

FUNKSCHAU

ZEITSCHRIFT FÜR RUNDFUNKTECHNIKER · FUNKSCHAU DES MONATS · MAGAZIN FÜR DEN BASTLER

13. JAHRGANG 4
APRIL 1940, NR. 4

EINZELPREIS

30

P F E N N I G



Aus dem Inhalt:

Schaltungsfragen der Schwundregelung

Die Berechnung von Wechselstromgrößen

Wir verbessern den permanentdynamischen
Koffer-Lautsprecher

Vorschläge für den Entwurf eines neuzeitlichen
Röhrenprüfgerätes

Neue FUNKSCHAU-Bauanleitungen:
Stahlröhren-Dreikreiser für Wechselstrom / Ein-
vielseitiges Meß- und Prüfgerät

Fernsehversuche ohne Fernsehlender

Empfänger-Endtufen als Störlender?
Trockenbatterien halten länger / Die Lang-
spielplatte ist da

Batterie-Stahlröhren für Trockenelement-
Heizung / Schliche und Kniffe



Nicht nur elektrische Prüfungen, sondern auch sehr sorgfältige mechanische Kontrollen sind notwendig, um Rundfunkempfänger hoher Leistung und unbedingter Zuverlässigkeit zu bauen, wie sie Deutschland heute bevorzugt ins neutrale Ausland liefert. Vor allem die Lötstellen müssen genau geprüft werden. Dem scharfen Blick des Spezialarbeiters entgeht keine „kalt“ gelötete Verbindung.
(Werkbild)

FUNKSCHAU-VERLAG · MÜNCHEN 2

Bauanleitungen der FUNKSCHAU

Um unseren Lesern die Bestellung früherer FUNKSCHAU-Hefte zu erleichtern, in denen bestimmte Bauanleitungen enthalten sind, wiederholen wir nachstehend unsere tabellarische Übersicht über die seit Anfang 1938 erschienenen Empfänger- und Verstärker-Bauanleitungen. In diese Tabelle sind neben der Röhrenbestückung die wichtigsten technischen Eigenschaften eingetragen — die Auswahl ist damit besonders leicht gemacht. Zusatzgeräte, Meßgeräte und dgl. enthält Heft 2 in ähnlicher Zusammenfassung. Bezug der Hefte für je 15 bzw. 30 Pfg. zuzügl. 4 bzw. 8 Pfg. Porto vom FUNKSCHAU-Verlag, München 2, Luifenstr. 17. — Postfach: München 5758 (Bayer. Radio-Ztg.)

Zahl der Röhren (gesamt)	Zahl der Kreise	Name des Empfängers	Geradeaus oder Superhet	Röhrenbestückung	Wellenbereiche	Besondere Eigenschaften	Erschienen in FUNKSCHAU	
							Nr.	Jahr
1. Wechselstromempfänger								
2	0	Aperiod. Antennenverstärker	Geradeaus	AF 7, 354	M, L		5	1939
3	1	Universal-Breitband-Verstärker	Geradeaus	EF 12, EL 12, 2004	M, L	8 Watt Ausgangsleistung, mit Gegenkopplung	1 ¹⁾	1940
3	1	KW-Empfänger mit umschaltbaren Spulen	Geradeaus	AF 7, AL 4, AZ 1	4×K	Bereiche 10, 20, 40 und 80 m	14	1938
3	3	Mod. Vorkämpfer-Superhet	Super	ECH 11, ECL 11, AZ 1	M, L	Neuentwicklung des bewährten Vorkämpfers mit Stahlröhren	2, 3 ¹⁾	1940
4	1	Dreiröhren-Allwellenempfäng.	Geradeaus	AF 3, AF 7, AL 4, AZ 1	4×K, M, L	Schalttrommel, Bandfreizung, 10 bis 2000 m	26, 27	1939
4	2	Gral, Zwei-Sender-Empfänger	Geradeaus	EF 11, EBC 11, EL 11, AZ 11	M, L	Fest eingestellte Sender, hohe Klanggüte	14, 15	1939
5	6	Kurzwellen-Superhet	Super	AK 2, AF 7, AF 7, AL 4, AZ 1	4×K	Große Empfindlichkeit durch rückgekoppeltes ZF-Audion	39	1938
5	6	Weltmeister	Super	ECH 11, EBF 11, EFM 11, EL 11, AZ 1	3×K, M, L	Erweiterte Bandbreitenregelung	20, 21, 24	1939
6	1	Wechselstromverstärker mit 2 AD 1	Geradeaus	AC 2, AC 2, 2×AD 1, 2×AZ 1	M, L	8 Watt Ausgangsleistung, Tiefenentzerrung	12, 18	1938
6	2	Transatlant	Geradeaus	AH 1, AF 7, AB 2, AF 7, AD 1, AZ 1	4×K, M, L	900 Hz-Tonselektion	21, 22	1938
6	2	Zweikreis-Gegentakler	Geradeaus	AF 3, AF 7, AL 1, 2×AD 1, 2004	M, L	Zweikreiser für beste Wiedergabe	35	1938
6	3	Dreikreis-Stahlröhrenempfänger	Geradeaus	EF 13, EF 12, EB 11, EFM 11, EL 11, AZ 11	M, L	Geradeaus-Großempfänger mit magischem Auge	4 ¹⁾	1940
6	7	Rekordbrecher-Sonderklasse	Super	AK 2, AF 3, AB 2, AM 2, AL 4, AZ 1	K, M, L	Doppelte Bandbreitenregelung, Gegenkopplung	13	1939
3	2	Gral II, Vier-Sender-Empfänger	Geradeaus	EBF 11, ECL 11, AZ 11	M, L	Vier fest eingestellte Sender — das Idealgerät für die Jetztzeit	3 ¹⁾	1940
2. Allstromempfänger								
2	0	Aperiod. Antennenverstärker	Geradeaus	VF 7, VY 2	M, L		5	1939
2	1	Spar-Einkreifer	Geradeaus	VF 7, VI 1	M, L	Mit Selengleichrichter	47	1938
2	1	KW-Super-Voratz	Super	CK 1, CY 1	3×K	Voratz für alle Empfänger, auch Einkreifer	30	1938
2	1	Einkreifer mit U-Röhren	Geradeaus	UCL 11, UY 11	M, L	Klein und billig, leicht zu bauen	2 ¹⁾	1940
2	1	Kleinempfänger für Reise und Heim	Geradeaus	VCL 11, VY 2	M, L	Nur 21×21×9,5 cm groß mit eingebautem perm.-dyn. Lautsprech.	2 ¹⁾	1940
2	2	Druckknopfult	Super	CK 1, CB 2	M, L	Voratzgerät für Druckknopfsteuerung	27	1938
3	0	Mikrofon-Kofferverstärker	Verstärker	CF 7, CL 4, CY 2	—	4 Watt Ausgangsleistung	26	1938
3	0	MPV 5/3 Mischpultverstärker	Verstärker	CC 2, CC 2, CC 2, CY 1	—	Vorverstärker mit Mischpult kombiniert	22, 39	1939
3	0	9-W-Gegentak-Breitband-Endstufe	Verstärker	2×CL 4, CY 2	—	Gegenkopplung, Amplitudenröhre	16	1938
3	0	Sparfame Breitband-Endstufe	Verstärker	2×VL 4, AZ 1	—	Gegentak und Gegenkopplung; nur 35 Watt Verbrauch	50	1938
3	1	Leistungsfähig. Allstrom-Zweier	Geradeaus	CF 7, CL 4, CY 1	K, M, L		5	1938
3	1	Der Richtige (Ortsempfänger für Gleichstrom)	Geradeaus	CB 2, CC 2, CL 4	M	Ortsempfänger hoher Klanggüte	22	1938
3	1	Zwei-Sender-Empfänger	Geradeaus	VF 7, VL 4, VY 1	M, L	Fest eingestellte Sender, sparsamer Betrieb	2	1939
3	1	Spar-Einkreifer mit V-Röhren	Geradeaus	VF 7, VL 4, VY 1	M, L	Besonders hochwertiger Einkreifer	2 ¹⁾	1940
3	2	Der Sparfame	Geradeaus	VF 7, VF 7, VL 4	M, L	Nur 20 Watt Verbrauch	8	1939
3	2	Zweikreis-Koffer	Geradeaus	VF 7, VF 7, VL 1	M, L	Mit Selengleichrichter	23	1939
4	1	KW-Dreier mit V-Röhren	Geradeaus	VC 1, VC 1, VL 1, VY 1	5×K	Selbstgebaute Spulen	15	1938
4	4	Dreiröhren-Superhet	Super	CK 1, CH 1, CL 4, CY 1	M, L	Besonders billig zu bauen	23	1938
5	7	Meisterstück	Super	ECH 11, EBF 11, EFM 11, CL 4, CY 1	K, M, L	Doppelte Bandbreitenregelung, Gegenkopplung	43	1938
6	7	Rekordbrecher-Sonderklasse	Super	CK 1, CF 3, CB 2, OEM 2, CL 4, AZ 1	K, M, L	Doppelte Bandbreitenregelung, Gegenkopplung	48, 49	1938
6	7	Super mit roten Röhren	Super	EK 2, EF 9, EBC 3, EM 1, CL 4, CY 1	K, M, L	Bandbreitenregelung, Gegenkopplung, Abstimmkreuz	29	1939
7	9	Regent, neue Ausführung	Super	CK 1, CF 3, CF 3, CEM 2, CB 2, CL 4, CY 1	K, M, L	Zwei ZF-Stufen, magisches Auge, Gegenkopplung	11	1938
3. Batterieempfänger								
2	1	Kleinempfänger für Reise und Sport	Geradeaus	KC 1, KC 1	K, M, L	Größe: 16,5×13×9,3 cm	25	1938
3	2	Empfänger für das Motorrad	Geradeaus	EF 11, EBC 11, EDD 11	M, L	Kofferform; Batteriepeisung	41	1939
5	6	Koffer-Superhet	Super	KK 2, KF 4, KC 1, KC 3, KDD 1	M, L	Eingebauter Rahmen	42	1939

¹⁾ Preis dieses Heftes 30 Pfg. zuzügl. 8 Pfg. Porto.

Schaltungsfragen der Schwundregelung

I. Über Gitterstrom im allgemeinen und Gittervorspannung der Regelröhren im besonderen

Von den vielfältigen Sonderfragen der Superhetthaltung kommt dem Aufbau und der Bemessung des Regelteiles eine besondere und für die Stabilität des Empfängers wichtige Bedeutung zu. Wie die Schwund- und Lautstärkeregelung arbeitet, ihre grundsätzliche Wirkungsweise und die verschiedenen Schaltmöglichkeiten — verzögerte und unverzögerte Regelung, Vorwärts- und

Rückwärtsregelung usw. —, das alles wurde bereits mehrfach ausführlich besprochen¹⁾. Die folgenden Ausführungen sollen einmal eingehender praktische Schaltungsfragen behandeln, die zur Erzielung der angestrebten günstigsten Regelwirkung unter den Gesichtspunkten der Verzerrungsfreiheit und der Schaltungsvereinfachung besondere Beachtung erfordern.

Muß die Regelröhre eine Grundgittervorspannung erhalten?

Es ist interessant, zu untersuchen, ob jede Regelröhre einen Kathodenwiderstand benötigt, und demgemäß die Frage zu beantworten: Muß man bei einer Regelröhre unbedingt eine Grundgittervorspannung vorsehen, und welche Vor- und Nachteile ergeben sich, wenn man — wie dies heute oft der Fall ist — auf einen Kathodenwiderstand verzichtet? Vom rein datenmäßigen Standpunkt aus, das heißt unter Zugrundelegung der von den Röhrenfirmen festgesetzten Röhrenwerte, muß die Notwendigkeit einer Gittervorspannung zwar von vornherein positiv beantwortet werden, denn für jede Regelröhre ist ein normaler Arbeitspunkt von $U_{G1} = -2$ Volt vorgelesen und ein entsprechender Kathodenwiderstand angegeben. Nun ist es aber so, daß diese Betriebsdaten für den Konstrukteur in erster Linie Richtwerte darstellen. Bei der Entwicklung und Bemessung einer Empfängerhaltung

Warum verzichtet man auf den Kathodenwiderstand?

Für den Verzicht auf den Kathodenwiderstand können verschiedene Umstände sprechen. In erster Linie wohl die dadurch erzielbare Schaltungsvereinfachung und Schaltungserparnis (Kathodenwiderstand und Kathodenkondensator), mitunter aber auch die durch das Arbeiten bei kleinerer negativer Vorspannung erzielbare höhere Steilheit. Schließlich bedingt noch die Tatsache der Verwendung von Verbundröhren, insbesondere der neuen EBF 11, wegen der Verkopplung des Zweipolteiles mit dem regelbaren Verstärkersystem die Notwendigkeit besonderer Schaltungsmaßnahmen, um Gittervorspannung und Verzögerungsspannung miteinander in Einklang zu bringen²⁾. Hierbei findet man auch oft Schaltungen, bei denen die Gittervorspannung für die Regelröhren an einem gemeinsamen Widerstand, z. B. im Netzteil, gewonnen wird (ausführlicheres darüber im Schaltungsteil).

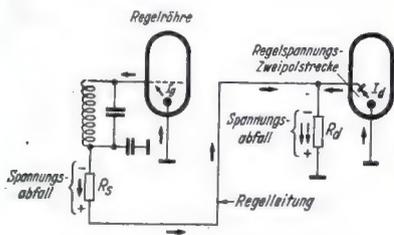
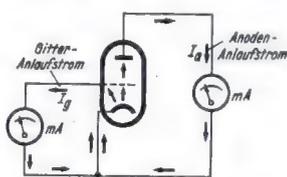


Bild 1. Durch den Gitterstrom bzw. durch den Anlaufstrom entstehen an den Ableitwiderständen bzw. am Belastungswiderstand der Zweipolröhrenstrecke Spannungsabfälle, die als negative Gittervorspannung wirksam werden.

Auch ohne Kathodenwiderstand ist stets eine negative Gittervorspannung vorhanden.

Verzichtet man auf einen Kathodenwiderstand und damit auf eine zusätzliche Gittervorspannung, so muß man natürlich von vornherein damit rechnen, daß die Röhre zumindest im Anfang der Regelung im Gitterstrombereich arbeitet. Wie bereits erwähnt, ist aber die zunächst naheliegende Annahme, daß man dann bei der Gitterspannung Null und demzufolge mit einem sehr hohen Gitterstrom zu arbeiten beginnt, irrig. Wie Bild 1 zeigt, entsteht durch den Gitterstrom an den Ableitwiderständen, d. h. am Siebwiderstand und am Zweipolstrecken-Belastungswiderstand, ein Spannungsabfall, der so gerichtet ist, daß er für das Steuergitter der Regelröhre eine negative Vorspannung darstellt. Ist die Röhre unverzögert geregelt, so kommt dazu noch ein Spannungsabfall am Belastungswiderstand der Zweipolröhre, der durch den Zweipolröhren-Anlaufstrom erzeugt wird. Ist die Regelung durch eine negative Zweipolröhren-Vorspannung verzögert, dann fällt natürlich diese zusätzliche folg. Anlaufspannung fort, weil im verzögerten Bereich kein Zweipolstreckenstrom fließt.

sind jedoch vielerlei Einflüsse zu berücksichtigen, die von Fall zu Fall gewisse Abweichungen verlangen. Dabei muß natürlich von vornherein streng darauf geachtet werden, daß die Grenzdaten der Röhren, soweit sie zur Vermeidung von Überlastungen festgesetzt sind, nicht überschritten werden. Bei der Gittervorspannung handelt es sich aber nicht um einen Grenzwert, sondern um einen Betriebswert, den man aus Verzerrungsgründen festlegt, um zu verhindern, daß bei der Verstärkung Gitterstrom auftritt, der infolge seiner dämpfenden Wirkungen zu Verzerrungserscheinungen Anlaß geben kann. So gilt es heute im allgemeinen als ein Grundgesetz der Verstärkertechnik, daß ein Arbeiten im Gitterstrombereich, d. h. rechts vom sog. „Gitterstromeinsatzpunkt“, unbedingt vermieden werden muß und eine entsprechende negative Gittervorspannung das Hinsteuern der Spannungsspitzen der Gitterwechselspannung zu verhindern hat. Die folgenden Überlegungen werden uns jedoch zeigen, daß man darin kein starres Dogma zu sehen hat und für den besonderen Fall der geregelten Röhren Ausnahmen durchaus zulässig sind. Solange nämlich durch eine Verkleinerung der Gittervorspannung die zulässigen Röhrenbelastungen nicht überschritten werden, bestehen dagegen von der Röhrenseite aus keine grundsätzlichen Bedenken, sondern die Angelegenheit ist vielmehr nach klanglichen Gesichtspunkten, d. h. allein danach zu entscheiden, ob man die entstehenden Verzerrungen in der Wiedergabe für tragbar hält.



Rechts: Bild 3. Der Zweipolröhren-Anlaufstrom erzeugt am Belastungswiderstand einen Spannungsabfall (Zweipolröhren-anlaufspannung).

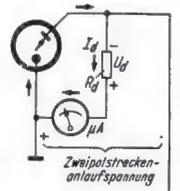


Bild 2. Die Eigengeschwindigkeit der aus der Kathode austretenden Elektronen ergibt den sog. Gitter- oder Anoden-(Zweipolröhren)-Anlaufstrom. Es handelt sich um eine Strombewegung, für die keinerlei positive Gitter- oder Anoden-Spannung erforderlich ist. Die Elektronen können sogar gegen negative Spannungen anlaufen.

Was versteht man unter Anlaufstrom und Anlaufspannung?

Von den Ausdrücken „Anlaufstrom“ und „Anlaufspannung“ wird in der Umgangssprache des Funktechniklers viel Gebrauch gemacht, ohne daß sich jeder etwas Anschauliches darunter vorstellt. Es ist daher zweckmäßig, diese Begriffe bei dieser Gelegenheit nochmals genauer zu erklären.

Als Anlaufstrom bezeichnet man ganz allgemein den Elektronenstrom, der von der Kathode an ein Gitter bzw. an die Anode gelangen kann, ohne daß an diesen Elektroden eine positive Spannung gegenüber der Kathode vorhanden ist. Ja, es kann sogar

¹⁾ Siehe die Aufsätze von Bergtold in FUNKSCHAU 1939, Heft 24, 26 und 35.
²⁾ Siehe FUNKSCHAU 1940, Heft 2: Superhet-Schaltungen ohne NF-Stufe.

Regelröhren arbeiten heute vielfach ohne Kathodenwiderstand.

Wenn wir uns die Schaltung der Industrie-Empfänger etwas genauer betrachten, so vermischen wir, wie bereits erwähnt, besonders bei neueren Superhets heute oft die Kathodenwiderstände bei den Regelröhren, und es scheint auf den ersten Blick so, als ob diese Röhren ohne Gittervorspannung arbeiten, d. h. von der Gittervorspannung Null an zu regeln beginnen. Tatsächlich ist aber immer eine gewisse negative Vorspannung vorhanden, wie wir noch genauer sehen werden, denn der Gitterstrom selbst erzeugt an den Ableitwiderständen einen Spannungsabfall.

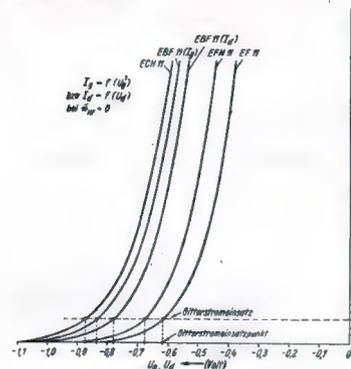


Bild 4. Anlaufstromkurven verschiedener Regelröhren der „Harmonischen Serie“. Sie stellen den Zusammenhang zwischen Gitter- bzw. Zweipolröhrenstrom (I_g bzw. I_d) und Gitter- bzw. Zweipolröhrenspannung (U_g bzw. U_d) dar.

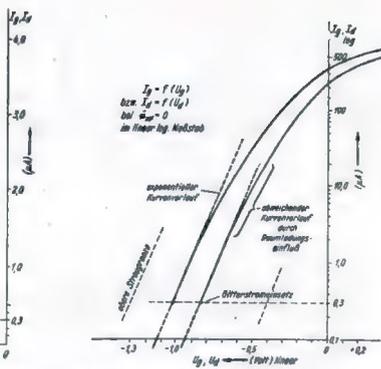


Bild 5. Anlaufstromkurven im linear-logarithmischen Maßstab dargestellt. Im sog. „Anlaufstromgebiet“ zeigt die Kurve Exponentialcharakter. Sie ist in dieser Darstellung daher eine Gerade. Der Raumladungseinfluss verringert die Stromstärke und ergibt mit zunehmender Stromstärke abweichenden Kurvenverlauf.

ein Elektronenstrom zum Gitter bzw. zur Anode fließen, obwohl dort eine negative Spannung gegenüber der Kathode wirksam ist. Durch einen einfachen Versuch kann man sich ohne weiteres von dieser Tatsache überzeugen. Man schaltet zwischen Anode und Kathode oder zwischen Gitter und Kathode (Bild 2) einer indirekt geheizten Röhre einen empfindlichen Strommesser (Meßbereich etwa 2 mA) und wird feststellen, daß dieser einen Strom von einigen Zehntel mA anzeigt. Dieser Stromfluß, der dabei scheinbar ohne Spannung vor sich geht, ist darauf zurückzuführen, daß durch die Heizung der Kathodenoberfläche die Elektronen aus der Kathode mit verschiedenen großen Geschwindigkeiten austreten. Die meisten Elektronen besitzen eine Austrittsgeschwindigkeit, die es ihnen gerade ermöglicht, dem Anziehungsbereich der Kathodenoberfläche zu entkommen. Einzelne sind aber auch darunter, die höhere Geschwindigkeiten besitzen. Diese sind dann in der Lage, nicht nur zur Anode bzw. zum Gitter zu gelangen, wenn dort eine positive Spannung wirksam ist; sie können sogar negative Spannungen überwinden. Die Zahl der Elektronen mit höheren Geschwindigkeiten nimmt jedoch nach dem Gesetz der Wahrscheinlichkeit logarithmisch, also sehr rasch ab. Dementsprechend sinkt auch der Anlaufstrom mit wachsender negativer Gegenspannung sehr rasch. Die elektromotorische Kraft dieser Strombewegung ist also die Eigengeschwindigkeit der aus der Kathodenoberfläche kommenden Elektronen. Bekanntlich kann man ja die Elektronengeschwindigkeit v auch in Volt ausdrücken (Beispiel: Bei $v = 594$ km/sek. beträgt die Spannung 1 Volt).

Schaltet man nun an Stelle des praktisch widerstandslosen Strommessers einen hohen Widerstand zwischen Anode und Kathode, so wird sich der Anlaufstrom natürlich entsprechend verringern. Die elektromotorische Kraft der Anlaufspannung ist ja durch die Austrittsgeschwindigkeit der Elektronen gegeben, und die Größe des Anlaufstromes ergibt sich dann naturgemäß aus den Widerständen, die er zu überwinden hat. Wenn aber nur ein merkbarer äußerer Widerstand zwischen Kathode und Anode vorhanden ist, so wird natürlich an diesem ein Spannungsabfall durch den Anlaufstrom hervorgerufen. Da die Elektronen über den äußeren Widerstand von der Anode zur Kathode abfließen, so erzeugen sie eine äußere Spannung, deren Minuspol an der Anode bzw. am Gitter und deren Pluspol an der Kathode liegt (Bild 3). In diesem Falle laufen also die Elektronen tatsächlich gegen eine negative Spannung an. Wenn man in der Schaltungspraxis von Anlaufspannung spricht, so meint man immer diesen Spannungsabfall am äußeren Widerstand.

Praktisch läßt sich das Anlaufstromgebiet nicht genau begrenzen, da es, wie später noch Bild 5 zeigt, in das sog. Raumladungsgelände übergeht, in dem die Stromstärke immer mehr durch die im Raum zwischen Kathode und Gitter befindlichen Elektronenladungen bestimmt wird. Man kann sagen, daß dieser Raumladungseinfluss bei etwa 0,01 mA deutlich merkbar wird.

Anlaufstrom und Anlaufspannung sind nebenbei bemerkt auch rein physikalisch interessant, denn sie zeigen uns die Möglichkeit einer unmittelbaren Umwandlung von Wärme in Elektrizität (Thermowirkung ähnlich wie beim Thermoelement).

Die wirksame Vorspannung läßt sich aus Anlaufstrom-Kennlinien bestimmen.

Will man sich über die Höhe der am Gitter der Regelröhren auf diese Weise wirksam werdenden negativen Vorspannung ein Bild machen, so kann man dies in einfacher Weise auf graphischem Wege mit Hilfe der Gitterstrom- bzw. Zweipolstrom-Stromkennlinie, kurz als „Anlaufstrom-Kennlinie“ bezeichnet, und der den äußeren Widerständen entsprechenden Widerstandsgeraden. Man schlägt dabei einen ähnlichen Weg ein, wie bei der bekannten zeichnerischen Darstellung der Vorgänge im Anodenkreis mit Hilfe des I_a-U_a -Kennlinienfeldes und der Widerstandsgeraden. An Stelle der I_a-U_a -Kennlinien benötigt man jedoch entsprechende I_g-U_g - bzw. I_d-U_d -Kennlinien. Für die heute gebräuchlichen Regelröhren der „Harmonischen Serie“ finden wir solche Kenn-

linien in Bild 4 dargestellt. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß es sich um Kurven handelt, die durch Messungen an Einzelröhren gewonnen werden. Röhren gleichen Typs können hiervon, durch die Fabrikationsstreuung bedingt, gewisse Abweichungen zeigen¹⁾. Diese Kennlinien zeigen im Anlaufstromgebiet einen ausgeprägten Exponentialcharakter.

Trägt man die Kennlinie im linear-logarithmischen Maßstab auf (Spannungsteilung gleichmäßig — Stromteilung logarithmisch), so erhält man daher im Anlaufstromgebiet eine Gerade, d. h. also der Strom nimmt dem erwähnten Wahrscheinlichkeitsgesetz entsprechend mit wachsender negativer Vorspannung logarithmisch ab (Bild 5). Er wird daher sehr bald einen äußerst geringen Wert erreichen, und bei einer negativen Gittervorspannung von einigen Volt könnte man die Elektronen buchstäblich zählen, die ans Gitter gelangen.

Um dies an einigen Zahlen anschaulich zu machen, sei erwähnt, daß beim Gitterstromeinsatz in der Sekunde immerhin 3 Billionen Elektronen ans Gitter gelangen. Bei -2 Volt ist ihre Zahl schon stark gesunken, beträgt aber immer noch rund 300 Millionen. Bei etwa -4 Volt sind es aber nur noch 100 in der Sekunde und bei -5 Volt Vorspannung müßte man schon etwa $1\frac{1}{2}$ Minuten warten, bis sich ein Elektron mit genügend hoher Eigengeschwindigkeit vorfindet, das instande ist, gegen diese Vorspannung anzulaufen. Man sieht also, daß die Bezeichnung „Gitterstromeinsatzpunkt“ bzw. „Zweipolstromeinsatzpunkt“ eigentlich etwas unglücklich gewählt ist. Bei jener negativen Vorspannung, die man als Gitterstromeinsatzpunkt oder Zweipolstromeinsatzpunkt bezeichnet, beginnt nämlich nicht etwa plötzlich Strom zu fließen, vielmehr erreicht der Gitterstrom bzw. Zweipolröhrenstrom einen Wert, der schon einigermaßen merkbar und mit empfindlichen Instrumenten nachzuweisen ist. Wählt man ein noch empfindlicheres Instrument, z. B. ein Spiegelgalvanometer, so kann man einen Gitterstrom auch noch bei höheren negativen Vorspannungen nachweisen. Bei einer Gittervorspannung von -2 Volt fließt beispielsweise ein Gitterstrom, der Bruchteile eines μA beträgt.

Was man unter Gitterstromeinsatzpunkt und Zweipolröhrenstromeinsatzpunkt versteht.

Praktisch hat man sich nun darauf geeinigt, den sog. Gitterstromeinsatzpunkt bzw. Zweipolröhrenstromeinsatzpunkt bei jener Vorspannung anzunehmen, bei der ein Gitterstrom bzw. Zweipolröhrenstrom von $0,3 \mu\text{A}$ fließt. Dieser Stromwert ergibt sich bei den heute gebräuchlichen indirekt geheizten Röhren bei einer Spannung, die im Mittel zwischen $-0,6$ und $-0,9$ Volt liegt, und für die als oberer Grenzwert der Streuung die Vorspannung von $-1,3$ Volt festgesetzt ist. Nach unten zu liegt der Grenzwert bei zirka $-0,2$ Volt. Die oben gezeigten, an Einzelröhren gemessenen Kennlinien geben bereits ein gutes Bild von diesen durch die Fabrikation bedingten Streuungen. Wenn es sich hierbei um verschiedene Röhrentypen handelt, so können aber auch innerhalb einzelner Typen derartige Unterschiede im Kennlinienverlauf eintreten.

Man erfieht aber daraus, daß es daher wenig Zweck hat, Kennlinien von Mittelröhren für eine genaue Bestimmung der Gittervorspannungen zugrunde zu legen. Der Konstrukteur eines Serienempfängers wird sich vielmehr damit begnügen, den ungünstigsten Fall zu betrachten, der, wie später noch gezeigt wird, beim oberen Grenzwert des Gitterstromeinsatzpunktes anzunehmen ist. Dagegen kann es unter Umständen für den Selbstbau, wenn ein Gerät mit ganz bestimmten Röhren aufgebaut wird, von Reiz sein, die Verhältnisse auf diese Weise genau zu verfolgen. Es ist dann aber notwendig, die I_g-U_g - bzw. I_d-U_d -Kennlinien der benutzten Röhren zu messen und mit der Widerstandsgeraden der verwendeten Widerstände zum Schnitt zu bringen. Reicht die Empfindlichkeit des vorhandenen Instrumentes zur Aufnahme der Kennlinie nicht aus, so kann man sich so helfen, daß man einen Punkt höherer Stromstärke, z. B. $0,01$ mA (max. $0,03$ mA) aufnimmt, und die Kurve mit der in Bild 5 dargestellten Neigung, die für alle Röhren im Anlaufgebiet ziemlich gleich ist, im linear-logarithmischen Maßstab zeichnet. Daraus entnimmt man die Punkte kleinerer Stromwerte und zeichnet die Kurven im vollen linearen Maßstab. Für eingefleischte Mathematiker sei erwähnt, daß der sog. U_T -Wert dieser Kennlinien (Spannungsänderung für eine Stromänderung um das 2,71fache) etwa $0,1$ Volt beträgt. Am einfachsten ist es, wenn man sich merkt, daß für eine Stromänderung um eine Zehnerpotenz eine Spannungsänderung von zirka $0,22$ Volt erforderlich ist.

Auf diese Weise läßt sich die Vorspannung der einzelnen Regelröhren genau bestimmen, und daraus können Schlüsse auf die Zweckmäßigkeit des sich ergebenden Arbeitspunktes in bezug auf Verstärkung, Verzerrungen usw. gezogen werden. So läßt sich aus der Schaltung vielleicht noch manches herausholen und eine optimale Wirkung erzielen. Wir wollen uns deshalb die Ermittlung der Gittervorspannungen im nächsten Heft einmal an einem Beispiel näher ansehen. Ludwig Ratheiser.

Zwei weitere Teile, die sich mit den Verzerrungen durch Gitterstrom und mit den Regelschaltungen der Praxis befassen, folgen in Heft 5 und 6 der FUNKSCHAU.

¹⁾ Die Lage der Gitterstromkennlinie einer Verstärkeröhre wird außerdem noch durch die übrigen Elektrodenpotenziale beeinflusst.

Die Berechnung von Wechselstromgrößen

An den Funkfreund tritt oft die Notwendigkeit heran, Wechselstromwiderstände auszurechnen, sei es, daß er die Verstärkung einer Stufe ausrechnen will, sei es, daß er irgendein frequenzabhängiges Glied berechnen muß. Wenn er dann ein Funkbuch aufschlägt, findet er darüber hinaus etwas von „Vektorenrechnung“ oder irgendeine große umständliche Formel, so daß ihm das Grauen ankommt. Da läßt er lieber die Finger davon und verzichtet resigniert.

Es geht aber auch einfacher. Es ist durchaus nicht notwendig, daß man die höhere Mathematik beherrscht, ja selbst die Regeln der Algebra kann man ruhig vergessen haben. Nur das Einmalins muß man können, das ist alles. An Hand der nachstehenden Anleitung kann jeder in diese scheinbar höhere Sphäre eindringen.

Gleichstromgrößen zu berechnen ist leicht. Durch Kapazitäten (Kondensatoren) geht Gleichstrom nicht hindurch. Bei Selbstinduktionen (Spulen) ist für Gleichstrom nur der Ohmsche Widerstand der Spule maßgebend. Für Gleichstrom kommt also nur die Berechnung des Ohmschen Widerstandes in Betracht. Anders dagegen bei Wechselstromwiderständen: Hier wird die Berechnung etwas verwickelter.

1. Reihenschaltung von Ohmschen Widerständen.

Bei Ohmschen Widerständen spielt es keine Rolle, ob Gleichstrom oder Wechselstrom hindurchfließt. Die Berechnung ist die gleiche. Schaltet man Ohmsche Widerstände in Reihe (d. h. hintereinander), so braucht man zur Berechnung des resultierenden Widerstandes nur ihre Werte zu addieren.

Beispiel: Schaltet man einen Widerstand von 10 kΩ und einen solchen von 50 kΩ hintereinander, so erhält man einen Gesamtwert von $10 + 50 \text{ k}\Omega = 60 \text{ k}\Omega$.

2. Parallelschaltung von Ohmschen Widerständen.

Schaltet man zwei Ohmsche Widerstände parallel, so muß man die Leitwerte addieren. Ein Leitwert ist der reziproke (umgekehrte)

Widerstand. Ist R der Widerstand, so ist $\frac{1}{R}$ der Leitwert. Vereinfachen kann man sich die Rechnung, indem man auf einer Waage-

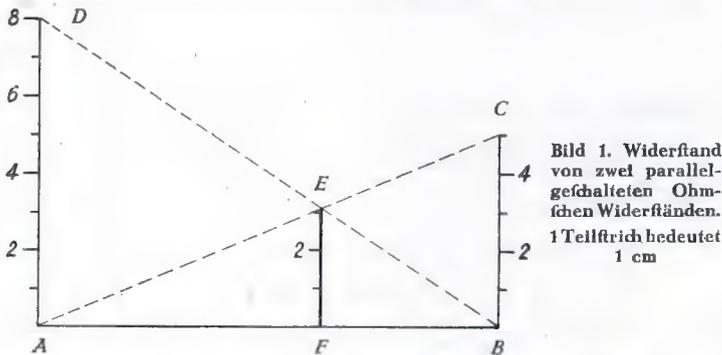


Bild 1. Widerstand von zwei parallelgeschalteten Ohmschen Widerständen. 1 Teilstrich bedeutet 1 cm

rechten in beliebigem Abstand zwei Senkrechte errichtet und auf diesen Senkrechten die Werte der Widerstände maßstäblich aufträgt (Bild 1). Die Spitzen der Senkrechten verbindet man mit der gegenüberliegenden Ecke der Waagerechten. Man erhält dann zwei sich kreuzende Diagonale. Fällt man vom Kreuzungspunkt der beiden Diagonalen ein Lot auf die Waagerechte, so ergibt die Länge dieses Lotes einen Maßstab für den resultierenden Widerstand.

Beispiel (siehe Bild 1): Ein Widerstand von 8 kΩ wird parallel zu einem Widerstand von 5 kΩ geschaltet. Wie groß ist der resultierende Widerstand? Man errichtet auf einer Waagerechten eine Senkrechte von 8 cm und eine Senkrechte von 5 cm. Nun verbindet man die gegenüberliegenden Punkte D mit B und C mit A. Ein Lot von dem Schnittpunkt E auf die Waagerechte A-B gefällt, ergibt die Linie E-F, die eine Länge von 3,1 cm hat. Der resultierende Widerstand beträgt also 3,1 kΩ.

Nun kommen wir zur Berechnung von reinen Wechselstromwiderständen. Der Wechselstromwiderstand einer Spule und eines Kondensators ist abhängig von der Frequenz, die an ihn gelegt wird. Man kann den Wechselstromwiderstand eines Kondensators aus Bild 2 entnehmen, den Wechselstromwiderstand einer Spule aus Bild 3. Die Kapazität des Kondensators bzw. die Selbstinduktion der Spule muß natürlich bekannt sein.

3. Reihenschaltung eines Ohmschen Widerstandes und einer Kapazität.

Schaltet man einen Ohmschen Widerstand mit einer Kapazität in Reihe, so erhält man den resultierenden Widerstand, indem man die Werte der Widerstände geometrisch addiert. Zu diesem Zweck trägt man auf dem waagerechten Schenkel eines rechten Winkels den Ohmschen Widerstand, auf dem senkrechten Schenkel den kapazitiven Widerstand auf. Verbindet man die dem Wert der Widerstände entsprechenden Punkte beider Schenkel des rechten Winkels miteinander, so ergibt diese Verbindungslinie (die die

Hypothenuse des entstandenen rechtwinkligen Dreiecks ist) den resultierenden Wert der beiden Widerstände.

An Hand eines rechten Winkels, dessen beide Schenkel eine gleichmäßige Einteilung (etwa nach Zentimeter oder Millimeter) tragen, kann man jederzeit leicht den resultierenden Widerstand ablesen, wenn man für den resultierenden Wert einen Maßstab gleicher Größeneinteilung verwendet (siehe Bild 4).

Beispiel: Ein Kondensator von 200 pF soll mit einem Ohmschen Widerstand von 1 MΩ in Reihe gehalten werden. Wie groß ist der resultierende Widerstand: a) bei 50 Hz, b) bei 200 Hz, c) bei 800 Hz, d) bei 5000 Hz?

Aus dem Diagramm Bild 2 kann man entnehmen, daß der Widerstand eines Kondensators von 200 pF bei $f = 50 \text{ Hz} = 16 \text{ M}\Omega$ (genauer: 15,9 MΩ) groß ist. Bei 200 Hz beträgt der Widerstand des Kondensators 4 MΩ, bei 800 Hz: 1 MΩ und bei 5 kHz: 0,16 MΩ.

Verbindet man nacheinander die Punkte 16, 4, 1 und 0,16 auf der Senkrechten des umflehenden rechten Winkels mit dem Punkt 1 auf der Waagerechten, so erhält man Längen von 16,1, 4,15, 1,4 und 1 cm. Da die Längenmaße der Schenkel in cm ausgedrückt sind und in unserem Fall 1 cm einem Widerstand von 1 MΩ entspricht, ergeben sich folgende resultierende Werte:

bei $f = 50 \text{ Hz} = 16,1 \text{ M}\Omega$ bei $f = 800 \text{ Hz} = 1,4 \text{ M}\Omega$
 bei $f = 200 \text{ Hz} = 4,15 \text{ M}\Omega$ bei $f = 5000 \text{ Hz} = 1,13 \text{ M}\Omega$

Aus vorliegendem Beispiel kann man ersehen, daß bei einer geometrischen Addition der kleinere Wert vollkommen vernachlässigt werden kann, sofern er größer als zehnfach oder kleiner als $\frac{1}{10}$ des Wertes des anderen Widerstandes ist.

4. Reihenschaltung eines Ohmschen Widerstandes und einer Selbstinduktion.

Dieser Fall kommt sehr häufig vor. Jede Spule hat nicht nur einen induktiven Widerstand, sondern auch einen Ohmschen Widerstand, der für Wechselstrom als in Reihe geschaltet mit dem induktiven Widerstand zu betrachten ist. Bei einer solchen Reihenschaltung verfährt man wie im vorigen Abschnitt. Den Widerstand der Selbstinduktion entnimmt man aus Bild 3.

Beispiel: Die Erregerwicklung eines dynamischen Lautsprechers soll als Siebdrösel verwendet werden. Sie hat einen Ohmschen Widerstand von 1000 Ω und eine Selbstinduktion von 10 H. Wie groß ist der Wechselstromwiderstand: a) bei Einweg-Gleichrichtung, b) bei Vollweg-Gleichrichtung?

Bei Einweg-Gleichrichtung ist die Störfrequenz bei 50 periodigem Wechselstrom = 50 Hz, bei Vollweg-Gleichrichtung = 100 Hz. Der induktive Widerstand einer Spule von 10 H beträgt bei 50 Hz 3,14 kΩ, bei 100 Hz ca. 6,28 kΩ. Hierzu ist der Ohmsche Widerstand von 1 kΩ nach Bild 4 geometrisch zu addieren. Es ergeben sich für Einweg-Gleichrichtung 3,3 kΩ, für Doppelweg-Gleichrichtung 6,35 kΩ.

5. Parallelschaltung eines Ohmschen Widerstandes und einer Kapazität.

Bei einer Parallelschaltung eines Ohmschen Widerstandes und einer Kapazität werden nicht die Widerstände, sondern die Leitwerte geometrisch addiert. Man muß also erst die Widerstände in

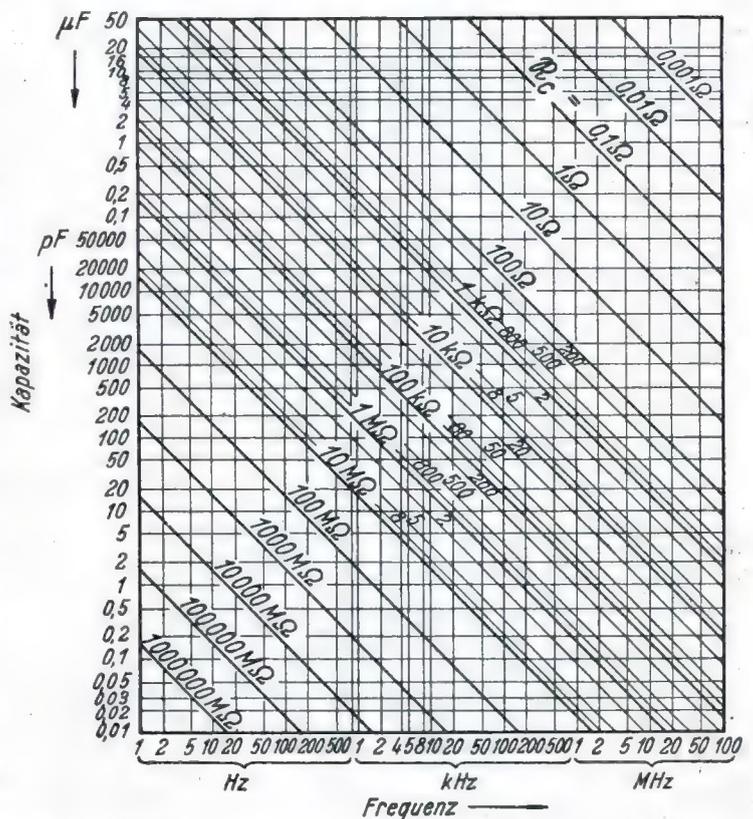


Bild 2. Wechselstromwiderstand einer Kapazität (Kondensator) in Abhängigkeit von der Frequenz.

Leitwerte verwandeln, diese dann entsprechend dem Beispiel im ersten Abschnitt geometrisch addieren, und dann den Leitwert in einen Widerstand zurückverwandeln.

Beispiel: Ein Widerstand von 1 MΩ ist mit einer Kapazität von 200 pF parallel gehalten. Wie hoch ist bei: $f = 50$ Hz, $f = 200$ Hz, $f = 800$ Hz, $f = 5000$ Hz der resultierende Widerstand?

Zunächst muß man die Widerstände in Leitwerte verwandeln. Der Leitwert für einen Widerstand von 1 MΩ ist $\frac{1}{10^6} = 1 \cdot 10^{-6}$, der Leitwert für einen Kondensator von 200 pF

$$\begin{aligned} \text{bei } f = 50 \text{ Hz: } & \frac{1}{16 \cdot 10^6} = 0,063 \cdot 10^{-6} \\ \text{bei } f = 200 \text{ Hz: } & \frac{1}{4 \cdot 10^6} = 0,25 \cdot 10^{-6} \\ \text{bei } f = 800 \text{ Hz: } & \frac{1}{1 \cdot 10^6} = 1 \cdot 10^{-6} \\ \text{bei } f = 5000 \text{ Hz: } & \frac{1}{0,16 \cdot 10^6} = 6,2 \cdot 10^{-6} \end{aligned}$$

Wenn man jetzt die Werte 0,063, 0,25, 1 und 6,2 auf der Senkrechten mit dem Wert 1 auf der Waagerechten verbindet, so erhält man: 1, 1,04, 1,4 und 6,3 MΩ als resultierende Werte. Das sind in unserem Fall die resultierenden Leitwerte in 10^{-6} ausgedrückt. Diese Leitwerte muß man in Widerstände zurückverwandeln. Es ergeben sich dann als resultierende Widerstände: bei $f = 50$ Hz: 1 MΩ, $f = 200$ Hz: 0,96 MΩ, $f = 800$ Hz: 710 kΩ, $f = 5000$ Hz: 160 kΩ.

Entsprechend wird auch die Parallelschaltung einer Selbstinduktion mit einem Ohmschen Widerstand berechnet.

6. Reihenschaltung zweier Kapazitäten.

Schaltet man zwei Kapazitäten in Reihe, so muß man ihre Leitwerte addieren. Man kann die Rechnung auch nach Bild 1 durchführen, indem man auf einer Waagerechten die beiden Kapazitätsgrößen als Senkrechte errichtet und vom Schnittpunkt der Diagonalen ein Lot auf die Waagerechte fällt. Den Wechselstromwiderstand der resultierenden Kapazität entnimmt man dann aus Bild 2.

Beispiel (siehe Bild 1): Ein Kondensator von 8000 pF wird parallel zu einem Kondensator von 5000 pF gehalten. Wie groß ist die entstandene Kapazität? Man errichtet auf einer Waagerechten eine Senkrechte von 8 cm und eine Senkrechte von 5 cm. Nun verbindet man die gegenüberliegenden Punkte D mit B und C mit A. Ein Lot von dem Schnittpunkt E auf die Waagerechte A-B gefällt, ergibt die Linie E-F, die eine Länge von 3,1 cm hat. Die resultierende Kapazität beträgt also 3100 pF.

7. Parallelschaltung zweier Kapazitäten.

Wenn man zwei Kondensatoren parallelschaltet, so ergibt sich die resultierende Kapazität durch einfache Addition. Den Wechselstromwiderstand der resultierenden Kapazität entnimmt man dann aus Bild 2.

Beispiel: Ein Kondensator von 8000 pF wird mit einem Kondensator von 5000 pF parallel gehalten. Wie hoch ist die resultierende Kapazität? Es ergibt sich ein Wert von $8000 + 5000 = 13000$ pF.

8. Reihenschaltung zweier Selbstinduktionen.

Man muß unterscheiden, ob die beiden Spulen aufeinander koppeln oder nicht. Sind die beiden Spulen so aufgestellt, daß sie sich nicht gegenseitig beeinflussen, und sind sie gleichsinnig gewickelt, so addieren sich ihre Selbstinduktionen. Den Wechselstromwiderstand der resultierenden Selbstinduktionen entnimmt man dann aus Bild 3.

Beispiel: Eine Spule von 0,8 mH sei mit einer Spule von 0,5 mH entkoppelt in Reihe gehalten. Es ergibt sich eine resultierende Selbstinduktion von $0,8 + 0,5 = 1,3$ mH.

Koppeln die Spulen aufeinander, so muß das Resultat noch mit einem Kopplungsfaktor multipliziert werden. Ihre Selbstinduktion ist dann größer, als wenn sie nicht aufeinander koppeln. Den engsten Fall der Kopplung haben wir, wenn die zweite Spule als Fortsetzung der ersten Spule auf demselben Spulenkörper im gleichen Windungsinn weitergewickelt wird. In diesem Fall erhöht sich die Selbstinduktion und damit der Wechselstromwiderstand der Spule mit dem Quadrat der Windungszahl.

Beispiel: Eine Spule von 50 Windungen habe eine Selbstinduktion von 0,2 mH. Wickelt man noch weitere 50 Windungen zu, ist die Windungszahl also jetzt 2×50 Windungen, so hat sich die Selbstinduktion um das $2^2 =$ vierfache erhöht und beträgt jetzt $4 \cdot 0,2 = 0,8$ mH. Entsprechend ist der Wechselstromwiderstand der Spule auch um das vierfache gestiegen.

Ein derartiger Fall ist bei Gegentaktstellungen zu beachten. Bei der KDD 1 beträgt der optimale Außenwiderstand von Anode zu Anode 10000 Ω. Der Wechselstromwiderstand von der Mittelanzapfung des Transformators zu einer Anode beträgt nun nicht etwa $10000 : 2 = 5000$ Ω, sondern $10000 : 4 = 2500$ Ω.

Oder eine andere Möglichkeit: Man gebraucht eine Ausgangsdrossel, bei der man 3500 Ω und 7000 Ω abgreifen kann. Wenn die Drossel einen Gesamtwiderstand von 7000 Ω bei einer bestimmten Frequenz ($f = 800 \dots 1000$ Hz) hat, so ist die Anzapfung von 3500 = nicht etwa bei der halben Windungszahl, sondern an einer Stelle, die dem $\sqrt{2}$ Teil der Gesamtwindungszahl entspricht, also Windungszahl $\times 0,7$.

Sind die Spulen gegenfönnig gewickelt und koppeln aufeinander, so wird die Selbstinduktion kleiner, als der Additionswert beider Spulen. Entsprechend wird auch der Wechselstromwiderstand kleiner.

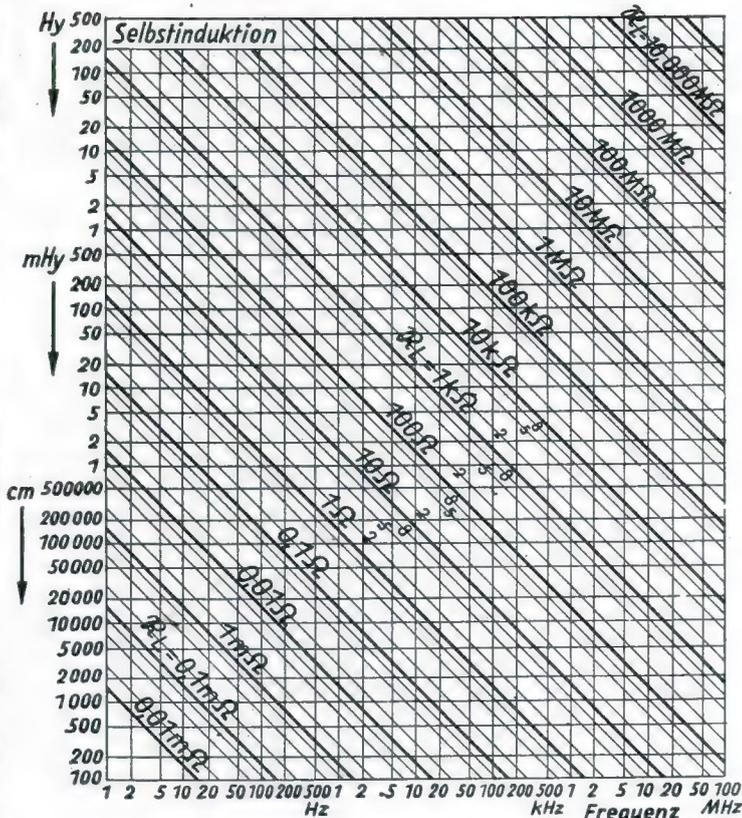


Bild 3. Wechselstromwiderstand einer Selbstinduktion (Spule) in Abhängigkeit von der Frequenz.

9. Parallelschaltung zweier Selbstinduktionen.

Schaltet man zwei Selbstinduktionen parallel, so addieren sich die beiden Leitwerte, wenn beide Spulen entkoppelt angebracht werden. Außerdem hängt der Wechselstromwiderstand vom Windungsinn der Spulen zueinander ab. Koppeln die Spulen aufeinander, so erhält man durch eine Addition der Leitwerte keine genauen Resultate mehr. Die resultierende Selbstinduktion und damit der Wechselstromwiderstand wird noch durch den Kopplungsfaktor beeinflusst. Auf jeden Fall ist die Gesamtinduktion kleiner, als die der kleinsten Spule. Entsprechend verhält sich auch der resultierende Wechselstromwiderstand.

10. Reihenschaltung einer Selbstinduktion und einer Kapazität.

Schaltet man eine Selbstinduktion und eine Kapazität hintereinander, so ergibt sich als resultierender Widerstand die Differenz beider Blindwiderstände. Da eine Spule aber außer dem induktiven Widerstand (Blindwiderstand) noch einen Ohmschen Verlustwiderstand (Wirkwiderstand) hat, ist dieser Verlustwiderstand zum resultierenden Differenzwiderstand geometrisch hinzuzuaddieren. Eine derartige Reihenschaltung hat im Resonanzfall den kleinsten Widerstand, da induktiver und kapazitiver Widerstand gleich groß sind. Der Widerstand einer solchen Reihenschaltung entspricht im Resonanzfall dem Ohmschen Verlustwiderstand. (Die Verlustwiderstände von Spule und Kondensator sind zusammenzuaddieren.) Eine Reihenschaltung von Spule und Kondensator ist infolgedessen als Saugkreis zu verwenden; je verlustfreier Kondensator und Spule sind, einen desto kleineren Widerstand setzt dieser Kreis der Resonanzfrequenz entgegen.

Beispiel: Mit einer Spule, die eine Selbstinduktion von 0,7 mH hat, soll ein Saugkreis für 468 kHz aufgebaut werden. Wie groß muß der Kondensator sein, der mit der Spule in Reihe zu schalten ist? Nach Bild 3 hat eine Spule mit einer Selbstinduktion von 0,7 mH einen Wechselstromwiderstand von 2050 Ω. Da bei 468 kHz Resonanz auftreten soll, muß bei dieser Frequenz der Widerstand des Kondensators genau gleich groß sein. Das ist, wie man aus Bild 2 entnehmen kann, der Fall bei einem Kondensator von 170 pF.

Eine weitere Frage: Wie groß ist der Widerstand dieses Saugkreises bei einer Wellenlänge von 300 m = 1000 kHz = 1 MHz? Der Ohmsche Verlustwiderstand der Spule sei 50 Ω, der des Kondensators sei zu vernachlässigen. Nach Bild 3 ist der Widerstand einer Spule von 0,7 mH bei 1 MHz = 4400 Ω, der Widerstand eines Kondensators nach Bild 2 950 Ω. Es ergibt sich ein Gesamtwiderstand von $4400 - 950 = 3450$ Ω. Dieser Widerstand ist hintereinandergeschaltet mit dem Ohmschen Widerstand der Spule von 50 Ω. Da dieser Ohmsche Widerstand viel kleiner als $1/10$ des Kreiswiderstandes ist, ändert sich der Gesamtwert nur unwesentlich. Es beträgt der Widerstand dieses Saugkreises bei $f = 1$ MHz also 3450 Ω.

11. Parallelschaltung einer Spule und eines Kondensators.

Bei Parallelschaltung einer Spule und eines Kondensators entspricht der resultierende Leitwert der geometrischen Subtraktion des induktiven und kapazitiven Leitwertes. Hinzu kommt noch die Reihenschaltung des induktiven und kapazitiven Verlustwiderstandes. Hierdurch entsteht zur Berechnung des resultierenden Wider-

Links: Bild 4. Winkel zur geometrischen Addition zweier Wechselstromgrößen.

standes bzw. des resultierenden Leitwertes eine komplizierte Formel. Da der Verlustwiderstand in einigermaßen hochwertig aufgebauten Kreisen als klein gegenüber dem induktiven und kapazitiven Widerstand angenommen werden kann, vereinfacht sich die Formel in Resonanzfall zu $\mathfrak{R} = \frac{L}{C \cdot R}$.

Eine Parallelschaltung von Spule und Kondensator ist gut als Sperrkreis (Schwungradkreis) zu verwenden, da sie der Resonanzfrequenz den größten Widerstand entgegengesetzt. Der Resonanzwiderstand eines Sperrkreises ist um so größer, je kleiner die Verlustwiderstände von Spule und Kondensator sind, und je größer das Verhältnis $\frac{L}{C}$ ist. Es ist aber zu bedenken, daß mit größer

werdendem L zugleich auch der Verlustwiderstand R anwächst. Der Ohmsche Widerstand wächst im Verhältnis der Windungszahl, die Selbstinduktion dagegen wächst im Quadrat der Windungszahl, so daß bei gleichbleibendem Drahtquerschnitt scheinbar auf jeden Fall mit der Vergrößerung der Selbstinduktion und Verkleinerung der Kapazität die Güte des Kreises wächst. Durch den „Haut-Effekt“ wächst der Verlustwiderstand mit größer werdender Windungszahl aber in größerem Maßstab an. Außerdem kommt hinzu, daß man mit Vergrößerung der Windungszahl evtl. zu kleinerem Drahtquerschnitt übergehen muß. Es ist also von Fall zu Fall zu erwägen, ob eine Verbesserung des Verhältnisses $\frac{L}{C}$ auch wirklich einen Gewinn bringt.

Beispiel: Bei einer Spule mit einer Selbstinduktion von 0,7 mH und einem Verlustwiderstand von 50 Ω ist ein Kondensator von 170 pF parallel zu schalten. Wie groß ist der Widerstand dieses Schwungradkreises im Resonanzfall?

$$\text{Es ist } \mathfrak{R} = \frac{L}{C \cdot R} = \frac{0,7 \cdot 10^{-3}}{10^{-12} \cdot 170 \cdot 50} = 83 \text{ k}\Omega.$$

Nun interessiert in vielen Fällen auch, für welche Frequenz ein Schwungradkreis als Sperrkreis wirkt oder wie ein Sperrkreis für eine bestimmte Frequenz aufgebaut sein muß. In der Resonanz-

formel für Sperrkreise tritt die Frequenz gar nicht in Erscheinung. Parallelresonanz tritt genau wie Serienresonanz dann auf, wenn der induktive Widerstand gleich dem kapazitiven Widerstand ist. Man kann infolgedessen die Resonanzfrequenz eines Sperrkreises aus den Bildern 2 und 3 entnehmen, indem man die Linie für die Selbstinduktion und die Kapazität verfolgt, bis man bei beiden einen gleichen Widerstand bei einer bestimmten Frequenz feststellt. Ebenso kann man bei gegebener Selbstinduktion die notwendige Kapazität für eine bestimmte Resonanzfrequenz bestimmen und umgekehrt. In dem angezogenen Beispiel von $L = 0,7$ mH und $C = 200$ pF beträgt beispielsweise die Resonanzfrequenz 468 kHz. Sie ist also ebenso groß wie bei der Reihenresonanzschaltung. Der große Unterschied zwischen beiden Schaltungen ist aber der, daß bei einer Reihenresonanzschaltung der Resonanzfrequenz der kleinste und bei Parallelresonanz der größte Widerstand entgegengesetzt wird. Es liegt auf der Hand, daß in Röhrenschaltungen als Abstimmkreise nur Schwungradkreise verwendet werden dürfen, da sowohl der Gitterwiderstand als auch der Außenwiderstand der Röhren bei Spannungsverstärkung so groß wie möglich sein muß.

Beispiel: Es sei eine Spule mit einer Selbstinduktion von 2 mH gegeben. Wie groß muß der Kondensator sein, um einen Sperrkreis für eine Frequenz von 200 kHz zu erhalten? Aus Bild 3 entnehmen wir, daß bei 2 mH und $f = 200$ kHz der Widerstand 2,5 k Ω beträgt. Ein Kondensator hat nach Bild 2 bei $f = 200$ kHz einen Widerstand von 2,5 k Ω , wenn seine Kapazität zirka 300 pF beträgt.

Bei den Berechnungen ist stets zu beachten, daß die Selbstinduktion in Henry, die Kapazität in Farad und der Widerstand in Ohm einzufetzen ist. $1 \text{ mH} = 10^{-3} \text{ H}$, $1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$, $1 \text{ k}\Omega = 10^3 \text{ }\Omega$, $170 \text{ pF} = 170 \cdot 10^{-12} = \frac{170}{10^{12}}$.

Wir sehen, daß man auch ohne komplizierte Formeln mit einfachen Mitteln Sperrkreise, Saugkreise und sonstige Wechselwiderstände berechnen kann. Wenn die Rechnungen auch manchmal infolge Ablesefehlers bei den Bildern 2 und 3 nicht absolut genau sind, so erhält man doch Näherungswerte, die für die Praxis meistens genügen. Fritz Kunze.

Wir verbessern den permanentdynamischen Koffer-Lautsprecher

Umbau von Innen- auf Außenzentrierung.

Die Verbesserung eines GPM 366, die hier beschrieben werden soll, heißt — enger gefaßt — nichts anderes, als der Umbau der Innenzentrierung in eine Außenzentrierung. Die Notwendigkeit dieses Vorhabens geht aus einer näheren Betrachtung des Kleindynamischen hervor.

Bild 1 zeigt den Lautsprecher links in der Ansicht — rechts im Schnitt. Wir erkennen die Membran M mit der Kerbung K und der Schwingpule S . Die nahtlos gepreßte Membran erfüllt in der Wiedergabe der großamplitudigen, tiefen Frequenzen mit der oberen Einspannung (am Chassis) über die Schwingringe R alle modernen Anforderungen. Die untere Membraneinspannung über Kerbe K , Spinne J und Polschuh PS ist dagegen verhältnismäßig steif ausgeführt. Dadurch wird bei größeren Amplituden das freie Durchschwingen der Membran gehemmt. Die zwischen K , J und PS liegende Strecke sei „Schwinglänge“ genannt; sie ist durch die Spinnenform gegeben. Diese wiederum läßt den Verlust, eine möglichst große Schwinglänge zu erhalten, klar erkennen. Sie ist etwa 40% größer, als der Schwingpulenradius.

Wir verbessern dieses nun folgerichtig: Weichere Membranlagerung bedingt größere Schwinglänge. Innen ist der Platz ausgenutzt, also greifen wir zur Außenzentrierung. Dadurch wird die Schwinglänge verdoppelt.

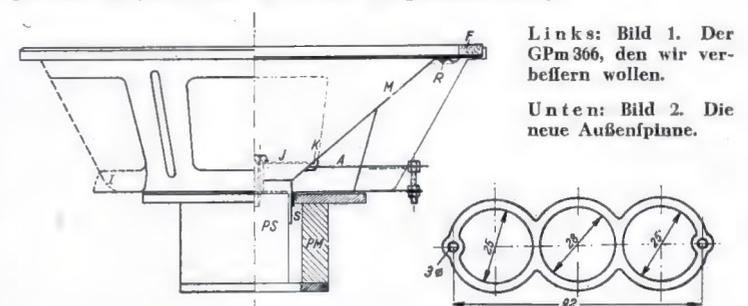
Aus einer Pertinaxtafel, etwa 50×120 mm, 0,5 mm stark, schneiden wir uns mit einem feinen Laublageblatt die Außenpinne (Bild 2) heraus. Wir achten darauf, daß das Pertinax nicht aufblättert. Dann lösen wir Filzring und Membran mit Aceton aus dem Chassiskorb, löten die Schwingpulenenden ab und lösen die Spinnenbefestigung. Wir stellen einen vorzüglichen Alleskitt aus feiner schnittenen Zelluloidresten und Aceton her. Nach etwa 24 Stunden ist das Zelluloid aufgelöst; wir verdünnen darauf, bis der Alleskitt die Dickflüssigkeit von Bienenhonig hat. Für eine luftdichte Aufbewahrung muß geforgt werden. Am besten nehmen wir ein verschraubbares Flächchen, an dessen Metalldeckel ein Draht nach innen angelötet wird.

Nachdem wir den empfindlichen Permanentmagnet und den Ausgangstransformator entfernt und staubdicht verpackt haben, schneiden wir zwei gegenüberliegende Kumpelungen (I) der Korboffnungen entsprechend Bild 1 ein (gestrichelt alter — ausgezogen neuer Zustand) und biegen dieselben so um, daß eine durchgehende ebene Fläche entsteht. Die Außenpinne wird nun nach der Korboffnung zentriert aufgelegt und die beiden 4 mm starken Löcher angegriffen. Sollten diese Löcher nicht mehr auf der umgebogenen Kumpelung liegen, so nehmen wir ein entsprechend langes Stück Sperrholz oder 3-mm-Pertinax, vergessen aber nicht, eine genügend große Öffnung für die Schwingpule auszufügen, und befestigen es an den Permanentmagnetschrauben.

Den Permanentmagnet zentrieren wir nun nach dem mittleren Kreis der Außenpinne. Dann legen wir die Membran nach unten auf den Tisch und kleben die Außenpinne — zentriert durch

Kerbe K — so auf, daß deren Ebene parallel der Tischebene wird. Der Alleskitt braucht nur kurze Zeit zum Trocknen. Wir befestigen nun zwei 25 mm lange Schrauben von 3 mm Durchmesser an A mit Doppelmuttern und setzen die Membran samt Außenpinne wieder in den Korb ein, nachdem der Auflagering deselben mit unserem Alleskitt bestrichen worden ist. Schwingpule und Außenpinne müssen sich leicht einführen lassen.

Mit Hilfe einer von außen aufgeschraubten Mutter und der Doppelmutter können wir nun die Schwingpulenanlage gut zentrieren. Dazu drücken wir mit dem Daumen leicht auf die Schallringe R und halten die Membranöffnungen an das Ohr. Wenn wir so an vier diametral liegenden Stellen gedrückt und ein leises Schaben vernommen haben, so liegt die Membran an irgend einer Stelle an. Mit dem bloßen Auge sieht man leicht, wo der Abstand Schwingpule — Polschuh am geringsten ist, und so wird eben noch einmal nachgeregelt, bis die Membran frei hängt. Mir gelang dieses bereits beim zweiten Mal, im Gegensatz zur Innenzentrierung. Dabei lassen sich etwas schiefgeleimte Außenspinnen leicht ausgleichen. Wir kleben nun noch den Filzring auf, schließen den Ausgangstransformator an und werden überrascht sein, wie gut unser Kleinpermanent jetzt auch die tiefen Frequenzen bringt.



Links: Bild 1. Der GPM 366, den wir verbessern wollen.

Unten: Bild 2. Die neue Außenpinne.

Somit ist das Frequenzspektrum größer geworden, ebenso die Belastbarkeit. Die Membran bekommt keine Verdrehungsbeanspruchung mehr, wie bei der Innenpinne, sie schwingt frei und ohne Verzerrung bei größeren Amplituden. Eine unerwünschte Resonanzverschiebung wurde nicht festgestellt.

Die Verbesserung ist nicht schwierig. Sie kann auch bei größeren Systemen vorgenommen werden. Ein wenig Geschick und Sauberkeit — Ersatzmembranen gibt es auch —, und wir werden unsere Freude daran haben. Heinz Rödler.

Einen Kleinsender für Reife und Heim kann man mit dem nach vorstehender Anleitung verbesserten Lautsprecher als besonders hochwertiges, in der Wiedergabe überraschend gutes Gerät bauen. Die Beschreibung eines solchen Gerätes brachte die FUNKSCHAU in Nr. 2/1940, Seite 25.

Vorschläge für den Entwurf eines neuzeitlichen Röhrenprüfgerätes

Aus zahlreichen Zuschriften unserer Leser geht das große Interesse an einem vielseitig verwendbaren Röhrenprüfgerät hervor. Um diesem Interesse zu entsprechen, bringen wir im folgenden Beitrag Konstruktionsvorschläge für ein unverliefertes Röhrenprüfgerät, dessen Selbstbaukosten unter der 100-Reichsmark-Grenze liegen.

Grundätzliches.

Röhrenprüfgeräte können recht einfach gebaut werden, wenn man sich auf die Anodenstrommessung einiger, meist gebräuchlicher Röhren beschränkt. Um sich ein möglichst genaues Bild über die Brauchbarkeit der zu prüfenden Röhren zu machen, wird man jedoch außer dem Anodenstrom alle durch die Röhre fließenden Ströme zu messen haben und dabei die jeweils eingestellten zugehörigen Spannungen feststellen müssen. Ideal wäre es, für jeden zu messenden Strom und für jede Spannung ein getrenntes Instrument zu verwenden, da man so die Möglichkeit hätte, ohne Umchaltung alle interessierenden Spannungen und Ströme gleichzeitig zu beobachten und den Einfluß von Spannungsänderungen auf alle elektrischen Werte folglich zu erkennen. Aus Preisgründen wird man von diesem Prinzip nur in Ausnahmefällen Gebrauch machen können; im allgemeinen aber wird man sich auf einige oder sogar nur auf ein entsprechend umschaltbares Instrument beschränken.

Neuzeitliche Röhrenprüfgeräte sind mit einer Vorprüfeinrichtung ausgestattet, mit deren Hilfe sich Faden- und Elektrodenchluß-Prüfungen vornehmen lassen. Auf diese Einrichtung darf ein leistungsfähiges Prüfgerät nicht verzichten. Man vermeidet dadurch überflüssige Prüfarbeit und eine Beschädigung wichtiger Einzelteile durch Kurzschlüsse. Da die Vorprüfeinrichtung billig aufgebaut werden kann, sollte sie bei der Konstruktion unbedingt mit einbezogen werden. Die Einrichtungen des Röhrenprüfgerätes eignen sich im allgemeinen recht gut für andere Messungen verschiedener Art. Beispielsweise ist es erwünscht, Leitungsprüfungen sowie Kondensator- und Widerstandsmessungen auszuführen, ferner auch Strom- und Spannungsmessungen. Wert wird außerdem auch auf Adapterprüfungen gelegt. Mit Hilfe einiger Umschalter ist es verhältnismäßig leicht möglich, diese Bedingungen zu erfüllen.

Welche Messungen sind durchführbar?

In Bild 2 ist die Schaltung eines nach den genannten Gesichtspunkten entworfenen Röhrenprüfgerätes dargestellt, das folgende Prüfungen und Messungen erlaubt:

I. Röhrenprüfung

1. Heizfadenprüfung
2. Elektrodenchlußprüfung

II. Röhrenmessung

1. Anodenstrommessung
2. Schirmgitterstrommessung
3. Hilfsanodenstrommessung
4. Gitterstrommessung
5. Hilfsgitterstrommessung
6. Heizstrommessung
7. Messung der zu 1 bis 6 gehörenden Spannungen

III. Adapterprüfung der Empfängerröhren

IV. Sonstige Messungen und Prüfungen

1. Widerstandsmessung 0 bis 50 kΩ und 0 bis 2 MΩ
2. Kapazitätsmessung 2000 pF bis 50 μF
3. Isolationsmessung für Kondensatoren
4. Spannungsmessungen für 0 bis 6 V, 0 bis 300 V, 0 bis 600 V Gleich- und Wechselspannung
5. Strommessungen für 0 bis 6 mA, 0 bis 60 mA, 0 bis 600 mA, 0 bis 6 Amp. Gleich- und Wechselspannung
6. Aufnahme von Kennlinien
7. Prüfung von Widerständen
8. Leitungsprüfung.

Grundätzlicher Aufbau.

Beim Entwurf des Röhrenprüfgerätes sind wir von dem Gedanken ausgegangen, ein Gerät zu zeigen, das bei verhältnismäßig niedrigen Aufbaukosten vielseitig ausgenutzt werden kann. Billiger Aufbau läßt sich erreichen, wenn man auf den Einbau eines meist mehrgliedrigen Netztesiles und auf ein besonderes Meßinstrument verzichtet. Statt dessen verwenden wir als Spannungsquellen die über Anschlußbuchsen annehmbaren, in der Rundfunkwerkstatt bereits vorhandenen Netztesile, Batterien oder Sammler, sowie ein umschaltbares Vielfachinstrument, das überall anzutreffen sein dürfte. Für die Erzeugung der Heizspannungen dient ein besonderer, ins Prüfgerät einzubauender Netztransformator.

Gerät für die Röhrenvorprüfung.

Die Schaltung zerfällt in das eigentliche Röhrenmeßgerät und die Einrichtung für die Röhrenvorprüfung, die im Schaltbild links gezeichnet ist. Das Prinzip des Röhrenvorprüfers geht aus Bild 1 hervor. Den einzelnen Hüllströcken der Röhre (hier eine Dreipol-Schsechspolröhre) V_1 sind Widerstände R_1 bis R_8 parallelgeschaltet. Das eine Ende der Widerstandskette steht mit der einen Netzleitung, das andere über den Regler R_1 mit der anderen Netzleitung in Verbindung. An den Mittelabgriff des Drehspannungsteilers wird die Glühlampe G_E angeschlossen. Der Regler R_1 ist vor dem Einsetzen der zu prüfenden Röhre so einzustellen, daß die Glühlampe gerade noch dunkel bleibt. Leuchtet nun nach dem Einsetzen der Röhre

V_1 die Glühlampe G_E auf, so werden durch Elektrodenchluß der Röhre oder infolge eines größeren Isolationsfehlers ein oder mehrere Teilwiderstände der Widerstandskette kurzgeschlossen. Das Aufleuchten von G_E zeigt also die Unbrauchbarkeit der Röhre an. Für die Überprüfung des Heizfadens auf Fadenbruch dient die Glühlampe G_H . Bei einwandfreiem Heizfaden leuchtet G_H auf, während sie bei Heizfadenbruch dunkel bleibt. Mit Hilfe des Schalters S kann der Heizfaden in Stellung b kurzgeschlossen werden. Das eigentliche Schaltbild des Röhrenvorprüfers in Bild 2 entspricht der in Bild 1 besprochenen Anordnung. In Reihe zu den Glühlampen G_E und G_H befinden sich Schutzwiderstände (R_9, R_{10}), die nach Angabe der Glühlampen-Hersteller zu bemessen sind (z. B. 0,2 MΩ). Der Drehspannungsteiler R_1 hat einen Wert von 50 kΩ, während die Widerstände R_2 bis R_8 je 10 kΩ besitzen. Die Widerstandsenden werden zu 5 Röhrenfassungen (2 Stützfassungen, 2 Außenkontaktfassungen, 1 Stahlröhrenfassung) geführt. Die Steckbuchse B gefaltet den Anschluß von Röhren mit Seiten- oder Kolbenanschluß. Da das Prüfgerät ohne Zwischenschaltung eines Transformators an der vollen Netzspannung liegt, geschieht die Netzabschaltung zweipolig durch S_1 .

Der eigentliche Röhrenmeßteil.

Zur Erzeugung der Heizspannungen für die einzelnen Empfängerröhren ist der Heiztransformator T_1 (z. B. Görlner Typ 1 T 1) vorgegeben, der sekundärseitig 2, 4, 6, 3, 13, 16, 20, 24, 30, 33 und 55 Volt liefert. Die Heizspannungen schaltet der 11 stufige Schalter U_1 auf die fünf vorgegebenen Röhren-Prüffassungen (A, B, C, D und E) um. Es werden die gleichen Röhrenfassungen wie im Vorprüfer verwendet. Um auch Zwischenspannungen einstellen zu können und einen gewissen Ausgleich bei zu großer Heizspannung zu haben, befindet sich in der einen Heizleitung ein Heizwiderstand R_{11} ($= 10 \Omega$). Als Kontrolle für den Betrieb des Röhrenmeßteils dient die Skalenlampe L_1 (4V/0,2 Amp.). Sie ist notwendig, weil der Heiztransformator getrennt durch S_2 eingeschaltet werden kann. Für den Anschluß der Spannungsquellen an das Prüfgerät sind sechs Buchsen vorgegeben. Weitere vier Buchsen dienen für die Widerstands- und Kapazitätsmessungen. Die Betriebsspannungen lassen sich mit Hilfe des Vierfachschalters S_3 bis S_6 abhalten. Auf

diese Weise vermeidet man bei Adapterprüfungen das lästige Herausziehen der Anschlußstecker, ferner auch Kurzschlüsse. Als Spannungsquelle wird ein leistungsfähiger Netzteil für die Anodenspannung benötigt, der etwa 100 mA bei 300 Volt abgibt. Außerdem ist ein weiterer Gleichrichter (bzw. Batterie) mit 100 Volt Spannung für die negative Gittervorspannung erforderlich sowie eine Gleichspannung von 4,5 Volt für Zweipolröhren- und Widerstandsmessungen. Diese Spannung kann z. B. im Gittergleichrichter mit Hilfe von Widerständen oder eines Spannungsteilers erzeugt werden oder auch durch eine 4,5-Volt-Heizwicklung unter Benutzung eines Trockengleichrichters. Um alle interessierenden Messungen vornehmen zu können, sind sämtliche Betriebsspannungen stetig oder stufenweise veränderlich. Die beiden negativen Gittervorspannungen werden durch die Dreh-Spannungs-

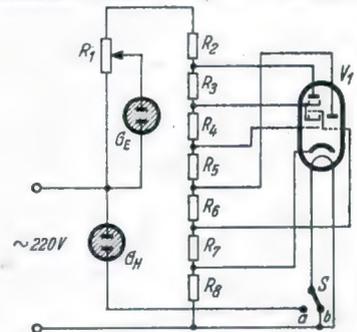


Bild 1. Grundätzliche Schaltung des Röhren-Vorprüfers für Heizfadenbruch und Elektrodenchluß.

teiler R_{23} und R_{24} (je 50 kΩ) beliebig geregelt. Für die Regelung der Anoden-, Schirmgitter- und Hilfsanodenpannungen wurden keine Regelwiderstände verwendet. Die Einstellung der Spannungswerte geschieht vielmehr stufenweise mit Hilfe von Stufen- und hochbelastbaren Widerständen. Man kann also auch Endröhren größerer Ausgangsleistung (EL 11, EL 12) ohne Überlastung der Vorwiderstände messen. Die Anodenspannung läßt sich mit Hilfe des

Fassung A	Fassung B	Fassung C	Fassung D	Fassung E
RENS 1224 (X 4122)	RE 034 (W 406)	AB 2	AC 2	ECH 11
RENS 1824 (X 2818)	RE 074 (H 406)	CB 2	CC 2	UCH 11
ACH 1 ¹⁾	RE 084 (A 408)	EB 1 ³⁾	AD 1	EF 11
BCH 1 ¹⁾	RE 114 (L 410)	EB 2	AL 4	EF 12
	RE 134 (LK 430)	KB 1	AL 5	EF 13
	RE 604 (LK 460)	KB 2	AM 2	EFM 11
	RE 074 d (U 409 D) ²⁾	CB 1 ³⁾	C/EM 2	EDD 11
	RES 044		CL 4 ¹⁾	EL 11
	RES 094 (H 406 D)		AK 2 ¹⁾	EL 12
	RES 164 d (L 416 D) ²⁾		CK 1 ¹⁾	EM 11
	RES 174 d (L 415 D) ²⁾		EK 1 ¹⁾	
	REN 904 (A 4110)		AL 2 ¹⁾	
	REN 914 (W 4110)		CL 1 ¹⁾	
	REN 1004 (W 4080)		CL 2 ¹⁾	
	REN 1104 (A 4100)		EL 1 ¹⁾	
	REN 1814 (W 2418)		VI 1 ¹⁾	
	REN 1821 (A 2118)		AL 1	
	REN 924 (AN 4092)		KL 1	
	REN 1826 (AN 2718)		KL 2	
	RENS		KC 1	
	RENS 1204 (H 4080 D)		KC 3	
	RENS 1214 (H 4125 D)		EC 2	
	RENS 1264 (H 4111 D)		VC 1	
	RENS 1274 (H 4115 D)		KK 2	
	RENS 1818 (H 1818 D)		AZ 1	
	RENS 1819 (H 1918 D)		AZ 11	
	RENS 1820 (H 2018 D)		AZ 12	
	RENS 1884 (H 2518 D)		CY 1	
	RENS 1894 (H 2618 D)		CY 2	
	RENS 1284 (H 4128 D)		EZ 1	
	RENS 1294 (H 4129 D)		FZ 1	
	RENS 1374 d (L 4150 D) ²⁾		VY 1	
	RENS 1823 d (L 2318 D) ²⁾			
	RGN 354 (G 354)			
	RGN 564 (G 564)			
	KC 1			

¹⁾ Unter Benutzung der Hilfsbuchse G₁.

²⁾ Unter Benutzung der Hilfsbuchse A.

³⁾ Unter Benutzung der Hilfsbuchse D.

8 stufigen Schalters U_{10} und der Widerstände $R_{19} \dots R_{25}$ einregeln. Die Widerstandswerte sind so zu wählen, daß sich Spannungen von 300, 250, 200, 150, 100, 50, 30 und 10 Volt ergeben. Das gleiche gilt für die zugeordneten Widerstandswerte des Reglers U_{11} , der die Hilfsanodenspannung regelt und jeweils die hochbelastbaren Widerstände $R_{26} \dots R_{32}$ umschaltet. Auch der Stufenwechsler für die Schirmgitterspannung, U_9 , ist 8 stufig ausgebildet und ermöglicht es mit Hilfe der Widerstände $R_{12} \dots R_{18}$, die Spannungen 300, 250, 200, 150, 100, 80, 60 und 10 Volt zu wählen.

Als Meßinstrument dient das Universal-Volt- und Amperemeter „Univa“ von Neuberger, das in zahlreichen Werkstätten anzutreffen ist und neben Gleichspannungsmessungen und Gleichstrommessungen auch für Wechselstrom verwendet werden kann. Das Meßinstrument hat vier Strommeßbereiche (0 bis 6 mA, 0 bis 60 mA, 0 bis 600 mA und 0 bis 6 Amp.) und drei Spannungsmessbereiche (0 bis 6 V, 0 bis 300 V, 0 bis 600 V) bei einem inneren Widerstand von 833 Ω/V . Die Umschaltung von Gleich- auf Wechselstrom wird mit Hilfe des eingebauten Umschalters vorgenommen. Für die Anfachung des Meßinstrumentes an die einzelnen Meßpunkte benötigt man insgesamt fünf Umschalter. So schalten die Stufenwechsler U_2 und U_3 (3 stufig und 4 stufig) jeweils die sieben Meßbereiche des Instrumentes um, und zwar U_2 für die Spannungsmessungen und U_3 für die Strommessungen. Der fünf-stufige Schalter U_5 ermöglicht in Stellung 1 Spannungsmessungen und in Stellung 2 Strommessungen an den zu prüfenden Röhren vorzunehmen. Bei Spannungsmessungen kann das Instrument mittels des 7 stufigen Schalters U_6 auf die Heiz-, Anoden-, Hilfsanoden-, Schirmgitterspannung und auf die beiden Gittervorspannungen geschaltet werden. Für Strommessungen muß man das Instrument jeweils in den gewünschten Stromkreis legen. Am einfachsten wäre es, die zu messenden Stromkreise mit Doppelbuchsen auszustatten. Das Meßinstrument wird mittels einer zweipoligen Leitung von B_1 und B_2 (Anschlüsse des Meßinstrumentes für Strommessungen) aus jeweils in die Buchse des interessierenden Stromkreises gesteckt. Die übrigen im Augenblick nicht zu messenden Stromkreise müssen mittels Kurzschlußstecker geschlossen werden, soll die Prüfröhre nicht Schaden leiden. Eine Vereinfachung bedeutet die Verwendung von Trennbuchsen, die Kurzschlußstecker überflüssig machen, allerdings nicht ausreichend betriebsicher sind. Am zweckmäßigsten ist jedoch die Verwendung eines besonderen Nockenalters, der das Instrument jeweils auf Hilfsanodenstrommessung (I), Schirmgitterstrommessung (II), Anodenstrommessung (III), 1. Gitterstrommessung (IV), 2. Gitterstrommessung (V), Zweipolstrekenstrommessung (VI) und Heizstrommessung (VII) ohne Gefahr für die Röhre umschaltet.

Einzelheiten dieses Schalters mit Schalterdiagramm zeigt Bild 3. Es handelt sich um einen 7-Bereichschalter mit 21 Kontakten. Die Kontakte 1 bis 7 trennen oder schließen jeweils den Stromkreis, während die Kontakte 8 bis 21 das Instrument in den betreffenden Stromkreis einschalten. Soll beispielsweise der Anodenstrom in Leitung III gemessen werden, so schließt der Schalter sämtliche Stromkreise des Prüfgerätes mit Ausnahme der Leitung III und verbindet das Meßinstrument über die Kontakte 12 und 13 mit dem zu messenden Stromkreis, wobei das Instrument von sämtlichen anderen Stromkreisen zweipolig abgeschaltet bleibt. Um eine weitere Meßleitung einzusparen, befindet sich in der Zweipolstreken-Spannungsleitung VI der Umschalter 8. Er schaltet entweder die eine oder andere Zweipolstrecke auf die Leitung VI. Der Schalter in Bild 3 vereinfacht sich, wenn man sich mit geringeren Strommessungen begnügt und z. B. auf die Heizstrom-, Gitter- und Hilfsanodenstrommessung verzichtet.

Welche Röhren können gemessen werden?

Die fünf Röhrenfassungen des Röhrenmeßstellen gestalten, mit Hilfe der Zusatzbuchsen A, B und G_1 die Messung einer großen Anzahl Empfängerröhren. Die Zusammenstellungen geben Auskunft, welche Typen in den einzelnen Fassungen meßbar sind.

Um andere Röhren messen zu können, die in der Zusammenstellung nicht aufgeführt sind, kann man entweder mit Hilfe von Umschaltern eine Ab- und Umschaltung der einzelnen Spannungen an die verschiedenen Anschlüsse der Röhrenfassungen vornehmen, oder weitere Röhrenfassungen anordnen. Die erste Möglichkeit entspricht weniger den Forderungen nach einfacher Bedienung; ferner besteht zu leicht die Gefahr von Bedienungsfehlern, die die Prüfröhre beschädigen oder zerstören. Außerdem müßte man für jede Röhre ein besonderes Prüf-schema mit genauer Angabe der notwendigen Umschaltungen ausarbeiten. Über den Nachteil des zuerst genannten Verfahrens gibt Bild 4 Auskunft, das die aus drei Stufenaltern bestehende Umschaltanordnung nur für eine Röhrenfassung (B) zeigt. Einfacher und billiger ist es, das zweite Verfahren zu verwenden und weitere Prüfungen für die noch nicht erfaßten Röhren einzubauen. Zu den fünf Fassungen in Bild 2 (A bis E) kommen 13 weitere Fassungen (F bis S) hinzu. Die Verdrahtung der jetzt 18 Röhrenfassungen ist ausführlich in Bild 5 dargestellt. Es empfiehlt sich, die einzelnen Sammelleitungen zu einer Leiste mit den Anschlüssen a bis 1 zu führen (vgl. auch Bild 2), um eine einfachere Leitungsüberprüfung zu ermöglichen. Die einzelnen Röhrenfassungen können natürlich auch nebeneinander eingebaut werden, je nach Platzverhältnissen. Die Aufstellung auf Seite 56 gibt die Röhren bekannt, die sich in den hinzukommenden Fassungen prüfen lassen.

Adapter-Prüfung.

Bei Adapterprüfungen wird die zu prüfende Röhre in die entsprechende Fassung des Röhrenmeßstellen gesteckt und der Adapterfackel S in die Röhrenfas-

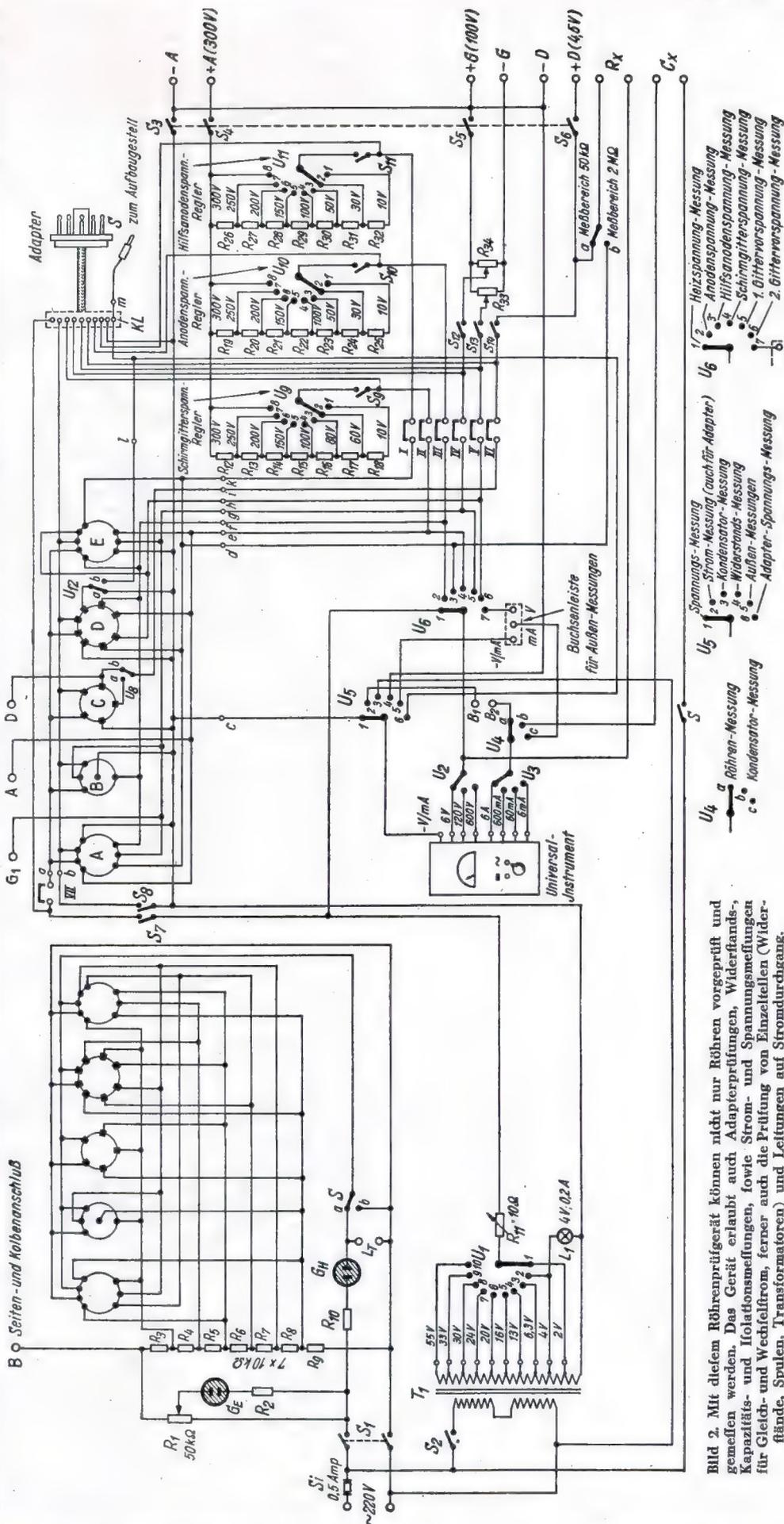


Bild 2. Mit diesem Röhrenprüfgerät können nicht nur Röhren vorgeprüft und gemessen werden. Das Gerät erlaubt auch Adapterprüfungen, Widerstands-, Kapazitäts- und Isolationsmessungen, sowie Strom- und Spannungsmessungen für Gleich- und Wechselstrom, ferner auch die Prüfung von Einzelteilen (Widerstände, Spulen, Transformatoren) und Leitungen auf Stromdurchgang.

lung der aus dem Empfangsgerät entnommenen Röhre. Um alle in den Aufstellungen erwähnten Röhren durch Adapterprüfung messen zu können, werden ebenso viele Adapterfackel notwendig, wie das Röhrenmeßgerät in Bild 2 Prüfungen enthält. Die bei der Adapterprüfung benötigten Anschlußleitungen des Röhrenmeßgerätes sind zu der Steckbuchsenan-

ordnung K_1 geführt. Die Steckbuchsenanordnung befindet sich entweder am Röhrenmeßgerät selbst (dann benötigt man für jeden Adapterfackel ein zugehöriges Anschlußkabel), oder sie bildet den Abschluß des unmittelbar aus dem Röhrenmeßgerät herauskommenden Anschlußkabels. Auf die Steckbuchsenanordnung ist dann der jeweilige Adapter-Röhrenfackel als

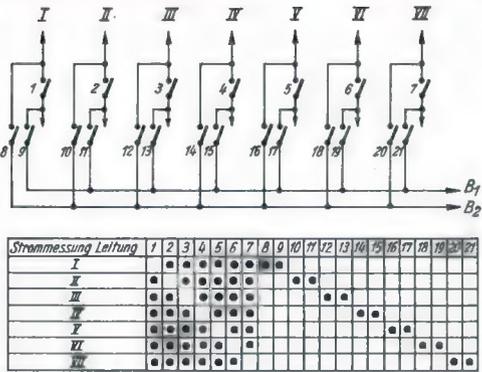
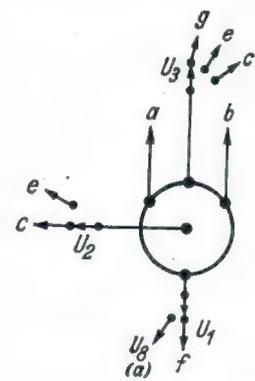


Bild 3. Schaltbild und Schalter-Diagramm für den Strommesser-Umschalter.

Zwischenstecker aufzustecken. Dieses letztere zweckmäßigere Verfahren macht also den Selbstbau von Zwischenfocckeln erforderlich. Es ist hinsichtlich der Bedienung bequemer. Die von der Steckbuchsenanordnung wegführende Leitung m muß mit dem Aufbaugefell des Rundfunkgerätes verbunden werden. Bevor wir bei der Adapterprüfung Prüfröhre und Adapterfocckel einsetzen, sind S₂ sowie der Kombinationsfocckel S₃...S₆ zu öffnen (Spannungsquellen des Röhrenmeßteiles abgefcckelt), der Umschalter U₅ in die 6. Raftstellung zu stellen (Voltmeter liegt dann nicht zwischen Kathode und +A, sondern zwischen Aufbaugefell und +A), wenn Spannungen gemessen werden sollen, und schließlich der bisher noch nicht erwähnte Kombinationsfocckel S₇...S₁₁ zu öffnen. Der zuletzt genannte Schalter trennt die Heizwicklung sowie die Widerstände für die Gitterspannungs- und Anoden-(Schirmgitter-, Hilfsanoden-) Spannungsregelung im Röhrenmeßteil ab, so daß Kurzschlüsse ufw. im Empfangsgerät ausgefcckelt werden. Bei gewöhnlichen Röhrenmessungen ohne Adapter sind sämtliche Kontakte des Kombinationsfocckels S₇...S₁₁ gefcckelt.

Links: Bild 4. Wenn man für die Leitungs- und Spannungsumschaltungen verschiedene Schalter (U₁, U₂ und U₃) benützt, kann man bei Stifröhren z.B. mit einer Röhrenfassung auskommen.

Eine gewisse Komplika-tion kann bei der Adapterprüfung von A- und C-Röhren dadurch entstehen, daß im Röhrenmeßteil die Masseverbin-dungen mit der Kathode verbunden sind, während im Rundfunk-gerät oft die Masseverbin-dungen zum Auf-baugefell führen. Bei Röhren mit Kathoden-widerständen zur Gitter-spannungserzeugung würden also diese Wider-stände kurzgeschlossen und damit die negative Gitter-vorspannung ausfallen. Um dies zu vermeiden, kann durch den Umschalter U₁₂ in Stellung b die Außen-metallisierung der A- und C-Röhren mit dem Auf-baugefell verbunden werden.



terspannungserzeugung würden also diese Widerstände kurzgeschlossen und damit die negative Gittervorspannung ausfallen. Um dies zu vermeiden, kann durch den Umschalter U₁₂ in Stellung b die Außenmetallisierung der A- und C-Röhren mit dem Aufbaugefell verbunden werden.

Widerstandsmessungen in zwei Bereichen.

Für die Messung von Widerständen ist das Buchsenpaar R_X vorgefchen. An den Meßbereich von 6 Volt wird der zu messende Widerstand in Reihe mit der 4,5-Volt-Spannungsquelle für die Zweipolstreckenmessung gefcckelt. Es lassen sich dann Widerstände von 0 bis 50 kΩ messen. Benützt man zur Widerstandsmessung den 120-Volt-Bereich des Meßinstrumentes und eine Spannung von 300 Volt, die durch U₁₁ einzustellen ist (Stufe 8), so kann man Widerstände von 0 bis 2 MΩ messen. Bei Widerstandsmessungen muß U₅ auf Stufe 4 gefcckelt werden, während der Umschalter U₂ den Meßbereich und U₇ die Meßspannung zu wählen haben. Da das verwendete Meßinstrument eine in Ohm geeichte Skala besitzt, kann auf die Wiedergabe der Formel zur Berechnung des gefuchten Widerstandwertes verzichtet werden.

Isolationsmessung für Kondensatoren.

Lädt man an den Buchsen R_X einen Kondensator auf, so läßt sich die Isolation des Kondensators prüfen. Nach Aufladung des Kondensators muß der Ausschlag des Instrumentes gleich auf 0 zurückgehen. Der Ausschlag ist mit zunehmender Kapazität größer. Die

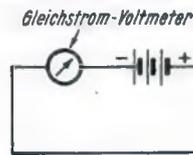


Bild 6. Grundfätzliche Schaltung für Widerstandsmessung.

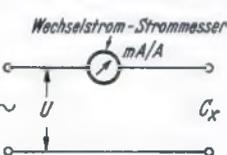


Bild 7. Die verwendete Schaltung für Kapazitätsmessung mit technischem Wechselstrom.

Faffung F ²⁾	RENS 1254 (AN 4126), RENS 1854 (AN 2127)
Faffung G ¹⁾	RENS 1234 (X 4123), RENS 1834 (X 2918), AK 1
Faffung H	RES 374 (L 427 D), RES 964 (L 496 D)
Faffung I ¹⁾	REN 704 d (U 4100 D), REN 1817 d (U 1718 D), BL 2
Faffung K	RGN 1404 (G 1404), RGN 1503 (G 1503), RGN 1054 (G 1054), RGN 1064 (G 1064), RGN 2004 (G 2004), RGN 504 (G 504)
Faffung L ³⁾	AB 1, BB 1
Faffung M ¹⁾	AF 3, AF 7, AH 1, CF 3, CF 7, CH 1, EH 1, EF 1, EF 2, EF 3 Cu-Bi, EF 7 Cu-Bi, EL 1, EL 1 Cu-Bi, KF 3, KF 4
Faffung N ¹⁾	ABC 1, CBC 1, KBC 1
Faffung O	KDD 1
Faffung P	ECL 11, UCL 11
Faffung Q	EBF 11, EBC 11, UBF 11
Faffung R	EB 11
Faffung S	EZ 11, EZ 12, UY 11

1) Unter Benutzung der Hilfsbuchfe G₁.
2) Unter Benutzung der Hilfsbuchfe A.

3) Unter Benutzung der Hilfsbuchfe D.

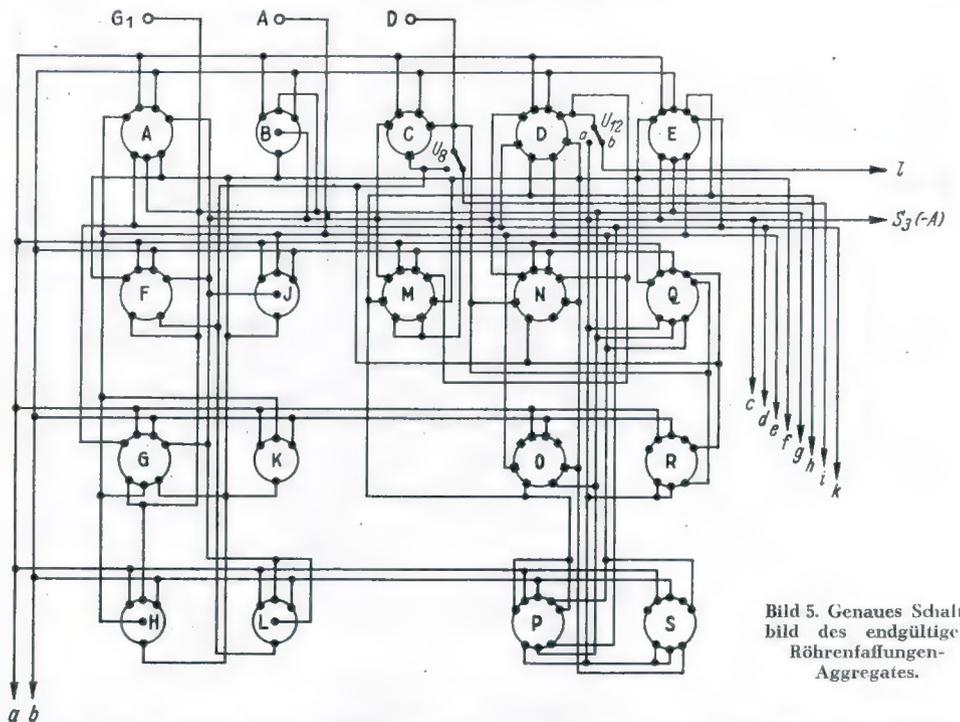


Bild 5. Genaues Schaltbild des endgültigen Röhrenfassung-Aggregates.

Isolation des Kondensators ist um so schlechter, je länger der Ausschlag des Instrumentes beobachtet werden kann.

Kapazitätsmessungen mit Netzwechselstrom.

Bei Kapazitätsmessungen innerhalb des Bereiches von 2000 pF bis 50 µF wird der zu messende Kondensator an die Buchsen R_X angefcckelt. Zuvor bringen wir den Schalter U₁ in Schalfstellung b und schalten U₂ zunächst auf den größten Strombereich (6 Amp.). Sodann muß Schalter U₁ auf Stellung b gefcckelt werden, während S gefcckelt wird. Es liegt dann der zu messende Kondensator in Reihe mit dem als Strommesser gefcckelten Meßinstrument am Wechselstromnetz. Bei einem 50 periodigem Wechselstromnetz berechnet man die Kapazität wie folgt:

$$C (\mu F) = \frac{I (mA) \cdot 1.000.000.000}{U (Volt) \cdot 314}$$

Zu beachten ist, daß das Meßinstrument auf Wechselstrommessung zu schalten ist, die Prüfungung des Kondensators berücksichtigf werden muß und Elektrolytkondensatoren ohne weiteres nicht geprüft werden dürfen. Für Elektrolytkondensatoren müßte eine Gleichspannung die Prüfwechselspannung überlagern.

Spannungs- und Strom-Außenmessungen.

Soll das Meßinstrument getrennt verwendet werden, so schaltet man U₃ auf Kontakt 5, U₁ auf Kontakt c und U₅ auf Kontakt 7. Die Anschlüsse des Meßinstrumentes können dann an der Buchsenleiste für Außenmessungen abgegriffen werden. Mit Hilfe von U₂ und U₃ sind die Meßbereiche einstellbar, während die Stromartumschaltung am Meßinstrument selbst gefchieht.

Prüfung von Widerständen und Leitungen.

Schließlich können wir bei abgefcckeltem Röhrenmeßteil noch Widerstände und Leitungen auf Strom-

durchgang mit Hilfe der Glimmlampe G₁₁ im Röhrenvorprüfgerät prüfen. Zu diesem Zweck ist S₁ einzuschalten und der zu prüfende Widerstand bzw. Spule, Transformator oder Leitung an das Buchsenpaar L_T anzuschließen. Bei Leitungsunterbrechung leuchtet die Glimmlampe nicht auf. Werner W. Diefenbach.

Die Langpielplatte ist da

Die Leipziger Frühjahrsmesse hat endlich die seit langem erwartete Langpielplatte — d. h. die Schallplatte von wesentlich verlängerter Spieldauer — gebracht. Allerdings nicht in der Form, daß man auf einen vorhandenen Plattenpieler ohne jede Änderung einfach die neue Platte auflegen kann, die nun statt bisher drei beispielsweise zehn Minuten Spieldauer besitzt. Das war ja auch nicht zu erwarten, denn mehr als vier bis fünf Rillen je Millimeter kann man einfach nicht unterbringen. Die neue Langspielplatte, über die wir übrigens im nächsten Heft ausführlich berichten werden, wendet vielmehr ein abweichendes Prinzip an. Während die normale Schallplatte von Anfang bis zu Ende mit gleichbleibender Umdrehungszahl läuft und die Nadelfcckwindigkeit entsprechend von der äußersten Rille bis zur inneren stetig abnimmt, arbeitet die Langpielplatte Dank eines besonderen zwischen Motorachse und Tellerachse eingefcckelten stufenlos regelnden Getriebes mit konstanter Nadelfcckwindigkeit und dafür mit veränderlicher Umdrehungszahl. Während die Nadel in der äußersten Rille gleitet, läuft die Platte am langsamsten (z. B. 33 U/min.), in der inneren Rille läuft sie am schnellsten (z. B. 78 U/min.). Nach diesem Prinzip lassen sich auf einer 15-cm-Platte z. B. 7 Minuten, auf einer 30-cm-Platte 15 Minuten Spieldauer unterbringen. Und was das Wichtigste ist: man baut Zwischengetriebe, mit denen man vorhandene Plattenpieler auf die Langpielplatte einrichten kann.

Stahlröhren-Dreikreifer für Wechselstrom

Stahlröhren-Dreikreis-Sechsröhren-Geradeempfänger / Mittel- und Langwellen / Schwundausgleich / Magisches Auge / Bandbreiteregung durch hochfrequente Gegenkopplung / Klangfarbenreglung durch niederfrequente Gegenkopplung / Sprach-Mufik-Schalter / Tonabnehmeranschluß / Starke Fünfpol-Endröhre mit 4,5 Watt Sprechleitung

Die Schaltung.

Im Antennenkreis befindet sich ein hochwertiger Sperrkreis, der jedoch vielfach entbehrlich ist bzw. nur sehr lose angekoppelt zu werden braucht¹⁾. L₁ ist eine kleine Scheibenspule, die als Antennenverlängerungsspule dient. Die beiden Hochfrequenzröhren arbeiten mit induktiver Ankopplung. Zur Vermeidung von wilden Schwingungen liegen in ihren Anodenkreisen Widerstände von 100 Ω. T₁, T₃, T₅ sind die Abgleichtrimmer der Mittelwellenkreise; T₂, T₄, T₆ die der Langwellenkreise. Zur Empfangsgleichrichtung ist die eine Strecke der Doppelzweipolröhre EB 11 eingeleitet; an der anderen Zweipolstrecke wird die Regelfspannung für die raufcharme EF 13 (Rückwärtsregelung) und das Fünfpolsystem der EFM 11 (Vorwärtsregelung) abgenommen.

Tr₃ besitzt eine Wicklung 4-5, die mit P₃ verbunden ist, mit geerdeter Mittelanzapfung. Der Schleifer von P₃ steht über einen Widerstand von 5 kΩ mit den Wicklungen 4-5 von Tr₂ in Verbindung. Hierdurch kann eine veränderliche hochfrequente Gegenkopplung, die die Bandbreite vergrößert, bzw. eine hochfrequente Rückkopplung eingestellt werden, die die Trennschärfe erhöht.

Zur niederfrequenten Lautstärkeregelung ist P₁ vorgesehen. Die niederfrequente Gegenkopplung zwischen EFM 11 und EL 11 ist sehr sorgfältig an den Frequenzgang des Empfängers angeglichen worden. P₂ dient als Klangfarbenregler, und der Sprache-Mufik-Schalter S₂ paßt den Klangcharakter der empfangenen Sendung bestens an. Der Netzteil ist normal aufgebaut und enthält einen hochfrequenten Störschutz (F 206). U₇ schaltet den Tonabnehmer an. Durch die Kondensatoren zu 5000 und 200 pF an den Anschlüssen 7 der L-Spulen von Tr₂ und Tr₃ wird die richtige Anpassung an Tr₁ erreicht, so daß sich die Abgleichung des Empfängers sehr leicht durchführen läßt. Interessant ist schließlich an der Schaltung noch, daß die EF 12 ihre Gittervorspannung vom Gestell über die Mittelanzapfung 8 von Tr₃ - Spule 4-5 von Tr₃ - P₃ - 5 kΩ - Wicklungen 4-5 von Tr₂ - Wicklung 7-6 von Tr₂ erhält.

Die Spulenzätze.

Für die Hochfrequenztransformatoren Tr₁-Tr₃ wurden sog. Einheitspulen mit Hochfrequenzkernen verwendet²⁾. Sie erhalten - falls sie selbst gewickelt werden - folgende Daten:

¹⁾ Siehe den Aufsatz „Die richtige Handhabung des Sperrkreises“ in Heft 1/1940.
²⁾ Siehe Heft 13 und 36/1938.

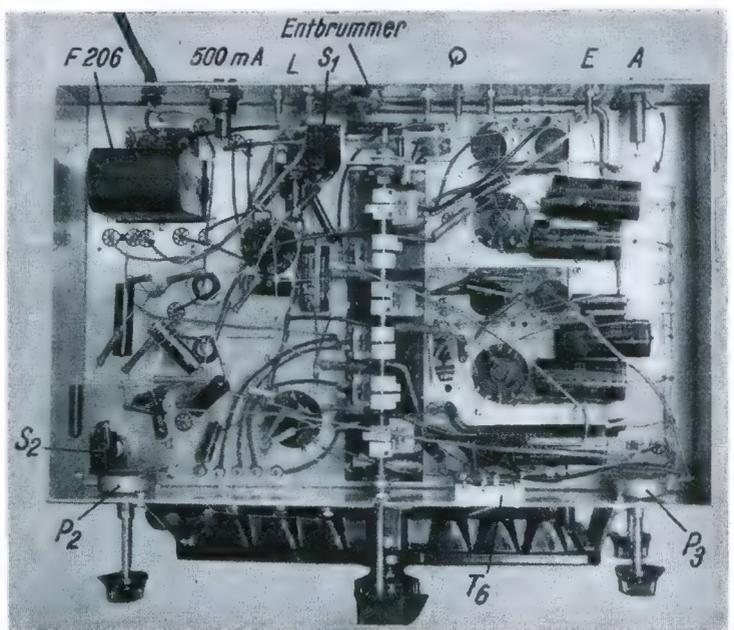
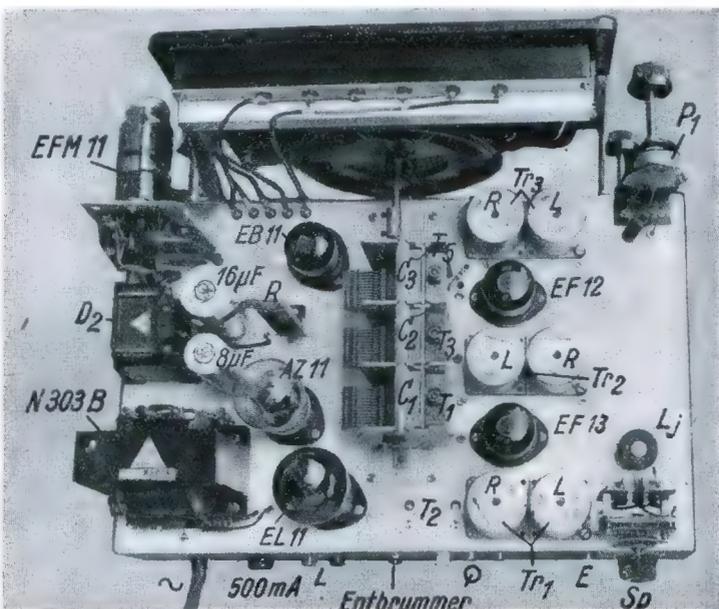
Wicklung	Kammer	Windungszahl	HF-Litze
Tr ₁	R 6-7	I-IV	4×20
	R 1-2	V	15
	L 6-7	I-IV	4×60
	L 1-2	V	50
Tr ₂	R 6-7	I-IV	4×20
	R 4-5	V unten	10
	R 1-2	V oben	30
	L 6-7	I-IV	4×60
	L 4-5	V unten	20
	L 1-2	V oben	100
Tr ₃	R 6-7	I-IV	4×20
	R 4-8-5	V unten	10 + 10
	R 1-2	V oben	30
	L 6-7	I-IV	4×60
	L 1-2	V	100

Alle Wicklungen werden in gleichem Windungssinn aufgebracht. Die niedrigere Zahl bedeutet stets den Anfang einer Wicklung.

Der Aufbau

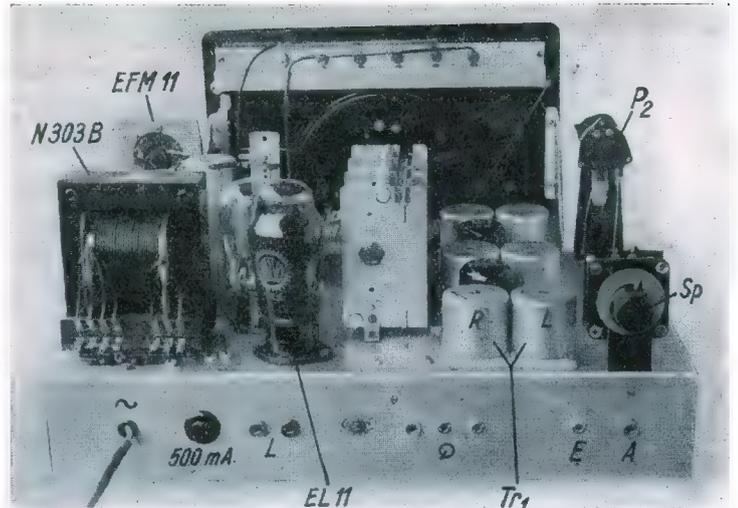
wird auf einem kräftigen, vierseitig abgebohenen Aluminiumgestell durchgeführt. Die große übersichtliche Frontkala wird mit zwei Winkeln vor das Gestell gesetzt; sie kann auf diese Weise der Adishöhe des Dreifachdrehkondensators genau angepaßt werden, ohne daß Ausparungen im Gestell angebracht werden müssen. Alle weiteren Einzelheiten über die Anordnung der Einzelteile sind den Bildern und dem zugehörigen Text zu entnehmen.

In bezug auf die Leitungsführung ist zur Vermeidung wilder Kopplungen zu bemerken, daß jede Hochfrequenzstufe auf der Unterseite des Gestells durch ein Abschirmblech abgeteilt wird. In den so entstehenden Kammern werden alle Teile einer Hochfrequenzstufe untergebracht. Die Statoranschlüsse der Drehkondensatoren werden zunächst auf der Oberseite des Gestells verlegt und durch keramische Durchführungsbuchsen verlustfrei unmittelbar neben dem Röhrenaufstellungsanschluß durch das Gestell geführt.



Der Stahlröhren-Dreikreifer in der Innenansicht, links von oben, rechts von unten gesehen. — Die Draufsicht auf das Gerät läßt die Anordnung der Einzelteile auf dem Gestell erkennen. Die Abstimmanzeigeröhre ist auf einem kräftigen, seitlich versteiften Aluminiumwinkel waagrecht montiert. — Das verdrahtete Gestell von unten (rechtes Bild) zeigt deutlich die besonders gezogene all-

gemeine Bezugsleitung (rechten Rand beachten!). Die Trimmer T₂, T₄ und T₆ sind so angeordnet, daß sie bequem während des Betriebes verstellt werden können (T₂ und T₄ von oben, T₆ von der Frontseite her). — Die Achsen der Regler werden durch Kupplungsmuffen und Achsstücke entsprechend verlängert, soweit sie nicht bereits mit langen Achsen geliefert werden.



Frontansicht des Empfängers, die Anordnung der Bedienungsknöpfe zeigend. Rechts von der Frontkala befindet sich in gleicher Höhe wie P₁ die Abstimm-
anzeigeröhre EFM 11. Die Antennenverlängerungspule LJ wird mit ihrer Befestigungs-
spindel etwa 2 cm über dem Gestell montiert.

Die Rückansicht zeigt, daß der Netztransformator auf kräftigen Unterlegflächen
etwas erhöht befestigt wird, damit darunter in einem passenden Ausschnitt des
Gestells die Störbrützdrossel Platz findet. Der Sperrkreis Sp wird erhöht montiert.

Sie müssen möglichst kurz ausfallen und werden durch Sineper-
perlen isoliert. Eine Abschirmung ist nicht nötig. Die Fußpunkte der
Rohrkondensatoren und Widerstände der einzelnen Hoch-
frequenzstufen werden nicht mit dem Gestell, sondern mit einer
besonders verlegten Bezugsleitung verbunden, die unmittelbar
an die Erdbuchse herangeführt wird. An dieser werden also die
Hochfrequenzleitungen geerdet und mit dem Gestell verbunden.
An die Bezugsleitung werden auch die Rotoranschlüsse der Dreh-
kondensatoren durch besondere Leitungen herangeführt. Hier-
durch werden Rückwirkungen zwischen den einzelnen Kreisen auf
ein Mindestmaß herabgesetzt, so daß der Empfänger keine innere
Schwingneigung besitzt und stabil arbeitet. Beim Einlöten der
Rohrkondensatoren ist zu beachten, daß das mit E bezeichnete
Ende stets nach der Erdseite kommt.

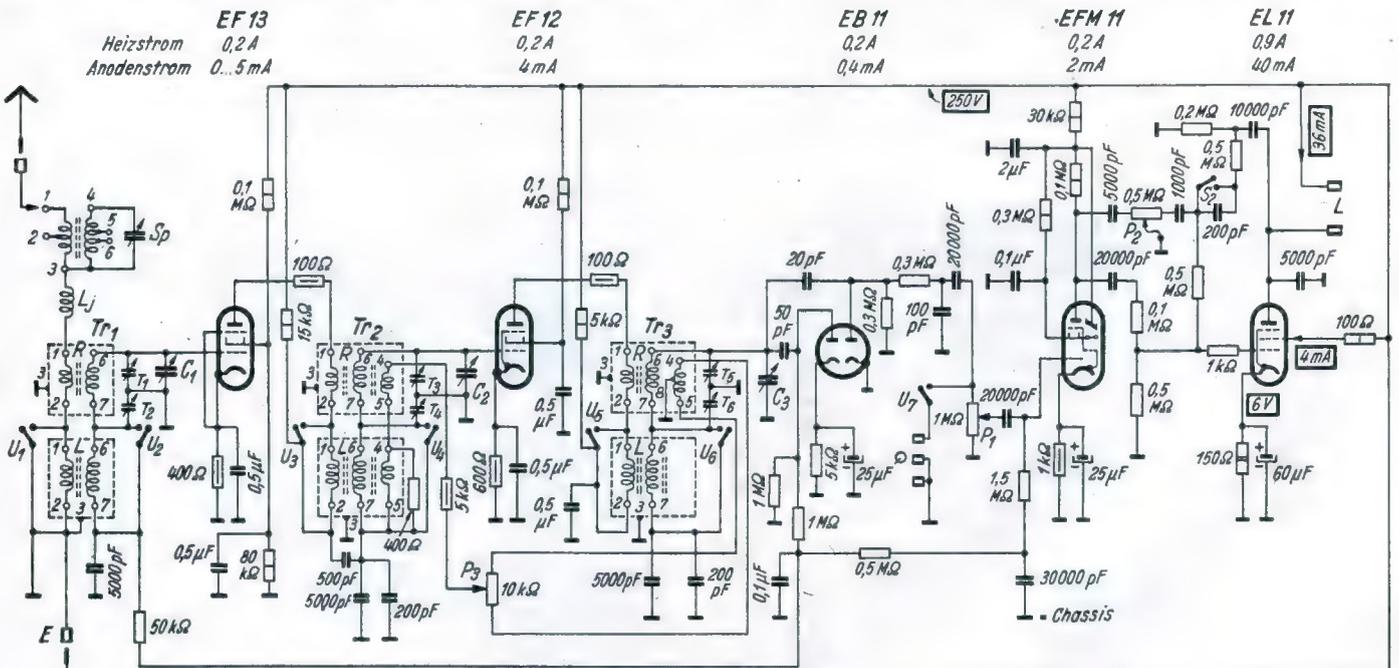
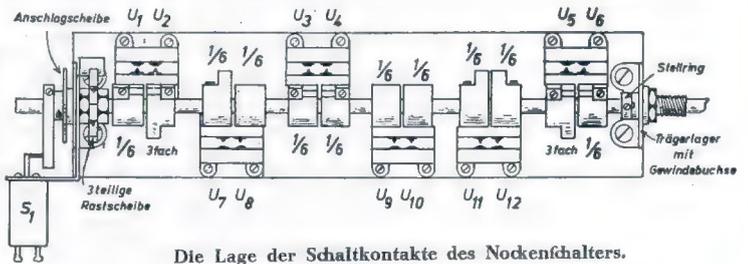
Die Trimmer T₂, T₄ und T₆ sind notwendig, damit die Abgleichung
mit der Skaleneichung in Übereinstimmung gebracht werden kann.

Die Inbetriebnahme und Abgleichung

des Empfängers ist sehr einfach und läßt sich auch ohne Meß-
sender mit hinreichender Genauigkeit an Hand des Empfangs

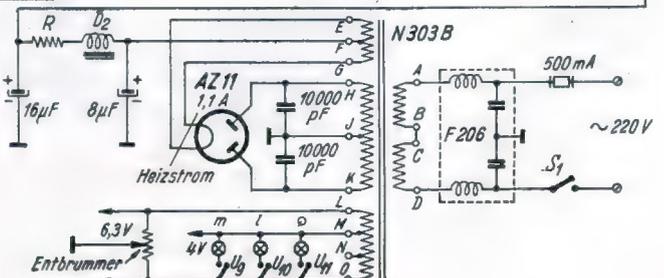
starker Sender durchführen, wenn der Spulensatz fertig gewickelt
und abgeglichen bezogen wird. Bei Nachstellen der Abgleichtrim-
mer braucht nur das Magische Auge beobachtet zu werden, dann
findet man schnell die richtige Stellung. Zunächst ist der Empfän-
ger ohne Rücksicht auf die Skaleneichung abzugleichen. Dann läßt
sich durch entsprechendes Verstellen der Trimmer der Empfänger
ohne Schwierigkeit der Skaleneichung anpassen.

Wiedergabe und Trennschärfe sind ausgezeichnet. Hans Sutaner.



Schaltstellung	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆	U ₇	U ₈	U ₉	U ₁₀	U ₁₁	U ₁₂	S ₁
0 aus	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1 200-600 m	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2 800-2000 m	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3 Schallplatten	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Kontakt offen ○ Kontakt geschlossen ●													
Nocken	1/6	3/1	1/6	1/6	3/1	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	N/62

Die Schaltung des Dreikreifers mit Stahlröhren
mit dem Nockenschalterschema.



Stückliste für den Stahlröhren-Dreikreier

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

- 1 Dreifach-Drehkondensator 3×560 pF (C_1, C_2, C_3) (Gleichlaufgenauigkeit $\pm 0,5\%$)
- 1 Einbauferrkreis S_1
- 1 Montagewinkel hierzu
- 1 Antennenverlängerungsspule L_1
- 3 Einheitspulenätze „Spezial“ (TR_1, TR_2, TR_3)
- 1 Widerstand $R = 1000 \Omega$ mit Füßchen

Für den Nockenhalter:

- 6 Kontakteinheiten mit Feinfilberkontakten
- 1 Grundplatte 200 mm lang
- 1 Trägerlager mit Gewindebuchse
- 1 einfaches Trägerlager
- 2 Rafffedern (übereinanderlegen, eine wird gekürzt)
- 1 dreiteilige Raffscheibe
- 1 Netzschalter S_1
- 1 Anschlagfelbe
- 1 Achse 30 cm lang
- 1 Stellring
- 10 Frequenzschaltknocken 1/6
- 2 Frequenzschaltknocken 3 fach
- 1 Schaltnocke für Netzschalter S_1
- 1 Zeigerknopf braun
- 4 berührungssichere Steckerbuchsen
- 3 Steckerbuchsen
- 4 Drehkondensatorachsen 100 mm lang
- 4 Kupplungsmuffen

- 4 Nafenkнопfen braun
- 10 m Schaltdraht
- 1 Frontkala mit Wellenbereich-Schildchen „mittel“ und „lang“
- 3 Faffungen für Beleuchtungslämpchen
- 3 Beleuchtungslämpchen $4V/0,3A$
- 3 Sofittenslämpchen $4V/0,3A$
- 1 Stecker- und Buchsenleiste
- 1 Paar Befestigungswinkel
- 1 Wellenbereichschildchen „Grammophon“
- 1 Abdeckung für das Magliche Auge
- 1 Aluminiumchassis $400 \times 250 \times 70$ mm, vierseitig abgebohrt

Röhrenkondensatoren:

- 2 Stück 200 pF, 3 Stück 5000 pF, $\pm 5\%$, Prüffpg. 1500 V — Je 1 Stück 500, 20, 50, 100, 200, 1000, 10 000, 30 000 pF (Prüfspannung 1500 V—)
- 2 Stück 5000 pF, Prüflspannung 1500 V—
- 3 Stück 20 000 pF, Prüflspannung 1500 V—
- 2 Stück 10 000 pF, Prüflspannung 2250 V—
- 1 Stück 0,1 μF , Prüflspannung 750 V—
- 1 Stück 0,1 μF , Prüflspannung 1500 V—
- 5 Stück 0,5 μF , Prüflspannung 1500 V—
- 1 Becherkondensator 2 $\mu F/750$ V—
- 2 Elektrolytkondensatoren 25 $\mu F, 10/12$ V—
- 1 Elektrolytkondensator 60 $\mu F, 15/18$ V—

- 1 Elektrolytkondensator 8 $\mu F, 500/550$ V—
- 1 Elektrolytkondensator 16 $\mu F, 500/550$ V—

Widerstände:

- Je 1 Stück 600 $\Omega, 50, 100, 200$ k $\Omega, 1,5$ M Ω zu 0,5 Watt
- Je 2 Stück 100, 400 $\Omega, 1, 5, 300$ k Ω zu 0,5 Watt
- 4 Stück 500 k Ω zu 0,5 Watt
- 2 Stück 1 M Ω zu 0,25 Watt
- Je 1 Stück 5, 15, 30, 80, 300 k Ω zu 1 Watt
- 3 Stück 100 k Ω zu 1 Watt
- 1 Stück 100 Ω zu 1 Watt
- 1 Stück 150 Ω zu 2 Watt
- 1 Potentiometer $P_1 = 1$ M Ω log.
- 1 Potentiometer $P_2 = 500$ k Ω log. mit Zug-Druck-Schalter S_2
- 1 Potentiometer $P_3 = 10$ k Ω arithm.
- 1 Entbrummer 100 Ω
- 10 keramische Durchführungsbuchsen
- 1 Netztransformator N 303 B: Primär 110/220 V Sekundär: 2×300 V/50 mA, 4/6,3 V, 5/2 A, 4 V/1,1 A
- 1 Netzdroffel D 2: 1050 $\Omega, 27$ H bei 50 mA Beladung
- 1 Netz-HF-Droffel F 206
- 6 Einbaufassungen für Stahlröhren
- 3 Trimmer: T_2, T_4, T_6
- 1 Sicherungsbauelement, runde Form mit Fein- ficherung 500 mA

Röhren: EF 13, EF 12, EB 11, EFM 11, EL 11, AZ 11

Ein vielseitiges Meß- und Prüfgerät

Das hier beschriebene Gerät soll dem Funktechniker zeigen, wie er sich durch geeigneten Zusammenbau von vier Schaltungsteilen, nämlich HF-Oszillator, NF-Oszillator, Audion und Verstärker, ein recht vielseitiges Gerät aufbauen kann. Durch Herausführen aller wichtigen Schaltungspunkte an Buchsen lassen sich auf einfache Art und Weise alle Stufen getrennt und ebenso in verschiedenen Kombinationen anwenden. Die nachfolgenden dieser Anwendungsmöglichkeiten sollen im folgenden beschrieben werden.

1. Empfänger.

In diesem Falle arbeiten die Röhren AF 7 und AL 4 als Geradeempfänger. Die AF 7 wurde mit Berücksichtigung des symmetrischen Aufbaues als HF-Oszillator mit Kathodenrückkopplung ausgeführt, die sich in durch ihren konstanten Schwingungseinsatz über den ganzen Bereich (auch auf Kurzwellen) und 2. durch die einfache Umschaltmöglichkeit der Spulen bestens bewährt hat (Bild 2).

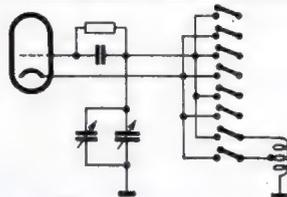
Die Rückkopplung wird durch den Regler R_{10} eingestellt. Die Antenne kommt in Buchse C. Der Kondensator C_{11} kann hier als Bandkondensator benutzt werden. An die Endstufe kann ein hochohmiger Lautsprecher (H) und ein niederohmiger (6Ω ; K) angeschlossen werden.

2. Verstärker.

Es ist möglich, beide Röhren entweder einzeln oder hintereinander zu betreiben. Der Eingang der AF 7 liegt zwischen Buchse E und Masse und der Eingang

der AL 4 zwischen Buchse G und Masse. Durch S_4 lassen sich die beiden Stufen trennen. Bei getrenntem Betrieb der AF 7 hat man einen hochohmigen Ausgang (F-M), dagegen sind bei der AL 4 — wie schon als Endstufe beim Empfänger darauf hingewiesen — ein hochohmiger Ausgang H und ein niederohmiger Ausgang K vorhanden, und zwar läßt sich der hochohmige Ausgang durch S_5 auf induktiv (Ausgangstransformator-Primärwicklung) und ohmisch

Bild 2. Die Umschaltung der Spulen.



(R_{17}) umschalten. Die Eingangsspannung der AL 4 läßt sich durch R_{15} regeln.

3. Meßsender.

Der HF-Oszillator arbeitet als sog. ECO und hat damit dessen günstige Eigenschaften in bezug auf Stabilität. Die Modulation erfolgt über das Bremsgitter. Der Ausgang ist für einen äußeren Spannungsteiler gedacht (s. u.). Durch S_1 lassen sich drei verschiedene Anodenwiderstände einschalten, und zwar

Es sei nachdrücklich darauf hingewiesen, daß der Bau, Besitz und Betrieb dieses als Röhren-Wellenmeter gehaltenen Meß- und Prüfgerätes den Besitz einer Genehmigung durch die Deutsche Reichspost zur Voraussetzung hat. Wer über diese Genehmigung nicht verfügt, verstößt gegen das Schwarzlendergesetz; derartige Verstöße werden u. a. mit Zuchthausstrafe geahndet.

ein ohmscher von 2000 Ω (R_3), eine HF-Droffel, deren Eigenresonanz über 2500 m liegt, und eine KW-Droffel. Die Ausgangsspannung steigt in der Nähe der Resonanz dieser Droffeln bis etwa 100 Volt an. Legt man die Spannung an einen Oszillographen, so kann der Modulationsgrad einwandfrei bestimmt werden; die Modulationspannung nimmt man dabei zwischen B-M ab (Modulationstrapez). Im normalen Falle wird allerdings der ohmsche Widerstand eingeschaltet. Zur Modulation des Oszillators sind folgende Möglichkeiten vorhanden:

1. Unmoduliert.
 2. Moduliert mit 400 Hz durch eingebauten NF-Oszillator, nicht vollkommen sinusförmig, $K \approx 10\%$. (S_2 geschlossen).
 3. Moduliert über Verstärker (S_3 geschlossen); Modulationsgrad-Reglung durch R_{15} .
 4. Moduliert mit Rundfunk (S_4 und S_5 geschlossen).
 5. Direkt moduliert (Buchsen B-M), zur hundertprozentigen Modulation sind an R_2 etwa 10 Volt nötig.
- In Bild 3 ist die Möglichkeit eines Ausgangsspannungsteilers unter Verwendung einer Regelröhre ge-

Bild 1. Gesamtschaltung des Gerätes

Widerstände:

- $R_1, R_9 = 3$ k Ω
- $R_2, R_{13}, R_{20} = 0,2$ M Ω
- $R_3 = 2$ k Ω
- $R_4, R_{22} = 30$ k Ω
- $R_5 = 50$ k Ω
- $R_6 = 40$ k Ω
- $R_7, R_{11}, R_{19} = 0,1$ M Ω
- $R_8, R_{15} = 1$ M Ω
- $R_{14} = 500 \Omega$
- $R_{16} = 150 \Omega$
- $R_{17}, R_{21} = 5$ k Ω

Regler:

- $R_{10} = 100$ k Ω lin.
- $R_{13} = 0,5$ M Ω log.
- $R_{18} = 0,5$ M Ω lin.

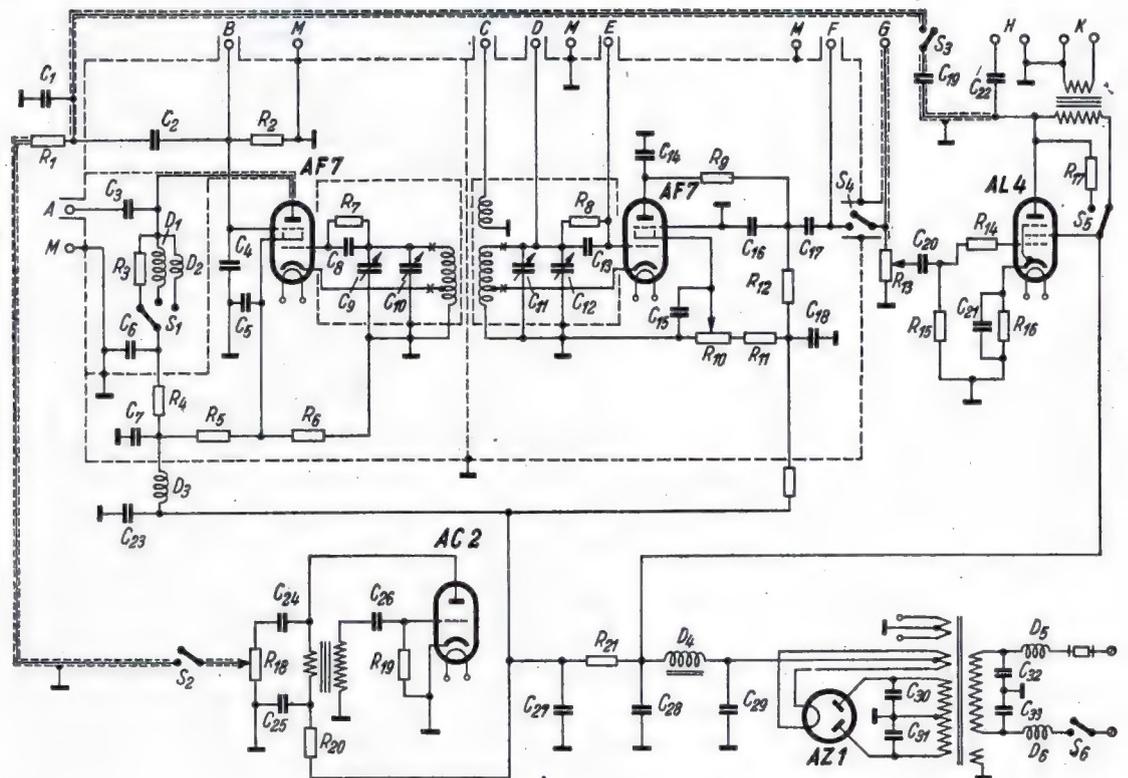
Kondensatoren:

- $C_1, C_4, C_8, C_{13} = 100$ pF
- $C_2, C_{19}, C_{20} = 10 000$ pF
- $C_3 = 200$ pF
- $C_5, C_6, C_{15}, C_{17} = 0,1 \mu F$
- $C_7, C_{23} = 0,05 \mu F$
- $C_9, C_{12} = 500$ pF
- $C_{10}, C_{11} = 10$ pF
- $C_{14}, C_{16} = 50$ pF
- $C_{18}, C_{27} = 1 \mu F$
- $C_{21} = 50 \mu F, 10$ V
- $C_{25}, C_{28} = 0,5 \mu F$
- $C_{24}, C_{30}, C_{31} = 20 000$ pF
- $C_{26} = 2500$ pF
- $C_{28} = 10 \mu F, 450$ V
- $C_{29} = 8 \mu F, 450$ V
- $C_{32}, C_{33} = 5000$ pF

Droffeln:

- $D_1, D_3, D_5, D_6 =$ HF-Droffel
- $D_2 =$ KW-Droffel
- $D_4 =$ Netz-Droffel

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser.



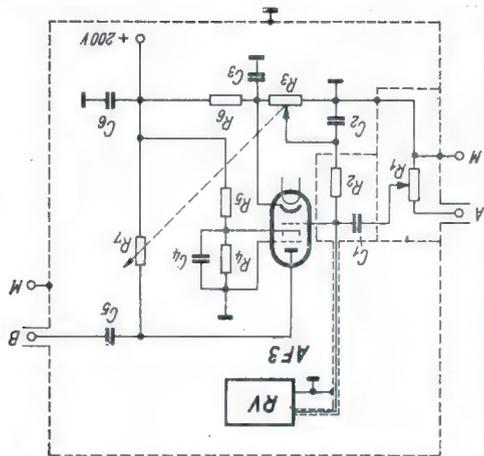


Bild 3. Der Ausgangsspannungsteiler.

- R₁ = Regler 100 kΩ lin.
- R₂ = 1 MΩ
- R₃ = Regler 30 kΩ
- R₄ = 40 kΩ
- R₅ = 50 kΩ
- R₆ = 70 kΩ
- R₇ = Regelwiderstand 5—500 Ω
- C₁, C₅ = 200 pF
- C₂, C₃ = 0,1 μF
- C₄, C₆ = 0,5 μF

zeigt. Durch Bedienung der beiden Regler mit einer Achse ist es möglich, mit den gegebenen Werten eine Regelung von 100000 : 1 zu erreichen, d. h. von etwa 100 mV bis 1 μV. Damit am Eingang des Spannungsteilers immer 0,1 Volt liegen, find ein Röhrenvoltmeter (RV) und der Regler R₇ vorgegeben. Durch eine lange Speiseleitung aus abgeschirmtem Kabel

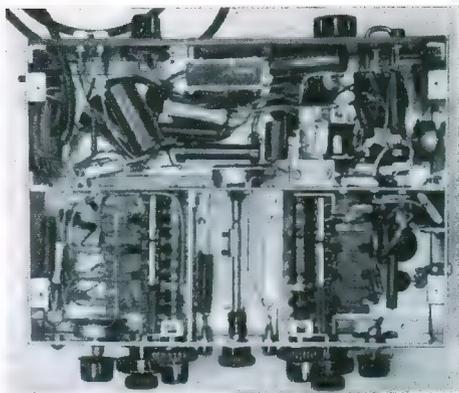


Bild 5. Ansicht des Gerätes von unten.

geföhaltet. Zuvor war das Audion auf den Meßender abgestimmt. Nach Zuföhhalten von C_x dreht man den Abtimmkondensator soweit heraus, bis der Meßender wieder erscheint (Schwebungsnull), dann ist C_x gleich ΔC auf der in pF geeichteten Skala. Bei Kapazitäten von C_x ≤ 10 pF benutzt man C₁₁ als Vergleichskondensator und kann somit 0,1 pF < 1 Grad auf der Eichkurve genau ablesen (Skala mit 100 Grad). Voraussetzung für die unabhängige Eichung der beiden im Abtimmkreis parallelgeschalteten Drehkondensatoren ist eine Bezugsstellung des 10-pF-Drehkondensators, die bei 50 Grad gewählt wurde.

Für die Abtimpfpulen wurden Siemens-H-Kerne verwendet; die Wickelraten sind in folgender Tabelle zusammengefast:

Bereich in m	Windung	Anzapfung Aud.	Anzapfung Ofz.	Selbstinduktion	Litze
18—64	6	1	2	2,05 μH	20 × 0,05
60—214	21	2	5	0,025 mH	20 × 0,05
200—710	72	4	15	0,28 mH	20 × 0,05
700—2500	254	10	50	3,4 mH	3 × 0,07



Bild 4. Außenansicht des Meß- und Prüfgerätes.

wird der mit feinen Stromquellen vollkommen abgeschirmte Spannungsteiler mit dem Meßender verbunden; man hat dabei die Möglichkeit, aus dem praktisch nicht ganz vermeidbaren Streufeld des Ofzillators herauszukommen. Die HF-Spannung wird zwischen B-M abgenommen (Bild 3).

4. Meßgerät für kleine Kapazitäten.

Häufig ist es in der Rundfunkpraxis nötig, kleine Kapazitäten zu bestimmen: z. B. Anfangskapazitäten von Drehkondensatoren und Trimmern, Kapazitäten abgeschirmter Leitungen, Schaltkapazitäten usw. Solche Messungen sind mit dem Gerät leicht möglich. Die zu messende Kapazität C_x wird zwischen D-M

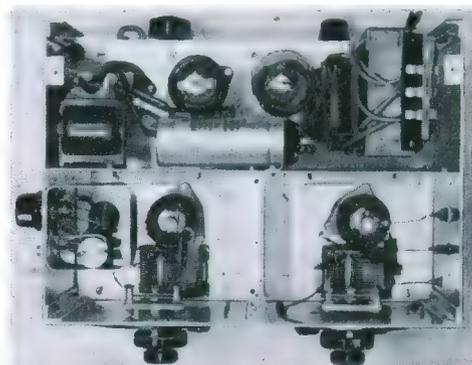


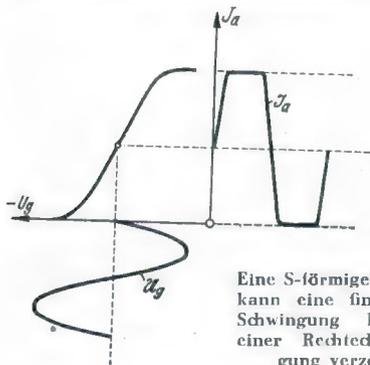
Bild 6. Innenansicht des Gerätes.

Das ganze Gerät ist in einen Aluminium-Kasten DIN A 4 eingebaut, wobei Audion und Ofzillator vollkommen voneinander abgeschirmt sind.

Wolfgang Rentfch.

Empfänger-Endstufen als Störlender?

Wer viel mit Empfängern, Verstärkern, Meßgeräten und Sendern aller Art experimentiert, dem ist sicher schon einmal folgendes begegnet: Wenn beispielsweise bei Messungen mittels eines Kathodenstrahl-ofzilloskophs im gleichen Raume ein Rundfunkgerät arbeitete, ertönten bei Veränderung der Frequenz am Kippgerät verschiedene Pfeiftöne im Lautsprecher.



Eine S-förmige Kennlinie kann eine sinusförmige Schwingung leicht zu einer Rechteck-Schwingung verzerren.

Ähnlich sieht es mit Geräten, die eine praktisch rechteckige Schwingung erzeugen, wie Multivibratoren (z. B. zweistufigen, in sich rückgekoppelten Widerstandsverstärkern), und zur Erzielung rechteckiger Schwingungsform stark übersteuerten Verstärkerröhren. An sich ist diese Erscheinung weiter nicht verwunderlich, denn die im Kippgerät des Kathodenstrahl-ofzilloskophs erzeugten Schwingungen haben Sägezahnform, enthalten also sehr viele, verhältnismäßig starke Oberschwingungen der Grundfrequenz; ebenso sind in den rechteckigen Schwingungen viele starke Oberschwingungen enthalten. Die Arbeitskennlinie beispielsweise von Fünfpölröhren ist innerhalb eines gewissen Bereiches praktisch geradlinig, oberhalb und unterhalb dieses Bereiches jedoch biegt sie verhältnismäßig scharf um. Wie an einer solchen S-förmigen Kennlinie eine „reine“ Schwingung zu großer Amplitude zu einer nahezu rechteckigen Schwingungsform verzerrt wird, veranschaulicht die Skizze. Infolge des erheblichen Oberschwingungsgehaltes besteht durchaus die Möglichkeit, daß bei starker Übersteuerung die in den Hochfrequenzbereich fallenden Oberschwingungen durch lange Laufprecherleitungen, durch Rückwirkung auf die nahe an den Laufprecherleitungen vorbeiföhrende Antennenleitung usw. ausgeföhrt werden und benachbarte Empfänger föhren. Bei empfindlichen Empfängern kann durch Rückföhderung der von der Endröhre bei Übersteuerung abgegebenen Oberschwingungen an den Empfänger-

eingang eine Störung auftreten. Es ist nun ganz interessant, einmal die Größenordnung der auf diese Weise sich ergebenden Störspannungen kennenzulernen. Man kann das rechnerisch machen oder meßtechnisch, indem man im ersteren Falle die verzerrte Schwingung durch eine Reihenentwicklung in ihre einzelnen Oberschwingungen auflöst, oder indem man — im zweiten Falle — die Oberschwingungen über eine künstliche Antenne einem Empfänger zuföhrt, der eine Eichung in Abfolwerten der Eingangsspannung aufweist. Beide Wege wurden von W. Hauzendorfer („Radio-Amateur“ 1939, Heft 11) beschritten und ergaben für die Endröhre AL 4 immerhin überraschende Werte. Diese Röhre benötigt eine Steuerwechselspannung von 3,5 Volt eff. zur vollen Aussteuerung bei 10% Klirrgrad. Bereits bei 4 Volt Wechselspannung am Gitter der AL 1 konnte Hauzendorfer auf einer Welle von 2000 m (für eine Grundfrequenz von 800 Hz) eine Eingangsspannung von 40 μV am Eingang des Meßempfängers feststellen, eine Spannung, die bei einigermaßen empfindlichen Geräten also schon als verhältnismäßig hoch anzufprechen ist und die bei Überlagerung mit einer zu empfangenden Station unter Umständen empfindlich stören kann. Für eine starke Übersteuerung der AL 4 (7 Volt Eingangswchselspannung) ergab die Rechnung bei 800 Hz für die 187. Oberschwingung (1), die in der Nähe der 2000-m-Welle liegt, eine Spannung von 1 mV; die Messung ergab 930 μV, befähigte also die Richtigkeit der Rechnung sehr gut. Bei einer solchen Übersteuerung würde also auf langen Wellen die Störung in die gleiche Größenordnung fallen, wie das empfangene Zeichen; selbst bei der 300-m-Welle wurden noch 40 μV gemessen. Die Ergebnisse sind sicher für den Nichtkenner des Gebietes verblüffend. Man muß sich aber immerhin vergegenwärtigen, daß die bei voller Aussteuerung der AL 4 mit den vorgeschriebenen 7000 Ω als Belastungswiderstand im Anodenkreis auftretenden Wechselspannungen in die Größenordnung von 150 Volt kommen, so daß selbst für die Oberschwingungen hoher Ordnungszahlen, die an sich prozentual nur außerordentlich gering an der Form der verzerrten Schwingung beteiligt sind, immer noch Spannungsbeträge übrigbleiben, die für einen Empfänger mittlerer Empfindlichkeit als beträchtlich anzufprechen sind. Im zuletzt genannten Beispiel hat die Oberschwingung ungefähr nur ein Viermillionstel der Amplitude der Grundschwingung! Man darf die geschilderte Erscheinung natürlich auch nicht überhätzen, denn so starke Übersteuerungen sind selten und dauern für gewöhnlich nur Sekundenbruchteile. Immerhin zeigt die Darstellung, daß man mit dem „Aufdrehen“ des Lautstärkerreglers und mit der Verlegung der Laufprecherleitung etwas vorsichtig ein muß.

Rolf Wigand.

Trockenbatterien halten länger . . .

Zu dieser Bemerkung in Heft 2 | 1940 der FUNK-SCHAU wird uns noch folgendes mitgeteilt:

Das Nachlassen der Taschenlampenbatterien erfolgt aus zwei verschiedenen Ursachen: Einmal muß die Stromproduktion aufhören, wenn das dafür benötigte chemische Ausgangsmaterial Zink verbraucht ist. Die Batterie ist dann restlos aufgebraucht. Vielfach jedoch hört die Stromlieferung aus einem anderen Grunde auf, und zwar weil der fogen. Elektrolyt, die gelatineartige Flüssigkeit zwischen dem Zinkbecher und der Kohle-Braunsteinelektrode, ausgetrocknet ist. In diesem Falle kann auch ein nachträgliches Erwärmen die Batterie nicht wieder reaktivieren, sondern muß im Gegenteil auch noch die letzte Spur Wasser zum Verdunften bringen, so daß trotz unversehrten Zinkblechmantels die Batterie ihren „Geist“ restlos aufgibt. In diesen Fällen gelingt es, durch Zuföhren von etwa 1 cm destillierten Wassers oder einer Lösung von Ammoniumchlorid in destilliertem Wasser die Batterie wieder weitgehend zu beleben. Zur Not kann auch Leitungswasser benutzt werden, jedoch enthält dieses fast immer schädliche Beimischungen. Die Zufuhr des Wassers kann mit einer Füllfederhalterpipette geschehen oder mit einer kleinen Injektionspritze, und zwar nachdem man mit einem heißen Nagel von oben her ein Loch durch die Vergußmasse und die darunter befindliche Pappscheibe, am besten dicht neben dem Kohlestab, geöhrt hat. Tunlichst wird diese Öffnung nach der Auffüllung des Wassers wieder leicht verschmolzen, um ein schnelles Verdunften der zugeföhrteten Flüssigkeit zu vermeiden. Etwa eine Viertelstunde nach dieser Auffüllung hat sich die Flüssigkeit im Element ausgebreitet; die Batterie zeigt wieder neues Leben. Eine weitere Möglichkeit, die Lebensdauer von Taschenlampen zu erhöhen, besteht darin, daß man dieselben nur bis etwa über die Hälfte entlädt, so daß man sicher ist, daß die Zinkelektrode noch, wenn auch dünn geworden, so doch unversehrt ist. Es gelingt dann, bei den besseren Fabriken durch Aufladen der Batterie mit geeigneter Spannung und relativ sehr geringen Stromstärken diese genau wie einen Akkumulator wieder „mit Strom zu föhllen“. Es wird bei diesem Vorgehen sehr wahrnehmbar das in elektrolytische Lösung gegangene Zink wieder auf der Zinkelektrode niedergeföhlagen und gleichzeitig an der Kohlelektrode der Braunstein durch elektrolytisch entstehenden Sauerstoff reaktiviert. Die so behandelten Batterien erreichten in einigen Fällen beinahe wieder die Spannung, die sie in frischem Zustand hatten. Der Vorgang läßt sich evtl. auch ein zweites Mal wiederholen, jedoch ist dann Zuföhren von etwas Elektrolytflüssigkeit in der oben beschriebenen Weise unbedingt notwendig.

Dr. Friedrich Martens.

Fernsehversuche ohne Fernseher

Der Rundfunkpraktiker und das Fernsehen (I)

Der Plan des deutschen Fernseh-Rundfunks sieht vor, daß das Deutsche Reich einmal von einem dichten Netz von Fernsehstationen überzogen werden soll, so daß an jedem Ort Fernsehempfang möglich ist. Wenn dieser Plan einmal verwirklicht ist — daß hierzu wegen des notwendigen Kabelnetzes auch in Friedenszeiten viele Jahre notwendig sind, ist selbstverständlich —, kann der Funktechniker überall in Deutschland Fernsehversuche unter Empfang des nächsten Fernsehenders durchführen. Bis dahin braucht er aber die Hände keineswegs in den Schoß zu legen. Auch ohne Sender lassen sich die wichtigsten Versuche durchführen; durch diese „Fernsehversuche ohne Fernseher“ kann man sich in Ruhe alle Kenntnisse und Erfahrungen erwerben, die dann, wenn ein Ultrakurzwellenempfänger eingesetzt wird, von sehr großem Wert sind. Unsere Aufzählung will zu solchen Versuchen die Anleitung geben.

Man erhält als Funkfachmann immer wieder dieselbe Frage vorgelegt: Hat es heute schon einen Sinn, daß man sich mit technischen Einzelproblemen des Fernsehens praktiziert — sei es als Bastler oder Techniker — auseinandersetzt?

Die gewissenhafte Beantwortung dieser immer wieder aufgeworfenen Frage ist nicht ganz einfach. Eine allgemein gültige Erledigung kann sie überhaupt nicht finden, denn die Antwort wird von Fall zu Fall anders lauten, und zwar je nach Art und Einteilung des betreffenden Fragestellers, d. h. ob es sich z. B. um einen Bastler handelt, der sich nur aus Liebhaberei mit dem Fernsehen befaßt, oder um einen Funktechniker in Handel oder Industrie, der sich für die kommenden fernsehtechnischen Anforderungen seines Berufs die Grundlagen schaffen will.

Die Entwicklung des Fernsehens erfordert bei weitem größere technische Kenntnisse, als sie die Entwicklung der Rundfunktechnik voraussetzte; so bildet die Beherrschung der Hochfrequenztechnik ein unentbehrliches und selbstverständliches Rüstzeug für den Fernsehfachmann. Deshalb hat z. B. der berufsmäßige Funktechniker der Industrie gegenüber dem Bastler auch einen größeren Vorprung, als zu Beginn des Rundfunks.

Das darf den echten Bastler aber keineswegs abschrecken oder entmutigen. Nach wie vor besteht für ihn die Möglichkeit, auch auf dem Fernsehgebiet grundsätzlich Neues zu schaffen und wertvolle Verbesserungen anzubringen, wenn er mit guten hochfrequenztechnischen Kenntnissen versehen ist und über ausreichendes Experimentiergeschick verfügt. Der echte Bastler wird angezogen von der geschulten Sachlage, die er recht angepörrt, sich mit den einschlägigen Fragen gründlich vertraut zu machen, denn für ihn gibt es — wie schon erwähnt — nur eine Parole: Je schwieriger, desto besser. Das gleiche gilt natürlich für die vielen Techniker im Handel, die sich durch die Beschäftigung mit der Fernsehtechnik auf diese künftige neue Sparte ihres Berufs vorbereiten wollen.

Das Betätigungsfeld, das sich dem echten Bastler und dem Funktechniker mit der Fernsehtechnik eröffnet, ist nicht nur unabsehbar groß und neuartig, sondern gewinnt durch die Mannigfaltigkeit der auftretenden und zu bearbeitenden Fragen einen ganz besonderen Reiz, der ungleich größer ist als bei der Rundfunktechnik, bei der es sich in der Hauptsache um elektrische, höchstens noch elektroakustische Fragen handelt. Ganz anders beim Fernsehen! Hier lauten optische, mechanische und allgemeine-physikalische Fragen auf, deren Lösung ganz nebenbei dazu geeignet ist, den allgemeinen technischen Gesichtskreis ganz wesentlich zu erweitern. Man gewinnt bei näherer Beschäftigung mit Fernsehfragen einen guten Überblick über die in der allgemeinen Technik bestehenden großen Zusammenhänge, die man bei der Bearbeitung von Dingen eines eng begrenzten Sondergebietes meist übersehen. Das ist bedauerlich und leider bis zu einem gewissen Grade auch für die Rundfunktechnik gültig. Die Fernsehtechnik vermeidet diese Gefahr — ein weiterer wichtiger Grund, sich mit ihr zu beschäftigen.

Bleibt noch die Frage offen, ob sich der finanzielle Aufwand lohnt, mit dem man bei Fernsehversuchen rechnen muß. Diese Frage ist unbedingt zu bejahen, da sich sämtliche Einzelteile, die wir heute anschaffen, zum Bau betriebsfertiger Fernsehempfänger wieder verwenden lassen. Das gilt vor allem für die Braunsche Röhre. Aber auch alle anderen Einzelteile gliedern sich um dieses Kernstück der Fernsehtechnik herum und werden in dieser oder jener Variation immer benötigt. Jetzt geleistete Ausgaben sind also nicht umsonst. Damit ist auch gleichzeitig die Frage geklärt, wieweit die heute zusammengebauten Geräte veralten bzw. wie sie immer wieder an die fortschreitende Entwicklung angepaßt werden können. Daß Änderungen im Lauf der Entwicklung zwangsläufig auftreten, ist selbstverständlich. Es wäre sogar ungesund, wenn das nicht der Fall wäre, denn das Fehlen solcher Erscheinungen würde unweigerlich auf eine Stokung im Fluß der natürlichen Entwicklung deuten; allerdings ist die Fernsehtechnik heute schon soweit fortgeschritten, daß ein gewisser haltungsmaßiger Abschluß deutlich zu erkennen ist. Die angedeuteten möglichen Änderungen bedingen aber keineswegs die Anschaffung neuer Einzelteile, wenn man von einigen Ausnahmen absieht. Widerstände, Kondensatoren und Röhren, aus denen ein Fernsehgerät in der Hauptsache besteht, mögen zwar einem gewissen Wechsel unterworfen sein, werden aber in irgendeiner meist vorrätigen Form immer wieder gebraucht werden.

Wie weit ist ein Selbstbau von Fernsehgeräten möglich?

Wir wollen hier in erster Linie davon sprechen, wie man wichtige fernsehtechnische Vorgänge auch ohne

Sender gründlich kennenlernen kann. Es ist stets vorteilhaft, wenn man alle elektrischen Vorgänge zuerst unabhängig vom Sender gründlich studiert; bei den späteren eigentlichen Fernsehversuchen kommt man dann viel schneller und mit viel mehr Verständnis zum Ziele und man hat nicht mehr mit grundlegenden Schwierigkeiten beim Fernsehempfang zu kämpfen, sondern wird eventuelle Fehler der Anlage schnell erkennen und schon nach kurzer Zeit brauchbare Fernsichtbilder erhalten.

Über die Grundlagen des Fernsehens, die grundlegende Schaltung der einzelnen Geräte und die allgemeine Wirkungsweise ist in der FUNKSCHAU schon oft recht ausführlich berichtet worden. Darüber brauchen wir uns also nicht weiter zu unterhalten. Über das Kernstück einer jeden modernen Fernsehempfangsanlage — die Braunsche Röhre — hat der Verfasser außerdem in einer längeren Artikelreihe der FUNKSCHAU ausführlich gesprochen (Nr. 47/1936, 49/1936, 50/1936, 52/1936, 3/1937, 5/1937, 8/1937). Dort wurde die praktische Handhabung der Kathodenstrahlröhre mit Hilfe selbstgebaute Geräte gezeigt; dabei war in erster Linie an die Verwendung der Braunschen Röhre als Oszillograph, also als Hilfsmittel für den Funkbastler, gedacht. Die fernsehtechnische Bedeutung der Röhre wurde nur kurz gestreift. Trotzdem bilden die dort beschriebenen Versuche eine gute Grundlage für die zukünftige Fernsehpraxis. Ein Teil des heutigen Fernsehbestandes besteht sogar in der gewissenhaften Beschäftigung mit der Braunschen Röhre, um sich mit ihrem Wesen und ihren Eigenschaften genau vertraut zu machen. Es wird sich also zunächst einmal um die Anschaffung einer Braunschen Röhre handeln, die sich besonders für Fernsehversuche eignet.

Weiterhin muß man für die Beschaffung eines geeigneten Netzanschlußgerätes Sorge tragen. Hierfür eignet sich ohne weiteres eine solche Schaltung, wie sie vom Verfasser in seiner oben angeführten Artikelreihe beschrieben wurde. Auch darüber brauchen wir also nicht mehr zu sprechen. Dagegen eignet sich das feinerzeit angegebene Kippgerät für Fernsehversuche keinesfalls; es ist nur für bestehende oszillographische Zwecke gedacht. Daher ist es eine unserer Hauptaufgaben, ein brauchbares Fernseh-Kippgerät zu schaffen und es im Betrieb sorgfältig zu studieren. Zur Erzeugung eines Fernsehstrahlers brauchen wir bekanntlich zwei solcher Geräte. Unsere nächste Aufgabe wird es sein, die bei der Synchronisierung auftretenden Probleme und Schwierigkeiten genau zu unteruchen, damit wir uns das für spätere Fernsehversuche unbedingt nötige Gefühl für die richtige Synchronisierung aneignen.

Als dritte Aufgabe erwartet uns die richtige Lösung der Lichtsteuerfrage. Auch hierüber hat zwar die feinerzeitige Aufzählung schon etwas gebracht, jedoch war das dort angegebene Verfahren recht primitiv und keineswegs für Fernsehversuche geeignet; wir werden also die praktisch wichtigen Punkte für eine einwandfreie Lichtsteuerung an Hand von Versuchen kennenlernen. Als letzte, wichtige Arbeit kommt die Beschäftigung mit Ultrakurzwellenempfängern in Betracht, die sich für Fernsehversuche eignen. Auch über Ultrakurzwellen hat die FUNKSCHAU schon öfter berichtet, ohne aber auf die besondere Beschaffenheit der UKW-Empfänger für Fernsehversuche einzugehen.

Für uns ist es sehr wichtig, daß wir für all diese Versuche keinen Fernsehender brauchen; die elektrischen Vorgänge in einer solchen Fernsehanlage lassen sich mit ein paar einfachen Hilfschaltungen, die wir später kennenlernen werden, fast reiflos studieren, ja, man kann auf Grund der Ergebnisse bereits ungefähr die zu erwartenden Bildfehler und die Bildqualität voraussehen; gehen wir gewissenhaft vor, so wird uns ein mit der Anlage erstmalig aufgenommenes Fernsehbild gewissermaßen „bekannt“ vorkommen, wenn wir ein wenig Phantasie zur deutlichen Vorstellung der Bildfehler haben und ein wenig technisches Verständnis besitzen.

Wir haben jetzt gesehen, was man im Augenblick unter Fernsehbasteln versteht: Das praktische Arbeiten an Teilgeräten einer vollständigen Fernsehanlage. Im übrigen wollen wir jetzt aber an die Arbeit gehen und uns der Reihe nach mit den aufgezählten Einzelgeräten — den Fernseh-Kippgeräten, der richtigen Synchronisierung, der Lichtsteuerung und den Fernseh-UKW-Empfängern — in praktischen Versuchen befassen.

Kurz noch ein paar Bemerkungen zur allgemeinen Arbeitsweise: Da oft mit hohen Spannungen gearbeitet wird, soll man es sich zum Grundsatz machen, bei Vornahme von Eingriffen in die Anlage jedesmal das Netz abzuschalten und eventuelle Refladungen von Kondensatoren zu beseitigen. Gefährliche elektrische Schläge sind sonst unausbleiblich. Weiterhin ist ein gewissenhaftes und vor allem syste-

matifches Vorgehen unbedingte Voraussetzung. Man soll lieber zu viel, als zu wenig überlegen. Über den praktischen Aufbau wäre noch folgendes zu sagen: Wir haben es zwar bei den nachstehend beschriebenen Geräten mit Versuchsanlagen zu tun; die Ausführung, vor allem die Bemessung der Einzelteile, ist jedoch so getroffen, daß sich die Geräte mit geringen Abänderungen für den praktischen Fernsehempfang eignen. Es empfiehlt sich daher, den mechanischen Aufbau von vornherein so vorzunehmen, daß die Geräte später zusammengefaßt werden können, wenn man Fernsehempfang aufnehmen will. Im Sinne unserer einleitend gemachten Ausführungen werden sich nur Techniker und wirklich erfahrene Bastler an den Bau eines Fernsehgerätes heranwagen, die ohnehin nicht gewohnt sind, nach Maßkizzen oder Bauplänen zu arbeiten. Es genügt daher, wenn wir im folgenden einige Hinweise geben, wie man beim Aufbau am besten vorzugehen hat und was besonders zu beachten ist.

An sich ist es gleichgültig, welche Bauart man wählt. Man kann die Geräte in der fog. Grundbrettmontage oder auch in der Zwischenpanelmontage anordnen. Auf alle Fälle sollte man eine isolierte Schaltplatte vorsehen, damit man bei der Isolation von Teilen hoher Spannung, die ja bei Fernsehgeräten häufig vorkommen, keine Schwierigkeiten erhält. Weiterhin ist es wichtig, daß sämtliche Gitter- und Anodenleitungen genau wie bei Rundfunkempfängern so kurz wie irgend möglich ausfallen. Das erreicht man bekanntlich durch sinnvolle Anordnung der Einzelteile, und es ist von Fall zu Fall zu überlegen, wie man die Röhren oder die sonstigen Schaltelemente am besten stellt, damit gegenseitige Beeinflussungen unmöglich sind. Sehr wichtig ist auch, daß die Synchronisierungsleitungen möglichst kurz ausfallen und nicht in den Bereich flörender magnetischer oder statischer Netzfelder geraten, weil in diesem Fall ein einwandfreier Gleichlauf nicht gut denkbar ist.

Es empfiehlt sich, das später beschriebene Kippgerät mit dem Amplitudensieb, von dem ebenfalls noch ausführlich die Rede ist, zusammenzubauen. Wenn man sich einen Fernsehempfänger herstellt, sollte man die wenigen für die Lichtsteuerung benötigten Schaltelemente auch gleich in diesen hineinsetzen, wobei man aber besonders darauf achten muß, daß der Wehneltzylinder der Braunschen Röhre Hochspannung führt. Also gut isolieren!

Die Netzgeräte baut man am besten getrennt; sie müssen die zum Betrieb der Anlagen nötigen Spannungen abgeben können. Auf diese Weise bekommen wir vier große Einheiten: Das Kippgerät nebst Amplitudensieb, die Fernsehrohr selbst, die man am besten für Versuchszwecke auf einem Halter befestigt und später in einen Kasten einbauen kann, dann den Fernsehempfänger und schließlich den Netzteil. Beachtet man die nachstehend gemachten Angaben über die Arbeitsweise der Geräte genau, legt man dem Bau die in den Schaltbildern angegebenen Daten zugrunde und läßt man beim Aufbau die nötige Sorgfalt walten, so kann man mit den vier Grundteilen ohne weiteres Fernsehempfang betreiben.

Noch kurz ein paar Worte über die Verbindungskabel zwischen den eigentlichen Geräten. Wenn irgend möglich, sollte man gut isolierte Gummikabel verwenden, weil zwischen manchen Leitungen hohe Spannungen herrschen. Die verwendeten Stecker müssen unbedingt berührungssicher sein, man sollte also keine Bananenstecker mit feiltlicher Schraube verwenden, sondern solche mit Berührungsschutz. Das gilt auch für die Skalenköpfe; etwa vorhandene Madenschrauben müssen verkernt oder zumindest mit irgend einem Isolationsmittel überzogen werden. Die verwendeten Einzelteile sollten von bester Qualität sein, weil sonst Fehlschläge unvermeidlich sind. Diese Forderung ist noch wesentlich weitgehender als bei Rundfunkempfängern, vor allem im Hinblick auf die hohe Spannungssicherheit.

Schließlich noch einen Wink für die Anordnung der Braunschen Röhre. Oben wurde der Einbau in einen Kasten empfohlen. Es ist gut, wenn man vor den Leuchtschirm ein feinmattiges, aber genügend starkes Drahtgitter setzt, damit bei einer eventuellen Implosion niemand durch herumfliegende Glasplitter verletzt werden kann.

Kippgeräte für Fernsehversuche.

An ein gutes Fernsehkipppgerät muß man folgende Anforderungen stellen:

1. Die Kippamplitude muß über den ganzen in Frage kommenden Frequenzbereich möglichst konstant sein; auf jeden Fall muß sie auch bei den höchsten in Frage kommenden Frequenzen einen Wert haben, der zur Aussteuerung eines normalen Spannungsverstärkers ausreicht.
2. Wird das Kippgerät mit Verstärker verwendet, so muß mindestens ein kleines Stück der Kippkennlinie als geradlinig angesehen werden können; der diesem kleinen Kurvenstück entsprechende Kippspannungswert muß zur Aussteuerung eines normalen ein- bis zweifachen Spannungsverstärkers ausreichen. Soll das Kippgerät direkt zur Ablenkung des Elektronenstrahls der Braunschen Röhre herangezogen werden, so muß man Linearität über den ganzen Kurvenbereich hinweg fordern; allerdings ist man von diesem Verfahren heute fast allgemein abgekommen und begnügt sich mit einem Ausschnitt aus der Kippkennlinie, dessen zugehörige Spannung weiter verstärkt wird.
3. Die Rücklaufzeit muß sehr klein gegen die Hinlaufzeit sein (Rücklaufzeit max. 10% der Hinlaufzeit, Forderung für Verzerrungsfreiheit).
4. Zur Synchronisierung des Kippgerätes soll nach Möglichkeit keine Leistung, sondern nur Spannung benötigt werden; die Synchronisierungsleistung soll 1 Volt nicht übersteigen.
5. Es sollen sich Kippfrequenzen von 20...15 000 Hz mühelos einstellen lassen; die Kippamplitude soll

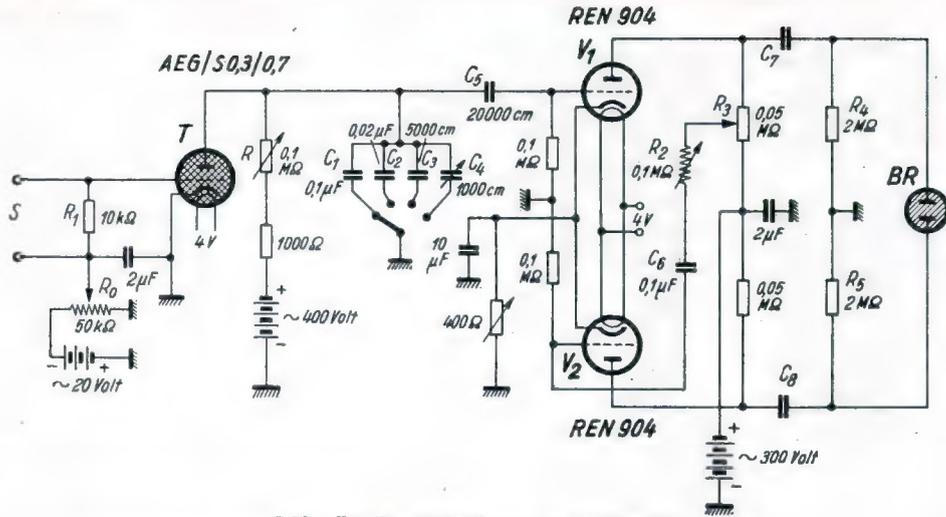


Bild 1. Ein Fernseh-Kippperät mit Thyatron.

sich beim Durchlaufen dieses Frequenzbereiches nicht oder höchstens um einige Prozent ändern (vergleiche 1).

- Nach einer gewissen Einbrennzeit des Kippperätes darf sich die eingestellte Kippfrequenz niemals soweit ändern, daß die Synchronisierung gestört wird. Allerdings muß die auftretende Frequenzänderung bei gutem Synchronisierzwang schon ziemlich groß werden, bis der Synchronismus nicht mehr stimmt; besondere Einrichtungen zur Frequenzstabilisierung sind deshalb kaum erforderlich.

Ein einfaches Glimmlampen-Kippperät kann diesen Bedingungen nur sehr unvollkommen genügen; es kommt daher für unsere Fernsehversuche nicht in Betracht, sondern wir müssen uns nach besseren Anordnungen umsehen.

In der modernen Fernsehtechnik verwendet man heute fast ausschließlich Kippperäte mit Thyatron- und Hochvakuumröhren-Kippperäte. Beide Arten sind grundsätzlich brauchbar, haben jedoch jede für sich gewisse Vorzüge und Fehler. Thyatrongeräte sind im allgemeinen leichter zum Arbeiten zu bringen als Röhrenkippperäte. Deshalb wollen wir uns hier nun mit einer Thyatron-Kipperschaltung vertraut machen. In Bild 1 sehen wir die zugehörige Schaltung. Das Thyatron T arbeitet in der normalen Kipperschaltung; C_1, C_2, C_3, C_4 sind die Kippkondensatoren, deren Bemessung sich nach der Höhe der verlangten Kippfrequenz richtet. Die günstigen Werte sind eingetragen. Mit Hilfe des Widerstandes R kann die Kippfrequenz fein einreguliert werden. Dem Gitter des Thyatrons wird über die Klemmen S die Synchronisierspannung zugeführt, von der später noch die Rede sein wird. Da bei einem Thyatron die Differenz zwischen Zünd- und Löschspannung, also die Höhe der erreichbaren Kippspannung, von der Größe der negativen Gitterspannung abhängt, kann man den Regler R als Amplitudenregler verwenden. Der Gitteraußenwiderstand R_1 des Thyatrons soll nicht zu groß sein, da für den einwandfreien Betrieb das Vorhandensein eines ziemlich starken Gitterstromes nötig ist. Der Wert von 10 000 Ω sollte keinesfalls überschritten werden.

Soweit der eigentliche Kippzeit. Die an den erwähnten Kippkondensatoren auftretende Spannung wird nun einem Gegentakt-Spannungsverstärker zugeführt, der aus den Röhren V_1 und V_2 besteht. Eine solche Symmetrischschaltung ist unbedingt erforderlich, wenn man mit Hochvakuum-Kathodenstrahlröhren arbeitet, was in der Fernsehtechnik fast ausschließlich der Fall ist. Damit die Kippspannung auch an den Rändern des Leuchtschirms noch einen scharfen Leuchtschirm erzeugt, muß sie den Ablenkplattenpaaren symmetrisch gegen Erde zugeführt werden, d. h. die Spannung an der einen Ablenkplatte muß gegenüber Erde dieselbe Spannung führen, wie die andere Ablenkplatte. Das gilt natürlich rein wechselstrommäßig, also auf die Kippspannung, nicht etwa auf die Betriebsgleichspannung bezogen. Beim Ausgang eines Gegentaktverstärkers ist diese Bedingung nun von vorneherein erfüllt. Es leuchtet ein, daß bei gleichen Betriebsverhältnissen der beiden Röhren V_1 und V_2 die an den beiden Anoden auftretende Wechselspannung jede für sich daselbe Potential gegen Erde führt. Bei einer Verstärkerschaltung mit nur einer Röhre ist das nicht der Fall; ein solcher Verstärkerausgang hat anodenseitig ein bestimmtes Wechselpotential gegen Erde, das vom Außenwiderstand und Durchgriff bei gegebener Aussteuerung abhängt. Der andere Pol des Ausgangs hat aber

wechselstrommäßig Nullpotential, so daß von einer gegen Erde fymmetrischen Ausgangsspannung keine Rede mehr sein kann.

Die Gegentaktstufe kann man sich allerdings auch bei Hochvakuumröhren ersparen, wenn man sich entschließt, die Ablenkung nicht statisch, also mit Hilfe der Ablenkplatten, sondern magnetisch, d. h. mit Hilfe von Ablenkspulen, vorzunehmen. Diese Ablenkungsart hat sich in der letzten Zeit immer mehr eingebürgert, weil sie besonders scharfe Leuchtriche gibt. Indessen ist ihre praktische Verwirklichung wesentlich schwerer, so daß wir für unsere Vorversuche mit statischer Ablenkung arbeiten wollen. Wir tun also gut, in allen Fällen eine richtig bemessene Gegentakt-Spannungsverstärkerstufe vorzusehen.

Bild 1 zeigt uns deren Schaltung, die durch die besondere Art der Gewinnung der Gittersteuerung für die Röhre V_2 interessant ist. Die Röhre V_1 wird zunächst in ganz normaler Weise über den Kondensator C_5 gesteuert, während das Gitter der Röhre V_2 über einen Kondensator C_6 und einen Widerstand R_2 bezieht. (Nach einem Vorschlag von v. Ardenne.) Dabei kann am Anodenwiderstand R_3 eine solche Spannung abgegriffen werden, daß die Aussteuerung der zweiten Röhre genau so groß wird, wie die der ersten. Die genaue Einstellung des gleichmäßigen Arbeitens beider Röhren ist naturgemäß — wie bei allen Gegentaktverstärkern — sehr wichtig. Eine diesbezügliche Kontrolle ist recht einfach. Man braucht lediglich die eine Ablenkplatte der Braunschen Röhre ausnahmsweise an Erde und die andere Ablenkplatte über eine Kapazität von einigen tausend Zentimeter einmal an die eine, das andere Mal an die andere Anode des Verstärkers zu legen; bei richtiger und gleichmäßiger Aussteuerung der Röhren ergibt sich in beiden Fällen ein gleichlanger Leuchtschirm. Da die Aussteuerung der ersten Röhre gewöhnlich konstant ist, genügt es, sich die zu dieser Röhre gehörende Strichlänge einmal auf dem Leuchtschirm zu markieren; man braucht dann nur den zur Röhre 2 gehörenden Leuchtschirm mit der markierten Länge zur Deckung zu bringen, indem man den Abgriff an R_3 entsprechend einstellt.

Die Kippspannung wird in unserer Schaltung über die beiden Kondensatoren C_7 und C_8 den Ablenkplatten der Röhre zugeführt. Dadurch wä das Gleichstrompotential der Platten unbestimmt, was gewöhnlich einen unscharfen und verwackelten Leuchtschirm zur Folge hat. Man verbindet daher die Ablenkplatten über zwei Widerstände R_4 und R_5 mit Erde. Die Stromquellen haben wir in der Schaltung nur symbolisch angedeutet. Es bleibt dem einzelnen überlassen, was er hier verwenden will; Batterien sind bei den in Frage kommenden Spannungen und Strömen meist recht unwirtschaftlich; es empfiehlt sich, gutgeübte Netzananschlußgeräte heranzuziehen.

Die sonst noch in der Schaltung eingezeichneten Einzelteile haben einen untergeordneten Zweck, der mit der Wirkungsweise an sich nichts weiter zu tun hat. Die erstmalige Inbetriebnahme ist recht einfach und beschränkt sich nach erfolgter richtiger Einregulierung des Gegentaktverstärkers in erster Linie auf das Einstellen der Kippfrequenz und Kippamplitude mit Hilfe der Regler R und 400 Ω . Dabei muß man beachten, daß sich die Kippfrequenz innerhalb gewisser Grenzen mit der Kippamplitude ändert; ein Nachregulieren der Kippfrequenz wird also nach erfolgter Einstellung der Kippamplitude erforderlich sein. Die Kippfrequenz kann durch die Wahl eines bestimmten Kippkondensators grob eingestellt werden; der Wählwiderstand für die einzelnen Kondensatoren entspricht etwa dem Wellenschalter eines Rundfunkgerätes (auch bei diesem wird mit Hilfe des Wellenschalters der Frequenzbereich ungefähr eingestellt, während man am Abstimmgriff — in unserem Fall dem Widerstand R — die genaue Einstellung vornimmt).

Das richtige Arbeiten unseres Kippperätes können wir erst dann untersuchen, wenn wir ein zweites brauchbares Kippperät bei der Hand haben; deshalb wird man gleichzeitig den Bau eines solchen in Angriff nehmen. Natürlich muß man von diesem wissen, daß es im großen und ganzen einwandfrei arbeitet. Deshalb empfiehlt sich der Bau eines kleinen Drehspiegels, der mit Hilfe eines kleinen Motors oder auch über eine entsprechende Übertragung mit der Hand

angetrieben werden kann. Es genügt beispielsweise ein guter Schallplattenmotor, am besten eine Synchronmaschine, bei der wir die Langsam-Ubertragung entfernen und auf deren Achse wir einen kleinen Spiegel setzen. Die Prüfung des Kippperätes geht dann folgendermaßen vor sich (siehe Bild 2):

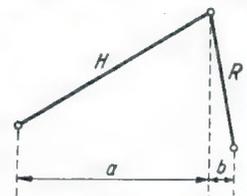
Man erzeugt auf dem Leuchtschirm L der Braunschen Röhre den Spannungstrich des zu untersuchenden Kippperätes und läßt sein Licht auf den Spiegel S fallen, der mit einer der Netzfrequenz entsprechenden Drehzahl rotiert. Betrachtet man nun den Spiegel von der Vorderseite, so sieht man in ihm das Bild der zu untersuchenden Kippkurve. Solange die Frequenz der Kipperschwingung nicht mit der Netzfrequenz übereinstimmt, „wandert“ die Kurve, d. h. sie bewegt sich langsam entweder nach links oder nach rechts, je nachdem, ob die Kippfrequenz größer oder kleiner als die Netzfrequenz ist. Um ein stillstehendes Bild zu erhalten, legt man an die Klemmen S in Bild 1 einen kleinen Bruchteil der Netzwechselspannung an. Man greift ihn am besten mit Hilfe eines ans Netz geschalteten Spannungsteilers ab. Es genügt auch, wenn man den nichtgeerdeten Netzpol über einen Kondensator von etwa 10 ... 20 μm an die obere Klemme S anschließt.

Das im rotierenden Spiegel sichtbare Kippspannungsbild kann man nun zunächst einmal auf seine Kurvenform hin untersuchen. Wichtig ist, daß die Kurve möglichst geradlinig ansteigt und weder oben noch unten nennenswert abgestumpft erscheint. Bei der angegebenen Bemessung wird das ohnehin der Fall sein; um eine Übersteuerung des Verstärkers mit Sicherheit zu vermeiden, kann man die an den Kippkondensatoren auftretende Spannung auch über einen möglichst hochohmigen Spannungsteiler abgreifen und mit Hilfe des rotierenden Spiegels eine solche Spannung einstellen, daß die Kippkurve gerade unverzerrt erscheint.

Sobald wir hinreichende Gewißheit über den linearen Spannungsanstieg haben, können wir den Spiegelversuch beenden. Das vorgeprüfte Kippperät dient uns nun als Unterlage für die Versuche, die man mit dem anderen Kippperät vornehmen will. Wir schließen das erste Kippperät an die Horizontalplatten der Braunschen Röhre an und erhalten auf diese Weise einen waagerechten Spannungstrich, den wir Zeitachse nennen wollen. Er bildet für uns den Ersatz für den rotierenden Spiegel, dessen Handhabung stets etwas umständlich ist. Nach dazu sind wir — wie bei unserer Synchronmaschine — nicht allein auf einen einzigen Zeitmaßstab angewiesen, sondern können uns durch beliebiges Einteilen der

Bild 3. Zur Bestimmung der Rücklaufzeit.

(Zeichn. vom Verfasser)



Kippfrequenz jeden Zeitmaßstab herstellen. Je höher wir die Kippfrequenz wählen, um so kleiner ist die Zeit, die zu dem Durchlaufen des Spannungstriches gehört. Wollten wir beim rotierenden Spiegel dagegen den Zeitmaßstab ändern, so müßten wir den Spiegel langsamer oder schneller laufen lassen. Eine Synchronmaschine käme also nicht in Frage, und die künstliche Synchronhaltung regelbarer Maschinen ist schwierig und umständlich. Mit dem Kippperät haben wir es viel einfacher.

Es ist vorteilhaft, wenn wir zunächst einmal in aller Ruhe die Kippspannung des zweiten Gerätes oszilloskopieren, wobei wir durch richtige Einstellung der Kippfrequenz zunächst eine einzige Periode auf dem Leuchtschirm abbilden. Um ein stehendes Bild zu erhalten, müssen wir die beiden Kippperäte miteinander verkoppeln. Es genügt, wenn wir die obere Synchronisierklemme des Kippperätes für die „Zeitachse“ über einen kleinen Kondensator von etwa 50 μm mit der einen Anode des Gegentaktverstärkers des anderen Gerätes verbinden.

Zunächst interessiert die Größe der Rücklaufzeit. Dabei genügt es, zu wissen, wie groß deren prozentualer Anteil an der Hinlaufzeit ist. Wir werden am besten mit dem Maßstab folgende Messung am Leuchtschirmbild vornehmen (Bild 3): Wir messen die Projektion der Hinlauflinie H (Strecke a) und die Projektion der Rücklauflinie R (Strecke b) in gleichem Maßstab. Der prozentuale Anteil x der Rücklauf- an der Hinlaufzeit ergibt sich dann einfach aus

$$x = \frac{b}{a} \cdot 100 [\%]$$

Er soll, wie schon bemerkt, nicht mehr als etwa 10% ausmachen; ist er größer, so ergibt sich eine erhebliche Störung, die man im allgemeinen für typische Bildfehler verantwortlich macht. Es ist nun interessant festzustellen, durch welche Maßnahme sich dieser prozentuale Anteil auf einen Mindestbetrag zurück-schrauben läßt. Hier öffnet sich ein dankbares Betätigungsfeld für den ernsthaften Fernsehbastler. Beispielsweise ist die Rücklaufzeit innerhalb gewisser Grenzen von dem Verhältnis der Kippkapazität zum Aufladestrom der Kippkondensatoren abhängig. Man wird also versuchen, eine Verkleinerung der Rücklaufzeit dadurch zu erzielen, daß man den Aufladestrom so klein als möglich macht, jedoch nicht zu klein, damit er nicht in die Größenordnung der Isolationsströme kommt. Weiterhin kann man die Rücklaufzeit durch einen recht kapazitätsfreien Aufbau des Gegentaktverstärkers erheblich herabsetzen. Das gilt allerdings nur für die Anodenkreise; schädliche Kapazitäten in den Gitterkreisen addieren sich einfach zur



Bild 2. Drehspiegel zur Untersuchung der Kippkurve.

Kippkapazität und sind nicht weiter schädlich. Dagegen müssen sich die schädlichen Kapazitäten zwischen den Anoden und der Erde nach jeder durch die Kippspannung verursachten Aufladung wieder entladen. Das kann aber nur während des Rückklippens geschehen und beansprucht eine gewisse Zeit, die sich zur eigentlichen Rückkippzeit addiert und um so größer ist, je größer die schädliche Kapazität und die Widerstände sind, über welche die Entladung erfolgt. Das sind in unserem Fall vorzugsweise die Ausgangswiderstände des Gegentaktrverstärkers. Hier kann man sich also durch reichliche Versuche und Überlegungen Klarheit über die wahren Ursachen des verzögerten Rücklaufes schaffen.

Schließlich wird man dazu übergehen, ein sauberes Fernheftrafer herzustellen. Es ist vorteilhaft, wenn man gleich mit den heute üblichen Zeilen- und Kippfrequenzen arbeitet und auch das den heutigen Fernheftrafern entsprechende Bildformat einstellt. Zu diesem Zweck legt man an die Vertikalplatten der Braunröhre eine Kippspannung von 25 Hertz (Bildfrequenz), an die Horizontalplatten eine solche von 11025 Hertz und stellt die Kippamplituden so ein, daß sich die Vertikalamplitude zur Horizontalamplitude wie 5:6 verhält. Das Fernheftrafer entspricht dann dem 441 zeiligen, je Sekunde 25 mal wiederholten Fernhefbild. Die absolute Größe des Bildrafers wird man am besten so einstellen, daß der Leuchtschirm der Braunröhre gut ausgenutzt

ist. Die vier Ecken sollen also gerade den Rand des ungekrümmten Leuchtschirmteiles berühren. Sind die beiden Kipptrafer nicht miteinander verkoppelt, so wandern natürlich auch die einzelnen Zeilen des Bildrafers. Das stört aber weiter nicht, denn dieses Wandern äußert sich bei näherem Betrachten lediglich dadurch, daß in regelmäßigen Zwischenräumen die unterste Bildzeile verdrängt und eine neue Bildzeile am oberen Teil des Rafers hinzukommt. Bei der großen Zeilenzahl fällt das dem Auge weiter nicht störend auf, wenigstens nicht für die groben, von uns vorzunehmenden Raferuntersuchungen. Beim eigentlichen Bildempfang müßte selbstverständlich strenger Gleichlauf herrschen. Die Raferuntersuchungen erstrecken sich in erster Linie darauf, ob die Zeilen einen gleichmäßigen Abstand voneinander haben, ob sie nirgends gekrümmt sind, ineinanderlaufen oder verschiedene Länge aufweisen. Auch hier kann man natürlich durch entsprechende Einstellmaßnahmen am Kipptrafer viel verbessern bzw. ändern. Darauf wollen wir indessen nicht näher eingehen, denn schließlich besteht der besondere Reiz des Fernhefbildes darin, selber die richtigen Maßnahmen zu finden. Es gibt eine ganze Menge von Einzelfragen, die beim praktischen Arbeiten mit dem Fernheftrafer auftauchen und gelöst sein wollen. Andere Zeilenzahlen kann man in einfacher Weise durch Verändern der Bildfrequenz oder der Zeilen-

frequenz erhalten. Setzen wir die Bildfrequenz herab, so erhalten wir mehr Zeilen, desgleichen bei Herauffetzen der Zeilenfrequenz. In der Fernhefpraxis wird man selbstverständlich zur Erhöhung der Zeilenzahl den letztgenannten Weg befehlen, da man mit der Bildfrequenz sowieso schon an der gerade noch brauchbaren untersten Grenze arbeitet und danach strebt, die Bildfrequenz möglichst auf 50 Hertz zu erhöhen. Das Zeilenprüfverfahren, auf das wir hier nicht weiter eingehen wollen, kommt diesen Befrebungen entgegen.

Wir sehen jetzt, daß die Umstellung z. B. auf höhere Zeilen- und Bildpunktzahlen bei den Kipptrafern auf keine nennenswerten Schwierigkeiten stößt. Man braucht eigentlich nur ein paar Griffe anders einzustellen. Bei den Versuchen zur Herstellung eines hochzeitigen Rafers wird sich übrigens auch zeigen, ob die Kippamplitude hinreichend frequenzunabhängig ist. Es darf jedenfalls keine Schwierigkeiten bereiten, bei höheren Zeilen- und Bildzahlen durch entsprechendes Nachstellen des Amplitudenreglers das gleiche Bildformat und die gleiche Bildfläche wie vorher zu erzielen.

Haben wir uns mit dem Rafer hinreichend vertraut gemacht, so können wir die Synchronisierung näher unter die Lupe nehmen; das werden wir im zweiten Teil dieser Arbeit tun, der im nächsten Heft erscheint. Heinz Richter.

SCHLICHE UND KNIFFE

Tonabnehmeranschluß im Mehrbereich-Superhet

Im allgemeinen ist es üblich, die Umschaltung von Rundfunkempfang auf Tonabnehmerwiedergabe mit dem Wellenschalter des Superhets vorzunehmen. Die Rundfunkindustrie macht von diesem Prinzip stets Gebrauch, da es hier bei den verschiedenen Wellenschalter-Sonderbauarten ohne weiteres möglich wird, eine besondere Stellung für Schallplattenwiedergabe vorzusehen und die erforderlichen Schaltkontakte mit einzubeziehen. Beim Selbstbau ist man jedoch gezwungen, andere Wege zu gehen, da die handelsüblichen Wellenschalter eine besondere Wellenschalterstellung für Schallplattenwiedergabe oft nicht zulassen, wenn man Superhets mit mehreren Empfangsbereichen vor sich hat. Es erscheint in diesem Fall empfehlenswert, die Umschaltung auf Schallplattenwiedergabe durch einen besonderen, an einer Seitenwand des Empfängergehäuses leicht anzubringenden Tonabnehmer-schalter vorzunehmen und die Tonabnehmerhaltung unabhängig von der Wellenschaltereinstellung zu betätigen. Auf diese Weise ergibt sich eine Schonung des im Gerät eingebauten Wellenschalters, besonders erwünscht deshalb, weil dieser zu den kritischen Einzelteilen gehört.

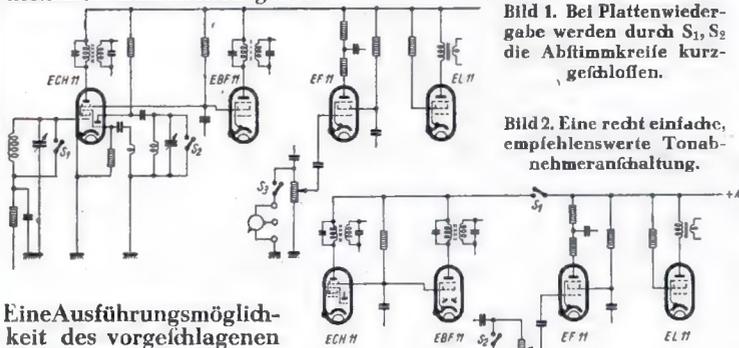


Bild 1. Bei Plattenwiedergabe werden durch S_1, S_2 die Abtastkreise kurzgeschlossen.

Bild 2. Eine recht einfache, empfehlenswerte Tonabnehmeranschaltung.

Eine Ausführungsmöglichkeit des vorgeschlagenen Schaltungsprinzips zeigt Bild 1. Der Tonabnehmer-schalter besteht aus drei Schaltkontakten S_1, S_2 und S_3 . Bei Rundfunkempfang sind sämtliche Kontakte geöffnet. Bei Schallplattenwiedergabe schaltet S_3 die Tonfrequenzspannung über den Lautstärkereger des Gerätes zum Steuergitter des NF-Vorverstärkers. Die beiden anderen Schaltkontakte S_1 und S_2 schließen den Vorkreis und Oszillatorkreis kurz, so daß Rundfunkempfang ausgeschlossen ist und dieser daher bei Schallplattenwiedergabe nicht stören kann. Eine noch günstigere und einfachere Schaltung (Bild 2) unterscheidet sich von der beschriebenen Schaltung durch die elegantere Abfaltung der Vorstufen. Der Rundfunkempfangsteil wird bei Schallplattenwiedergabe einfach dadurch unwirksam gemacht, daß man die Anoden- und Schirmgitterspannung für die Misch- und ZF-Röhre unterbricht. Dieses einfache und praktische Verfahren ermöglicht ferner eine Röhrenschonung der Vorröhren sowie eine Stromersparnis von etwa 5 Watt.

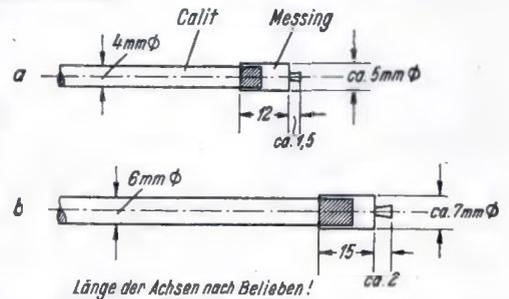
Für den Funkfreund, der sehr oft Schallplatten spielt oder das Gerät für Mikrophonübertragung ausnützt, hat die zuletzt vorgeschlagene Schaltung ihre besonderen Vorzüge, zumal man die ganze Umschaltung durch einen einfachen, billigen, zweipoligen Kipphebelumschalter vornehmen kann. Das letztgenannte Verfahren eignet sich ferner für den nachträglichen Einbau in Industriergeräte und bedeutet eine Verringerung und Vereinfachung des Aufbaues.

Werner W. Diefenbach.

Ein Trimmerschlüssel geringer Eigenkapazität

Wie oft muß man einen Empfänger oder ein sonstiges Gerät abgleichen und trimmen und man hat keinen geeigneten Trimmerschlüssel dazu! Der zur Beschreibung kommende Schlüssel hat den Vorzug, daß er eine sehr geringe Kapazität besitzt und außerdem leicht selbst angefertigt werden kann. Soll ein Kurzwellengerät oder UKW-Gerät eingestellt werden, so macht sich ein schlechter Schlüssel unangenehm bemerkbar. Der beschriebene Trimmerschlüssel aber wird mit Erfolg noch bis zu einer Frequenz von 10 MHz. benutzt. Die durch den Schlüssel hervorgerufenen Verformungen sind auf dieser Frequenz noch sehr gering und kaum störend.

Die Zeichnung zeigt zwei Schlüssel mit verschiedener Achsenstärke. Der kleinere Schlüssel wird hauptsächlich zum Einstellen von kleinen Trimmerkondensatoren und Eisenkernen be-



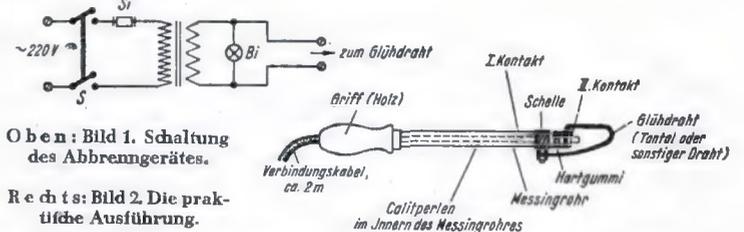
Bauzeichnung für den Trimmerschlüssel.

Länge der Achsen nach Belieben!

nützt. Mit Hilfe der größeren Ausführung werden große Kondensatoren, Regelwiderstände usw. eingestellt. Auch zeigen die Skizzen die Maße der Schlüsselnasen. Beim Zusammenbau geht man zweckmäßig folgendermaßen vor: Zuerst werden die Messingstücke laut Zeichnung angefertigt, dann die Calitachsen auf die gewünschte Länge gebracht. Nun werden die Messingstücke erhitzt und auf die Calitachse geschoben. Natürlich müssen die Messingstücke vorher Bohrungen entsprechend der Stärke der Calitachse erhalten. Zuletzt werden zur besseren Bedienung am anderen Ende der Schlüssel kleine Skalenknöpfe angebracht. Müller-Schlösser.

Leichtbewegliche Abbrennvorrichtung

Die in Heft 1 der FUNKSCHAU 1940 beschriebene Abbrennvorrichtung verlangt, daß man immer mit dem abzubrennenden Draht an die Abbrennvorrichtung geht. Für Drähte, die bereits mit dem einen Ende in einem Gerät festgelegt sind, kann man diese Vorrichtung (leicht verwenden. Im folgenden wird eine andere Anordnung beschrieben, die es ermöglicht, auch in einem Gerät einzelne Leitungen abzubrennen.



O b e n : Bild 1. Schaltung des Abbrenngerätes.

R e c h t s : Bild 2. Die praktische Ausführung.

Für diese Abbrennvorrichtung können wir auch einen alten Lötkolben benutzen. Die eine Leitung wird mit einer Schelle unmittelbar an das Messingrohr gelegt; der zweite Leiter läuft innerhalb dieses Rohres. Am Ende des Rohres sitzt der eigentliche Abbrenndraht, mittels zwei Muttern befestigt. Das Bild läßt die Anordnung gut erkennen.

Ein alter Netztransformator dient als Stromquelle. Die gefamte Sekundärwicklung wird heruntergenommen und an ihrer Stelle eine Heizwicklung aufgebracht. Etwa 18 bis 20 Windungen 2-mm-Kupferdraht, doppelt mit Baumwolle besponnen genügen zur Heizung vollkommen. Die Wicklung muß gut festgelegt werden; außerdem muß der Kontakt zwischen Transformator und Abbrennvorrichtung gut sein, da ein großer Strom fließt. Die ganze Anordnung wird durch einen doppelpoligen Schalter abgefehaltet. Eine Kontrollampe zeigt das Arbeiten der Einrichtung an.

Befestigung von Einzelteilen bei gedrängtem Aufbau

Bei Geräten, die besonders gedrängt aufgebaut sind, hat man bei gelegentlichen späteren Eingriffen oft erhebliche Schwierigkeiten, solche Einzelteile ein- und auszubauen, die mit Schrauben und Gegenmuttern am Gestell befestigt sind. Es gehört mitunter ganz beträchtliche Fingerakrobatik und eine Engelsgeduld dazu, um an die Gegenmuttern heranzukommen. Ein Einstecken von Gewinden in die Befestigungslöcher ist oft unmöglich, da diese entweder zu groß sind, oder die Blechstärke ein Gewinde nicht zuläßt. Man hilft sich mit bestem Erfolg so, daß man die Gegenmutter schon beim Aufbau festlötet, wo sie später ihren Platz haben soll, also meistens an den Befestigungslöchern. Besonders vorteilhaft ist das bei Einzelteilen, die unter dem Gestell sitzen (Drosseln, Übertrager, Becherkondensatoren usw.). Die Schraube

wird dann von oben eingeführt und findet sofort Halt, wenn sie von außen mit dem Schraubenzieher angezogen wird. Um beim Lötvorgang eine sichere Haftung zu erzielen, werden Mutter und Einzelteil an den späteren Berührungspunkten blank gefeilt und gut verzinkt. Dann wird die Mutter aufgelegt und durch nochmaliges Erhitzen mit dem Kolben eine innige Verbindung erzielt. Wenn Lötzinn in das Muttergewinde eingedrungen ist, läßt sich dieses leicht mit einem passenden Gewindebohrer wieder entfernen. So präparierte Einzelteile lassen sich gegebenenfalls ohne Mühe und Zeitverluste leicht aus- und einbauen. Fritz Kühne.

Praktischer Einbau von Widerständen und Rollkondensatoren

In kleineren Empfangsgeräten, beispielsweise in Einkreis-Geradeempfängern, fehlt oft immer genügend Platz zur Verfügung, um Widerstände und Rollkondensatoren einfach in die Verdrahtung zu hängen. Dabei muß man allerdings gewisse Sorgfalt walten lassen und genau darauf achten, daß Kurzschlüsse durch Erhütterungen ausgeschlossen sind. Die spannungsführenden Widerstände dürfen nicht Gefahr laufen, mit dem Aufbaugetell in Verbindung zu kommen.

Verdrahtet man jedoch größere Geräte, z. B. einen 6-Kreis-4-Röhrensuperhet, so ist es schon vorteilhafter, ein sicheres Einbauverfahren zu verwenden und die Widerstände und Rollkondensatoren auf Widerstandsleisten zu befestigen. Die Einbauelemente können dann erschütterungssicher, übersichtlich und leicht zugänglich angebracht werden.

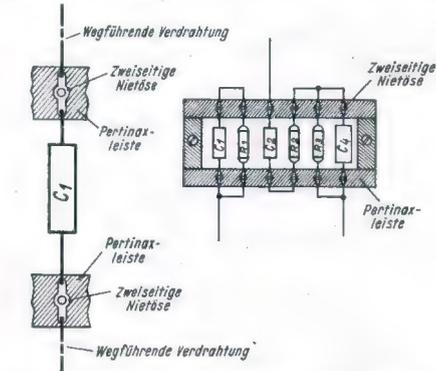
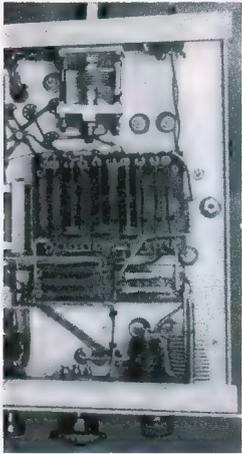


Bild 1. Beispiel für die Befestigung von Widerständen und Kondensatoren auf einer Pertinaxplatte. Die Verdrahtung ist vorbildlich übersichtlich. Bild 2. Ein Montagegerahmen erleichtert die Verdrahtung unterhalb der Einbaueinheit.

Eine praktische Ausführungsform zeigt Bild 1. Hier sind die Widerstände und Kondensatoren je nach Platz- und Verdrahtungsverhältnissen entweder senkrecht oder waagrecht auf 1 bis 2 mm starken Pertinaxleisten befestigt. Dazu eignen sich hervorragend zweiseitige Nietfüßen mit herausgezogenem Hohlmetall und 21 mm Gesamtlänge. Die Nietlänge beträgt 4 mm, das Außenloch 3,8 mm. Die Nietfüßen werden zunächst in die Pertinaxleisten vorsichtig eingelagert in gegenseitigen Abständen, die einen einwandfreien Einbau der Kondensatoren und Widerstände zulassen. Bei Widerständen höherer Belastbarkeit muß man darauf achten, daß eine einwandfreie Wärmeabfuhrung gewährleistet ist und genügend Abstand zu den benachbarten Einbauelementen besteht. Bei knappen Raumverhältnissen empfiehlt es sich, an Stelle einer Pertinaxplatte Pertinaxleisten zu benutzen und sich daraus einen Montagegerahmen mit Hilfe von zwei Quer- und zwei Längsleisten anzufertigen (Bild 2). Auf diese Weise kann man ohne weiteres Verbindungsleitungen übersichtlich unterhalb des Montagegerahmens hindurchführen. Je nach Platzverhältnissen wird man die Widerstandsleisten oder -rahmen waagrecht oder senkrecht im Gerät einbauen. Die Mehrarbeit lohnt sich bestimmt, denn die Geräte werden betriebsicherer, die Verdrahtung vereinfacht sich und macht einen klareren Eindruck. D.

Löten von Hochfrequenzlötze

Da immer wieder danach gefragt wird, wie man Hochfrequenzlötze an den Enden am besten abisoliert, um sie einwandfrei löten zu können, sei diese Frage nachstehend noch einmal behandelt: Das besonders in Baßlerkreisen übliche Blankhaben der Lötenden mit dem Messer oder dem Schmirgelpapier führt bekanntlich nicht zu dem gewünschten Erfolg. Auch ein sogenanntes Abbrennen mit Salpetersäuremischungen ergibt nicht die gewünschte einwandfreie Lötstelle. Bei einigem Geschick läßt sich nun folgendes in feinen Grundzügen auch in der Industrie gebrauchliche Verfahren anwenden: Man befreit die betreffenden Lötenden von der Seidenummantelung, bindet die Isolation mit Alufestnäher oder auch einem Streifen Tuch ab, und befeuchtet das Abbinde material gut mit Wasser. Dann glüht man das Drahtende über einer kleinen Flamme, am besten über einem Bunlenbrenner, den man klein stellt, aus, und schreckt das noch glühende Ende in einem bereitgehaltenen kleinen Gefäß (z. B. Fingerhut) mit Spiritus ab. Hierbei muß man etwas vorsichtig sein, damit beim Ausglühen keine Aderchen verbrennen. Das befeuchtete Abbinde material verhindert das Verkohlen der Seidenisolation. Jetzt kann man zwischen den Fingern den Schutzlack der einzelnen Drahtendchen abreiben und erhält so ein vollkommen blankes Drahtende, das sich bei entsprechend warmem LötKolben einwandfrei löten läßt. Erwin Feldges.

Der Winkelschraubenzieher

In Rundfunkempfängern, die fix und fertig aufgebaut sind und in denen später irgendein Einzelteil ausgewechselt werden soll, kommt man oft sehr schlecht an die Befestigungsschrauben heran. Nicht selten ist der Zugang zu einer Schraube durch andere Teile verdeckt, so daß sich der übliche Schraubenzieher nicht verwenden läßt. Oft wird dann versucht, die Schraube mit einer kleinen Rohrzange zu lockern, was jedoch wenig zweckmäßig ist und fast immer eine Beschädigung des Schraubenkopfes zur Folge hat. Hinzu kommt, daß sich die Köpfe verankerter Schrauben auf diese Weise überhaupt nicht halten lassen.



Der Winkelschraubenzieher ist ein einfaches, aber sehr praktisches Werkzeug.

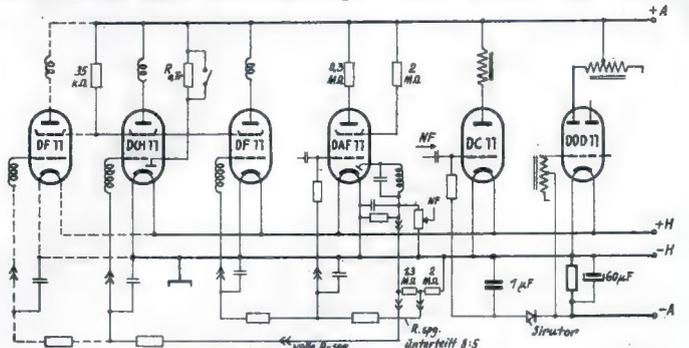
Ein praktisches Werkzeug für das Löten und Anziehen schwer zugänglicher Schrauben ist der Winkelschraubenzieher. Wie er aussieht, sagt das beifolgende Bild. Er hat kein hölzernes Heft, sondern besteht aus Vierkantstahl, der an beiden Enden entsprechend umgebogen und ausgeschmiedet ist. Winkelschraubenzieher verschiedener Größen sind im Handel erhältlich. Leider sind sie für unsere Zwecke meist zu groß. Es macht aber keine Schwierigkeiten, sich solche Winkelschraubenzieher selbst herzustellen. Dazu kann Rund- oder Vierkantstahl benützt werden, den man an den Enden umbiegt, ausschmiedet und entsprechend zufeilt. Einige Winkelschraubenzieher verschiedener Größe sind für die Rundfunkwerkstatt oft unbezahlbar.

Batterie-Stahlröhren für Trockenelement-Heizung

Für den Verkauf ins Ausland und für die Befüllung von Exportempfängern hat Telefunken eine völlig neue Reihe von Batterieelementen herausgebracht, die auf den Entwicklungs-Grundrissen der „harmonischen Serie“ beruhen und wie diese zum Teil Stahlkolben besitzen, die aber vor allem für die Heizung aus einem Trockenelement eingerichtet sind. Die mittlere Heizspannung dieser Röhren beträgt 1,25 Volt, während der Arbeitsbereich zwischen 1,4 und 1,0 Volt liegt. Auffehen erregend ist der geringe Heizleistungsbedarf dieser Röhren; bei einem Heizstrom von 25, 50, 75 und 100 mA je nach Typ verbrauchen die Röhren eine Heizleistung von rund 0,03 bis 0,12 Watt. Die kleinste Heizleistung erfordern eine Fünfpol-Regelröhre und eine Treiberröhre, die größte eine Doppel-Dreipol-Endröhre. Mit der niedrigen Fadenspannung und dem geringen Heizleistungsbedarf ermöglichen die neuen D-Röhren den Bau leichter und dabei leistungsfähiger tragbarer Empfänger, die aus einzelnen Trockenzellen geheizt werden können und die mit einer solchen Zelle eine überaus lange Betriebszeit erreichen. Für die Heizung der Empfänger mit den neuen Röhren wurden Trockenelemente entwickelt, die z. B. für tragbare Geräte bei einem Elementgewicht von unter 1 kg eine Lebensdauer von etwa 200 Stunden, für ortsfeste Empfänger aber, wo es auf kleinstes Gewicht nicht so sehr ankommt, eine solche von z. B. 800 Stunden erreichen: die letzteren entsprechen dabei räumlich etwa einer halben VE-Batterie. Die neuen Röhren werden von der deutschen Industrie zunächst nur ins Ausland verkauft, wo sie mit den ausländischen 1,4-Volt-Röhren erfolgreich in Wettbewerb treten werden, da es sich bei den deutschen Röhren um ein jüngerer und besonders leistungsfähiges Ergebnis der Röhrenentwicklung handelt. — In der D-Reihe wurden sechs Röhren herausgebracht, die die Möglichkeit bieten, Empfänger verschiedener Schaltung und Preisklasse aufzubauen:

- DCH 11 Dreipol-Sechspol-Mitdröhre für Superhets
- DF 11 Fünfpol-Regelröhre, als HF- und ZF-Stufe verwendbar
- DAF 11 Zweipol-Fünfpol-Verbundröhre (regelbar), als Empfangsgerichte und NF-Verstärker verwendbar
- DL 11 Fünfpol-Endröhre von 300 mW Sprechleistung
- DC 11 Dreipolröhre, vor allem als Treiberröhre für B-Stufen bestimmt
- DDD 11 Doppel-Dreipol-Endröhre für Gegentakt-Schaltung mit einer Sprechleistung von etwa 1,2 Watt.

Befüllt man mit den D-Röhren einen Zweikreifer (z. B. DF 11, DAF 11, DL 11), so benötigt man nur 125 mA Heizstrom. Der Kleinfuper mit DCH 11, DF 11, DAF 11 und DL 11 braucht 200 mA, der Normalfuper mit DC 11 und DDD 11 im NF-Teil braucht 275 mA und der Großfuper schließlich, der außerdem eine HF-Vorstufe hat, 300 mA. Vergleicht man ferner einen Normalfuper mit D-Röhren mit einem solchen mit den bisherigen K-Röhren, so hat man bei dem ersteren einen Heizstrombedarf von 275, bei dem K-Röhren-Super einen solchen von 725 mA,



Schaltung eines Fünf- bzw. Sechsröhren-Superhets mit D-Röhren. $R_{aTr} = 40 \text{ k}\Omega$ für Mittel- und Langwellen ($U_b = 120, 90 \text{ V}$)
 $= 10 \text{ k}\Omega$ für Kurzwellen ($U_b = 120 \text{ V}$)
 $= 0$ für Kurzwellen ($U_b = 90 \text{ V}$)

während die Heizleistungen 0,34 und 1,8 Watt betragen. Daraus errechnet sich für eine Betriebszeit von 800 Stunden eine notwendige Kapazität der Heizbatterie von 600 Amp.-Stunden bei dem K-Röhren-Empfänger und von 240 Amp.-Stunden beim D-Röhren-Gerät. Aus diesem Vergleich erkennt man am besten den enormen Fortschritt, den die D-Röhren bringen. Es ist natürlich selbstverständlich, daß man auch hinsichtlich der Anoden- und Hilfsgitterströme das Äußerste getan hat, um so sparsam wie möglich zu arbeiten; die maximale Anodenspannung beträgt 120 Volt und die Ströme wurden so festgelegt, daß man bei den kleineren Empfängern mit einem Anodenstrom von 6 bis 9 mA und bei den großen Geräten mit einem solchen von 9 bis 14 mA (Mittelwert) auskommt.

Die Röhren bringen auch sonst wichtige Neuerungen und Verbesserungen, mit denen wir uns hier aber — da die Röhren in Deutschland zunächst doch nicht auf den Markt kommen werden — heute nicht befassen wollen. Wir wollen nur die vereinfachte Schaltung eines Sechsröhren-Supers (der ohne HF-Vorstufe auch als Fünfröhren-Gerät gebaut werden kann) zeigen, um unseren Lesern eine Übersicht über die schaltungsmäßigen Anwendungsmöglichkeiten der Röhren zu geben.

FUNKSCHAU-Leserdienst

Kennwort:
Anlauffrom

Der FUNKSCHAU-Leserdienst steht allen Lesern gegen Angabe des Kennwortes im neuesten Heft kostenlos bzw. gegen geringen Unkostenbeitrag und Rückporto zur Verfügung. Für Angehörige der Wehrmacht ist der Leserdienst grundsätzlich kostenlos. - Genaue Bedingungen in Heft 1 auf der zweiten Umschlagseite.

Der FUNKSCHAU-Leserdienst umfaßt:

Funktechnischer Briefkasten: Unkostenbeitrag 50 Pfg. und 12 Pfg. Rückporto.

Stichtippen für Bauanleitungen: Kostenlos gegen 12 Pfg. Rückporto.

Bezugsquellen-Angaben u. Literatur-Auskunft: Kostenlos geg. 12 Pfg. Rückporto.

Sprechbriefverkehr: Genaue Bedingungen und die erste Liste der Interessenten siehe in Heft 2.

Plattenkritik: Unkostenbeitrag RM. 1.-

Die Anschrift für alle vorstehend aufgeführten Abteilungen des FUNKSCHAU-Leserdienstes ist: **Schriftleitung FUNKSCHAU**, Potsdam, Straßburger Straße 8.

Das nächste Heft der FUNKSCHAU enthält u. a.:

Was ist eine Phale, und was sind Phalenverbiebungen?

Neue FUNKSCHAU-Bauanleitung: Singmaschine, ein tragbarer 4-Watt-Allstrom-Kofferverstärker mit V-Röhren

Die Schallplatten-Selbstaufnahme: Schallplatten-Schneidgerät SG/10, Betriebsverfahren und weiterer Ausbau / Die Aussteuerungskontrolle bei der Tonfolienaufnahme / Tonfolien, Schneidstichel und Winkelnadeln auf dem deutschen Markt

So schaltet die Industrie: Die Schaltungstechnik der hoch- und zwischenfrequenzseitigen Bandbreitenregelung

Die Heißleiter / Das Meßgerät / Technischer Schallplattenbrief

Mitarbeit der Leser ist stets erwünscht! Besonders begehrt sind Ratichläge aus der Praxis, Verbesserungsvorschläge, Erfahrungen mit Schaltungen, Meß- und Prüf-Einrichtungen und dgl. mehr. Beiträge werden gut honoriert. Einladungen an die Schriftleitung FUNKSCHAU, Potsdam, Straßburger Straße 8



Aktuell und gründlich, zeitschnell und zuverlässig, die wertvollen Eigenschaften von Zeitschrift und Buch in sich vereinigend: das ist die KFT. Eine umfassende Darstellung des funktechnischen Wissens - Theorie und Praxis -, unter besonderer Berücksichtigung der zeitwichtigen Gebiete, für Funkhändler und Rundfunkmechaniker, Amateure und Bastler, Studierende und Schüler von Abend- und Fernkursen, das alles bietet die

KARTEI FÜR FUNKTECHNIK

unter Mitwirkung namhafter Fachleute herausgegeben von Otto Bleich jun.

Die KFT erscheint in Form von Karteikarten mit sinnfälliger Gliederungsbezeichnung. Die 1. Lieferung umfaßt 96 Karten, ein ausführliches Inhalts- u. Stichwortverzeichnis und einen stabilen Karteikasten für etwa 300 Karten zum Preise von RM. 9.50. Weitere Lieferungen erscheinen drei- bis viermal jährlich im Umfang von je 32 Karten zum Preise von etwa RM. 3.-. Die 1. Lieferung erscheint im April. Prospekt mit Musterkarte stellen wir gern zur Verfügung.

FUNKSCHAU-VERLAG, MÜNCHEN 2, LUISENSTRASSE 17
Postscheckkonto: München 5758 (Bayerische Radio-Zeitung)

Beilagen-Hinweis. Dieser Ausgabe liegt ein Prospekt der Franckh'schen Verlagsbuchhandlung W. Keller & Co., Stuttgart O, Pfizerstraße 5/7, bei.

Schaltfehler-Berichtigung. In der Bauanleitung für den Einkreifer mit U-Röhren in Heft 2 der FUNKSCHAU 1940, Seite 23, hat sich in die Schaltzeichnung ein Fehler eingeschlichen: Die Leitung von R_2 nach C_{11} muß die Leitung von R_2 nach R_3 kreuzen. In der Schaltung wurde verkehrentlich eine Verbindung gezeichnet. Wir bitten alle Leser, die an diesem Empfänger interessiert sind, diesen Schaltfehler zu berichtigen.

Bücher und Baupläne für den Funkfreund

Zu beziehen durch den Fachbuchhandel, durch Rundfunkhändler oder direkt vom FUNKSCHAU-Verlag, München 2, Luisenstraße 17, Postscheckkonto München Nr. 5758 (Bayer. Radio-Zeitung)

<p align="center">Antennenbuch</p> <p>Bedeutung, Planung, Berechnung, Bau, Prüfung, Pflege, Bewertung der Antennenanlagen für Rundfunk-Empfang v. F. Bergtold. 128 Seiten mit 107 Abbildungen.</p> <p>Aus dem Inhalt: Grundsätzliche Erklärungen, Berechnungen und Zahlenwerte. Die Planung der Antennenanlage. Bau der Antennenanlage. Einzelfragen. - Das Buch, das in überzeugender Weise Wert und Anordnung von Antennenanlagen darlegt und erstmalig klar und übersichtlich eine zahlenmäßige Behandlung aller bekannten Antennen-Anlagen enthält.</p> <p>Preis kartoniert.....RM. 3.40</p>	<p align="center">Die Kurzwellen</p> <p>Eine Einführung in das Wesen und in die Technik für den Rundfunkhörer und für den Amateur, von Dipl.-Ing. F. W. Behn u. W. W. Diefenbach. 151 Seiten, 143 Abb. 2., völlig neu bearbeitet, erweiterte Auflage.</p> <p>Aus dem Inhalt: Was ist ein Kurzwellenamateur? Vom Elektron bis zur Welle. Die Röhre in der Kurzwellen-Technik. Der Empfänger. Der Sender. Stromquellen für Sender und Empfänger. Frequenzmesser und Sender-Kontrollgeräte. Kurzwellen-Antennen für Sender und Empfänger. Der Amateurverkehr. Eine vollständige Allstrom-Amateurstation. - Das Buch für jeden, der sich mit den Kurzwellen befreunden will.</p> <p>Preis kartoniert.....RM. 2.90</p>	<p align="center">Bastelbuch</p> <p>Prakt. Anleitungen für Rundfunkbastler und -techniker von Dr. Ing. F. Bergtold und E. Schwandt. Dritte wesentlich erweiterte und völlig umgearbeitete Auflage des Buches „Basteln - aber nur so“. 208 Seiten, 179 Abb.</p> <p>Inhalt: Vom Wert des Bastelns. Das erforderl. Werkzeug, die elektrotechn. Grundlagen. Überblick über die Einzelteile des Rundfunkempfängers. Die Röhrenkennlinien und deren Auswertung. Die Auswahl der richtigen Schaltung. Die Auswahl des richtigen Gerätes. Ein Dreiröhren-Standard-Super. Ein Vierröhren-Hochleistungs-Superhet und viele andere Empfänger. Der Reiseempfänger von heute. Schaltungskomfort der Spitzenempfänger (Scharfabstimmung, Gegenkopplung, Kontrastheber u.a.m.). Der Empfänger versagt... Welche Antennen sind nötig? Zusatzgeräte.</p> <p>Preis kartoniertRM. 4.70</p>
<p align="center">Signaltafel für Kurzwellen-Amateure</p> <p>2. völlig neu bearbeitete Auflage.</p> <p>Alle Signale des Amateur-C, Q- u. Z-Code, die wichtigsten durch rote Farbe hervorgehoben. Mit zweifarbigen Länderkarten, mit den Länder-Kennbuchstaben, mit vielen KW-Sende- und Empfangsschaltungen und wichtigen Formeln, Größe 50x70 cm.</p> <p>Die Tafel ist vom DASD e.V. geprüft und ausdrücklich anerkannt ..RM. 1.20</p>	<p align="center">Neuerscheinung! Weltmeister</p> <p>Ein ungewöhnlich basischer Sechskreis-Fünfröhren-Superhet für Wechselstrom mit Stahlröhren, dessen Bau auch dem Laien leicht fällt und der wirklich auf Anhieb gut arbeitet - ein Super sowohl für den Bastler-Anfänger als auch für den Fortgeschrittenen, denn mit leichtem Bau vereint sich eine hervorragende Empfangsleistung. Drei Kurzwellenbereiche, erweiterte Bandbreitenregelung und einfache Bedienung sind die Hauptkennzeichen des Empfängers. Und was das Wichtigste ist: trotz Verwendung bester Bauteile und obgleich an keiner Stelle gespart wurde, kosten die Einzelteile (ohne Röhren) nur RM. 182.-. Der „Weltmeister“ ist ein Superhet, der an die Leistungsfähigkeit u. Klanggüte unserer hochentwickelten Industriegeräte heranreicht - er hat aber auch verschiedene Eigenschaften, die Industrie-Superhets dieser Klasse nicht aufweisen. Die erweiterte Bandbreitenregelung in Verbindung mit Gegenkopplung und Baßanhebung sowie abschaltbarer 9-kHz-Sperre ermöglicht eine bisher im selbstgebauten Super kaum erreichte Klanggüte, während der dreifach aufgeteilte Kurzwellenbereich 13 bis 68 m genußreichen Kurzwellenempfang bei einfacher Abstimmung gewährt.</p> <p>Bestellnummer 154 RM. 1.-</p>	<p align="center">Die deutschen Rundfunk-Empfänger 1939/1940</p> <p>Eine ausführliche Tabelle sämtlicher zur 16. Großen Deutschen Rundfunk- und Fernseh Rundfunk-Ausstellung neu erschienenen Markenempfänger einschließlich der Geräte aus der deutschen Ostmark, zusammengestellt von Erich Schwandt. Die Tabelle macht genaue Angaben über Stromart, Gerateaus oder Superhet, Kreis-, Röhren-, Bandfilterzahl, KW-Bereiche, Zwischenfrequenz, Bandbreitenregelung, Automatik, Abstimmanzeiger, Gegenkopplung usw., nennt Röhrenbestückung und Leistungsaufnahme und schließlich die genauen Preise. Die beste Übersicht über die neuen Empfänger, für jeden unentbehrlich!</p> <p>Preis auf Karton gedruckt ... RM. -.25</p>
<p align="center">Bauplan für den VX, den idealen Kleinzweier</p> <p>mit dem extrem niedrigen Stromverbrauch. Der Verbrauch liegt um ca. 75% niedriger als bei anderen Geräten. Für Gleich-, Wechsel- oder Allstrom zu bauen. Auch Batterieröhren zu verwenden. Verlustarme Eisenspulen (für Selbstbau oder Fertigbezug). Punkteichung möglich. Gleichbleibender Rückkopplungseinsatz. Leicht und billig zu bauen.</p> <p>Bestellnummer 142 RM. -.90</p>	<p align="center">Jahresbände der FUNKSCHAU</p> <p>Bei dem ungewöhnlich reichhaltigen Inhalt der FUNKSCHAU und ihrem Bemühen, die funktechnische Entwicklung schnell und umfassend wiederzuspiegeln, sind auch die zurückliegenden Jahrgänge von großem Wert, zumal sorgfältig bearbeitete Inhaltsverzeichnisse den dargebotenen Stoff wirksam erschließen und ein schnelles Auffinden der gesuchten Artikel ermöglichen. Die Jahresbände der FUNKSCHAU gehören so zur interessantesten und inhaltreichsten funktechnischen Literatur überhaupt, aber auch zur billigsten. Sie kosten ungebunden (in losen Heften) RM. 5.- für den letzten und RM. 3.- für alle früheren Jahrgänge. Preis der Einbanddecke RM. 1.40 Die Jahresbände sind bis zurück z. J. 1930 lieferbar.</p> <p align="center">*</p> <p>Ein praktisches und wertvolles Geschenkwerk für jeden Funkfreund und Funktechniker sind die</p> <p align="center">gebundenen Jahrgänge der FUNKSCHAU</p> <p>In geschmackvollem, dauerhaften Einband kosten</p> <p>Jahrgang 1939 RM. 9.50 Alle früheren Jahrgänge je RM. 7.50</p>	<p align="center">Bauplan für den Wandersuper Modell II</p> <p>Neuauflage Juli 1939</p> <p>Erstmalig für den Bastler der billige, basische Hochleistungs-Super, Tagesfernempfang ohne jede äußere Antenne! Einfach zu bauen. Anodenstromverbrauch nur 15 mA. Standard-Batterien. Gewicht 6,3 kg betriebsfertig. Erstklassiger Materialsatz mit Koffer, Lautsprecher und Batterien ca. RM. 98.-, Röhrensatz ca. RM. 40.-.</p> <p>Bestellnummer 145 RM. 1.-</p>
<p align="center">Bauplan für Rekordbrecher-Sonderklasse</p> <p>Der sehr leistungsfähige 5-Röhren-Superhet (Gesamtröhrenzahl: 6) mit 7 Kreisen, Kurzwellenteil, Gegenkopplung, doppelter Bandbreitenregelung, Schwundausgleich und magischem Auge. Sämtliche Einzelteile dieses Großsuperhets kosten einschließlich Röhren weniger als RM. 190.- für Allstrom.</p> <p>Bestellnummer 151 N RM. 1.-</p>	<p align="center">Bauplan für den Transatlant</p> <p>Ein 4/6-Röhren-Rundfunk- und Kurzwellen-Betriebsgerät für Wechselstrom. Sechs umschaltbare Wellenbereiche. Vorzüglicher Empfang der Mittel- und Langwellen sowie aller Kurzwellenrundfunkbereiche und der wichtigsten Kurzwellenamateurbereiche mit vollkommener Bandabstimmung im gesamten Kurzwellenbereich. Ausgezeichneter Klang bei Rundfunkwiedergabe durch Dreipolendröhre AD1. Kopfhörer- und Lautsprecherempfang bei getrennter Lautstärke-Regelung. Preis sämtlicher Einzelteile ohne Röhren ca. RM. 179.-, Röhrensatz ca. RM. 40.-.</p> <p>Bestellnummer 153 RM. 1.-</p>	<p align="center">Bauplan für den Funkschau-Continent</p> <p>Die Einführung von Schwundausgleich und Abstimmanzeiger, die bei diesem modernen Zweikreiser erstmalig eingeführt wurde, hat Schule gemacht! Er ist mit verlustarmen Eisenspulen ausgerüstet. Leicht zu bauen. Zur Regelspannungsgewinnung dient eine Doppelzweipol-Röhre.</p> <p>Bestellnummer 143 (Wechselstr.) Bestellnummer 243 (Allstrom) je -.90</p>
<p align="center">Bauplan für Meisterstück, ein Stahlröhren-Großsuper</p> <p>Siebenkreis-Fünfröhren-Superhet, Gegenkopplung, doppelte Bandbreitenregelung, magisches Auge, Schwundausgleich (drei geregelte Stufen), Kurzwellenteil, Sprache-Musikschalter und 9-kHz-Sperre.</p> <p>Bestellnummer 207 (Allstrom) RM. 1.-</p>		