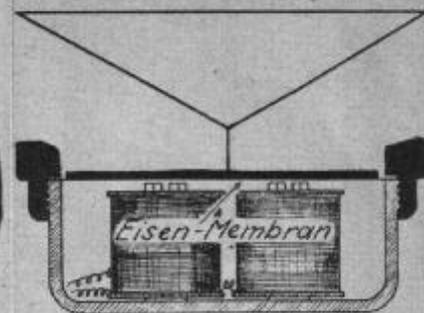


Abb. 237 Der erste Lautsprecher bestand aus einer Kopfhörermuschel mit darauf montiertem Konus

## VIII. LAUTSPRECHER

Das, was der Rundfunk sendet, kommt aus der Endröhre des Empfängers als elektrischer Wechselstrom heraus, der sozusagen als Wellenbewegung im Wasser der „Blindleistung“ oder „Anodenverlustleistung“ der Endröhre vorhanden ist. Ein Drittel der „Verlustleistung“ ist wohl das Höchste, was man als „Sprechleistung“ rechnen darf; gewöhnlich kann man nur ein Achtel der „Blindleistung“ als wirkliche „Sprechleistung“ herausziehen. Im Rhythmus der Musik schwingt also der Wechselstrom im Anodenkreis der Röhre, ebenso natürlich die Wechselspannung; letztere mit Schwankungen von 20 bis zu 150 Volt herauf. Damit wir hören können, muß der Sprechstrom in Luftverdickungen und -verdünnungen — in Schallwellen — umgewandelt werden. Diese Umwandlung besorgt der Lautsprecher. Er ist also ein Elektrizitäts-Schalltransformator. — Prinzipiell müssen wir zwei Lautsprechertypen unterscheiden, die sich in großem Umfange eingebürgert haben: magnetische Lautsprecher und dynamische Lautsprecher.

### Magnetische Lautsprecher

Zuerst betrachten wir den magnetischen Lautsprecher, der in vielen Millionen Stück heute noch in Betrieb ist. Er besteht, wie Abb. 237 zeigt, prinzipiell aus einem Gehäuse aus Magnetstahl, in das zwei bleistiftstarke Weicheisenstäbe eingeschraubt sind, über denen je eine Spule sitzt. Dicht über den Rundeisenstücken, die man Polschuhe nennt, sitzt eine Eisenmembran, an der die schallabstrahlende Fläche in Konusform befestigt wird. Fließt der Sprechstrom durch die beiden Rundspulen, die viele tausend Windungen dünnen Drahtes enthalten, dann wird die Membran angezogen. Da es sich um eine elastische Blechmembran handelt, die fest eingespannt ist, so schwingt sie selbstverständlich nach einmaligem Anziehen sofort wieder in ihre Ruhelage zurück. Diese Federwirkung nennt man „Rückstellkraft“. Da die Membran nur etwa 5 cm Durchmesser hat, kann sie die Luft der Umgebung natürlich nur sehr wenig anstoßen: wir hören leise. Damit eine größere Luftmenge durch die mechanische Membranbewegung in Erschütterung kommt, macht man von einer Übersetzung Gebrauch. Zu diesem Zwecke wird die Membran mittels eines nadelförmigen Metallstiftes mit einem Papierkonus starr verbunden. Schwingt jetzt die Eisenmembran, dann schwingt auch der Konus mit, und wir können die Luftpertürbungen sehr laut vernehmen.



Abb. 240 Die „klassische“ Form des Lautsprechers aus den ersten Jahren des Rundfunks

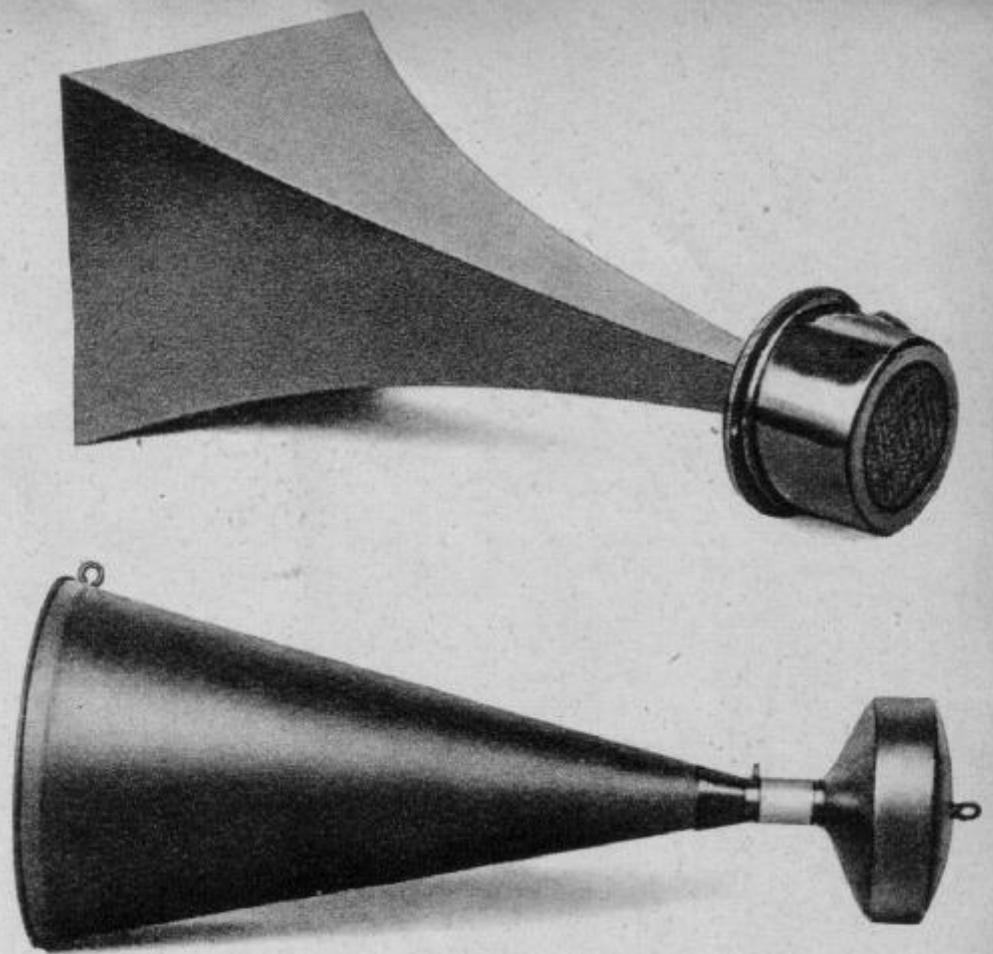
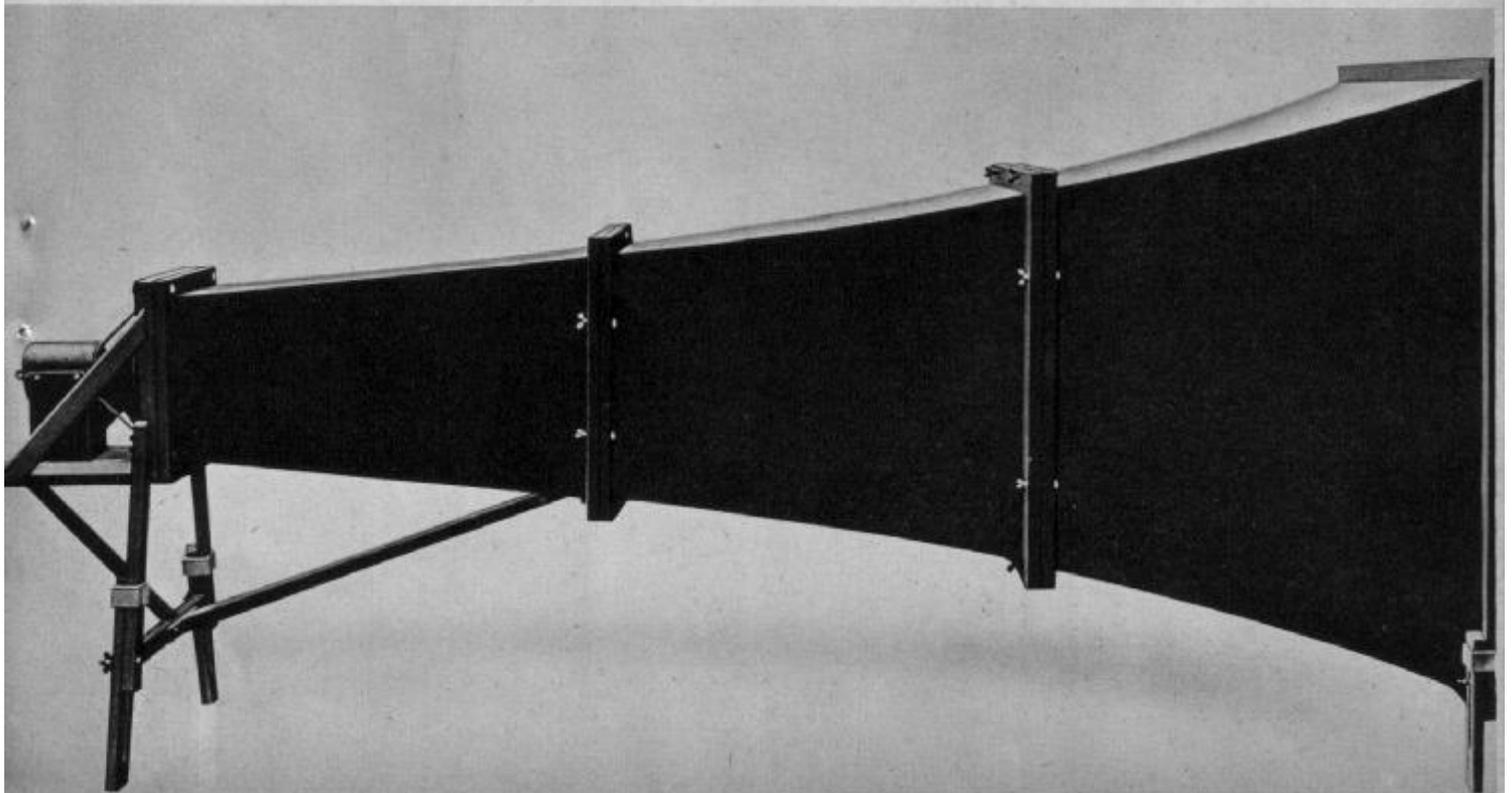


Abb. 241 Oben Urformen des  
Lautsprechertrichters nach  
Edison

Eleganter als dieses primitive Lautsprechersystem ist das System Abb. 238. Hier haben wir einen hufeisenförmigen Stahlmagneten mit zwei winkelförmigen Polschuhen aus ganz feinen Eisenblechstreifen („lamellierte“ Polschuhe). Darüber müssen wir uns den Deckel denken, der die Membran enthält. Damit die Entfernung zwischen den Polschuhköpfen und der Membran auf  $\frac{1}{10}$  mm genau eingestellt werden kann, sitzt das ganze System an einer Stellschraube mit besonders feinem Gewinde. So kommt man zu dem in Abb. 239 gezeigten System, der sogenannten „Schalldose“ oder „Lautsprecherdose“. Diese kann man mit einem Trichter verbinden, um die Lautstärke zu vergrößern. Abb. 240 zeigt einen hieraus entstandenen „Trichterlautsprecher“ vom Jahre 1927; Abb. 241

Abb. 242 Riesentrichter von  
10 m Länge werden auch heute  
noch für Großlautsprecher ver-  
wendet, um den Schall zu  
„richten“ — (Körting)



zeigt zwei andere Trichterformen, die man heute noch bei einfachen Lautsprechern findet. Abb. 242 zeigt einen Riesentrichterlautsprecher, bei dem zwecks besonderer Schallverstärkung ein Trichter von zehn Meter Länge Anwendung gefunden hat. Auch heute noch benutzt man für Übertragungszwecke Riesentrichter; besonders dann, wenn beispielsweise eine Rennbahn in Richtung ihrer Längsachse besprochen werden soll. In den letzten Jahren ist die Verwendung des Trichters immer mehr zurückgegangen, heute finden wir praktisch nur noch den Konus aus Papier oder gepreßtem stoffartigem Material. Der Grund für die Bevorzugung des Konus ist ganz einfach der, daß er schöner aussieht, besonders wenn er im Kasten sitzt, ferner daß er weniger wiegt und weniger Platz braucht. Mit einem Trichterlautsprecher wird sich heute niemand gern sehen lassen wollen. Noch vor zwei Jahren gab es allerdings Trichterlautsprecher, denen man äußerlich gar nicht ansah, daß sie einen Trichter enthielten, weil er in eine besondere Form gebracht worden war. Diese Lautsprecher enthielten Trichter von 1—3 m Länge, die nach einem besonderen Verfahren in Gips gegossen wurden. Man erzielte mit ihnen eine ganz erstklassige Tonwiedergabe bei hohem Wirkungsgrad. Daß sie auf die Dauer der Konkurrenz des Konuslautsprechers nicht standhalten konnten, lag an ihrem hohen Gewicht und dem Eindringen des dynamischen Lautsprechers, bei dem ausschließlich die Konusmembran zur Schallabstrahlung benutzt wird. Die Abb. 243 und 244 geben Zeugnis von dieser Entwicklungsstufe, die in Deutschland durch Lenzola-Krefeld besonders gefördert worden ist.

Der nächste Schritt in der Entwicklung war der Ersatz des Hufeisenmagnets durch einen viel stärkeren Magnet oder gar zwei Magnete. Man gelangte auf diesem Wege zum vierpoligen Magnetsystem, wie es zusammen mit einer besonderen Konusform, der „Sektormembran“, in Abb. 245 dargestellt ist. Der „Sektorlautsprecher“ mit vierpoligem System war schon ein sehr guter elektromagnetischer Typ. Abb. 246 zeigt das auseinandergerommene Vierpolsystem, während Abb. 247 diese interessante Antriebsvorrichtung schematisch darstellt.

Man hat noch viel an den Magnetsystemen verbessert, weil man allmählich auch ihre Nachteile erkannte. Durch Verbesserung der Magnetstahlarten konnte man bald wieder mit einem Magneten auskommen und gelangte so zu dem Präzisionssystem der Abb. 248. Ein völlig neuer Schritt auf dem Wege zum erstklassigen magnetischen Lautsprecher war die Entwicklung des Induktorsystems, das heute bei den magnetischen Lautsprechern dominiert. Wie dieses System arbeitet, zeigt sehr deutlich die Abb. 249. Oben ist das fertige System dargestellt, und darunter sieht man den Magnet B in der Draufsicht dargestellt mit den beiden Polschuhen NS. Der zungenförmige Anker schwingt vor den angeschliffenen Polschuhen, aber nicht mehr zwischen ihnen. Das ist der grundsätzliche Fortschritt beim Induktorsystem. Die Sprechspule C ist dicht am Kopf des Ankers angebracht.

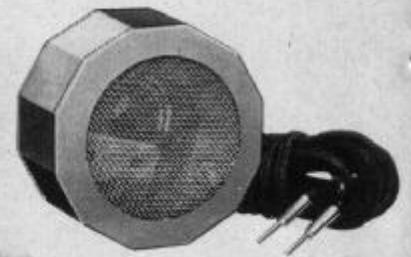
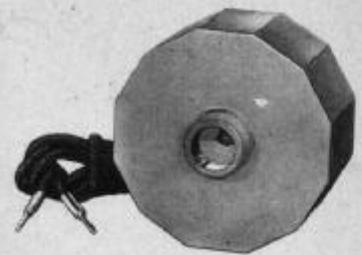


Abb. 243 Lenzola-Dosen



Abb. 244 Lautsprecher mit 3 m langem Gipstrichter

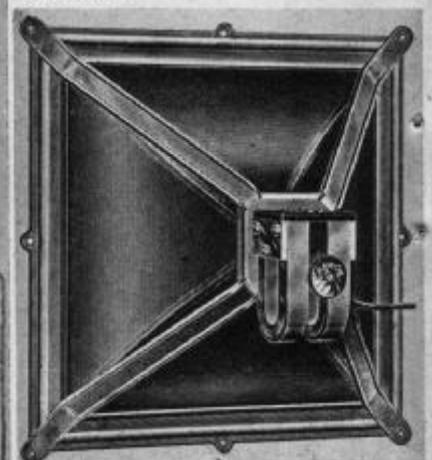
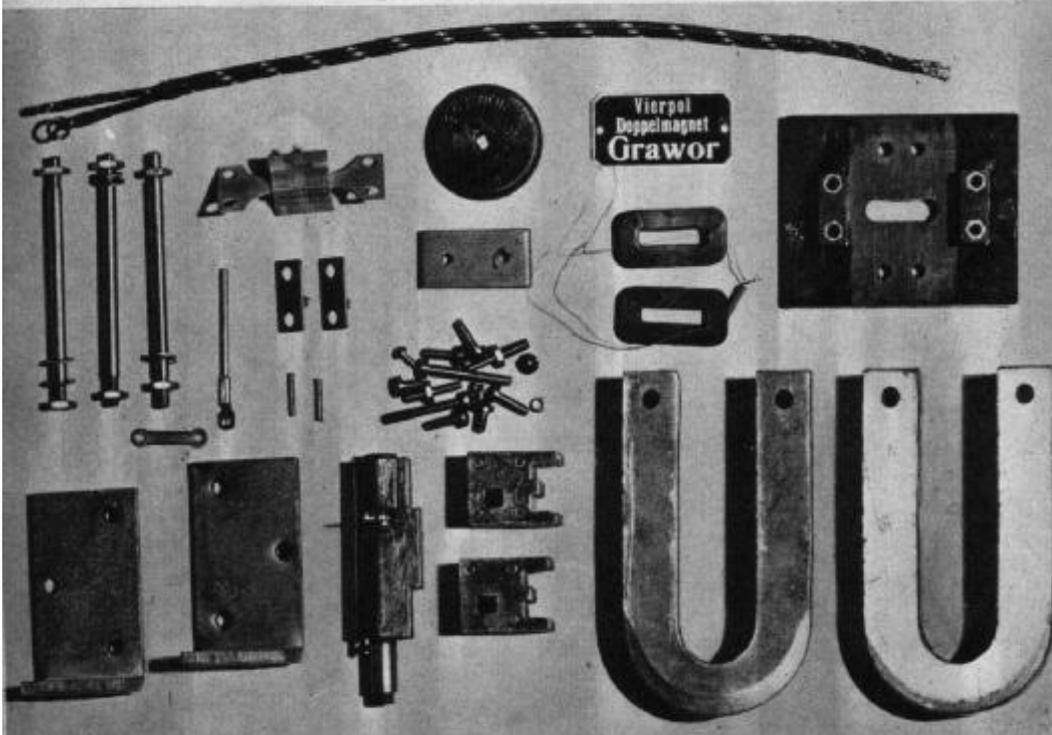


Abbildung 245 Die „Sektor“-Membran von Grawor brachte 1931/32 einen großen Fortschritt

Abb. 246 Aber auch das Antriebssystem wurde verbessert: Zerlegtes „Vierpolsystem“

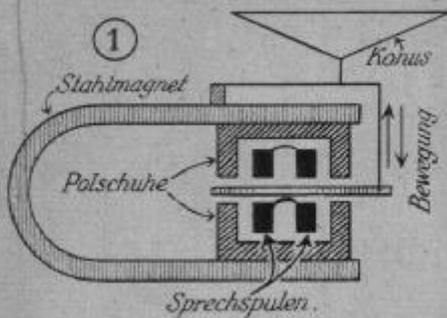


Abb. 247 Vierpol-System schematisch

Abb. 248 Vollendung des Vierpol-systems 1932 (Ideal)

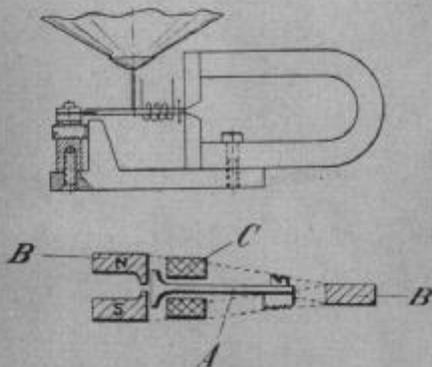
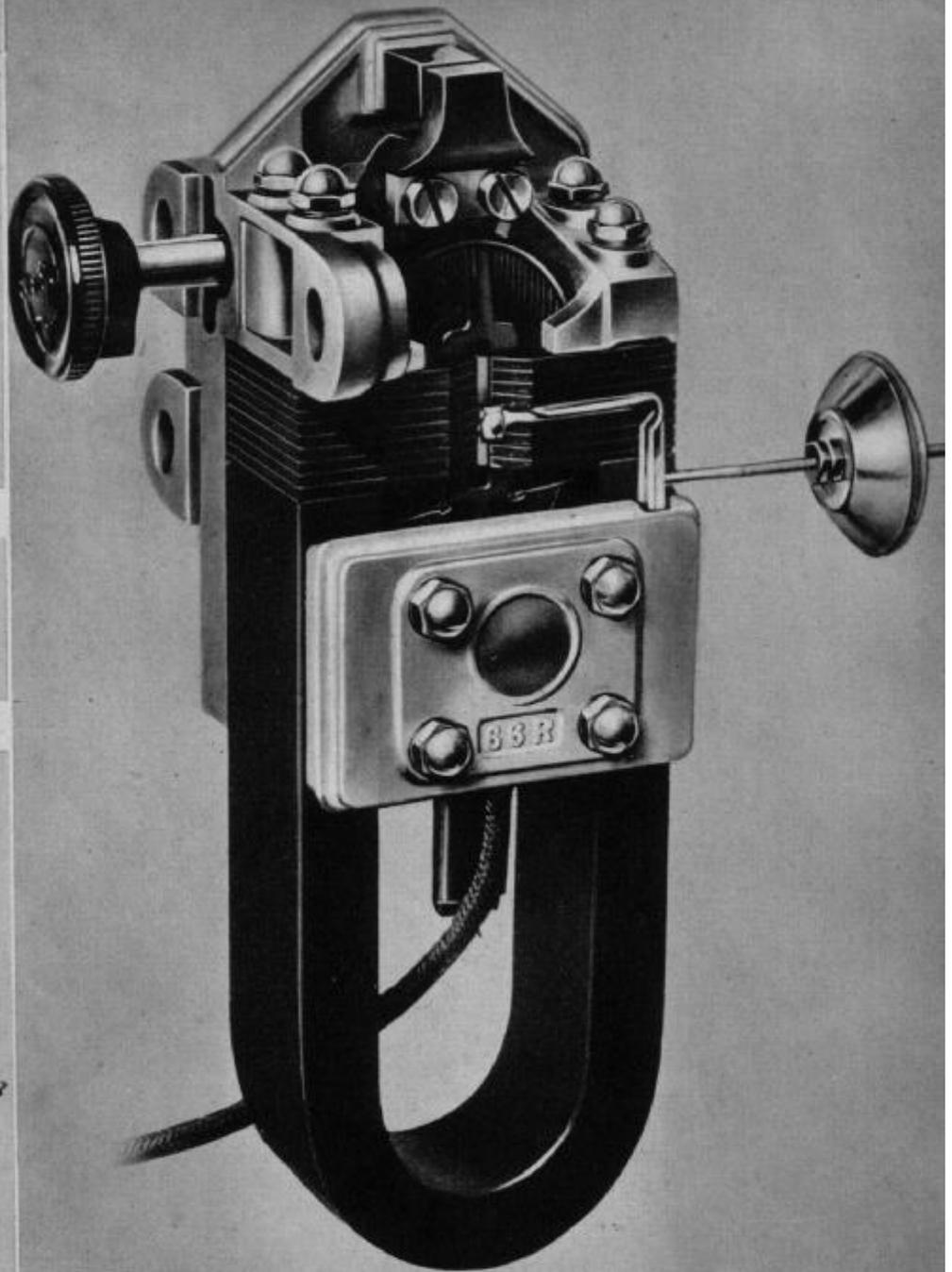
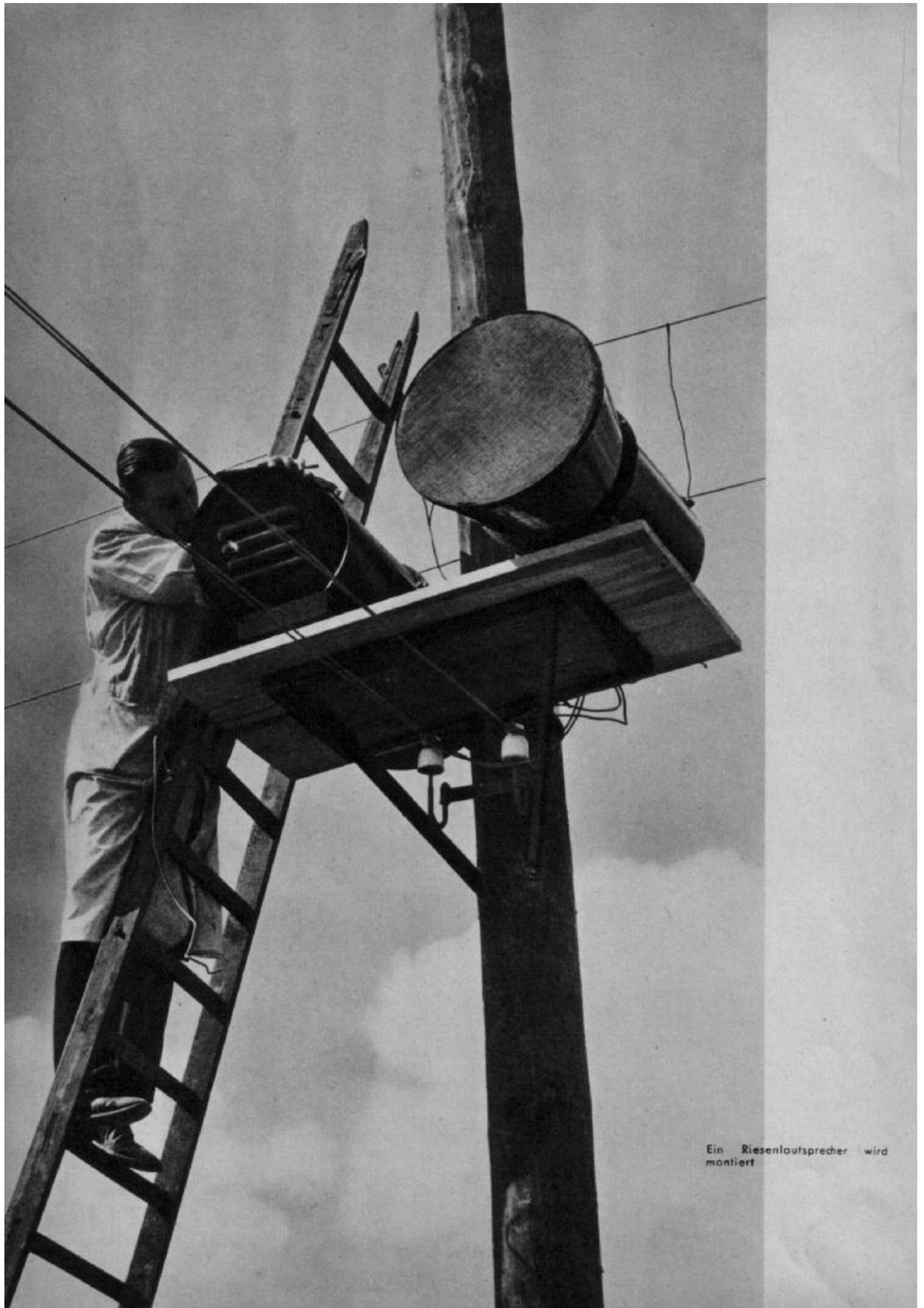


Abb. 249 Induktor-System schematisch



Wie sich die magnetischen Kraftlinien dabei verhalten, zeigen die beiden Abb. 250a und 250b deutlich. Man sieht, daß durch die Magnetkraft der zungenförmige Anker sehr stark vor den angeschliffenen Magnetpolen hin und her schwingt, wenn ein bestimmter Sprechwechselstrom in der Spule vorhanden ist. Die Abb. 251 zeigt uns ein fertiges Induktorchassis von rückwärts. Wir sehen hier drei Anschlüsse an der Spule anstatt, wie bisher, zwei. Dies kommt daher, daß inzwischen die Penthoden aufgekommen waren und der Lautsprecher den neuen Röhren „angepaßt“ werden mußte.

Die Entwicklung ging schließlich noch einen Schritt weiter, indem man zur noch besseren Anpassung das Lautsprechersystem durch einen Übertrager (Lautsprechertransformator) vervollständigte. So entstand das Induktorchassis Abb. 252 — ein universeller elektromagnetischer Lautsprecher, den man an jedem Apparat gleich gut verwenden kann. Die Abb. 253 zeigt die Teile zum eigentlichen Induktorsystem und die Abb. 254 die gesamten Bauteile zu einem fertigen modernen Induktorchassis.



Ein Riesenlautsprecher wird montiert

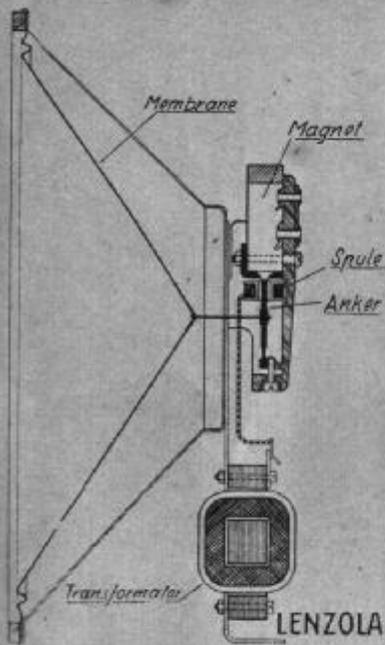


Abb. 252 Induktor mit Anpassungs-  
übertrager (Vgl. hierzu Abb. 76a—c  
Seite 30)

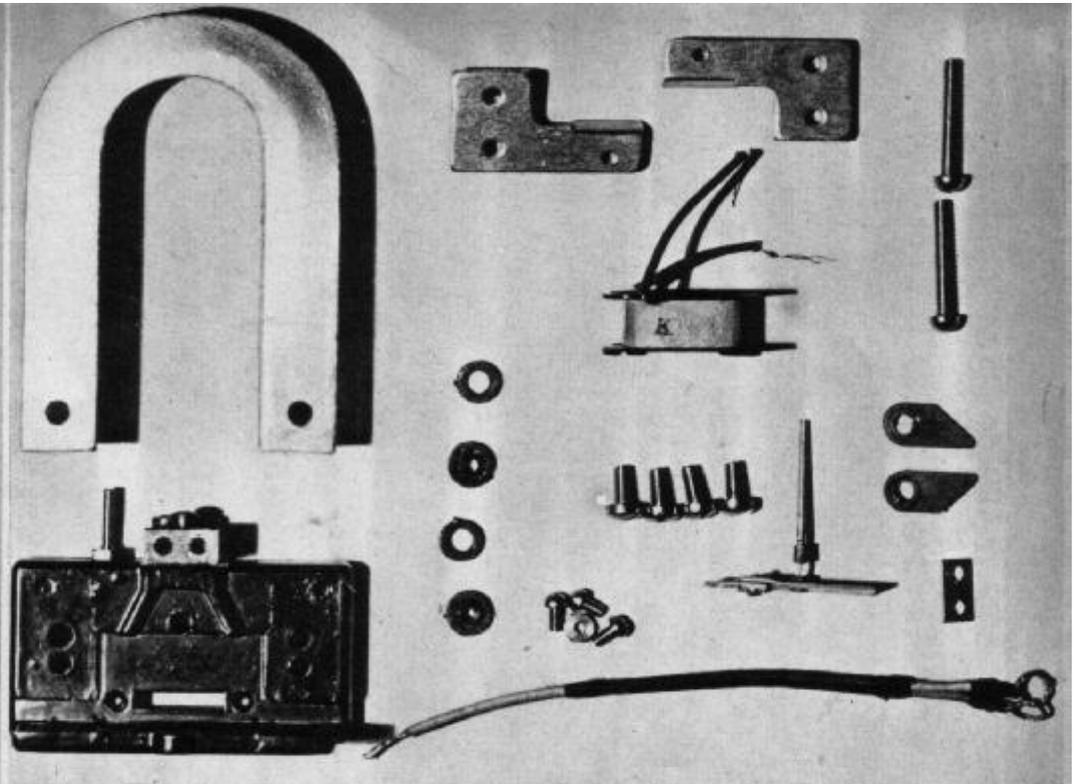


Abb. 254 Induktorsystem zerlegt

Es sieht so aus, als ob im Induktorlautsprecher mit Transformator die Entwicklung des magnetischen Lautsprechers als praktisch abgeschlossen gelten könnte. Wesentliche Verbesserungen sind nicht mehr zu erwarten, es sei denn, daß auch für diese Lautsprecher in Zukunft besonders starke Magnete verwendet werden würden, wie man sie für die dynamischen Lautsprecher hat. Wer einen guten Induktorlautsprecher besitzt, den er bisher ohne Transformator benutzte, soll nicht versäumen, einen Transformator einzubauen; denn dieser schützt das empfindliche Induktorsystem in hohem Maße vor einseitiger Überlastung durch den Anodengleichstrom und kann gleichzeitig das System jeder beliebigen Endröhre im Empfänger anpassen. (Vgl. hierzu Abb. 76a—c Seite 30.)

### Dynamische Lautsprecher

Während jeder magnetische Lautsprecher nach dem Prinzip arbeitet, daß der Sprechwechselstrom einen im starken Magnetfeld liegenden federnden Anker (Zunge) anzieht — die an der Zunge befestigte Feder besorgt das Zurückschnellen, also die Rückstellkraft —, arbeitet der dynamische Lautsprecher so, daß in einem starken Magnetfeld eine sehr leichte Spule aus dünnem Draht wie ein Kolben auf und ab zu schwingen beginnt, wenn man durch diese Spule Sprechwechselstrom schiebt. Um uns die Sache einfach zu machen, betrachten wir zunächst den „permanentdynamischen“ Lautsprecher, der im Gegensatz zum „elektrodynamischen“ keinen Erregerstrom braucht. Wir brauchen vorab einen besonders starken Magnet, wie er z. B. unter dem Namen „Oerstit-Magnet“ von den Deutschen Edelstahlwerken Krefeld hergestellt wird. Er kann verschiedene Formen aufweisen, wie sie beispielsweise in den Abb. 255 oder 256 gezeigt sind. Damit wir wissen, welche Teile zu einem permanentdynamischen Lautsprecher gehören, haben wir sie in Abb. 257 zusammengestellt: links oben der Konus mit dem Filzring und der Sprechspule, rechts oben der Schutzkorb, darunter der Anpassungstransformator, links unter dem Konus der Umschaltstöpsel. (Je nach der Endröhre ist die Anpassung verschieden!) Links und rechts von den Montageteilen im Ring sehen wir zwei kragenförmige Eisenstücke, die den eigentlichen Magneten darstellen. Ganz unten liegen drei Montageplatten. Wenn auch die Formen der permanentdynamischen Lautsprecherchassis sehr verschieden sind, so findet man doch immer die gleichen Teile: Permanentmagnet, Konus mit daranhängender Sprechspule, Anpassungstransformator mit Umschaltvorrichtung und Schutzkorb. Für die nächsten Jahre kann man ein starkes Vordringen des

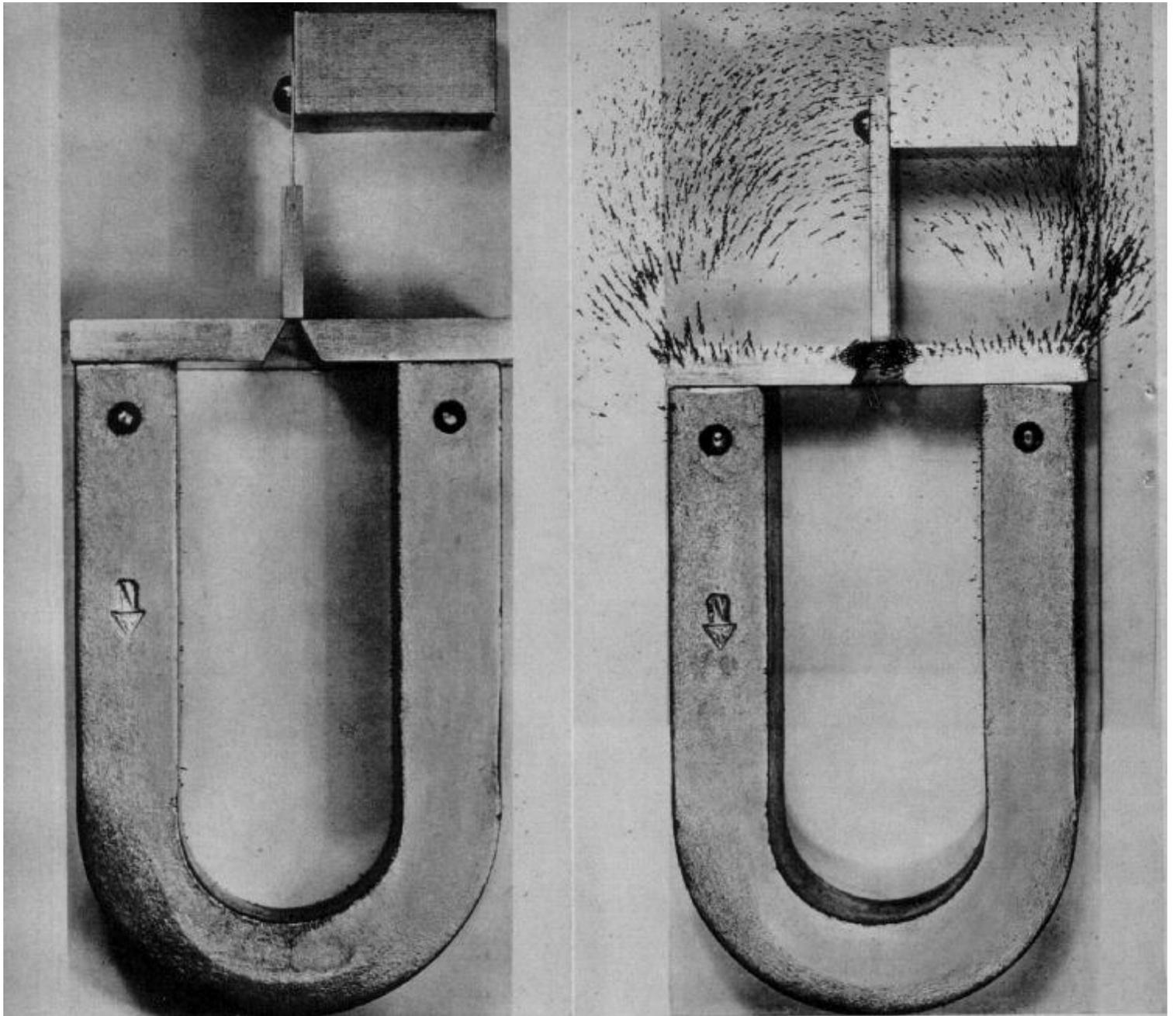


Abb. 250a Wie beim Induktorsystem die magnetischen Kraftlinien im „Spalt“ vollkommen als Triebkraft des Ankers ausgenutzt werden

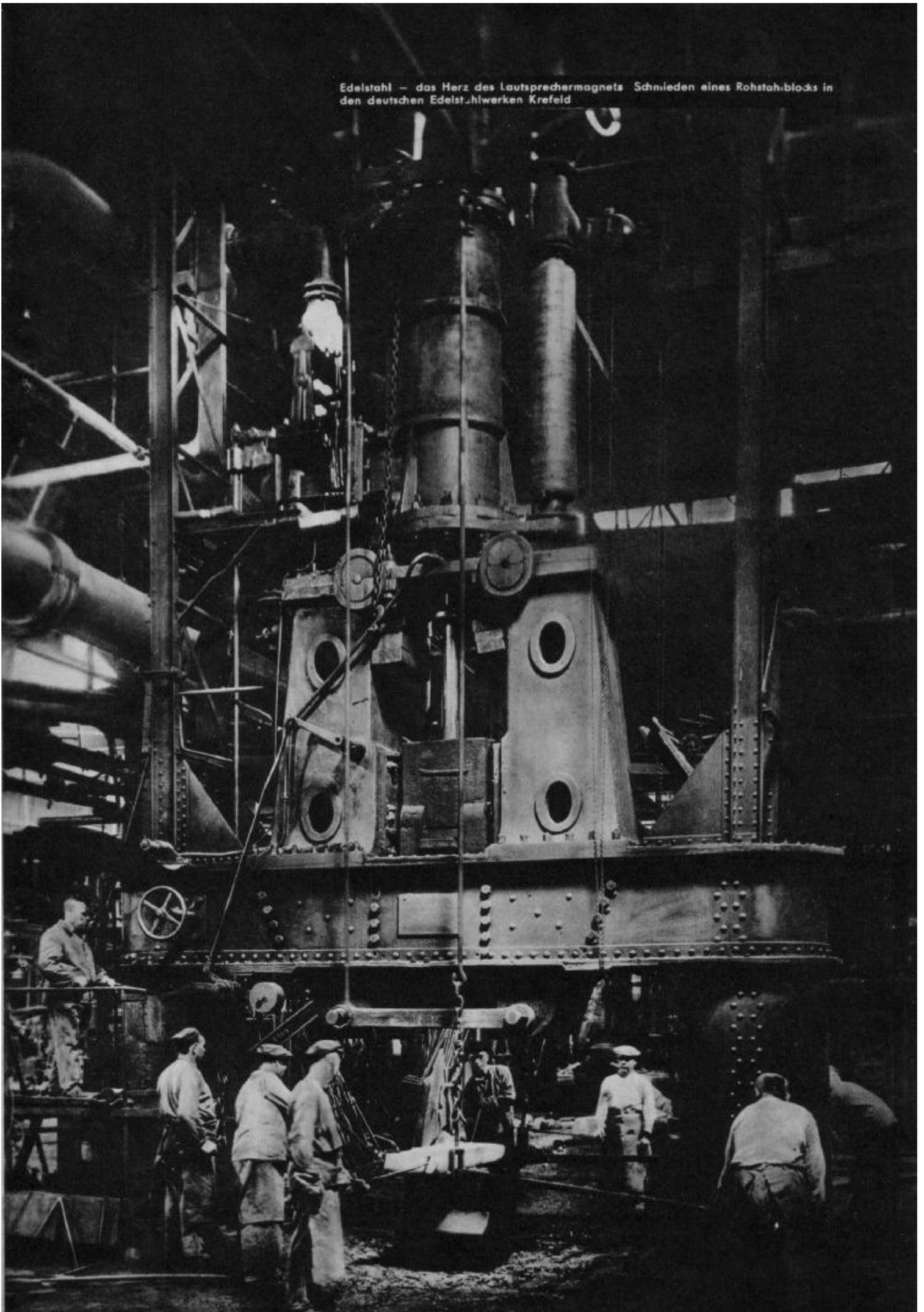


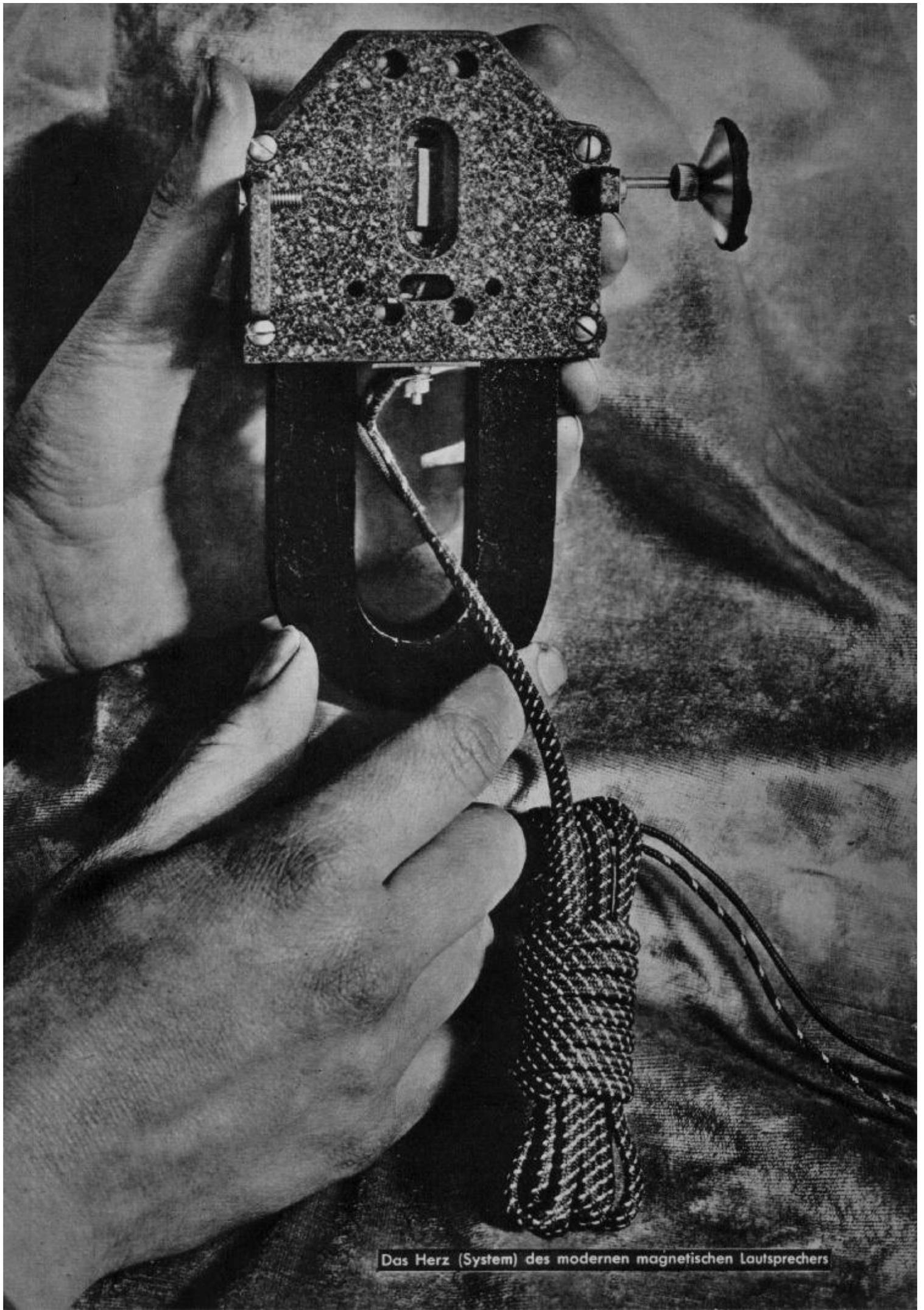
Abb. 253 Induktordhassis mit Obertrager, zerlegt



Abb. 251 Modernes Induktordhassis von P. Graßmann

Edelstahl — das Herz des Lautsprechermagnets Schmieden eines Rohstahlblocks in den deutschen Edelstahlwerken Krefeld





Das Herz (System) des modernen magnetischen Lautsprechers

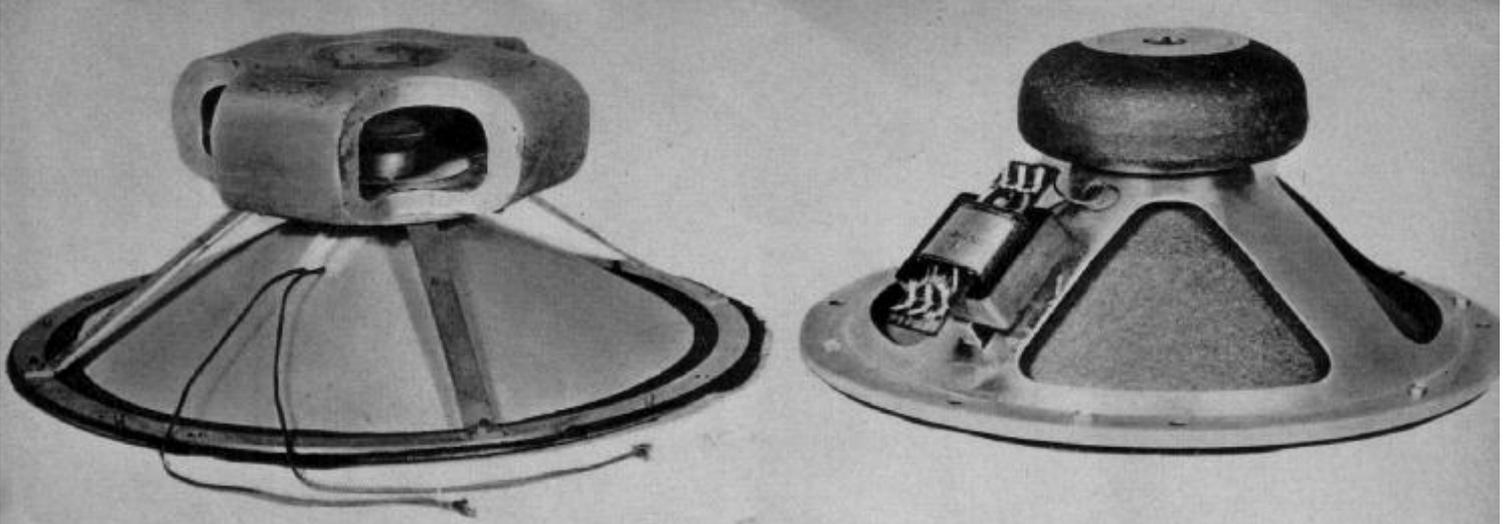


Abb. 255 und 256 Verschiedene ältere  
Formen des permanent-dynamischen  
Lautsprechers



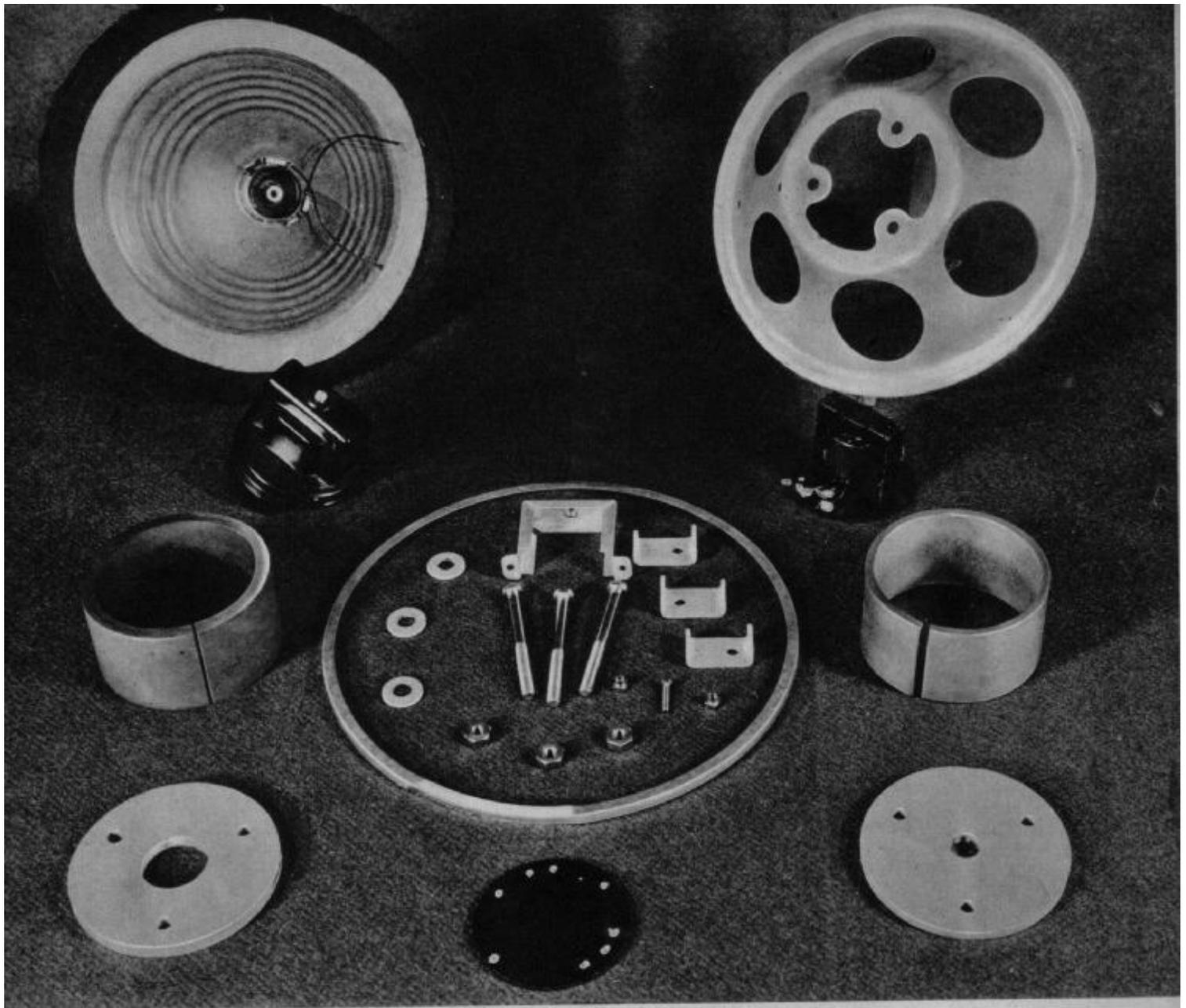


Abb. 257 Zerlegtes Chassis des ersten permanent-dynamischen Lautsprechers von Philips

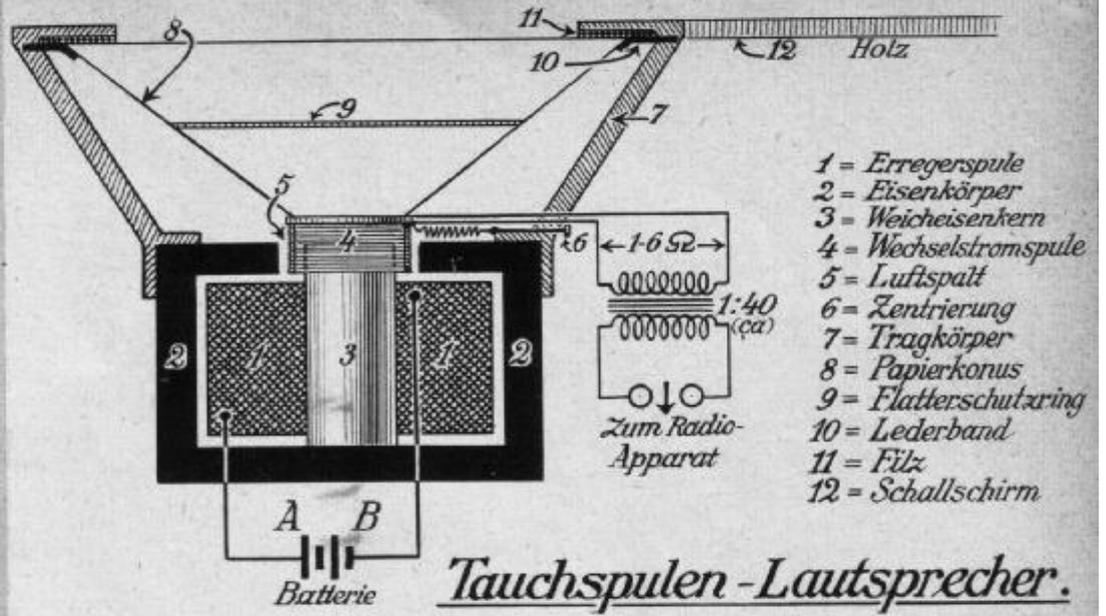
permanentdynamischen Lautsprechers voraussagen, da durch den Oerstit-Magnet eine so große Leistung erzielt wird, wie man sie bisher nur dem elektrodynamischen Lautsprecher zugetraut hat. Dies kommt von der besonders hohen Koerzitivkraft des Oerstit-Magnetstahls her, der eine Legierung aus Eisen, Aluminium und Nickel darstellt.

### Elektrodynamische Lautsprecher

Handelt es sich nicht um einen Stahlmagnet, sondern um einen sogenannten Elektromagnet, bei dem das Magnetfeld erst dadurch entsteht, daß elektrischer Gleichstrom durch eine Spule fließt, in deren Innerem sich ein Weicheisenkern befindet, dann spricht man vom „elektrodynamischen“ Lautsprecher. Weil dieses Wort so lang ist, sagen manche Leute auch „Tauchspulenlautsprecher“; aber diese Bezeichnung konnte sich nicht in dem Maße einbürgern wie „elektrodynamischer Lautsprecher“, weil hierbei auch gleich dem Gegensatz zum permanentdynamischen Typ Rechnung getragen wird.

Abb. 258 zeigt eine schematische Darstellung dieses Lautsprechers. Er hat selbstverständlich im Laufe der Zeit verschiedene Entwicklungsstufen durchgemacht. So sieht man z. B. in Abb. 259, wie sich der Konus allmählich zu der heutigen Form mit angepreßtem Rand und bogenförmiger Verbindungsfläche entwickelt hat. Abb. 260 zeigt, wie man vom tiefen Konus zum modernen flachen Konus gekommen ist. Abb. 261 zeigt die Entwicklung der „Zentrierungsspinne“ von ihrer ursprünglichen, sehr un-

Abb. 258 Der „Elektro-dynamische“ schematisch



Entwicklung des Konus

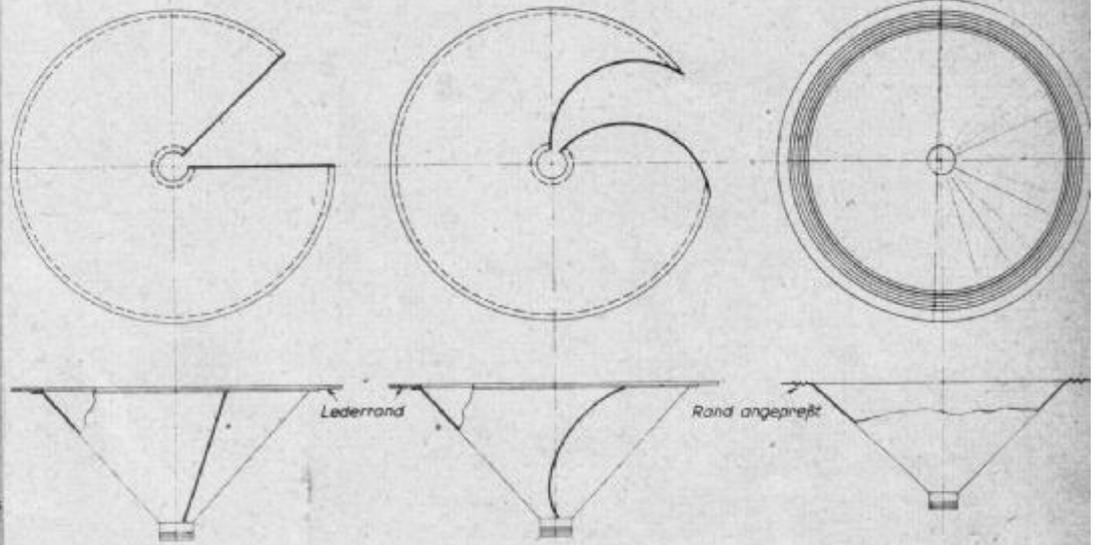


Abb. 259 Der moderne flache Konus im Gegensatz zum älteren tiefen Konus

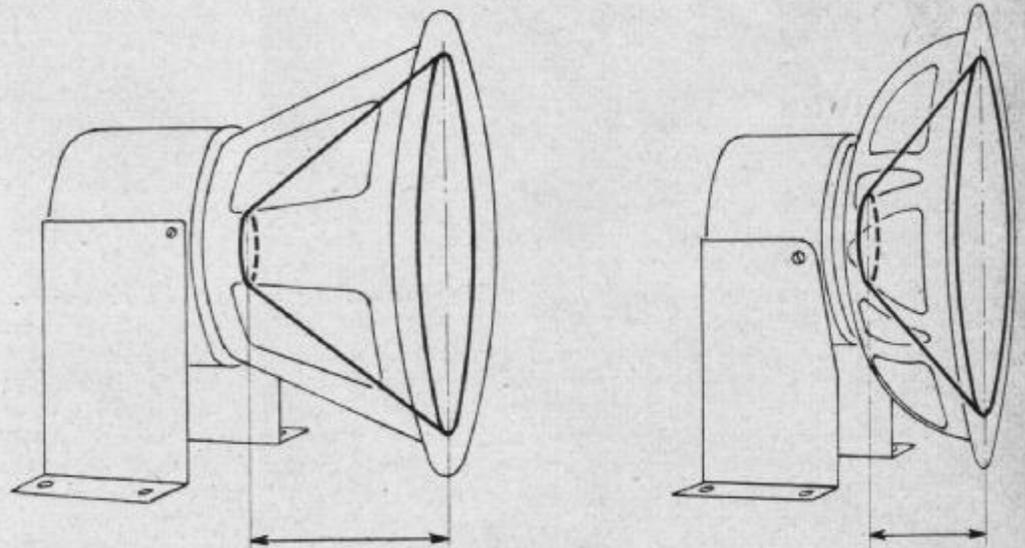


Abbildung 260

elastischen zu ihrer heutigen elastischen Form. Sehr schön sieht man in Abb. 262 die Teile, die zum dynamischen Lautsprecher gehören: Rechts unten ist die sogenannte Sprechspule dargestellt, die mit Gleichstrom beschickt werden muß. Gewöhnlich enthält der Radioapparat schon Buchsen zur Entnahme dieses Gleichstroms aus dem Empfänger. Ist dies aber nicht der Fall und hat man ein Lichtnetz mit Wechselstrom, dann muß der Strom

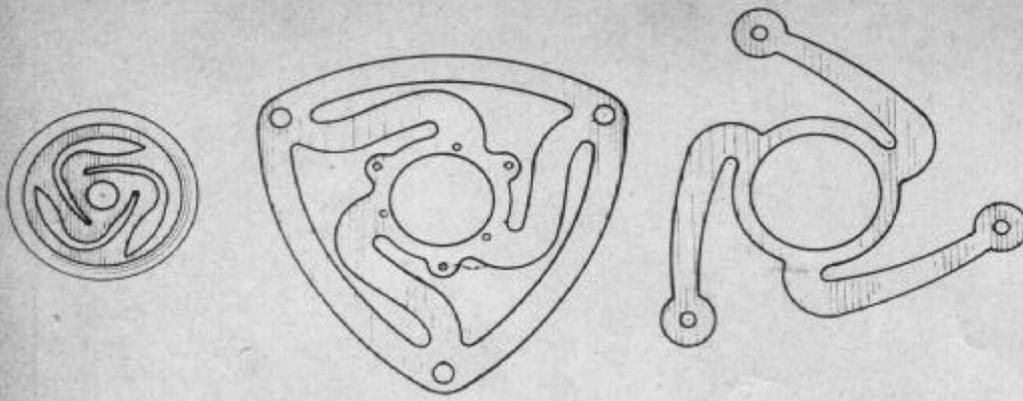


Abb. 261 Entwicklung der Zentrierungsspinne



Abb. 262 Der „Elektrodynamische“ von P. Graßmann zerlegt

eben gleichgerichtet werden. Unser elektrodynamischer Lautsprecher muß dann auch noch einen Abwärtstransformator und Gleichrichter haben. Die Abbildung 263 zeigt einen elektrodynamischen Lautsprecher zum Anschluß an das Wechselstromnetz, wenn keine „Erregerbuchsen“ am Radioapparat vorgesehen sind. Wir sehen oben den Endübertrager mit den drei Abgriffen der Primärspule, die notwendig sind, um den Lautsprecher an die Endröhre des Empfängers anzupassen. In der Mitte ist der Weicheisentopf mit der „Feldspule“. (Diese von Gleichstrom durchflossene Spule heißt „Feldspule“, weil sie eben das magnetische Feld erzeugt, wenn Gleichstrom in sie hineingeschickt wird.) Rechts unten sieht man den Abwärtstransformator mit der Anschlußschnur an die Wechselstromlichtleitung. In der Mitte unten ist der Trockengleichrichter sichtbar (Plattengleichrichter oder Kupferoxydgleichrichter), links davon sieht man endlich einen sogenannten „Trockenelektrolytkondensator“, der zur Glättung des gleichgerichteten Wechselstromes dient. So ein Lautsprecher enthält also sozusagen auch noch ein kleines Elektrizitätswerk! Darum wird man ihn als zweiten Lautsprecher nie verwenden! Es gibt ja heute so gute permanentdynamische Lautsprecher, daß man die komplizierte Einrichtung mit dem Gleichrichter nicht mehr braucht. Anders ist es natürlich, wenn das Lichtnetz Gleichstrom führt. Dann braucht man nur den mit „Erregung“ bezeichneten Stecker in die Gleichstromlichtleitung einzustecken, und der Betrieb kann beginnen. Ebenso ist es, wenn der Radioapparat, der bei Wechselstrom ja sowieso einen Gleichrichter enthält, Buchsen hat, die mit „Erregung“ oder „Felderregung“ bezeichnet sind. (Allerdings darf man bei einem elektromagnetischen Lautsprecher, der direkt an das Gleichstromnetz angeschlossen wird, nicht vergessen, einen Schalter einzubauen, weil ja sonst dem Lichtnetz dauernd Strom entnommen wird!)

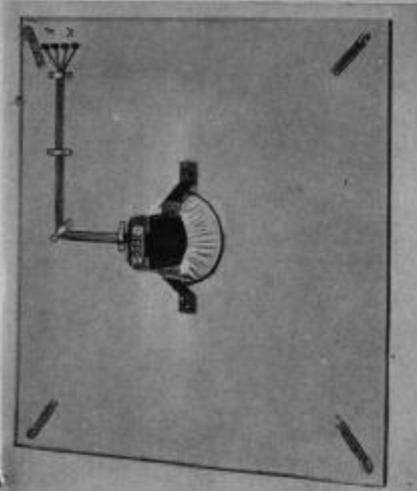


Abb. 264 Wie der „Elektrodynamische“ an einem großen Schallbrett richtig montiert wird



Abb. 265 Elektrodynamischer Großlautsprecher „Exello-Maximus“

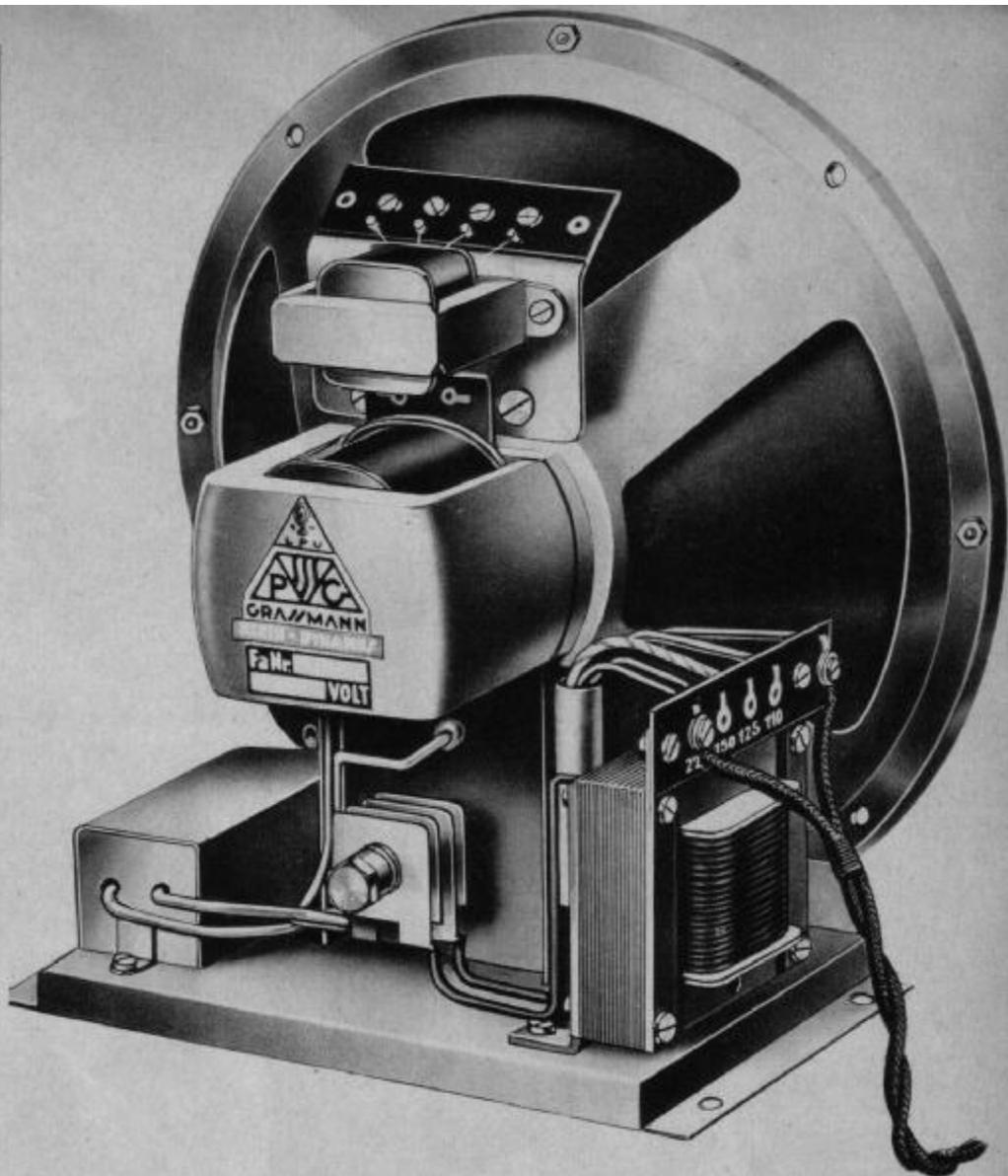
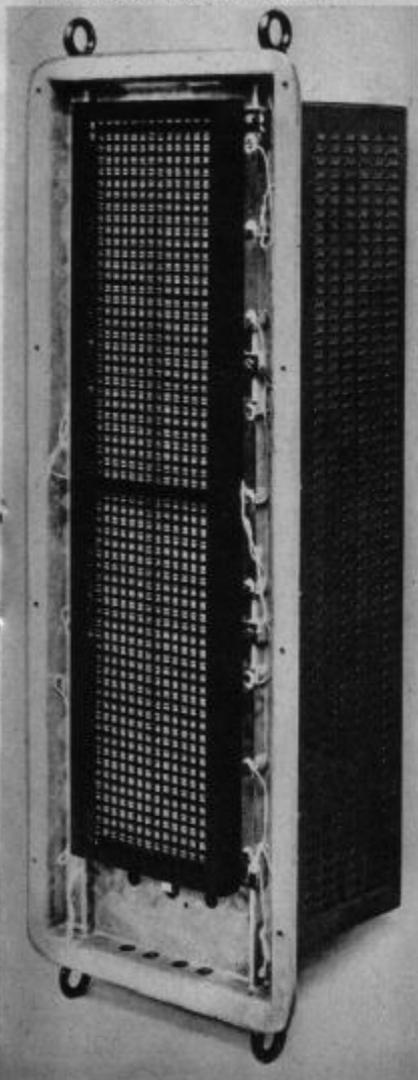


Abbildung 263

Jeder dynamische Lautsprecher muß entweder in einen Kasten eingebaut oder an einem Schallbrett (Schallschirm) montiert werden. Die Abb. 264 zeigt die richtige Montage an einem großen Schallbrett. Das Brett muß mindesten 2 cm stark sein und soll, möglichst quadratisch, eine Fläche von  $\frac{1}{2}$ —1 qm ausmachen. Je größer der Schallschirm, desto besser kommen die tiefen Töne. Das Gesetz, nach welchem sich ein wirksames Schallbrett oder ein akustisch richtiger Lautsprecherkasten berechnet, heißt folgendermaßen: Der Weg zwischen der Schallwelle, die vom vorderen Konusrand ausgeht, bis zur Rückseite des Konus muß mindestens 75 cm betragen!

Abb. 265 zeigt einen ganz modernen elektrodynamischen Großlautsprecher (der auch wieder mit Schallschirm oder Riesentrichter versehen werden muß!), den sogenannten „Maximus-Lautsprecher“ oder „Ultra-Effekt-Lautsprecher“, dessen Eigenart darin besteht, daß er einen höheren Wirkungsgrad aufweist als die gewöhnlichen dynamischen Typen. Dadurch erreicht man, daß schon bei kleinen zugeführten Sprechströmen eine große Lautstärke entsteht.

Die ideale, modernste Anlage sieht also folgendermaßen aus: Ein Superhet mit kräftiger Endröhre (mindestens 3 Watt Sprech- oder 9 Watt Verlustleistung!) und dazu ein dynamischer Lautsprecher mit hohem Wirkungsgrad, der an einem großen Schallbrett montiert wird oder zusammen mit dem Plattenantriebsmotor in einen richtigen Musikschrank eingebaut ist. Abb. 266 zeigt eine besondere dynamische Großlautsprecherform, den Siemens-Riffellautsprecher, der für Großübertragungsanlagen in Betracht kommt.

Abb. 266 Elektrodynamischer Großlautsprecher (Riffellautsprecher) von S. & H.



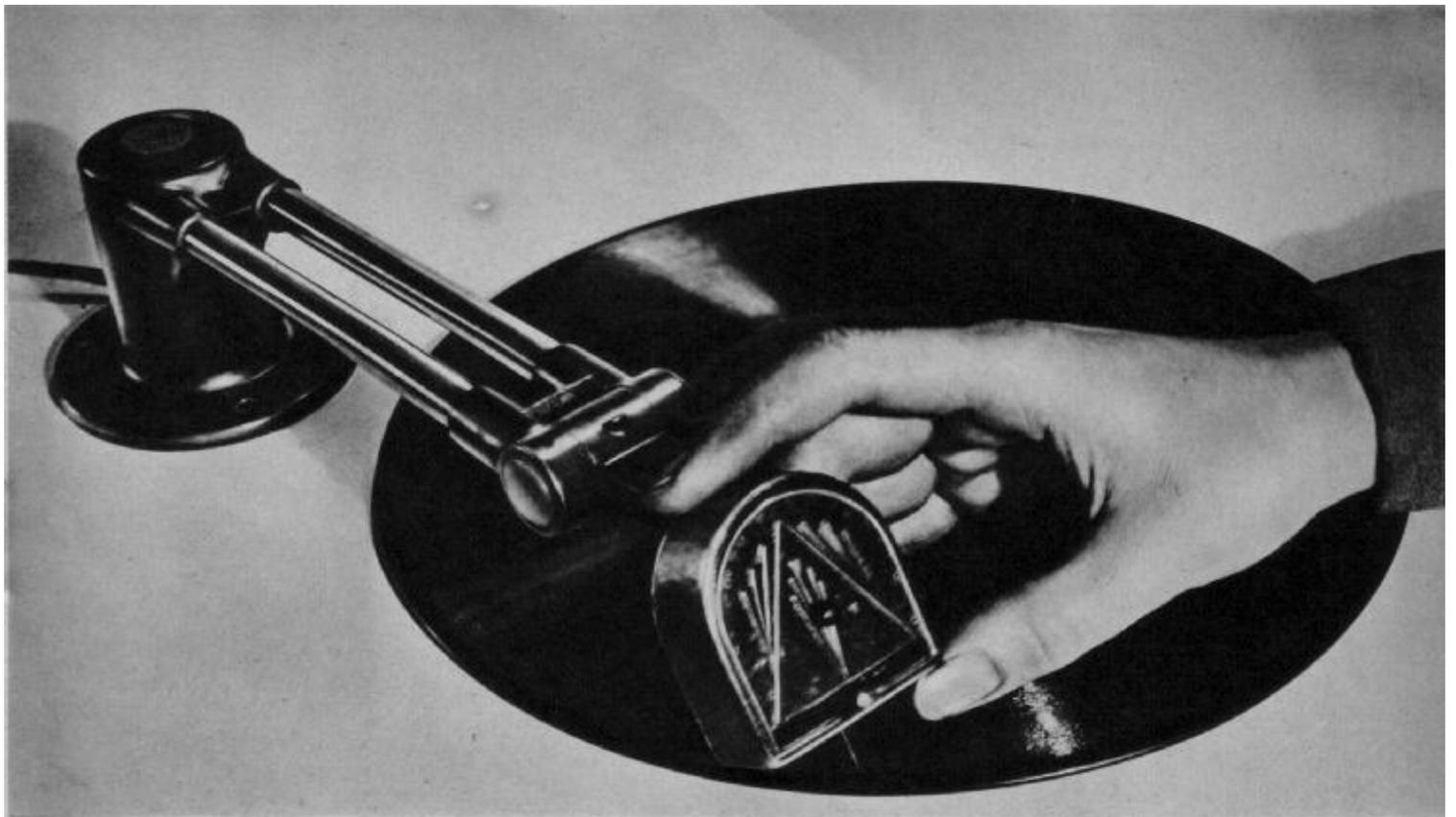


Abb. 268 Moderner Tonabnehmer mit Lautstärkereger

Abb. 268a Wie der Tonabnehmer auf die Platte aufgesetzt wird: die Nadelspitze soll 1 mm über den Rand des konischen Stützens hinausreichen, welcher als verlängerte Welle am Antriebswerk sitzt

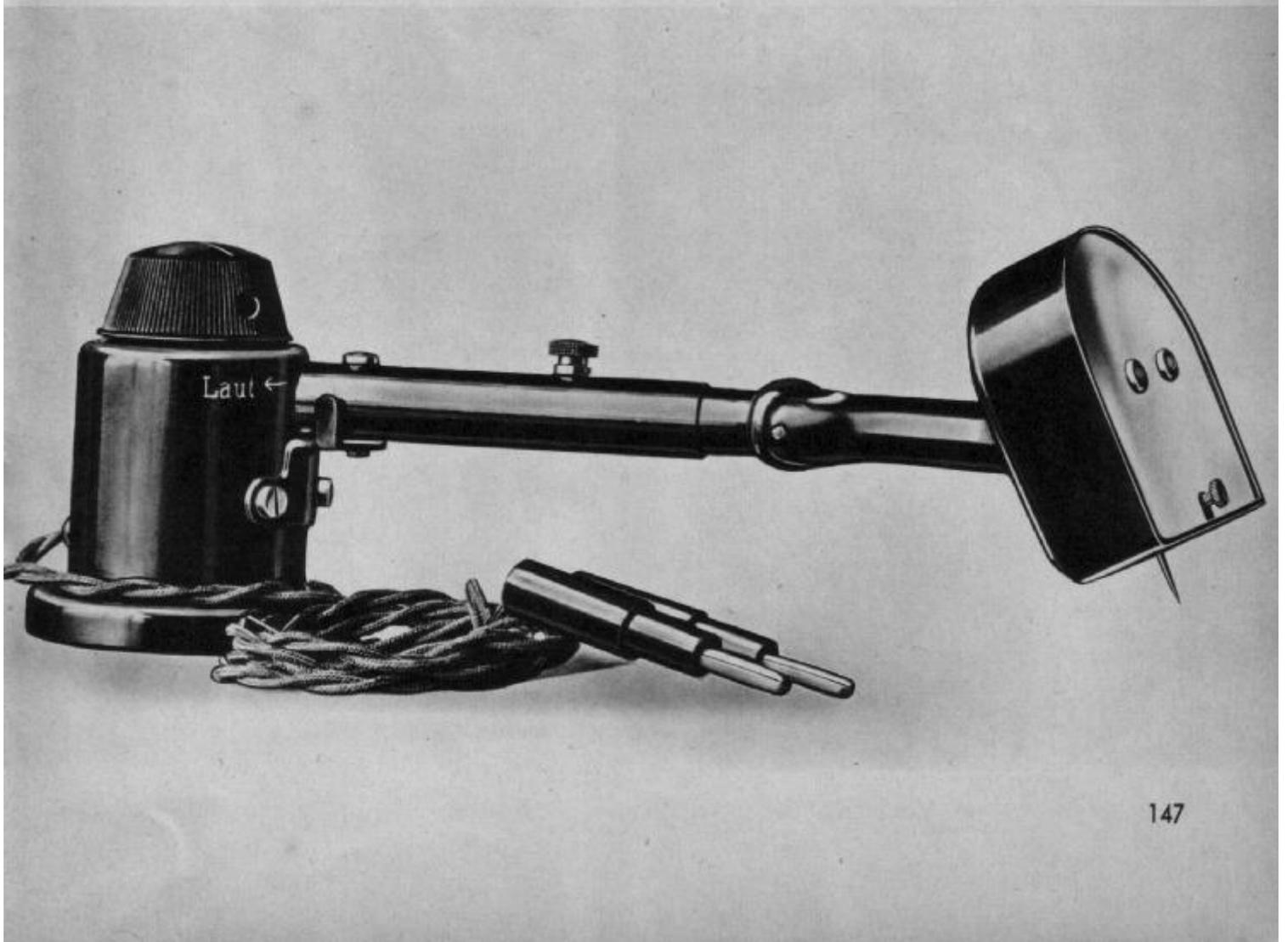




Abb. 270 Telefunken-Plattenspieler mit Elektromotor. Geeignet für Rundfunkempfänger mit ordentlicher Endstufe und gutem Lautsprecher

Neuerdings gibt es fix und fertige „Zusatzkästen“ für Radioapparate, die man einfach neben den Empfänger stellt und durch die mitgelieferte Anschlußschnur mit ihm verbindet. Als Antriebswerk dient ein Synchronmotor bei Wechselstrom oder ein Gleichstrommotor bei Gleichstrom oder ein gutes Uhrwerk.

Manche Empfänger sind bereits mit Schallplattenantriebswerk und Tonabnehmer kombiniert, wie in Abb. 267 die „Phono-Nauen-Kombination“ von Telefunken. Neben solchen Tischmodellen bürgert sich der Musikschränk immer mehr ein. Bei ihm kombiniert man einen guten Superhet mit starker Endstufe direkt mit einem Lautsprecher hohen Wirkungsgrades (Abb. 268, 269, 270, 271 und 272), z. B. dem „Excello-Maximus“ oder dem „Telefunken-Kraftsprecher“, und gelangt so zur vollkommensten elektrischen Heimmusikapparatur, die es gibt.



Die eigene Stimme auf der Gelatineplatte. Koffergerät zur Selbstaufnahme von Schallplatten mit Mikrophon, Verstärker und Schreibeinrichtung

Schallplatten elektrisch abspielen

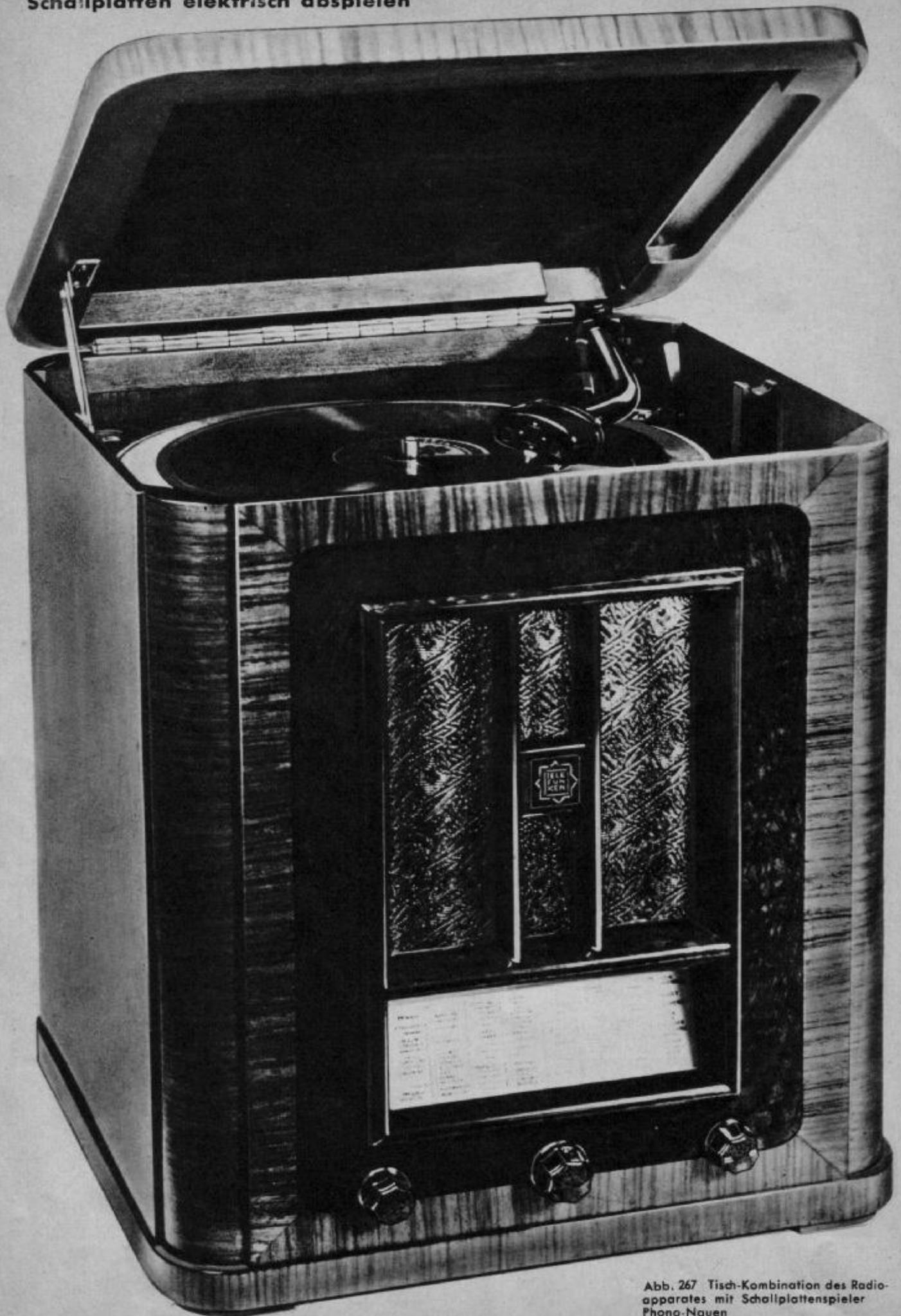


Abb. 267 Tisch-Kombination des Radioapparates mit Schallplattenspieler Phono-Nauen



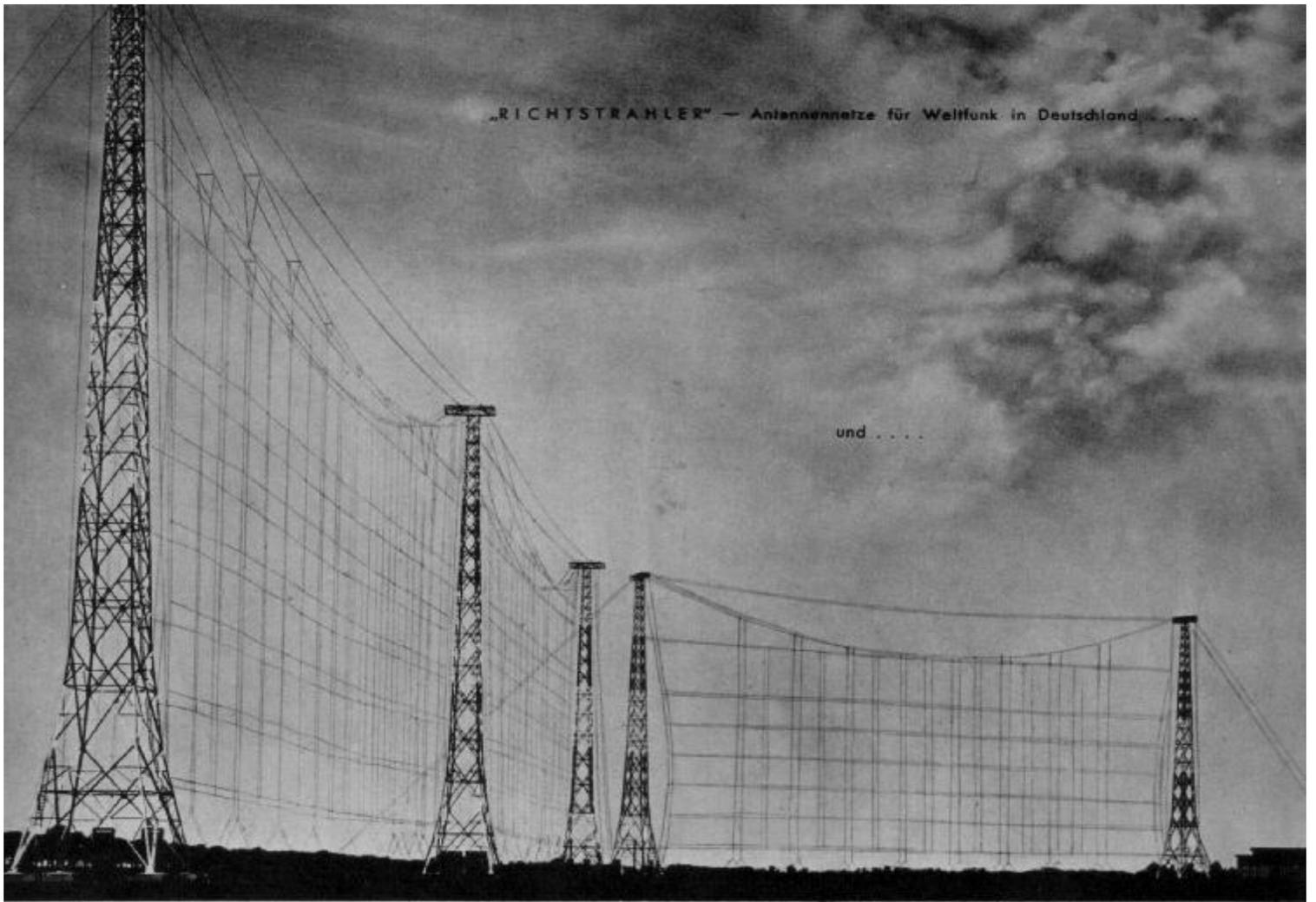
Abb. 271 - Alterer  
Musikschrank für Ra-  
dio- und Phonomusik  
im Heim mit Riffel-  
lautsprecher



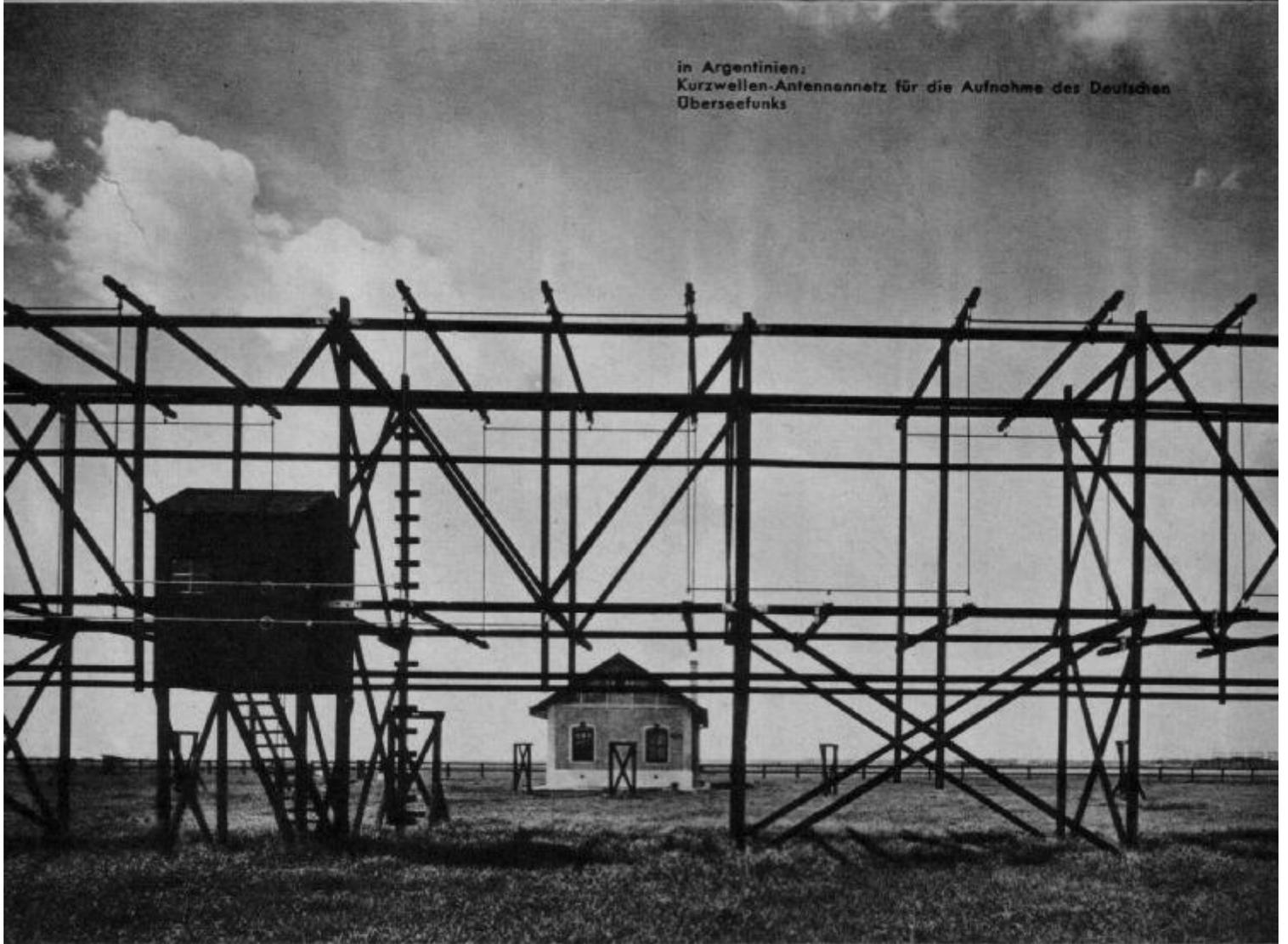
Abb. 272 Zwei mo-  
derne Musikschänke  
mit Großsuperhet  
und Lautsprecher  
hohen Wirkungs-  
grades („Kraftspre-  
cher“): Die Tele-  
funken - Bayreuth  
SSK-Kombination

„RICHTSTRAHLER“ — Antennennetze für Weltfunk in Deutschland . . . .

und . . . .

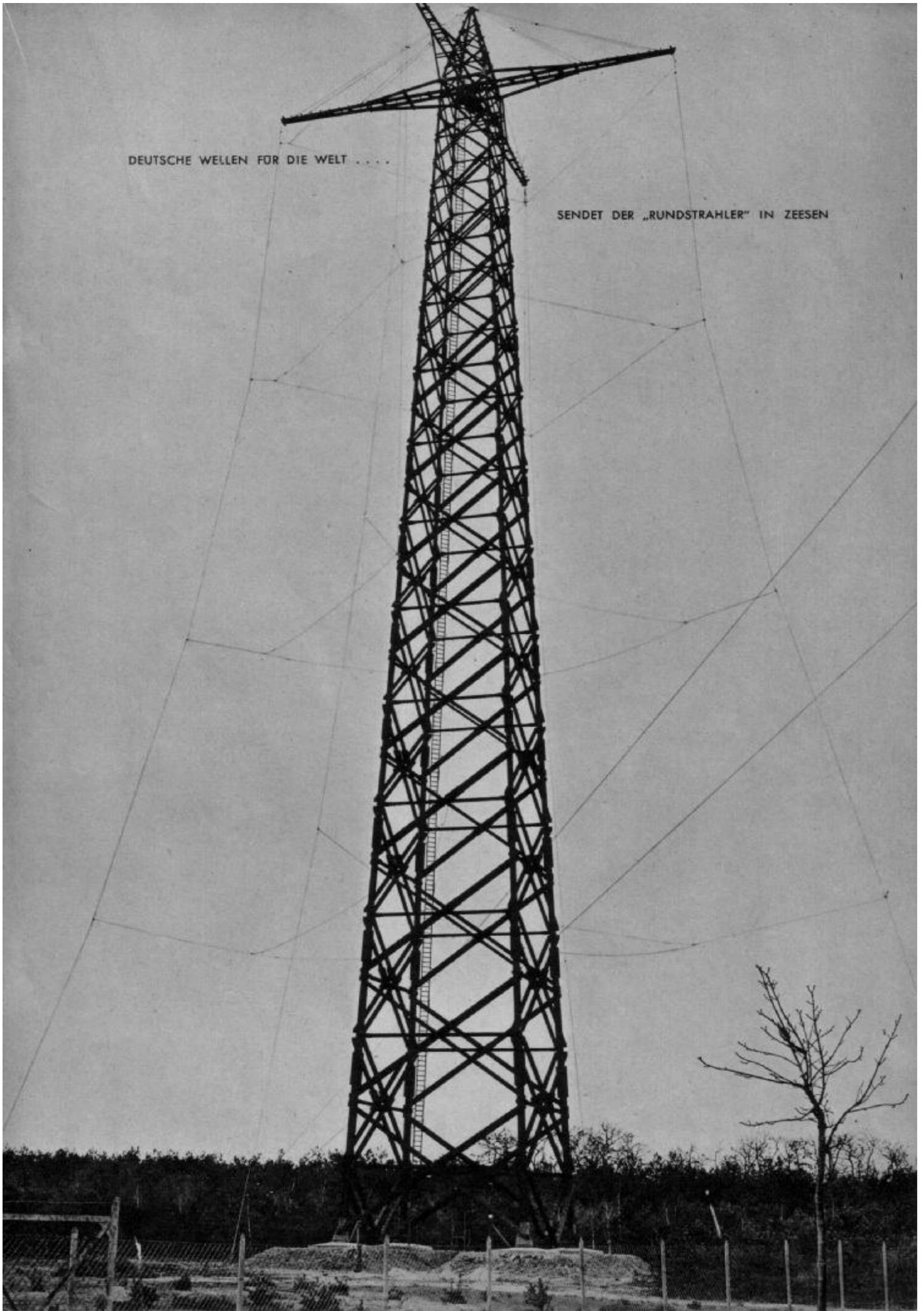


in Argentinien:  
Kurzwellen-Antennennetz für die Aufnahme des Deutschen  
Überseefunks



DEUTSCHE WELLEN FÜR DIE WELT . . . .

SENDET DER „RUNDSTRAHLER“ IN ZEESEN



# I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

|                                                                      | Seite |
|----------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>I. DIE BAUELEMENTE MEINES RADIOS</b> . . . . .                    | 7     |
| Die Kondensatoren . . . . .                                          | 7     |
| Die Spulen . . . . .                                                 | 16    |
| Der Schwingungskreis . . . . .                                       | 22    |
| Die Widerstände . . . . .                                            | 28    |
| Tonfrequenzübertrager und Netztransformatoren . . . . .              | 32    |
| Sicherungen. . . . .                                                 | 38    |
| Die Skalenbeleuchtung . . . . .                                      | 40    |
| <b>II. DIE RÖHREN</b> . . . . .                                      | 46    |
| Röhrentabellen. . . . .                                              | 57    |
| <b>III. UNSERE STROMQUELLEN</b> . . . . .                            | 66    |
| Akkumulator und Anodenbatterie . . . . .                             | 66    |
| Das Lichtnetz als Stromquelle für den Empfänger . . . . .            | 72    |
| <b>IV. VEREINIGUNG DER „ELEMENTE“ ZU „STUFEN“</b> . . . . .          | 75    |
| Schwingungskreise und Vorsatzgeräte . . . . .                        | 76    |
| <b>V. VERBINDUNG MIT RÖHREN</b> . . . . .                            | 82    |
| Der Hochfrequenzverstärker. . . . .                                  | 82    |
| Mehrere Hochfrequenzverstärkerstufen . . . . .                       | 84    |
| Der „aperiodische“ Hochfrequenzverstärker . . . . .                  | 85    |
| Das Audion . . . . .                                                 | 86    |
| Der Tonfrequenzverstärker . . . . .                                  | 88    |
| Die Endstufe . . . . .                                               | 92    |
| <b>VI. ZUSAMMENFÜGUNG DER „STUFEN“ ZU FERTIGEN GERÄTEN</b> . . . . . | 103   |
| Einkreiser . . . . .                                                 | 104   |
| Zweikreiser . . . . .                                                | 105   |
| Dreikreiser . . . . .                                                | 111   |
| Vierkreiser . . . . .                                                | 119   |
| Fünfkreiser . . . . .                                                | 119   |
| <b>VII. DER SUPERHET</b> . . . . .                                   | 122   |
| <b>VIII. LAUTSPRECHER</b> . . . . .                                  | 132   |
| Magnetische Lautsprecher . . . . .                                   | 132   |
| Dynamische Lautsprecher . . . . .                                    | 137   |
| Elektro-dynamische Lautsprecher . . . . .                            | 142   |
| <b>IX. SCHALLPLATTEN ELEKTRISCH ABSPIELEN</b> . . . . .              | 146   |

D A S D E U T S C H E



E D E L E R Z E U G N I S

**NORA**  
**RADIO**  
Empfänger

- preiswert
- trennscharf
- klangschön



Hört mit NORA die ganze Welt!





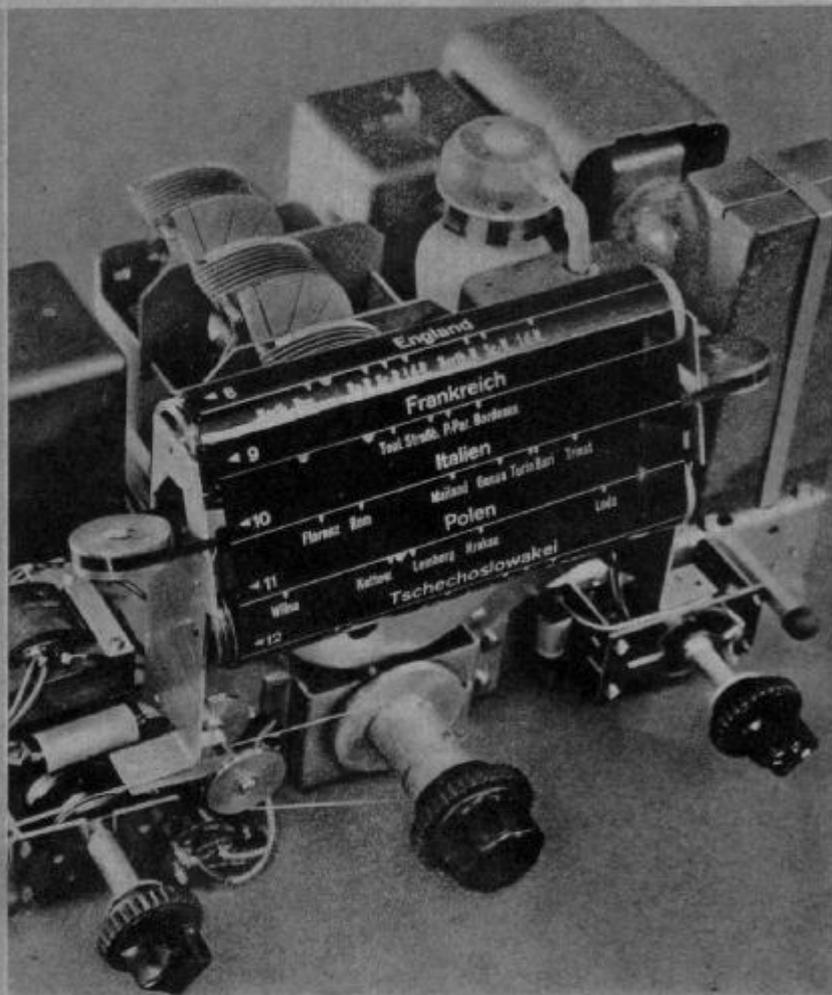
**Fest-Stunden  
des  
Alltags**

früher eine Seltenheit,  
heute im Zeitalter des  
Rundfunks jedem möglich.  
**Voraussetzung aber:**  
Ein Empfangsgerät von so  
überragender Leistungs-  
fähigkeit, Trennschärfe  
und Klangschönheit wie

**MENDE**  
*Weltklasse*

Modernster Groß-Fern-  
empfänger mit Kurzwellen-  
teil u. Dynamo-Lautsprecher  
RM 220.— einschl. Röhren.





## Mit dem Länderband auf Du und Du

Jawohl, mit dem Länderband kann man so vertraut werden wie mit einer Landkarte. Auch hier marschiert wie im Atlas Land für Land auf. Jedes mit seinen Sendern!

Eine so natürliche Einteilung der Sender auf dem Länderband geht jedem Hörer nicht nur in Fleisch und Blut über, sondern sie läßt erst aus dem Rundfunk das Letzte herausholen. Da braucht man noch nicht einmal ein „gewiegter“ Stationsjäger zu sein.

Steuern Sie bitte einmal selbst das Länderband und überzeugen Sie sich von seinen angenehmen Eigenschaften. Jeder Rundfunkhändler wird Ihnen das gern gestatten.

**SIEMENS & HALSKE AG**

Wernerwerk Berlin-Siemensstadt

R 433

PHOTO  
Dr. WOLFF



***SABA-RADIO - Apparate sind zeitlos'  
in jedem Jahre stehen sie an der Spitze!***

*Ausführliche Prospekte und Beschreibungen stehen Ihnen  
jederzeit kostenlos zur Verfügung*

*Schwarzwälder Apparate-Bau-Anstalt*

*AUGUST SCHWER SÖHNE G. m. b. H., Villingen/Schwarzwald*

***Saba-Radio - Geräte sind Meisterwerke Schwarzwälder Feinmechanik***



# Wer Rundfunk hört- hört Telefunken!

Denn wer noch keinen Telefunken-Apparat besitzt, verwendet sicherlich Telefunken-Röhren. Jedenfalls aber hört er die deutschen Sender. Und die senden mit Telefunken-Röhren und sind zum größten Teil von Telefunken erbaut.

Hören Sie selbst, mit welcher Leichtigkeit und Selbstverständlichkeit so ein Telefunken-Apparat spielt - im Einklang mit dem Sender.

**TELEFUNKEN**  
DIE DEUTSCHE WELTMARKE