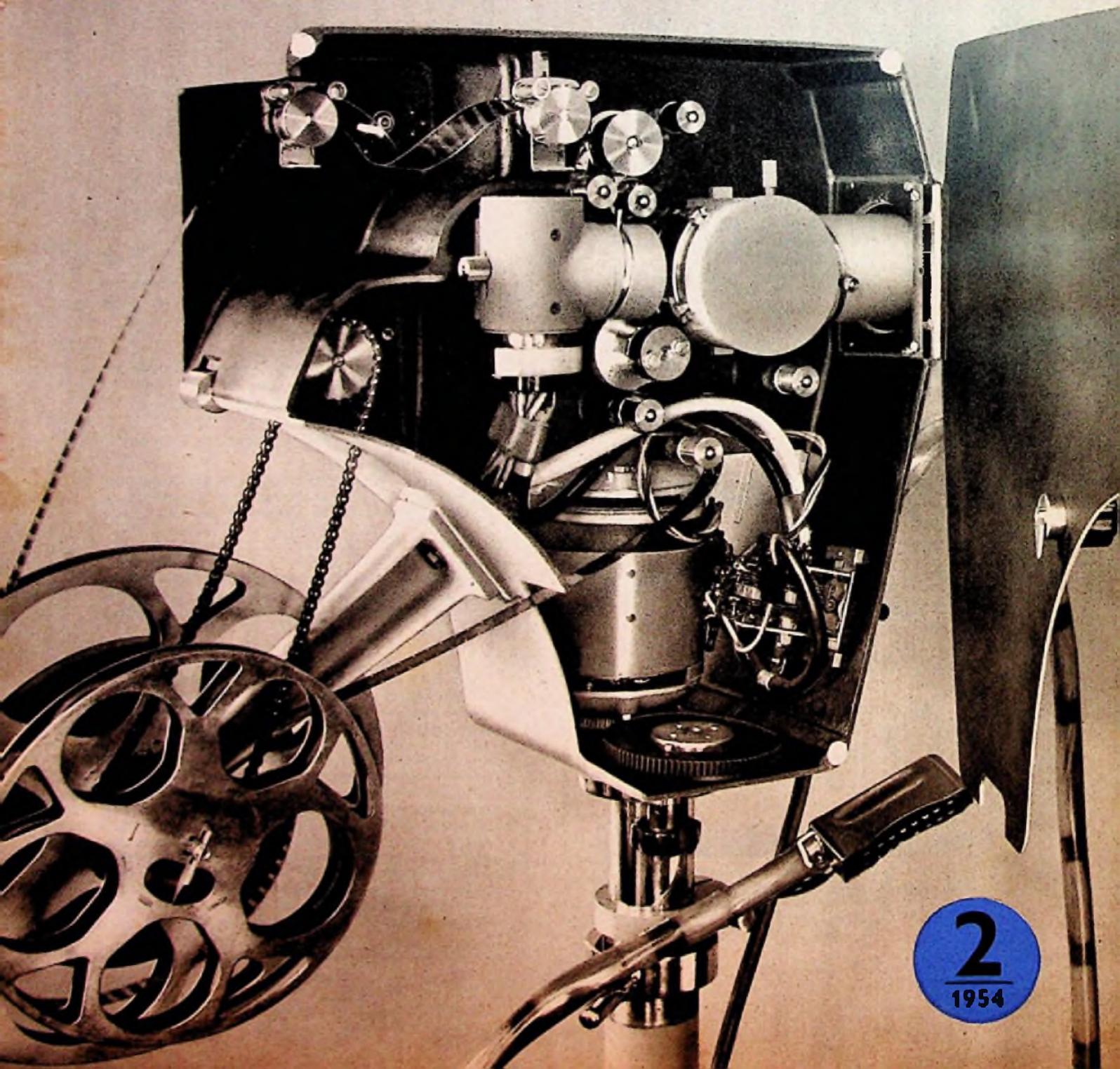


# FUNK- TECHNIK

Fernsehen  
Elektronik



## AUS DEM INHALT

2. JANUARHEFT 1954

Ein aktuelles Problem — Rentabilitätsfragen der Radlwerkstätten .....	31
Empfänger für kommerzielle Funkdienste .....	32
Verbesserung von Spulen und Filtern durch Ferrite .....	36
Lineare Entzerrung in Verstärkerschaltungen .....	38
Schallübertragungen über große Entfernungen .....	39
Ein neuer Abtaster für 16-mm-Schmalfilm .....	40
Doppelsuper »Rx 2/005« für das 2-m-Amateurband .....	41
Klein-Meßgeräteserie »Minifest« RC-Generator „Minidio“ .....	43
Oszillatorschaltungen für industrielle Hochfrequenzgeneratoren kleiner Leistung .....	45
Zum Thema „Lautstarker Detektorempfang“ Von Sendern und Frequenzen .....	47
Ein leicht zu bauendes Megohmmeter .....	48
Selbstbau eines Leuchtschirm-Bildabtasters .....	49
UKW-Miniatursender .....	50

### FT-ZEITSCHRIFTENDIENST

Vorsatzempfänger für Kraftverstärker .....	52
Frequenzkompensierter Spannungsteiler .....	52
Automatischer Programmüberblender .....	53
<b>FT-WERKSTATTSWINKE</b>	
Praktische Hilfsstelle für die Reparatur von Plattenwechslern .....	54
Verbesserung der Wiedergabe bei Drahtongeräten .....	54
Erhöhung des Reibungswiderstandes von Skalensellen .....	54
Vorsicht beim Ersatz von Gleichrichterröhren .....	54
FT-Briefkasten .....	54

### Bellagen:

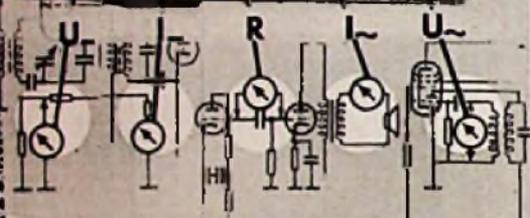
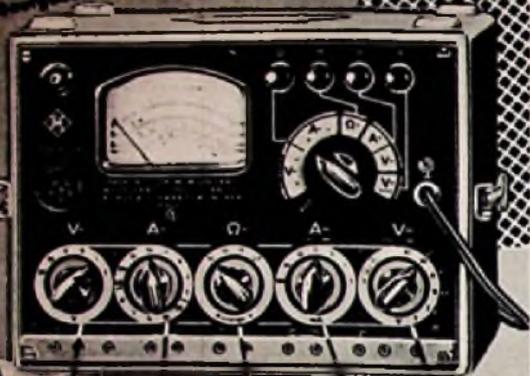
- FT-Sammlung: Schaltungstechnik ②  
Mischstufe mit selbstschwingender Triode
- FT-Sammlung: Fernsehtechnik ①  
Antennenverteiler für Fernsehvorführungen
- FT-Experimente ②  
Wovon ist der Widerstand einer Leitung abhängig?

Zu unserem Titelbild: Neuer Fernsehabtaster für Schmalfilm. Eine Entwicklung der Fernseh-Übertragungsstelle in Berlin-Tempelhof (s. auch S. 40)

Aufnahmen vom FT-Labor: Schwahn, Kunze (2), Zeichnungen vom FT-Labor nach Angaben der Verfasser: Baumelburg (20), Kortus (12), Trester (14), Ullrich (11). Seiten 51, 55 und 56 ohne redaktionellen Teil.

Verlag: VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde (Westsektor), Eichborndamm 141-167. Telefon: Sammelnummer 49 23 31. Telegrammanschrift: Funktechnik Berlin. Chefredakteur: Wilhelm Rath, Berlin-Charlottenburg; Stellvertreter: Albert Janicke, Berlin-Spandau. Chefkorrespondent: W. Diefenbach, Berlin und Kempten/Allgäu. Telefon 2025, Postfach 229. Verantwortlich für den Anzeigenteil: Walter Bartsch, Berlin. Nach dem Pressegesetz in Österreich verantwortlich: Dr. W. Rob. Innsbruck, Schöpfstraße 2. Postcheckkonten FUNK-TECHNIK: Berlin, PSchA Berlin West Nr. 2493; Frankfurt/Main, PSchA Frankfurt/Main Nr. 254 74; Stuttgart, PSchA Stuttgart Nr. 227 40. Bestellungen beim Verlag, bei den Postämtern und beim Buch- und Zeitschriftenhandel. FUNK-TECHNIK erscheint zweimal monatlich mit Genehmigung der französischen Militärregierung unter Lizenz Nr. 47/4d. Der Nachdruck von Beiträgen ist nicht gestattet. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Druck: Druckhaus Tempelhof, Berlin.

5=1 URI



U R I	Gleichspg.	20 mV...30 kV
	Wechselspg.	100 mV...1000V
	(30 Hz...250 MHz)	
	Widerstand	10 Ω...1000 M Ω
	Gleichstrom	0,002 μA...1 A
Wechselstrom	100 μA...1 A	
(30 Hz...2 MHz)		



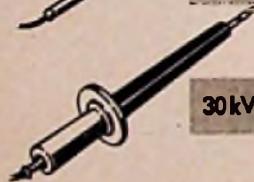
HF-Tastkopf  
(10 kHz...250 MHz)



HF-Tastkopf-  
Vorsteckteil 10:1



Bleistift-Taster für  
GS-Messung an HF-Kreisen



30kV-Hochspannungstaster

5 Meßkanäle mit 48 Bereichen auf 7 Skalen machen unsere Type URI zum universellen elektronischen Strom-Spannungs- und Widerstandsmeßgerät für alle Anwendungsgebiete der Elektrotechnik.

**ROHDE & SCHWARZ · MÜNCHEN 9**

Bitte fordern Sie unser Datenblatt BN 1050 an!



Chefredakteur WILHELM ROTH  
Chefkorrespondent WERNER W. DIEFENBACH

# FUNK- TECHNIK

Funktechnik  
Elektrotechnik

Ein aktuelles Problem

## Rentabilitätsfragen der Radiowerkstätten

In der Zwischensaison, der verkaufsschwachen Zeit, legt sich mancher Betriebsinhaber nicht mit Unrecht die Frage nach der Rentabilität seiner Radiowerkstatt vor. Die Kosten für das qualifizierte Werkstättenpersonal (in mittleren Betrieben neben dem Meister mit langjähriger Berufspraxis mindestens ein erfahrener Techniker sowie Gesellen und Lehrlinge), die laufenden sozialen Lasten, Versicherungsprämien, Steuern, Ausgaben für Modernisierung der technischen Einrichtungen und für das Ersatzteilelager sind erheblich; sie bedeuten in diesem Zeitabschnitt für sehr viele Betriebe eine spürbare Belastung. Wenn das Verkaufsgeschäft floriert, ist auch die Werkstatt meistens voll beschäftigt: Antennenbau, die Erfüllung zahlreicher technischer Sonderwünsche der Kundschaft, Einnahmen aus dem Reparatursektor und der zufriedenstellende Geräteumsatz machen dann die Werkstatt rentabel.

Der verantwortungsbewußte Radiofachmann weiß, daß es unklug wäre, die Werkstatt vorübergehend zu schließen und wesentliche Personaleinschränkungen vorzunehmen. Erfahrene Spezialisten mit großem Können und zielbewußter Arbeitsweise sind nicht leicht zu finden. Der gute Ruf manches erfolgreichen Fachgeschäftes steht und fällt nicht selten mit der Leistungsfähigkeit des technischen Personals. Es gehört daher zu den schwierigen Aufgaben des Geschäftsinhabers, in diesen Monaten für eine rationelle Tätigkeit der Werkstatt, die je nach der Lage des Geschäftes und dem Kundenkreis verschieden ist, zu sorgen.

Eine wertvolle Hilfe bietet die Kundenkartei, die über den technischen Stand der zu betreuenden Rundfunkanlagen Bescheid geben sollte. Manches Empfangsgerät bedarf der Modernisierung. Soweit es sich für den Kunden lohnt, sollte der Werkstattleiter geeignete Vorschläge und Angebote unterbreiten. In älteren Empfängern kann der nachträgliche Einbau eines Magischen Auges, eines zweiten Lautsprechers, einer Frequenzkorrektur bei Schallplattenwiedergabe usw. empfehlenswert sein. Allerdings sind auch hier gewisse Grenzen gesetzt, denn die Modernisierung sollte nicht bei jenen Geräten vorgenommen werden, die in absehbarer Zeit sowieso ersetzt werden müßten. Auf Änderungen gegenüber der ursprünglichen Schaltung ist zweckmäßigerweise stets durch eine im Gehäuse einzuklebende Skizze o. dgl. aufmerksam zu machen.

Zu den lohnenden Aufträgen gehört u. a. die Aufstellung eines Zusatzlautsprechers in einem anderen Raum und die Modernisierung des Fonogerätes. Die Lautsprecherindustrie stellt heute elegante Bauformen für Tisch- und Wandlautsprecher in angemessener Preislage her. Der Kunde kann daher seinem Geschmack entsprechend wählen. Die Wandlautsprecher werden vielfach mit eingebautem Zugschalter geliefert und könnten durch einen zweiten Schalter für die Fern-Ein- und -Ausschaltung ergänzt werden. Weitere von manchen Hörern gewünschte Ergänzungen sind der Einbau eines Lautstärkereglers und einer Umschaltvorrichtung, mit der es möglich wird, eine Sprechverbindung nach Art der Wechselsprechanlagen herzustellen. Gute Geschäftsmöglichkeiten bieten auch der Ersatz älterer Fonochassis für 78 U/min durch moderne Dreitourenchassis mit umschaltbarer Geschwindigkeit und der damit verbundene Absatz von Langspielplatten, insbesondere der neuen preiswerten Ausführungen für 45 U/min. Mancher Kunde, der kürzlich einen Empfänger kaufte und zusätzliche Kosten für eine Antenne bisher nicht aufwenden wollte, wird sich jetzt ferner zur Anlage einer Außenantenne bereit erklären. Auch hier ist die

Auswahl nicht allzu schwer, denn die seit einiger Zeit auf dem Markt angebotenen Universalantennen für alle Wellenbereiche mit Rundcharakteristik sind preiswert und für die verschiedensten Montagearten erhältlich. Diese Beispiele zeigen, daß es eine Reihe von Möglichkeiten gibt, für die Vollbeschäftigung der Werkstätten zu sorgen, wenn ein guter Kontakt mit der Kundschaft besteht.

Der vorausschauende Werkstattleiter nimmt ferner in diesen Zeiten die Überprüfung der vorhandenen technischen Einrichtungen und die damit verbundenen Reparaturen vor. Nach einer angespannten Arbeitsperiode, die die Ausnutzung jeder freien Minute verlangte und damit die Pflege der Einrichtungen in den Hintergrund treten ließ, ist es wichtig, Werkzeug, Meß- und Prüfgeräte, Anschlußleitungen, Löteinrichtungen usw. sorgfältig zu überholen. Im Zusammenhang damit ergibt sich die Möglichkeit, die Werkstätten auszubauen und evtl. auch bezüglich des Arbeitsablaufes so umzugestalten, daß durch rationelleres Arbeiten Reparaturen rentabler ausgeführt werden können. Auf diesen Punkt sollte jeder Betriebsinhaber großen Wert legen, denn die Erfahrung beweist, wie sehr diese Gesichtspunkte in vielen Werkstätten unbeachtet bleiben.

UKW-Rundfunk und Fernsehen stellen neue Forderungen. Man darf annehmen, daß die leistungsfähigen Werkstätten in der Zwischenzeit ihre Einrichtungen auf Service-Arbeiten im UKW-Bereich erweitert haben und vielfach auch Spezialgeräte für den Antennenbau vorhanden sind. Im übrigen gehört der Selbstbau einer Telefonanlage zur Verstärkung zwischen dem Monteur auf dem Hausdach und dem Techniker am Empfänger zu den Aufgaben, die wohl keiner Werkstatt Schwierigkeiten bereiten dürften. Auch die Anfertigung eines Prüfempfängers zur Bestimmung der günstigsten Antennenaufstellung auf dem Hausdach ist beispielsweise eine lohnende Sonderbeschäftigung des Werkstättenpersonals.

In nicht allzu ferner Zukunft werden zahlreiche Werkstätten für den Fernseh-Service gerüstet sein müssen. Hier gilt es zu überlegen, welche der vorhandenen Meß- und Prüfgeräte für die Aufgaben der Fernsehreparatur erweitert werden können. So läßt sich der Meßbereich von Röhrenvoltmetern auch auf Hochspannungsmessungen erweitern, wenn geeignete Hochspannungs-Tastköpfe zur Verfügung stehen. Zu den vordringlichsten Aufgaben gehört u. a. auch die Anschaffung eines Oszilloskopfes, ohne den Fernseh-Service-Werkstätten nicht auskommen können.

Eine Sonderstellung nehmen die Werkstätten auf dem Lande ein. Es gibt dort zahlreiche Elektropraktiker, zu deren Arbeitsgebiet auch das Rundfunkempfängergeschäft gehört. Häufig sind es Kleinbetriebe, die nur ganz einfache Reparaturen ausführen und sich (bei einem Gesamtumsatz von jährlich 20 bis 30 Empfängern) keine Spezialwerkstatt angliedern können. In der Zwischensaison treten hier kaum Rentabilitätsfragen auf, da der eigentliche Service vielfach von den Großhändlern übernommen wird, die die Rundfunkempfänger an den Einzelhändler lieferten.

In den kommenden Monaten wird es sich allgemein zeigen, ob der Start zahlreicher neuer Empfänger zum Jahresende die saisonbedingten Umsatzschwierigkeiten des Handels mildern kann. In diesem Falle würden auch die Werkstätten in einer Zeit, die der Radiowirtschaft bisher die größten Sorgen bereitet hat, rentabler.

# Empfänger für kommerzielle

Kommerzielle Betriebsempfänger werden meistens nach anderen Gesichtspunkten entwickelt als Empfangsgeräte für Rundfunk. Höchste Leistungsfähigkeit und eine Betriebssicherheit, die vielfach die Grenze des technisch Möglichen erreicht, sind typische Eigenschaften. Dabei spielt die Preisfrage häufig eine untergeordnete Rolle. Je nach der Verwendungsart im Seefunk, Pressfunk, Wetterdienst oder im kommerziellen Weltverkehr für Überseedienste sind Empfangsgeräte mit 4 bis über 200 Röhren üblich.

Im Seefunk beispielsweise genügt im Funksprechdienst der kleineren Frachtschiffe, Fischdampfer, Logger oder Kutter für den Grenzwellenverkehr auf Entfernungen bis etwa 1000 sm ein einfacherer Empfänger geringerer Röhrenzahl und leichter Bedienung. Die Empfangsgeräte werden nicht selten vom Kapitän bedient. Die Küstenfunkstellen arbeiten vielfach mit Sendern größerer Leistung. Es genügen daher Empfänger geringerer Empfindlichkeit. Früher wurden Bordempfänger vorwiegend mit einem Frequenzbereich ausgestattet, der ungefähr dem des Bordsenders entspricht. Da im Schiffsfunkverkehr immer mehr Dienste aufzunehmen sind, bevorzugt man heute den universell verwendbaren Allwellenempfänger mit etwa 5 bis 7 Frequenzbereichen von etwa 100 kHz ... 30 MHz. Dieser Empfänger ist in den meisten Fällen für AM-Sprechempfang und Telegrafieempfang tonloser Zeichen eingerichtet. Der Allwellenempfänger stellt zwar eine Kompromißlösung dar, doch ist er zweckmäßiger und auch wirtschaftlicher als mehrere getrennte Empfänger, insbesondere wenn kostspielige Zusatzgeräte eingebaut sind (z. B. Quarzfilter, Tonkreise usw.).

Bei der Entwicklung von Bordempfängern muß man außerdem berücksichtigen, daß die Raumverhältnisse an Bord oft recht schlecht sind und ferner die vielen elektrischen Anlagen Störungen mit sich bringen, die man nicht immer ganz beseitigen kann. Die heute üblichen Bordempfänger sind zwar sehr leistungsfähig, aber nur innerhalb der unbedingt notwendigen Vorschriften.

Noch höheren Anforderungen an einfache Bedienung müssen die Empfangsgeräte für den Flugfunk entsprechen. Im Nahverkehr und für verschiedene Ortungsaufgaben werden heute noch MW-Geräte verwendet. Die für Überseezüge üblichen Empfänger benutzen für den Weitverkehr Kurzwellen. Große Bedeutung kommt ferner den UKW-, Dezimeter und Zentimeterwellengeräten zu.

Zum Empfang der Presse- und Wetterdienste im Inlandsdienst benötigt man Langwellenempfänger mit meistens mittlerer Empfindlichkeit, da auf der Sendeseite hohe Antennenleistungen üblich sind. Die Nachrichtenübermittlung wird durch den Hellschreiber erleichtert. Für den Auslands- und Übersee-Pressedienst geht man zu Kurzwellen über.

Eine Sonderstellung nehmen die Empfänger für die festen Dienste (insbesondere für den Überseeverkehr) ein, denn die Gebühren zahlenden Teilnehmer verlangen eine einwandfreie und stets betriebssichere Nachrichtenübermittlung. Diese Empfangsanlagen werden mit einem wesentlich

größeren Aufwand gebaut; sie erreichen nicht selten in ihren Abmessungen das Format eines KW-Senders mittlerer Leistung. Um die Betriebssicherheit zu erhöhen, geht man vielfach zum „Diversity“-Empfang über, d. h., es werden mehrere Empfänger mit getrennten Antennen verwendet. Dieses Verfahren verringert oder beseitigt die Schwunderscheinungen, die bei zwei räumlich entfernten Antennen selten gleichzeitig auftreten. Die Ausgänge der beiden Empfänger kann man zusammenschalten. Vielfach ist eine Umschaltvorrichtung vorgesehen, die automatisch auf die Anlage mit besserer Empfangsqualität umschaltet.

## Presse-Hell-Empfänger für Langwellen

Zur Aufnahme von Pressemeldungen für Nachrichten-Agenturen nach dem Hellschreibverfahren, für Rundschreibmeldungen verschiedener Dienste, für den Wetterdienst und Wirtschaftsfunk sind Presse-Hell-Empfänger üblich. Der Empfang spielt sich im Langwellenbereich meist auf Entfernungen von einigen 100 km ab. Das Hellschreibverfahren im Langwellenbereich stellt an die Technik der Empfänger und Sender keine großen Anforderungen. Der Hellschreiber ist im Prinzip ein Bildtelegraf mit nur 49 Bildpunkten je Buchstabenbild. Dieses besteht aus 7 Bildzeilen zu je 7 Bildpunkten und unterscheidet nur zwischen schwarz und weiß. Es können in der Sekunde 5 Buchstaben übertragen werden. Da demzufolge die Höchstpunktfrequenz 250 Hz ist, zählt das Hellschreibverfahren noch zu den Telegrafiesystemen.

Von Telefunken werden z. Z. zwei verschiedene Presse-Hell-Empfänger hergestellt. Das einfachere Gerät (Type „E 11-148“) ist ein 4-Röhren-4-Kreis-Geradeausempfänger mit anschließendem Dioden-Modulator und NF-Verstärker. Vor dem Gitter der ersten HF-Röhre befindet sich ein zweikreisiges Bandfilter, während in den Anodenkreisen der ersten und zweiten HF-Röhre abgestimmte

Schwingkreise angeordnet sind. Der Schreibstrom kann durch Regeln der Schirmgitterspannung eingestellt werden. Die Empfindlichkeit dieses mit U-Röhren der Stahlserie bestückten Geradeausempfängers ist 20  $\mu$ V für 20 mA am Ausgang. Höhere Empfindlichkeit weist mit 10  $\mu$ V für 20 mA am Ausgang der 5-Röhren-6-Kreis-Super „EPH-L-2“ auf, der gleichfalls die U-Stahlröhren, Schwundautomatik, einen Begrenzer des NF-Pegels zur Stabilisierung des Schreibstromes sowie NF-Amplitudenbegrenzung zur Unterdrückung der im LW-Bereich oft sehr unangenehmen atmosphärischen Störungen verwendet. Der Geradeausempfänger ist auf eine Festfrequenz im interessierenden Langwellenbereich (40 ... 150 kHz) abgestimmt, während der Super einen in zwei Teilbänder aufgeteilten Frequenzbereich von 40 bis 160 kHz hat und kontinuierlich abgestimmt werden kann. Das Gehäuse des fest abgestimmten Geradeausempfängers ist plombiert. Ein etwaiger Frequenzwechsel erfolgt durch Auswechseln des Kondensator-Einsatzes.

## Allwellenempfänger

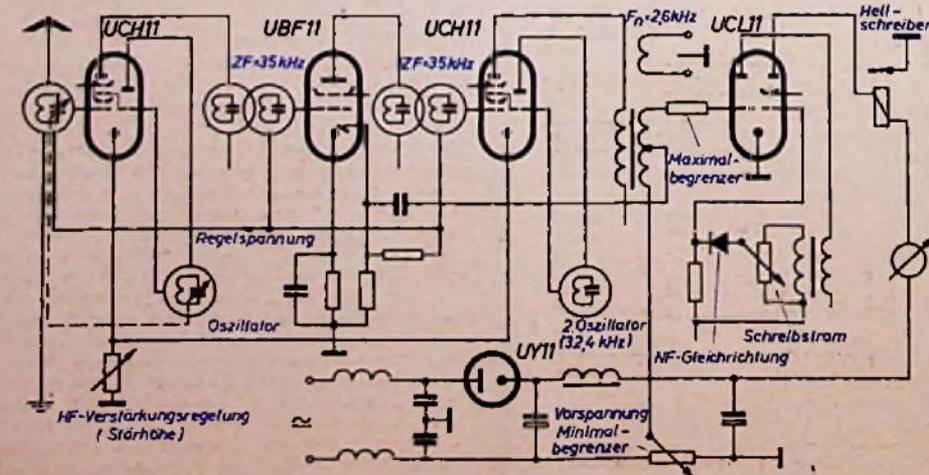
Als Betriebsempfänger für Schiffs- und Küstenstationen sowie als Universalempfänger für Presse, Polizei und Wetterdienst, ferner für beliebige andere Funkdienste eignen sich besonders Allwellen-Empfänger, die für einen großen Frequenzbereich bestimmt sind und an die meist gebräuchlichsten Betriebsarten angepaßt werden können.

Ein typischer Allwellen-Empfänger, Telefunken „E 103 Aw/4“, erlaubt in 7 Teilbereichen das Frequenzgebiet 103 ... 30 400 kHz und ist für drei verschiedene Betriebsarten (A 1 = tonlose Telegrafie, A 2 = tonmodulierte Telegrafie und A 3 = Telefonie) eingerichtet, er ist ein 8-Röhren-Super mit HF-Stufe, regelbarer Bandbreite, getrennten Oszillatoren, dreistufigem ZF-Verstärker und doppelter Frequenzumsetzung für den Bereich 1,33 bis

Allwellenempfänger „E 103 Aw/4“ für Schiffs- und Küstenstationen; Universalempfänger für Presse, Polizei und Wetterdienst sowie für beliebige andere Funkdienste (Telefunken)



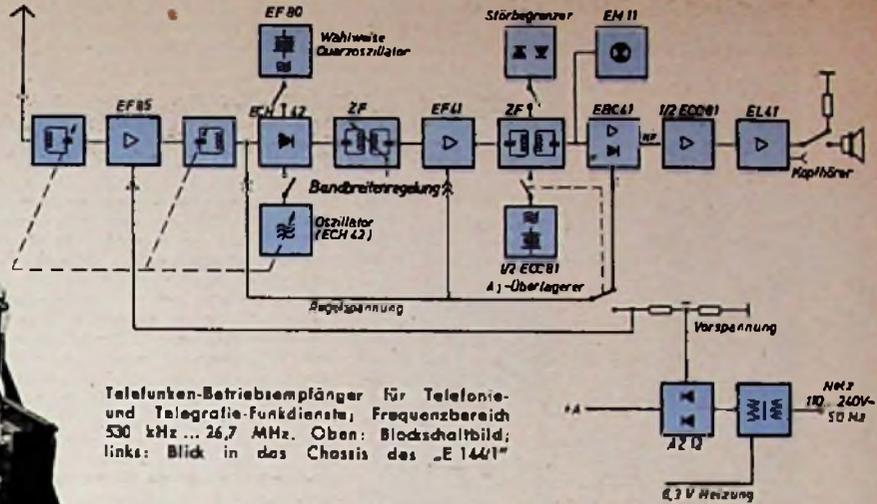
Unten: Prinzipschaltbild des Presse-Hell-Empfängers für Langwellen (Telefunken)



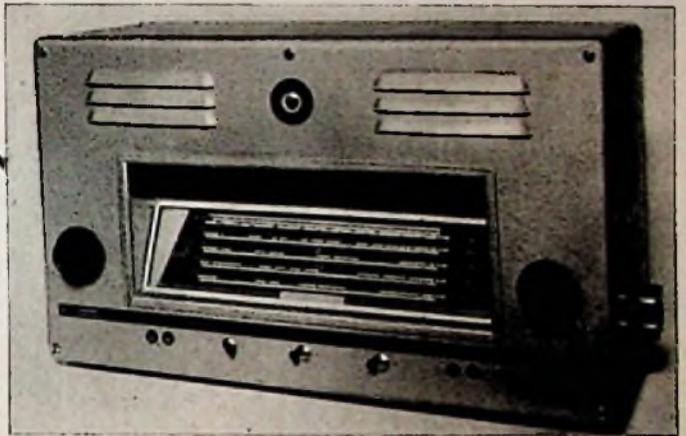
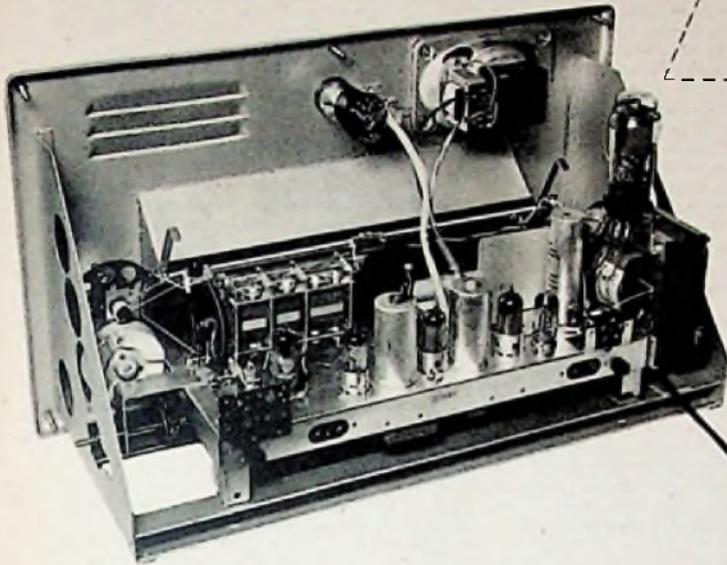
30,4 MHz. Der A-1-Überlagerer gestattet eine Frequenzänderung von  $\pm 1,5$  kHz. Die Empfindlichkeit bei Telefonieempfang ist bei 30prozentig moduliertem Nutzsignal 1 ... 5  $\mu$ V und bei tonloser Telegrafie mit Tonsieb  $\leq 0,1$  ... 0,5  $\mu$ V. Die Ablesegenauigkeit wird bei Lupenablesung im Bereich I (103 ... 254 kHz) mit 100 Hz/mm und im Bereich VII (14,10 ... 30,40 MHz) mit 10 kHz/mm angegeben. Die abschaltbare Tonselktion ist für 1000 Hz ausgelegt.

Ein anderer, von Telefunken hergestellter Allwellen-Empfänger, der als Betriebsempfänger für Telefonie- und Telegrafie-Funkdienste gedacht ist und in fünf Teilbereichen das Gebiet von 530 kHz bis 26,7 MHz erlaubt, kann gleichfalls auf drei Betriebsarten umgeschaltet werden. Der mit den Röhren EF 85, ECH 42, EF 41, EBC 41, ECC 81, EL 41, EM 11 und AZ 12 (+ Quarzoszillator EF 80) bestückte Betriebsempfänger erreicht eine Empfindlichkeit von unter 2  $\mu$ V über den Gesamtbereich bei einem Verhältnis Signal zu Rauschen von 5 : 1. Die Bandbreite ist zwischen 3 ... 7 kHz

# Funkdienste



Telefunken-Betriebsempfänger für Telefonie- und Telegrafie-Funkdienste; Frequenzbereich 530 kHz ... 26,7 MHz. Oben: Blockschaltbild; links: Blick in das Chassis des „E 144/1“



Rechts: Außensicht des Betriebsempfängers für Telefonie- und Telegrafie-Funkdienste

kontinuierlich regelbar. An Stelle des ersten Oszillators steht für sechs Festfrequenzen ein Zusatz-Quarzoszillator zur Verfügung. Der ZF-Verstärker ist mit Störbegrenzung ausgestattet. Die Selektion ist für 3,5 kHz 12 db, für 7 kHz 30 db und für 12 kHz 50 db. Schwundregelung und eingebauter Kontroll-Lautsprecher sind abschaltbar.

## Kurzwellen-Betriebsempfänger

Die mit 10 bis 20 Röhren bestückten KW-Super für kommerziellen Betrieb könnte man als Empfänger der kommerziellen Mittelklasse bezeichnen, denn sie sind hinsichtlich Schaltungstechnik, Bedienungseinrichtungen und Ausstattung mit gewissem Komfort ausgerüstet. Der von Lorenz gefertigte Kurzwellen-Super „6 P 203“ ist ein Telegrafie-Telefonie-Empfänger mit 11 Röhren für vier verschiedene Betriebsarten (Telegrafie tonlos und tönend, Zweiseitenband-Telefonie und Bildfunk) und kann in Verbindung mit geeigneten Zusatzeinrichtungen auch für Frequenzumtastung Einkanal (F1), Frequenzumtastung Zweikanal (F1) und Bildfunk nach dem F-1-Verfahren verwendet werden.

Wie alle kommerziellen Geräte erscheint der Lorenz-Super „6 P 203“ in einem Metallgehäuse für Tischbefestigung oder Gestellbau. Sämtliche während des Empfangs zu betätigenden Bedienungselemente sind links auf der Frontplatte verteilt. Damit ist die rechte Hand des Bedienenden jederzeit für die Aufnahme frei. Eine Kreisskala mit Frequenzzeichnung und Ziffernkennzeichnung bietet hohe Ablesegenauigkeit, während ein Grobtrieb raschen Frequenzwechsel innerhalb der Bereiche gestattet. Der Empfänger hat zwei HF-Stufen, Mischstufe mit getrenntem Oszillator, dreistufigen ZF-Verstärker, Demodulator und NF-Endstufe. Der Überlagererton des Telegrafieoszillators ist im Bereich 0 ... 2,7 kHz regelbar. Innerhalb des Frequenzbereiches 500 ... 1500 Hz ist eine Tonselktion mit der Bandbreite 200 Hz wirksam. Die Abstimmung des Überlagerertones und die Einstellung der Tonselktion sind zwangsläufig gekuppelt. Ein Kippschalter gestattet es, sofort von der unteren zur oberen Überlagerung überzugehen, wenn etwaige Interferenzen beseitigt werden sollen. Mit einer bei Telefonieempfang als Interferenzsperre dienenden Störsperrung kann man einen etwa noch hörbaren unerwünschten Überlagererton ausblenden. Impulsstörungen lassen sich durch einen abschaltbaren Störbegrenzer abschwächen. Die Betriebsspannungen der Überlagererstage sind stabilisiert, um einen konstanten Überlagererton zu gewährleisten. Die Verstärkungsregelung der HF- und ZF-Stufen kann automatisch oder von Hand erfolgen, wie es die jeweilige Betriebsart erfordert. Zum Abhören der Signale sind zwei Höreransgänge, ein Lautgangs- (600 Ω) und ein abschaltbarer Lautsprecher vorgesehen. Der Empfänger erscheint in

zwei Ausführungen für die Bereiche 1,5 ... 28 MHz (5 Bereiche) oder 1,3 ... 6 MHz (4 Bereiche). Die ZF-Bandbreite ist stufenweise regelbar von 2 bis 8 kHz, während die NF-Bandbreite für Telegrafie etwa 200 Hz erreicht. Die Empfindlichkeitswerte sind für Telefonie 2,5 μV und für Telegrafie rund 0,5 μV.

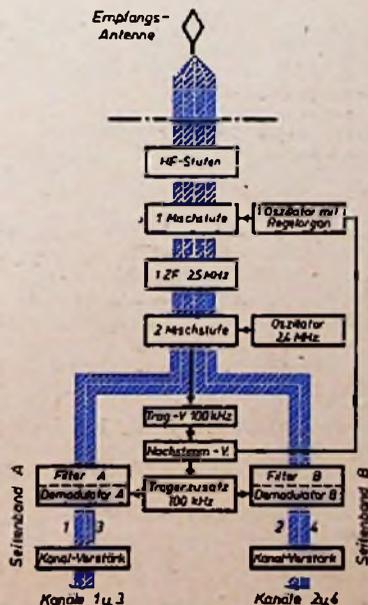
Für den Telegrafie- und Telefonie-Weitverkehr sowie für den Such- und Überwachungsdienst verfügt der Lorenz-KW-Super „6 P 201“ mit einem Frequenzbereich von 2,95 ... 30,1 MHz über außerordentlich hohe Empfindlichkeit, Selektion und Frequenzstabilität. Er ist außer den schon beim Super „6 P 203“ aufgeführten Betriebsarten auch noch für Einseltenbandtelefonie mit geschwächtem Träger geeignet, hat insgesamt 17 Röhren, einen

zweistufigen HF-Verstärker, eine erste Mischstufe mit getrenntem Oszillator, einem ZF-Verstärker für die erste Zwischenfrequenz, eine zweite Mischstufe mit getrenntem quartzesteuerten 2,4-MHz-Oszillator (zweite Zwischenfrequenz 100 kHz), ein Spulenfilter für Telefonbetrieb, einen dreistufigen ZF-Verstärker und den üblichen Demodulator sowie NF-Teil. Die Regelspannung für die Schwundautomatik wird einem Regelverstärker entnommen. Schwankungen der Eingangsspannung von 0,5 μV ... 10 mV bzw. 3 μV ... 10 mV ändern den Ausgangspegel um maximal 0,2 N. Die Zeitkonstante der Regelautomatik läßt sich stufenweise von 0,1 ... 40 s einstellen. Beachtlich ist der Trennschärfewert, der z. B. im Bandbreitenbereich 1 (Telegrafie) durch eine Abschwächung von 8,5 N im Abstand von 1 kHz von den Bandgrenzen gegeben ist.

## Hochwertige Großstationsempfänger

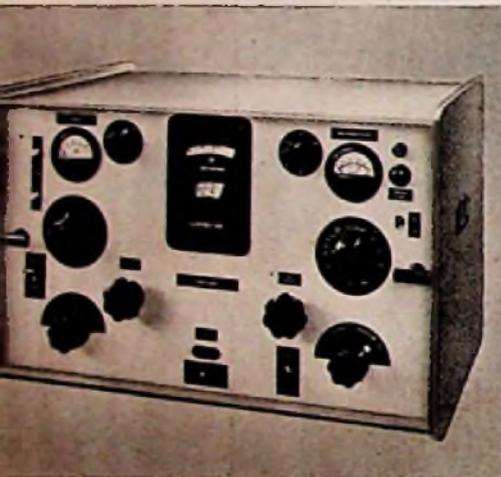
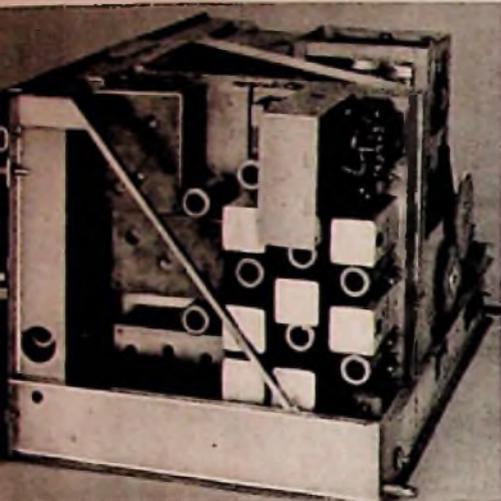
Die nächste kommerzielle Empfängerklasse mit etwa 20 bis 50 Röhren kommt infolge ihrer hohen Leistungsfähigkeit für den kommerziellen Weitverkehr bei Großstationen in Betracht. Diese Empfänger können in Verbindung mit Zusatzeinrichtungen für Einseltenband-Mehrkana- und Diversity-Betrieb mit zwei Geräten benutzt werden. Der Komfort hinsichtlich Störbesetzung, Bedienung usw. ist hochentwickelt.

Ein leistungsfähiges Empfangsgerät dieser Art, der Telefunken-KW-Verkehrsempfänger „E 104 Kw-4“, ein 21-Röhren-Empfänger für sechs verschiedene Betriebsarten (A 1, A 2, A 3, F 1, F 2 [Telegrafie mit Tontastung], F 3 [Telefonie frequenzmoduliert]), verwendet gleichfalls zwei Zwischenfrequenzen, vierstufigen ZF-Teil mit Quarzfilter, AM-Demodulator und FM-Diskriminator mit doppeltem Begrenzer und Regelverstärker. Ferner sind eine dritte Mischstufe und ein Telegrafie-Oszillator vorgesehen. Am F-1-Ausgang ist ein Zusatz-Tastgerät mit Störbegrenzer, Zeichenverstellung und Verringerung von Zeichenverzerrungen anschaltbar. Das Gerät hat ferner einen ZF-Ausgang für Einseltenband- und Diversity-Betrieb. Die 17 Teilbereiche umfassen das Frequenzgebiet von 1,1 MHz ... 30,1 MHz. Charakteristisch für den Aufbau dieses Empfängers sind 15 Quarze für 15 Teilbereiche und ein Quarzoszillator für die Kontrolle der Empfängerreichung.



Prinzipianordnung eines Einseltenband-Empfängers (je 2 Kanäle in den Seitenbändern A und B)

Ferner enthält die Frontplatte ein Meßinstrument für Röhrenkontrolle, Leistungspegel und relative Feldstärkenmessung sowie ein weiteres Meßinstrument für die Messung der Frequenzabweichung bei FM. Der Spulenwechsel für die 17 Bereiche erfolgt durch Spulenrevolver. Die Zeitkonstante der abschaltbaren Schwundautomatik ist in drei Stufen einstellbar.



Blick in das Chassis und Frontansicht des Kurzwellenempfängers „6 P 201“ von Lorenz für den Telegrafie- und Telefonie-Weitverkehr sowie für den Such- und Überwachungsdienst; Frequenzbereich des Gerätes 2,95 ... 30,1 MHz

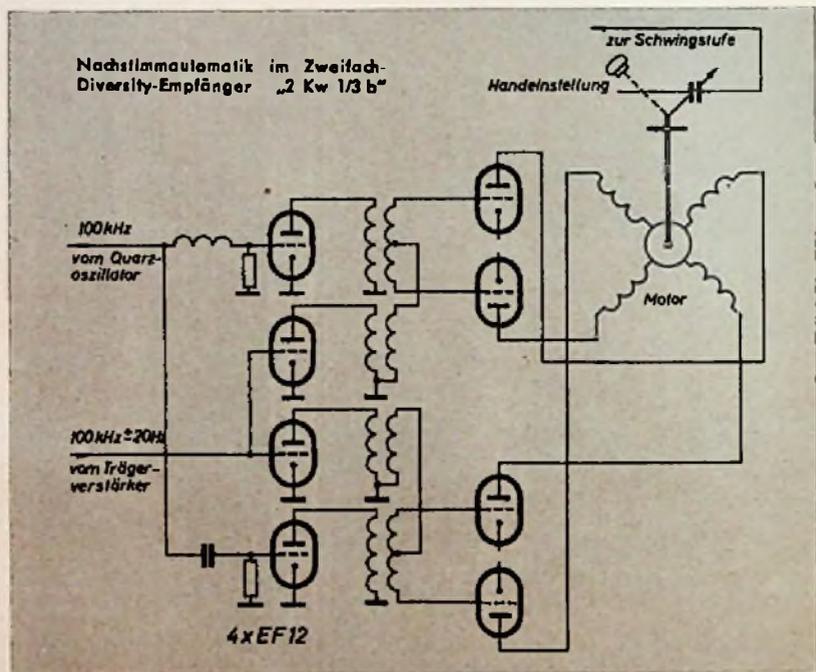
Mischstufe mit Quarzoszillator für 2,4 MHz, den zweiten ZF-Verstärker für 100 kHz einschließlich Empfangsgleichrichter, Regelverstärker und Regelmischrichter sowie eine NF-Verstärkerstufe. Für Telegrafiebetrieb wird mit Hilfe einer Relaissteuerung ein zweiter ZF-Teil mit einem Spulenfilter und zwei Quarzfiltern eingeschaltet. Das Eingangsfilter dieses Verstärkers ist ein Quarzregelfilter, mit dem die Bandbreite stufenweise von 300 ... 1600 Hz geregelt werden kann. Durch Betätigen einer Drucktaste dient der zweite Oszillator (2,4 MHz) als Prüfoszillator zur Eichkontrolle. Ferner ist es möglich, mit Hilfe eines Umschalters an Stelle des ersten Empfänger-Oszillators den Quarzoszillator an die erste Mischstufe zu schalten. Die Überlagerungsfrequenz des Empfängers wird in diesem Fall durch Mischung von Quarzfrequenzen mit der eines durchstimmbaren Oszillators erzeugt.

Der eingebaute Umsetzer hat die Aufgabe, die vom Empfänger kommenden tonfrequenten Telegrafiesignale in Gleichstromimpulse umzuformen, und gestattet A-1- und F-1-(Einkanal- und Zweikanal)-Betrieb. Das Schaltfeld dient zur zentralen Bedienung der Anlage. Es enthält einen Gleichstromverstärker, eine Taste zum Abhören von A-1 und F-1-Morsesignalen und zur Weiterleitung von F-1-Fernschreibsignalen über eine Fernleitung, einen Oszillografen zur Abstimmanzeige, einen Lautsprecher mit Verstärker und eine Stromquelle zur Steuerung von zwei Fernschreibern. Die Emp-

läßt. Bei Telegrafie-Empfang bleibt die niederfrequente Tonhöhe praktisch konstant. Der Frequenzfehler ist höchstens einige Hz, während bei Telefonie-Empfang und WTK-Betrieb die Nachricht vollkommen frequenzgetreu übertragen wird.

Der von Siemens herausgebrachte Zweifachempfänger „2 Kw 1/3a, b“ für Telegrafie und Telefonie bietet ein gutes Beispiel für ein typisches Großstationengerät dieser Art. Die Antennenspannung gelangt über einen Steckumschalter im Schaltfeld zur HF-Stufe. Neben der normalen Steckbuchse ist noch eine zweite vorhanden, in der die Eingangsspannung zur Prüfung der Antennenanlage durch einen Spannungsteiler um 20 db gedämpft wird. Bei sehr großer Eingangsspannung kann damit auch die Kreuzmodulationssicherheit vergrößert werden. Über die dritte Buchse wird der im Gerät eingebaute Präsender an den Empfängereingang geschaltet.

Der HF-Verstärker ist dreistufig aufgebaut und mit zauschönen Pentoden bestückt. Der Empfangsbereich (2,5 ... 20 MHz bzw. 4 ... 28 MHz) ist in 5 bzw. 6 Teilbereiche aufgeteilt. Die Oszillatorfrequenz liegt je nach Bereich um 2,112 MHz über oder unter der Empfangsfrequenz. Der Oszillator kommt daher mit nur 3 Wellenbereichen aus. Durch additive Mischung entsteht die erste ZF von 2,112 MHz. Diese wird der ZF-Stufe zugeführt, durch ein Filter gesiebt, dann mit Hilfe einer quarzstabilisierten Trägerfrequenz von 2,0 oder



findlichkeit dieses Großstationsempfängers ist 0,5  $\mu$ V bei 1200 Hz Bandbreite. Der Frequenzbereich erstreckt in sechs Teilbereichen das Gebiet von 3 ... 30 MHz.

#### Großempfangsanlagen in Diversity-Schaltung

Im kommerziellen Überseeverkehr verwendet man heute vielfach Großempfangsanlagen in Diversity-Schaltung. Den besonders hohen Anforderungen, die der Telegrafie-Empfang an die Güte der Übertragung stellt, kann man durch die Möglichkeit, die in der Empfangsanlage vorhandenen beiden Empfänger zum Diversity-Empfang zusammenzuschalten sowie durch die Einselntentechnik bei WTK-Empfang und durch A-3-Betriebsarten entsprechen. Üblicherweise werden beim Zweifach-Empfang zwei räumlich getrennte Antennen (Raum-Diversity) an die Empfängereingänge geschaltet. Die beiden Empfänger können jedoch auch bei Ausstrahlung derselben Nachricht auf zwei verschiedenen Frequenzen an einer gemeinsamen Antenne entsprechend abgestimmt betrieben werden (Frequenz-Diversity).

Beim Einselntentband-Empfang werden Verzerrungen durch Trägerschwund dadurch beseitigt, daß zur Demodulation der Zeichen ein konstanter örtlicher Träger (12 kHz) benutzt wird, den man bei Telegrafiebetrieb von den umgesetzten Trägerfrequenzen, bei Telefoniebetrieb von dem vollen oder unterdrückten Träger (Steuerfrequenz) mitziehen

2,224 MHz (umschaltbar zum Empfang des anderen Seltenbandes) auf die zweite ZF von 112 kHz umgesetzt. Das folgende Filter ist in seiner Bandbreite in drei Stufen von 1,1 kHz, 2,5 kHz oder 5 kHz regelbar. Nach weiterer Verstärkung folgt die dritte ZF-Umsetzung mit einem der Betriebsart entsprechend umschaltbaren Quarzoszillator. Dieser setzt bei A-3-Betrieb mit 100 kHz auf 12 kHz, bei A 1 mit 98,96 kHz auf 13,04 kHz und bei F 1 mit 97,3 kHz auf 14,7 kHz um. Die letzte Umsetzstufe hat eine Umsetzerfrequenz von 12 kHz. Dadurch entstehen bei A 3 das NF-Band (250 ... 3400 Hz), bei A 1 1040 Hz und bei F 1 2,7 kHz  $\pm$  / (entsprechend auch bei Duoplex). Im Regelgerät wird mit Hilfe des aus der ZF-Stufe abgezweigten 12-kHz-Spektrums, dessen Verstärkung entsprechend der Betriebsart (z. B. A 3) einstellbar ist, nach sorgfältiger Filterung die Schwundregelspannung und durch Vergleich mit einem 12-kHz-Generator die Frequenznachstellung erzeugt. Um auch bei F 1 oder Duoplex die obigen Funktionen des Regelgerätes richtig zu erreichen, werden am Eingang des Regelgerätes die von 12 kHz abweichenden Telegrafiefrequenzen mit entsprechenden Frequenzen eines Vier-Frequenz-Summers auf 12 kHz verlagert. Es entsteht also durch jedes Telegrafiesymbol ein Steuerimpuls für Schwundregelspannung und Frequenznachstellung. Die Schwundregelspannung ist ein Maß für die Empfangsspannung und wird an einem in  $\mu$ V Empfangsspannung geeichten Instru-

ment angezeigt. Sie ist abschaltbar, wenn die Verstärkung von Hand geregelt werden soll.

Interessant ist ferner die Funktion der Nachstimmautomatik. Die Frequenz-Nachstellspannung entsteht an einer Phasenbrücke in positiver oder negativer Richtung und setzt einen kleinen Nachstellmotor in der HF-Stufe in Bewegung, der über ein Getriebe die Oszillatorfrequenz durch einen Eisenkern korrigiert.

Die Generatoren sind im Trägererzeuger eingebaut, der für beide Empfänger nur einmal vorhanden ist, um bei Diversity-Betrieb die frequenzmäßig gleichen Voraussetzungen in beiden Empfangswegen zu schaffen. Der im Regelgerät genau ausgefilterte und begrenzte 12-kHz-Träger wird zur letzten Demodulation noch einer Stufe zugeführt, von der die Niederfrequenz in das Schallfeld und zum Regelgerät und von hier aus zur Telegrafie-Auswertung im Telegrafie-Zusatzgerät und F-1-Gerät, je nach Telegrafiestart, geleitet wird. Bei der Betriebsart F1 werden die ankommenden Tonfrequenzen der beiden Empfänger im F-1-Gerät (A-Kanal) jeweils in ihrer Amplitude begrenzt und in einem Tieftaß von den entstandenen Oberwellen befreit. Nach weiterer Verstärkung werden die von der Nullfrequenz 2,7 kHz abweichenden Töne durch den Diskriminator in eine Gleichstromspannung bestimmter Polung umgewandelt. Alle unterhalb der Nullfrequenz liegenden Töne ergeben eine positive und alle ober-

halb liegenden eine negative Spannung. Mit diesen Gleichstrom-Impulsen werden ein Empfangs- und ein Wellensenderrelais angesteuert, durch das bei Tonausgang ein Tastmodulator eingeschaltet wird. Bei schnellen Schreibgeschwindigkeiten geht der Weg nicht über das Empfangsrelais, sondern unmittelbar unter Einschaltmöglichkeit des Tonlastgerätes zum Ausgang der Anlage.

Bei Diversity-Betrieb verbindet man die beiden Begrenzer durch eine Kopplungsschaltung. Das stärkere Zeichen des einen Empfängers zieht dann den anderen Begrenzer mit. Bei der Betriebsart Duoplex (Twinplex) tritt das F-1-Gerät (B-Kanal) in Tätigkeit für den zweiten Telegrafie-Kanal, während der erste normal über den A-Kanal aufgenommen wird. Hinter dem Tieftaß des A-Kanals werden die Tonfrequenzzeichen hochohmig abgegriffen und mit einer Frequenz von 400 Hz umgesetzt. Aus dem sich aus den vier Tönen und den Umsetzerfrequenzen ergebenden Spektrum werden mit einem Bandpaß die vier Duoplex-Frequenzen herausgesiebt. Die Umwandlung in Gleichstromimpulse erfolgt in gleicher Weise wie beim A-Kanal im Telegrafie-Zusatzgerät. Der Ausgang für Kanal B liegt an Leitung II. Für A-1-Diversity-Empfang befindet sich in diesem Einschub noch das A-1-Gerät, das die beiden NF-Ausgänge des Regelgerätes zusammenfaßt, indem es die zur gleichen Zeit ankommenden NF-Zeichen gleichrichtet und verstärkt. Alle Zeichen steuern einen Tonmodulator mit einer Frequenz von 1,5 kHz.

Die Abstimmung erleichtert ein Überwachungsgerät, das auf jeden Einzelempfänger schaltbar ist und im wesentlichen aus einem regelbaren NF-Verstärker mit Lautsprecher und einem Oszillogramm besteht. Damit können die wichtigsten Stellen im Empfangsweg akustisch und optisch überwacht werden.

Von großer Wichtigkeit sind ferner die erforderlichen Prüf- und Überwachungseinrichtungen, die im Empfänger eingebaut sind. So können die Betriebsspannungen, die Kathodenströme sämtlicher Röhren und die Schwingspannungen der Oszillatoren gemessen werden. Der eingebaute, modulierbare, quartzgesteuerte Präsender liefert in jedem Empfangsbereich drei Eichfrequenzen. Ferner ist in der ZF-Stufe noch ein Prüfknopt vorhanden, der sämtliche Generatoren zusammenfaßt und auf den ZF-Eingang gibt. Das Ausbleiben einer Betriebsspannung wird automatisch durch Erlösen einer Alarmglocke angezeigt, die bis zur Fehlerbeseitigung abzustellen ist. Nach Behebung des Fehlers ertönt die Glocke von neuem, damit das Gerät wieder in die normale Alarmbereitschaft gesetzt wird. Die Stromversorgung erfolgt aus einem gemeinsamen Netzgerät. Die Einzelgeräte sind als Einschübe ausgeführt und werden über Steckverbindungen mit dem Gestell zusammengeschaltet (Abmessungen 2026 X 550 X 444 mm).

Ein anderer, in Schaltungstechnik und konstruktivem Aufbau hochinteressanter Telefonie-Großempfänger für Einzelband-Betrieb in Diversity-Schaltung wird von Telefunken für die Betriebsarten A3 und A3b unter der Bezeichnung „ES 110 Kw/1“ herausgebracht. Dieser Empfänger hat für normale Begriffe gigantische Ausmaße. Er ist mit 216 Röhren, 28 Glühlampen, 26 Sicherungen, 20 Stecklampen und 12 Stabilisatoren ausgestattet und enthält 36 Einschübe in einem senderähnlichen Gestell (Abmessungen 2080 X 1690 X 700 mm).

Der Frequenzbereich 4...30 MHz ist in 15 Teilbereiche aufgeteilt. Die beiden eingebauten Empfänger können unabhängig voneinander entweder zwei verschiedene Sender auf beliebigen Frequenzen mit verschiedenen Nachrichten aufnehmen oder in Diversity-Schaltung die gleiche Nachricht vom gleichen Sender oder von verschiedenen Stationen. Auch dieser Großstationsempfänger enthält alle erdenklichen Raffinessen, wie z. B. quartzgesteuerten ersten Oszillator, zwei Zwischfrequenzen, von denen die erste durchstimmbar ist, ferner Quartz-Eichoszillator, Quartzfilter, Seitenbandtrennung, Schwundautomatik, automatische Frequenzregelung, Sichtgerät für optische Kontrolle der Frequenzregelung und des Trägerchwunds, akustische Fehleranzeige sowie verschiedene Prüf- und Überwachungseinrichtungen.

#### Schrifttum

W. Kloepfer, Hochfrequente Einrichtungen des Obersee-Funksprechverkehrs, VDE-Fachberichte, 15. Band, 1951.

W. Slawky, Das Funkwesen in seiner kommerziellen Bedeutung, Fernmelde-Praxis, Nr. 12, 1950.

#### Dr. Werner Hensel †

Durch einen plötzlichen, tragischen Tod schied in Stuttgart Herr Dr. Werner Hensel aus dem Leben. Aus den Siemens-Werken hervorgegangen, leitete er bis 1951 den Rundfunkvertrieb von Telefunken und insbesondere den Neuaufbau nach Kriegsende. Er hat ferner den Wiedereintritt der Firma Telefunken in den westdeutschen Rundfunkmarkt maßgeblich gelenkt. Nach seinem Ausscheiden aus der Firma stellte er noch längere Zeit seine Fachkenntnisse und Erfahrungen der Pressestelle der Fachgruppe zur Verfügung.

#### Philips-Jubilare

Am 24. Dezember 1953 feierte Reinhold Kloos, der Direktor des Philips-Filialbüros Frankfurt, seinen 60. Geburtstag. Herr Kloos trat am 1. Februar 1927 bei der Deutschen Philips GmbH. ein. Nach mehrjähriger Tätigkeit als Verkaufsbeamter und als Reiseinspektor übernahm er später die Filiale West mit den Bezirken Köln, Frankfurt und Kassel.

Am 2. Januar 1954 konnte Herr Nahme Bahnsen auf eine 25jährige Tätigkeit im Dienst der Firma Philips zurückschauen. Herr Bahnsen, der früher die administrative Leitung der Deutschen Philips GmbH. hatte, ist jetzt seit vielen Jahren Prokurist der Allgemeinen Deutschen Philips Verwaltung GmbH. Beide Herren haben durch hervorragenden persönlichen Einsatz entscheidend am Aufbau und an der Entwicklung der Firma Philips mitgewirkt.

#### Vortragsreihe „Musik und Technik“

Das Außeninstitut der Technischen Universität Berlin veranstaltet in der Zeit vom 12. Januar bis 23. Februar 1954 (jeweils dienstags, 18 Uhr, in Berlin-Charlottenburg, Hardenbergstr., Hauptgebäude, Hörsaal H 2053) eine Vortragsreihe „Musik und Technik“. In dieser Vortragsreihe werden u. a. auch die elektronische Musik und elektroakustische Fragen ausführlich behandelt.

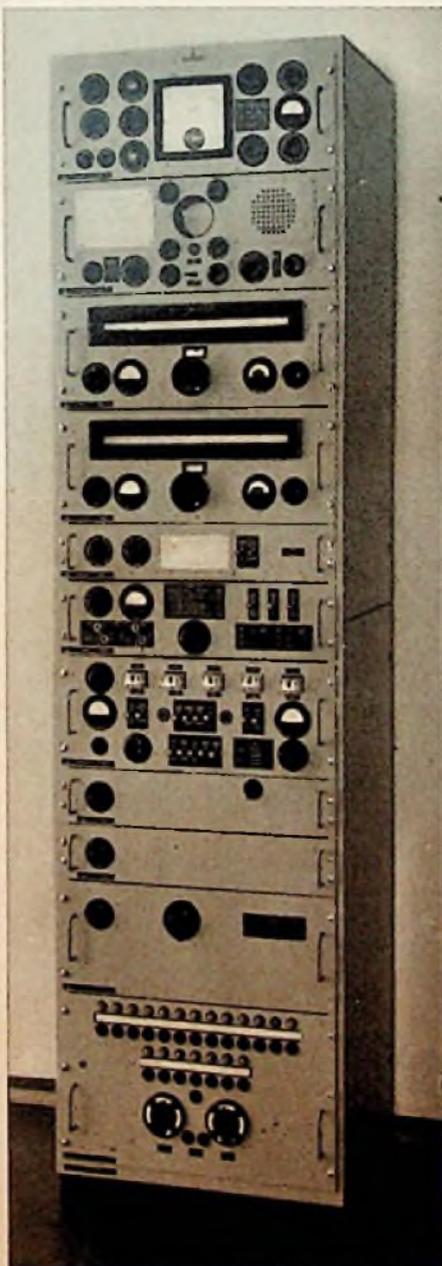
#### Lehrgänge für Funkoffiziere

Die Handelsmarine hält gegenwärtig Lehrgänge für Funkoffiziere an der Seefahrtsschule in Bremen ab. Als Bedingungen für die Aufnahme in einen entsprechenden Lehrgang werden abgeschlossene Lehre als Rundfunkmechaniker oder mittlere Reife mit zweijähriger praktischer Tätigkeit verlangt (s. auch FUNK-TECHNIK, Bd. 8 [1953], H. 20, S. 656). Die Ausbildungszeit ist ein Jahr. Der nächste Lehrgang beginnt am 1. Februar 1954 an der Seefahrtsschule der Freien Hansestadt Bremen, Elstertor Str. 29. Nähere Einzelheiten sind dort zu erfahren.

#### Neue Rundfunkempfänger

Die Nachsaison brachte diesmal eine reiche Ernte. Im Heft 22 [1953], S. 704, veröffentlichten wir eine Zusammenstellung der Ergänzungstypen, die bis zum 1. November 1953 bekannt waren und verwiesen ferner im Heft 1 [1954], S. 26, auf neue Empfänger von Nordmende, Philips und Saba. Neuerdings haben weitere Firmen ihr Herstellungsprogramm abgerundet. So meldet Blaupunkt die Drucktastensuper „Roma II“, „Tokio“ und „Madrid“. Graetz wartet mit den neuen Empfängern „168 W“, „169 W“ und „177 W“ auf. Auch Grundig bringt beachtenswerte Neuerungen (beispielsweise die Kleingeräte „Heimboy“ 1 und 2 und „Heimzelmann“ 1 und 2). Metz stellt den 4-Röhren-Empfänger „205 W“ vor. Die Deutsche Philips GmbH liefert jetzt nicht nur die „Phillette“ zusätzlich in zwei neuen Ausführungen („Phillette 54“ V und T), sondern auch neue Drucktastensuper („Sirius 31“, „Sagitta 33“, „Stella 33“). Von der Siemens & Halske AG wird u. a. ein hochwertiger „Meistersuper 843 W“ neu fabriziert.

Ein ausführlicher Bericht über die interessanten neuen Geräte mit Beschreibung der Aufbau- und schaltungstechnischen Besonderheiten folgt in Heft 3.



Einseitenband-Zweifach-Diversity-Empfänger, „2 KW 1/3 b“ (Siemens & Halske)

# Verbesserung von Spulen und Filtern

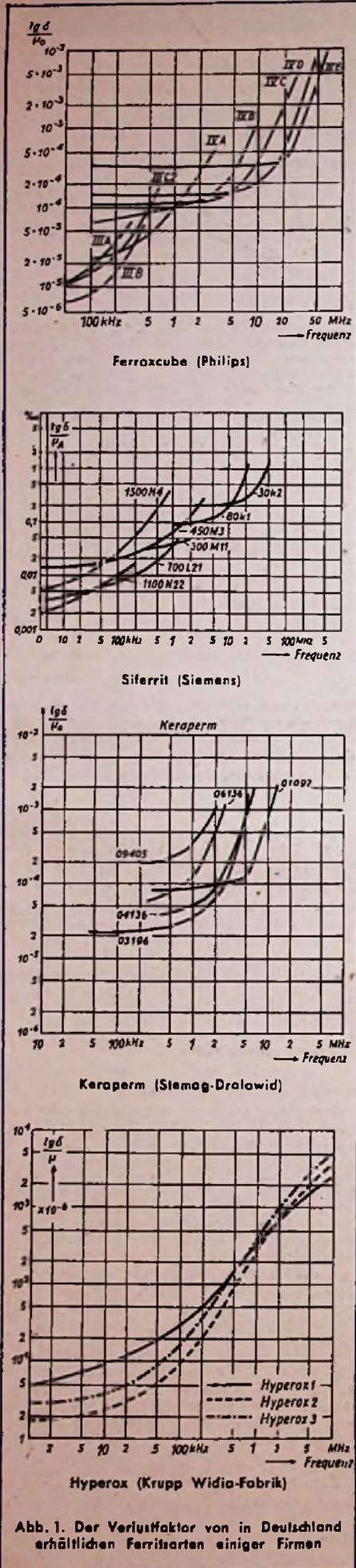


Abb. 1. Der Verlustfaktor von in Deutschland erhältlichen Ferritarten einiger Firmen

Die Bemessung von Spulen mit Ferritkernen setzt eine genaue Kenntnis des Werkstoffs voraus, da zahlreiche Ferritarten zur Verfügung stehen, die sich bezüglich Frequenzbereich, Verluste, Temperatur, Permeabilität usw. ganz verschieden verhalten [1], [2].

Ferrite sind Mischkristalle, chemisch von der Form  $MO Fe_2O_3$  oder  $M Fe_2O_4$ , wobei M für Metalle und MO für Oxyde zweiwertiger Metalle steht. Vor allem kommen Nickel-Zink- und Mangan-Zink-Ferrite zur Anwendung. Die Herstellung erfolgt nach den in der keramischen Technik üblichen Verfahren. Die Ausgangsmaterialien werden gut gemischt, unter Zusetzen von Bindemitteln durch Naßformen, Ziehen oder Pressen in die gewünschte Form gebracht und anschließend bei Temperaturen zwischen  $800^\circ$  und  $1400^\circ C$  gesintert. Das erhaltene Material ist dem Porzellan ähnlich und wie dieses sehr hart und spröde. Es kann nicht spanabhebend bearbeitet werden, sondern erlaubt eine Nachformung nur durch Schleifen oder Polieren. Vorteilhaft ist das geringe spezifische Gewicht (3 ... 5).

## Eigenschaften der Ferrite

Der Hauptvorteil der Ferrite gegenüber Pulverkernen liegt in der höheren Permeabilität, die oft eine bessere Spulengüte erreichen läßt. Mit einer Anfangspermeabilität  $\mu_0$  von einigen 1000 (am Ringkern gemessen), haben sie Werte in der Größenordnung hochwertiger Nickel-Eisenbleche, die sie auch ersetzen können. Hochpermeable Ferrite haben allerdings eine verhältnismäßig niedrige Curie-Temperatur (das ist die Temperatur, bei der die Permeabilität plötzlich steil auf 1 absinkt); sie liegt um  $100^\circ C$  bei hochpermeablen und kommt auf etwa  $500^\circ C$  bei niederpermeablen Ferriten. Von besonderem Vorteil ist der relativ hohe spezifische Widerstand von  $10^1$  bis  $10^6 \text{ Ohm} \cdot \text{cm}$ , wobei die hochpermeablen den kleineren spezifischen Widerstand aufweisen. Diese Eigenschaft läßt keine oder nur geringe Wirbelstromverluste auftreten. Die Wirbelstromverluste metallischer Werkstoffe begrenzen dagegen deren Anwendung bei höheren Frequenzen und stellen auch bei Pulverkernen den Hauptanteil der Verluste bei sehr hohen Frequenzen.

Allerdings treten bei Ferriten Nachwirkungsverluste auf, die mit tieferen Frequenzen um so mehr ansteigen, je höherpermeabel der Werkstoff ist. Als Näherungsformel für die Anwendung gilt, daß die Grenzfrequenz  $f_0$  für einen Werkstoff mit der Anfangspermeabilität  $\mu_0$   $f_0 = 10^8 / \mu_0$  (Hz) ist. Daraus ergibt sich, daß die hochpermeablen Ferrite mehr für nieder- und mittelfrequente Anwendungen und die niederpermeablen Ferrite für hochfrequente Anwendungen geeignet sind. Im Zusammenhang mit der Grenzfrequenz muß der Verlustfaktor  $\lg \delta$  beachtet werden, der auf die Permeabilität 1 bezogen ( $\lg \delta / \mu_0$ ) meist in Kurvenform angegeben wird, wie Abb. 1 für die in Deutschland erhältlichen Ferrite zeigt. Zum Vergleich ist in Abb. 2 der Verlustfaktor von Pulverkernmaterialien wiedergegeben. Bei den Ferriten sind die

Verluste in der Hauptsache Nachwirkungsverluste, während sie bei Pulverkernen überwiegend aus Wirbelstromverlusten bestehen. Es ist ersichtlich, daß es in allen Frequenzbereichen Ferrite gibt, die den Pulverkernen auch hinsichtlich der Verluste überlegen sind.

Für einen bestimmten Anwendungszweck wird der zu benutzende Werkstoff in erster Linie nach der Abb. 1 ausgesucht. Die Verlustfaktorkurven verlaufen zunächst flach und steigen dann in der Nähe der Grenzfrequenz  $f_0$  steil an. Die einzelnen Kurven überschneiden sich. Das bedeutet, daß oberhalb des Schnittpunktes das Material mit der niedrigeren Permeabilität günstiger ist. Keinesfalls soll jedoch, wenn aus anderen Gründen Scherung (d. h. Anbringung eines Luftspaltes) erforderlich ist — z. B., um den Temperaturkoeffizienten herabzusetzen — die Scherung durch ein Material mit niedrigerer Permeabilität ersetzt werden, da die Grundverluste der niederpermeablen Werkstoffe wesentlich höher als die der höherpermeablen sind. Im Gegensatz zu Pulverkernen sind also keineswegs die für hohe und höchste Frequenzen geeigneten Ferrite auch immer bei mittleren und niedrigen Frequenzen günstig.

Die Permeabilität eines Ferritkerns ändert sich unter dem Einfluß eines Vormagnetisierungsfeldes weit stärker als die eines Pulverkerns. Dadurch erschlie-

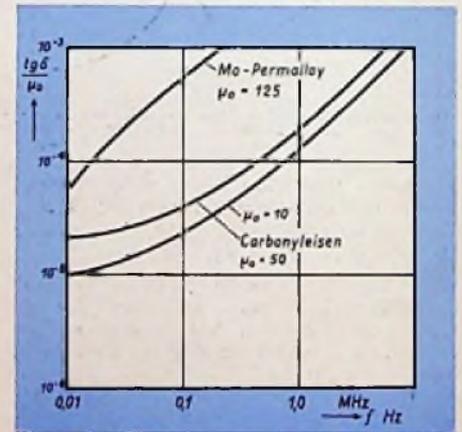


Abb. 2. Verlustfaktor von Pulverkern-Werkstoffen

ben sich zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten, bei denen eine vorzugsweise periodische Frequenzänderung erforderlich ist, wie bei Frequenzmodulation, Wobbelung usw., aber auch bei Abstimmung von Schwingkreisen u. a. m. Ferner kann man durch Vormagnetisierung den Temperaturkoeffizienten herabsetzen, auf Null bringen und sogar negativ machen, eine wertvolle Eigenschaft für die Herstellung temperaturkompensierter Schwingkreise.

Der auf Permeabilität 1 bezogene Temperaturkoeffizient  $\Delta \mu_0 / \mu_0^2$  liegt im Temperaturbereich  $20$  bis  $50^\circ C$  zwischen  $3 \dots 5 \cdot 10^{-6}$  bei hochpermeablen und  $30 \dots 50 \cdot 10^{-6}$  bei niederpermeablen Ferriten.

# durch FERRITE

## Berechnung von Spulen mit Ferritkernen

Bei der Benutzung von Zylinder- oder Schraubkernen weichen die Berechnungsmethoden nicht von denen für Pulverkern ab. Natürlich muß der Werkstoff nach den in Abb. 1 angegebenen Kurven für die Arbeitsfrequenz ausgesucht werden. Bei Topf- oder Schalenkernen sind aber noch einige andere Dinge zu beachten, die vor allem die Bemessung des Luftspalts betreffen.

Die Güte  $Q$  einer Spule wird bestimmt durch  $Q = \omega L/R_v$ , wobei  $R_v$  die Summe aller Kupfer-, Kern- und kapazitiven Verluste ist:  $R_v = R_0 + R_{cu} + R_{cap} + R_w + R_n$ . Es bedeuten  $R_0$  = Gleichstromwiderstand der Wicklung,  $R_{cu}$  = Wirbelstromverlustwiderstand der Wicklung,  $R_{cap}$  = kapazitiver und dielektrischer Verlustwiderstand,  $R_w$  = Wirbelstromverlustwiderstand des Kerns,  $R_n$  = weitere (besonders Nachwirkungs-)Verluste

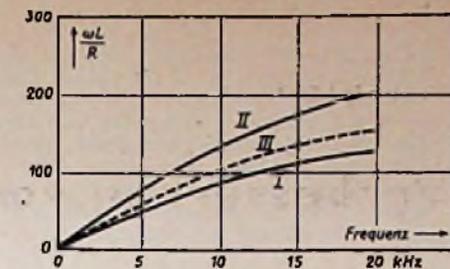


Abb. 5. Vergleich zweier Topfspulen gleicher Güte mit Ferrit- und Pulverkern. I) Pulverkern mit Schirm, Carbonylleisen C, Volumen 25 cm<sup>3</sup>; II) Pulverkern, Carbonylleisen C, Volumen 20 cm<sup>3</sup>; III) Ferritkern,  $\mu_n = 1200$ , Volumen 2 cm<sup>3</sup>

Formeln [3] berechnet werden.  $R_w$  läßt sich aus den Materialkonstanten und Kernabmessungen ebenfalls bestimmen.  $R_n$  besteht in der Hauptsache aus dem Verlustwiderstand, der durch die Nachwirkungsverluste hervorgerufen wird, könnte also aus Abb. 1 bestimmt werden. Diese Kurven enthalten jedoch einen — wenn auch geringen — Anteil an Wirbelstromverlusten. Er liegt in der Größenordnung von einigen Prozent und kann im allgemeinen vernachlässigt werden, läßt sich aber auch berechnen [3] und abziehen. Bei Verwendung von Litze (Einzeldraht-Durchmesser 0,07 mm und Füll-

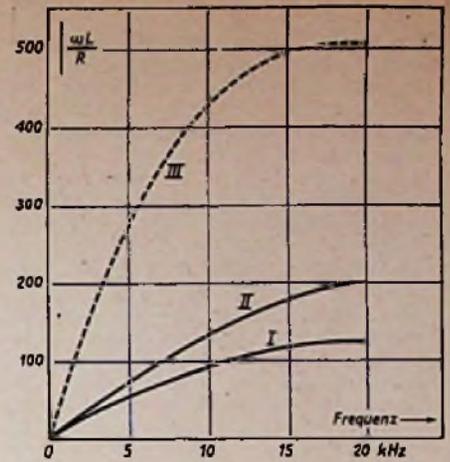


Abb. 6. Vergleich der Güte zweier gleich großer Ferrit- und Pulverkern-Topfspulen. I) Pulverkern mit Schirm, Carbonylleisen C, Volumen 25 cm<sup>3</sup>; II) Pulverkern, Carbonylleisen C, Volumen 20 cm<sup>3</sup>; III) Ferritkern,  $\mu_n = 1200$ , Volumen 20 cm<sup>3</sup>

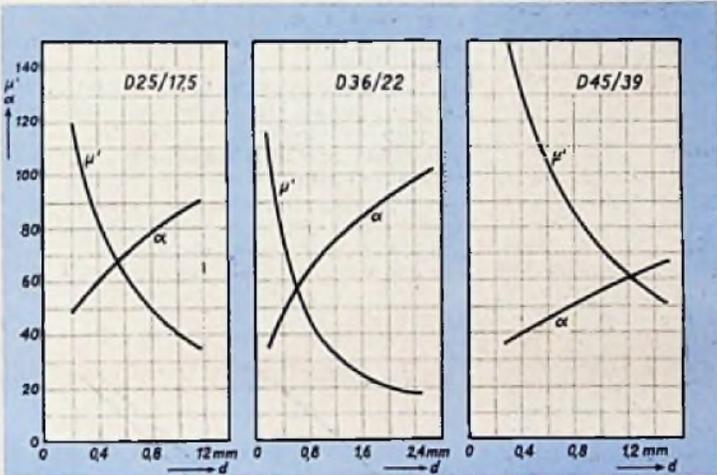
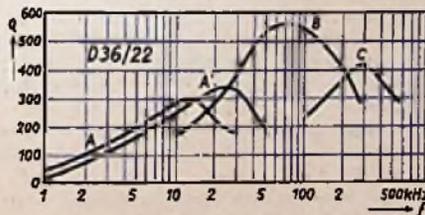


Abb. 3. Effektive Permeabilität  $\mu'$  und Windungszahlfaktor  $\alpha$  in Abhängigkeit vom Luftspalt bei verschiedenen Ferroxcube-Topfkernen

Abb. 4 (unten). Gütekurven verschiedener Topfspulen. A) Topfkern D-36/22 — 9,50 — III B 1 mit 203 Wdg. 3,4 mm CuLs,  $L = 14,6$  mH; A') wie A, jedoch mit 208 Wdg. HF-Litze  $20 \times 0,07$ ,  $L = 15,3$  mH; B) Topfkern D-36/22 — 9,00 — III B 2 mit 59 Wdg. HF-Litze  $36 \times 0,07$ ,  $L = 0,7$  mH; C) Topfkern D-36/22 — 8,00 — III B 3 mit 25 Wdg. HF-Litze  $220 \times 0,07$ ,  $L = 0,08$  mH



des Kerns. Optimale Güte wird erreicht, wenn die Wicklungsverluste ( $R_0 + R_{cu}$ ) gleich den kapazitiven und Kernverlusten ( $R_{cap} + R_w + R_n$ ) sind.

Bevor die Wicklung berechnet wird, muß die Permeabilität des Kernmaterials bekannt sein. Diese richtet sich nach der effektiven Permeabilität, kann also durch Scherung (Luftspalt) weitgehend geändert werden.

## Beispiel

Es soll eine Spule von  $L = 10^{-3}$  H für 70 kHz auf einem Ferroxcube-Topfkern D-25/17,5 (Material Ferroxcube III B 2) hergestellt werden. Der Temperaturkoeffizient soll nicht größer als  $120 \cdot 10^{-6}$  H/°C sein. Bei Ferroxcube III B 2 ist der Temperaturkoeffizient auf Permeabilität 1 bezogen  $3 \cdot 10^{-6}/°C$ . Dieser Wert ist mit der effektiven Permeabilität  $\mu'$  zu multiplizieren. Es ist also  $3 \cdot 10^{-6} \mu' = 120 \cdot 10^{-6}$ , woraus sich  $\mu' = 40$  errechnet. Danach ist der Luftspalt zu bemessen. Abb. 3 zeigt die Abhängigkeit der effektiven Permeabilität vom Luftspalt verschiedener Ferroxcube-Topfkern. Außerdem ist der Faktor  $\alpha$  angegeben, aus dem sich die Windungszahl  $n$  berechnen läßt ( $n = \alpha \sqrt{L}$  (mH)). Nachdem die Windungszahl festliegt, können  $R_0$ ,  $R_{cu}$  und  $R_{cap}$  aus bekannten

faktor 0,3, bei dem der Wickelraum voll ausgefüllt ist), ergibt sich:  $R_0 = 0,635$  Ohm,  $R_{cu} = 0,0845$  Ohm,  $R_{cap} = 0,021$  Ohm ( $Q = 450$  angenommen),  $R_w = 0,043$  Ohm und  $R_n = 0,203$  Ohm. Daraus errechnet sich  $Q = \omega L/R_v = 446$ . Nun ist aber  $R_0 + R_{cu} = 0,7195$  und  $R_{cap} + R_w + R_n = 0,266$  Ohm. Optimale Güte ergibt sich aber, wenn beide Faktoren gleich sind. Bei Vergrößerung von  $\mu'$  um den Betrag  $x$  werden die Kupferverluste  $x$ -mal kleiner, die übrigen Verluste  $x$ -mal größer. Hieraus errechnet sich  $\mu'$  für optimales  $Q$  zu  $0,7195/x = 0,266 \cdot x$  und  $x = 1,645$ , also  $\mu' = 1,645 \cdot 40 = 66$ . Damit ergibt sich ein  $Q$  von 512, wenn der Luftspalt so verkleinert wird, daß  $\mu' = 66$  ist. Der Temperaturkoeffizient erhöht sich aber dadurch auf  $198 \cdot 10^{-6}$ , so daß die etwas geringere Güte in Kauf genommen werden muß, wenn der Tem-

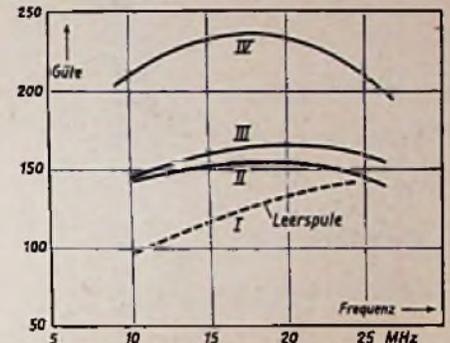


Abb. 7. Gütekurven einiger Kurzwellenspulen mit verschiedenen Kernen. I) Leerspule; II) Carbonylleisen HF, Preßkern  $\mu_n = 14$ ,  $\mu_w = 2,2$ ; III) Carbonylleisen HF, Spritzkern  $\mu_n = 5$ ,  $\mu_w = 1,8$ ; IV) Kurzwellenferrit  $\mu_n = 30$ ,  $\mu_w = 2,6$

peraturkoeffizient nicht erhöht werden darf. Eine weitere Verkleinerung des Luftspaltes hat jedoch keinen Zweck, auch wenn ein höherer Temperaturkoeffizient zulässig wäre. Es steigen dann nämlich die Kernverluste mehr an als die Kupferverluste abnehmen, so daß sich insgesamt eine niedrigere Güte ergibt. Abb. 4 zeigt einige Gütekurven von Topfkernen mit verschiedenen Wick-

## Anwendungsbeispiele

Durch Anwendung von Ferritkernen an Stelle von Pulverkernen lassen sich die Güten der Spulen beträchtlich steigern oder aber bei gleicher Güte von Ferrit- und Pulverkernspule die Abmessungen der Ferritspule wesentlich herabsetzen. Abb. 6 zeigt zwei Topfkernspulen mit Pulverkern (mit und ohne Schirm) und mit Ferritkern gleicher Größe. Die gezeichneten Gütekurven zeigen eine 2,5mal höhere Güte der Ferritspule als die ungeschirmte und eine etwa 4mal höhere Güte als die geschirmte Pulverkernspule. Der Ferritkern war für 20 kHz optimal geschert. Wird keine höhere Güte als die der Pulverkernspule verlangt, so läßt sich mit dem Ferritkern eine Spule mit sehr kleinen Abmessungen bauen, wie aus Abb. 5 hervorgeht. Die Ferritkernspule hat ein umschriebenes Volumen von nur 2 cm<sup>3</sup> gegenüber 20 cm<sup>3</sup> der Pulverkernspule. Die Kurven zeigen den Verlauf der Güte mit der Frequenz. Weitere Anwendungsbeispiele sind Pupinspulen (Belastungsspulen für Telefon-Fernkabel), Rundfunkbandfilter u. dgl.

Aber nicht nur bei Bandfiltern, sondern auch bei den Vorkreiswindungen kommen die Vorteile der Ferrite zur Geltung. Dies gilt sogar im Kurz- und UKW-Gebiet, wo eine bessere Vorselektion besonders angenehm ist. Abb. 7 zeigt die Gütekurven einer Spule leer und mit verschiedenen Kernen. Eine Güte von etwa 240 ist demnach bis etwa 20 MHz unerschwer zu erreichen.

Die effektive Permeabilität der Ferritkerne ist im UKW-Bereich bis zu einer Frequenz von etwa 90 MHz noch etwas größer als die der Pulverkern. Bei 90 MHz hat der Pulverkern die höhere Permeabilität, die Verluste des Ferritkerns sind jedoch kleiner als die Wirbelstromverluste des Pulverkerns. Ein MW-Pulverkern ergibt z. B. mit einem  $\mu'$  von 1,9 eine Güte von 50, ein KW-Pulverkern

( $\mu' = 1,7$ ) eine Güte von 70, ein UKW-Pulverkern ( $\mu' = 1,6$ ) eine Güte von 120 und ein UKW-Ferrit-Kern ( $\mu' = 1,5$ ) schließlich eine Güte von etwa 150, jeweils gemessen bei 90 MHz. UKW-Eingangübertrager, die bisher kernlos ausgeführt waren, haben, mit Ferrit versehen, nicht nur kleinere Abmessungen, sondern auch bessere Verkopplung.

#### Schrifttum

- [1] „Ferrite und ihre Eignung für Hochfrequenzzwecke“, FUNK-TECHNIK, Bd. 7 (1952), H. 22, S. 609.
- [2] Lennartz, H., „Ferrite — Eigenschaften und Anwendung“, FUNK UND TON, Bd. 7 (1953), H. 12, S. 613 (siehe dort weitere Literaturangaben).
- [3] Philips Firmenschrift EP 0031 (dort sind auch die genauen Formeln für die Berechnung der einzelnen Verlustwiderstände angegeben).

#### Zu Punkt B

$R_1$  wird aus (9) bestimmt bzw. aus

$$R_1 = \left[ \left( \frac{\omega_B}{\omega_A} \right)^2 - 1 \right] R_2 \quad (22)$$

und C aus (10).

Gl. (22) unterscheidet sich von Gl. (11) nur durch die Reziprozität des Frequenzverhältnisses. Man kann daher auch hier die Kurve Abb. 4 verwenden.

#### Zu Punkt C

Nach Abb. 7 ist

$$R_1 = \frac{1}{\omega C}$$

Daraus folgt

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot R_2 \cdot C} \quad (23)$$

$$C = \frac{1}{R_2 \cdot \omega_0} \quad (24)$$

$R_1$  bestimmt man aus

$$R_1 = R_2 \left( 10^{\frac{d_{10} + 3}{20}} - 1 \right) \quad (25)$$

oder

$$R_1 = \left( \frac{\omega_0}{\omega_A} - 1 \right) R_2 \quad (26)$$

Auch hier läßt sich sinngemäß Kurve Abb. 5 benutzen, wenn man die Abszisse mit  $\frac{\omega_0}{\omega_A}$  bezeichnet.

#### Anwendung

Bezüglich der Ausnutzung der Kurve gelten die bei der Tiefenentzerrung gemachten Angaben.

$R_2$  bildet hier gleichzeitig den Gitterableitwiderstand der folgenden Röhre. Man könnte ihn also mit 1 M $\Omega$  annehmen, wird aber dadurch zwangsläufig auf kleinere Werte kommen, daß sich für C allgemein so kleine Kapazitäten ergeben, die in der Größenordnung der Schaltkapazität liegen.  $R_2 = 5 \cdot 10^4 \Omega$  ist ein praktisch brauchbarer Wert.

#### Regelmöglichkeiten

Auch hier darf d nicht geändert werden. Es bleiben damit zwei Möglichkeiten: 1) variables C, 2) Regelung nach Abb. 8. Beide Verfahren liefern annähernd gleiche Ergebnisse im interessierenden Frequenzbereich (Verschiebung der Gesamtkurve nach höheren Frequenzen zu). Man wird trotzdem der zweiten Regelart den Vorzug geben, weil man hier erreichen kann, daß beim Herunterregeln der Anhebung Frequenzen außerhalb des Hörbereiches nicht so stark angehoben werden wie bei Verkleinerung von C. Zum Schluß sei noch die Gesamtkurve eines regelbaren Entzerrers gezeigt (Abb. 9);  $f_B$  wurde mit 30 Hz bzw. 16 kHz angenommen.

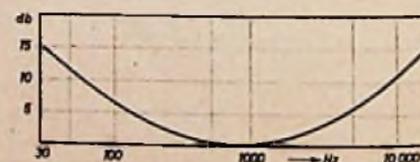


Abb. 9. Gesamtkurve eines regelbaren Entzerrers

Die maximale Anhebung  $d_{1B}$  ist 15 db und damit die Gesamtdämpfung eines Gliedes 30 db. Der Anodenwiderstand jedes Triodensystems wurde für eine Verstärkung von 30 db je Stufe berechnet, so daß für mittlere Frequenzen keine Dämpfung bzw. Verstärkung besteht. Die aufgezeigten funktionsmäßigen Zusammenhänge gelten sinngemäß auch für Gegenkopplungen.

G. HELD

## Lineare Entzerrung in Verstärkerschaltungen

### Der Spannungsteiler für hohe Frequenzen

Schluß aus FUNK-TECHNIK, Bd. 9 (1954), H. 1, S. 18

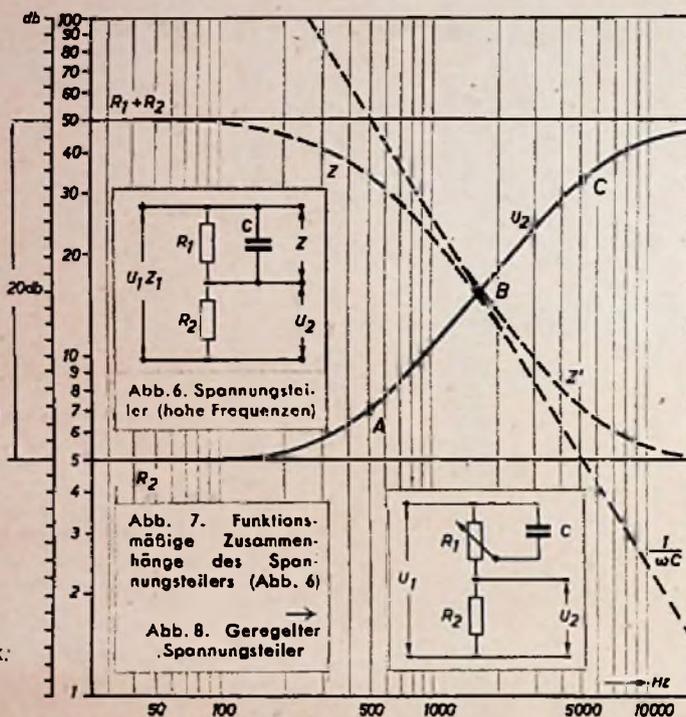


Abb. 6 zeigt das Prinzipschaltbild eines Spannungsteilers für hohe Frequenzen. Bezüglich der maximalen Anhebung gelten prinzipiell die gleichen Überlegungen, wie sie beim Spannungsteiler für tiefe Frequenzen angestellt wurden. Daher hat auch hier Gl. (1) Gültigkeit. In Abb. 7 sind wieder

$\frac{1}{\omega C} = f(f); R_2 = f(f); R_1 + R_2 = f(f)$  eingezeichnet.

$$Z = \frac{R_1}{\sqrt{1 + (\omega C R_2)^2}}$$

ist hier eine Schmiegehyperbel, die wegen der Parallelschaltung nach unten gerichtet ist. Dieses erklärt sich daraus,

daß bei mittleren Frequenzen  $\frac{1}{\omega C_1} \rightarrow \infty$  geht und daher kaum Einfluß hat, während bei höheren Frequenzen  $\frac{1}{\omega C} \ll R_1$

und damit  $\frac{1}{\omega C}$  praktisch allein den

Scheinwiderstand bestimmt. Betrachtet man nun den ganzen Spannungsteiler, so erkennt man, daß diesem Absinken des Scheinwiderstandes durch  $R_2$  Einhalt

geboden wird; für  $\frac{1}{\omega C} = 0$  ist  $Z_1 = R_2$ .

Greift man  $R_2$  und C heraus, so wäre deren Scheinwiderstand  $Z'$  die Schmiegehyperbel an  $R_2, 1/\omega C$ . Die beiden Hyperbeln bestimmen den Verlauf von  $Z_1$ . In Abb. 7 ist Z um  $R_2$  nach oben verschoben, um anschaulich den Verlauf darstellen zu können. Eine exakte Konstruktion der Kurve, wie sie in Teil 1 für den Spannungsteiler für tiefe Frequenzen angegeben wurde, ist hier nicht möglich.

Da  $U_2 = I \cdot R_2$ , ist  $U_2$  proportional I.

$$I = \frac{U_1}{Z_1}$$

ist bei konstantem  $U_1$  wieder die spiegelbildliche Kurve zu  $Z_1$  (Abb. 7).

#### Auswertung

Für die Punkte A, B, C gelten analog die bei der Tiefenentzerrung gemachten Angaben.

#### Zu Punkt A

Hier ist

$$R_1 = \frac{1}{\omega C} - R_2 \quad (19)$$

Daraus folgt

$$f_A = \frac{1}{2\pi \cdot R_{ges} \cdot C} \quad (20)$$

$$C = \frac{1}{\omega_A \cdot R_{ges}} \quad (21)$$

# Schallübertragungen über große Entfernungen

Beschallungsaufgaben für das Freie lassen sich, grob betrachtet, in zwei Gruppen unterteilen; in eine Schallübertragung über kleine und über große Entfernungen. Die Grenze zwischen diesen beiden Gruppen kann nicht durch einen bestimmten Abstand des Hörers vom Lautsprecher in Meter bezeichnet werden, sondern ergibt sich aus der Praxis.

Unter den Begriff „kleine“ Entfernungen fallen die Aufgaben, bei denen es sich um die Schallversorgung z. B. eines Fußballfeldes, Sportstadions oder Versammlungsgeländes handelt. Aus den Dimensionen dieser Freiflächen folgen Lautsprecherabstände, die selbst bei einer zentralen Beschallung kaum 200 m überschreiten dürften.

Die unter „große“ Entfernungen einzuordnenden Beschallungsaufgaben sind etwa durch die Beispiele charakterisiert: Kommandoanlagen auf den Rollfeldern und Abstellplätzen von Flughäfen, Rufanlagen an den Kanalschleusen der Binnenschiffahrt, elektroakustische Glockenspiele von Kirchen u. ä. Hier ist mit Lautsprecherabständen zu rechnen, die bei 1 km und darüber liegen können.

Bei diesen Anlagen wird meistens eine möglichst große Reichweite erstrebt. Entweder fordert man beispielsweise die Garantie einer bestimmten Reichweite und fragt nach den dafür erforderlichen Apparaten (Verstärker, Lautsprecher), oder man geht von einer bestimmten apparativen Einrichtung aus und fragt nach der Reichweite, die damit erzielt werden kann.

Die Fragen der Verstärkertechnik sollen hier nicht erörtert werden, da für fast alle Zwecke ausreichende Verstärker der Industrie zur Verfügung stehen.

## Lautsprecher

Bei den Lautsprechern muß große Belastbarkeit, hoher Wirkungsgrad und gegebenenfalls auch eine bestimmte Richtwirkung verlangt werden.

Die Belastbarkeit ist durch die Gefahr mechanischer Zerstörungen und durch die nichtlinearen Verzerrungen, die bei großen Amplituden auftreten, begrenzt. Es bietet sich jedoch ein gewisser Ausweg durch die Verwendung mehrerer Lautsprecher bzw. Antriebssysteme, deren Gesamtbelastbarkeit groß genug sein muß, um die erforderliche Verstärkerleistung in Schall umzuwandeln. Außerdem kann man durch entsprechende Anordnung der Einzelsysteme noch einen Gruppeneffekt erreichen, d. h. eine Erhöhung des Wirkungsgrades.

Für die Berechnung der Reichweite eines Lautsprechers über große Entfernungen spielt die Kenntnis des Wirkungsgrades eine große Rolle. Leider ist es nicht einfach, den Wirkungsgrad eines Lautsprechers so zuverlässig zu messen, daß er immer berücksichtigt werden kann. Bei den genannten Beschallungsaufgaben wird eine möglichst große Reichweite in einer bestimmten Richtung gefordert. Es interessiert also weniger das gesamte vom Lautsprecher erzeugte Schallfeld, sondern der in einem bestimmten Raumwinkel (z. B. in der Hauptabstrahlrichtung) erzeugte Schalldruck.

Für die Kennzeichnung dieser Leistungsfähigkeit eines Lautsprechers ist das Übertragungsmaß „Ugm“ definiert:

$$Ugm = \frac{\mu b \cdot m}{\sqrt{VA}} \quad (1)$$

Es gibt den Schalldruck in  $\mu b$  an, den ein Lautsprecher in der Hauptabstrahlachse in 1 m Entfernung erzeugt, und zwar bei einer zugeführten Scheinleistung von 1 VA. Wegen der starken Schwankungen der Meßwerte bei den einzelnen Frequenzen wird eine Mittelung über einen bestimmten Frequenzbereich vorgenommen.

## Schallausbreitung im Freien

Bei den Berechnungen für Schallübertragungen im Freien wird gewöhnlich die Annahme gemacht, daß keine reflektierenden Flächen vorhanden sind. Dies bedeutet, daß die Schallintensität quadratisch mit der Entfernung abnimmt. Die auf das Ohr fallende Leistung sinkt bei jeder Verdopplung der Entfernung des Hörers vom Lautsprecher auf ein Viertel. Der Schalldruck  $p$  ist dagegen umgekehrt proportional zur Entfernung von der Schallquelle. Erzeugt ein Lautsprecher z. B. 100  $\mu b m$ , so ist der Schalldruck in 10 m Entfernung 10  $\mu b$ , in 20 m = 5  $\mu b$  usw. Überträgt man dieses Zahlenbeispiel in das Lautstärkemaß, so wird

$$L = 20 \lg \frac{p_1}{p_2} = 20 \lg \frac{10}{5} = 6 \text{ Phon} \quad (2)$$

Jede Verdopplung der Entfernung bringt demnach eine Dämpfung der Lautstärke um 6 db.

Das Gesetz, daß die Schallintensität quadratisch mit der Entfernung von der Schallquelle abnimmt, stellt einen idealen Grenzfall dar, der fast nie erreicht wird. Bei großen Entfernungen bringt die Berechnung nur nach dem rein quadratischen Gesetz Reichweiten, die mit den Tatsachen nicht zu vereinigen sind, wie eine zahlenmäßige Betrachtung zeigen soll:

Es sei angenommen, man montiert auf einem hohen Turm in Berlin einen mit 150 W belastbaren Lautsprecher (oder Lautsprechergruppe), dessen Ugm 85 ist. In 100 m Entfernung erhält man nach Gl. (1)

$$\mu b = \frac{Ugm \cdot \sqrt{VA}}{m} = \frac{85 \cdot \sqrt{150}}{100} = \text{rd. } 10 \mu b$$

Dies ergibt in 100 m die Lautstärke von 94 Phon. Nach dem Gesetz der quadratischen Abnahme, vermindert sich die

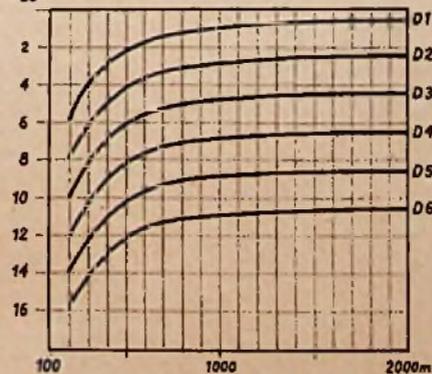


Abb. 2. Lautstärkenminderung je 100 m in Abhängigkeit der Entfernung von der Schallquelle. D1 ... D6 = akustische Wetterlage (s. Seite 40)

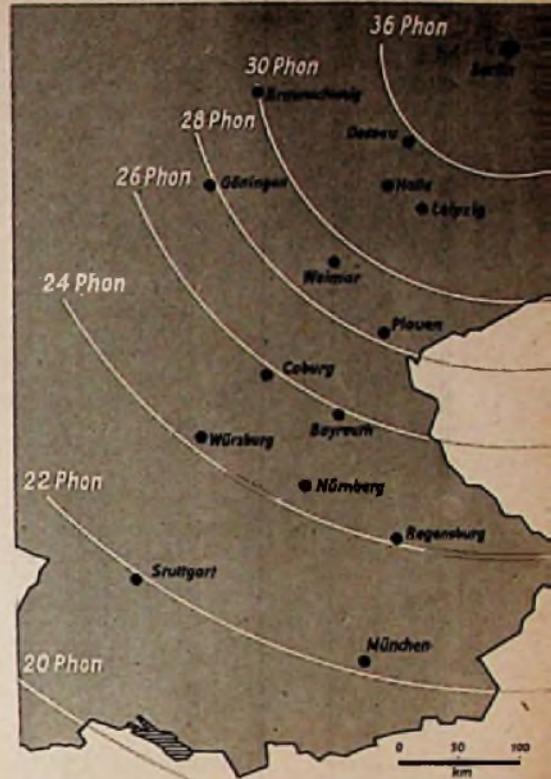


Abb. 1. Schallausbreitung nach dem Gesetz der quadratischen Abnahme (150-W-Lautsprecher)

Lautstärke bei jeder Verdopplung der Entfernung um 6 db. Es wären demnach folgende Lautstärken zu erwarten  
 in 200 m = 88 Phon  
 in 400 m = 82 Phon  
 in 800 m = 76 Phon usw.

In der Abb. 1 ist die Fortsetzung dieser Reihe, beginnend mit 36 Phon in 100 km Entfernung, eingetragen. Am Bodensee müßte demnach noch eine „Flüsterlautstärke“ von 20 Phon herrschen. Die Hörschwelle von 0 Phon ergäbe sich in rd. 6500 km (!) Entfernung von Berlin. Das Unberücksichtiglassen der Erdkrümmung, Schattenwirkung dazwischen liegender Berge usw. sind nicht die Ursache, daß die Rechnung nicht aufgeht. Dies soll an einem anderen Beispiel erläutert werden, für das diese Einwände nicht erhoben werden können.

Ein mit lauter Stimme sprechender Mensch erzeugt im Mittel 10  $\mu b$  in 1 m Abstand. Steht er auf der oberen Plattform des Eiffelturmes, so ist die Entfernung vom Erdboden rd. 300 m. Nach dem quadratischen Schallausbreitungsgesetz würde er mit dem angenommenen Schalldruck auf dem Erdboden eine Lautstärke von 44 Phon erzeugen, wäre also mit seiner natürlichen Stimme noch sehr gut zu verstehen.

Die Erklärung dieses Widerspruches liegt im folgenden: Bei der Schallausbreitung tritt außer der quadratischen Abnahme noch eine zusätzliche Dämpfung auf, die man mit „akustisches Schallwetter“ bezeichnen könnte. Die genaue Abhängigkeit dieser Dämpfung von den einzelnen Wetterfaktoren ist noch nicht erforscht. Bekannt ist, daß die Schallgeschwindigkeit in der Luft von der Temperatur und vom Luftdruck abhängt. Durchläuft der

Schall bei seiner Ausbreitung Luftschichten, deren Temperaturen unterschiedlich sind, können Interferenzen auftreten, die eine Dämpfung zur Folge haben. Diese Dämpfung kommt in einem exponentiellen Faktor zum Ausdruck, der außer der quadratischen Abnahme berücksichtigt werden muß.

Um bei den Berechnungen zu bequemen und anschaulichen Zahlen zu kommen, hat man für die Entfernung 100 m als Einheitsstrecke eingeführt. Bezeichnet man mit  $L_1$  die Lautstärke der Schallquelle im Abstand 100 m, so ist im Abstand  $r$  ( $n/100$ ) die Lautstärke

$$L_r = L_1 - 20 \lg r - D \quad (3)$$

Hierbei ist  $D$  eine Dämpfungskonstante, durch die die exponentielle Abnahme berücksichtigt wird. Sie wird in Phon für eine Streckeneinheit von 100 m eingesetzt.  $D$  ist also die zusätzliche Verminderung, die außer der quadratischen Abnahme anzusetzen ist. Im idealen Grenzfall einer rein quadratischen Abnahme ( $D = 0$ ) erhält man in 200 m Entfernung, d. h. bei Verdopplung der Streckeneinheit von 100 m, eine Lautstärkenabnahme von

$$L_{r(200)} = 20 \lg r = 20 \lg 2 = 6 \text{ Phon.}$$

Die Größe der Dämpfungskonstanten  $D$  schwankt je nach der akustischen Wetterlage, wobei sich vor allem frequenzselektive Fadings bemerkbar machen. Nach Untersuchungen von *Benecke*, die auf dem früheren Lautsprecher-Versuchsgelände von *Telefunken* bei Berlin durchgeführt wurden, ergaben sich folgende Werte für die Dämpfungskonstante  $D$ :

Dämpfung $D$ in Phon je 100 m	Ausbreitungsbedingungen nach subjektivem Eindruck
0	= ausgezeichnet (sehr selten)
1 ... 2	= sehr gut
3 ... 4	= gut
5 ... 6	= mäßig
7 ... 8	= schlecht
9 und mehr	= sehr schlecht

Wie sich diese zusätzliche Dämpfung durch das Schallwetter auf die Reich-

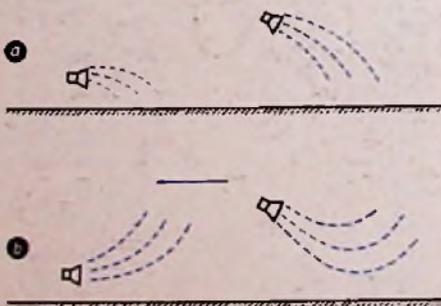


Abb. 3. Verwehung durch Wind bei Übertragung. a) mit Windrichtung, b) gegen Windrichtung

weite eines Lautsprechers auswirkt, soll ein Zahlenbeispiel vergegenwärtigen:

Ein Lautsprecher  $U_{gm}$  45 wird mit 75 W betrieben. Wie groß ist die Lautstärke in 800 m Entfernung bei verschiedenem Schallwetter?

Nach Gl. (1) erzeugt der Lautsprecher in 100 m Entfernung einen Schalldruck von rd.  $4 \mu b$ , entsprechend einer Lautstärke von 86 Phon. Nach Gl. (3) erhält man in 800 m Entfernung folgende Lautstärken: bei ausgezeichnet. Schallwetter = 68 Phon bei gutem Schallwetter = 36 Phon bei schlechtem Schallwetter = 4 Phon

Diese Ergebnisse lassen erkennen, daß die Lautstärkenverminderung durch das Schallwetter ausschlaggebender für die Reichweite eines Lautsprechers ist als die quadratische Abnahme. Grund dafür ist der exponentielle Charakter der Dämpfung  $D$ ; er bleibt unabhängig von der Entfernung zum Lautsprecher für eine bestimmte Streckeneinheit immer gleich. Die quadratische Abnahme hingegen wird längs einer Streckeneinheit immer kleiner, je weiter diese Strecke vom Lautsprecher entfernt ist.

Um sich dies zu vergegenwärtigen, ist in Abb. 2 die Lautstärkenverminderung je 100 m in Abhängigkeit von der Entfernung aufgetragen. In der Entfernung 200 m tritt je nach dem Schallwetter eine Dämpfung zwischen 6 und 16 Phon ein. In 1500 m Entfernung beträgt die Dämpfung für die Strecke von 100 m 0,8 bis 10,8 Phon. Das Verhältnis der Lautstärkenminderung zwischen idealem und sehr schlechtem Schallwetter beträgt zwischen 100 und 200 m = 1 : 2,7, zwischen 1500 und 1600 m hingegen 1 : 13,5. Dies ist der Grund, daß die Reichweite eines Lautsprechers in größerer Entfernung durch das Schallwetter stark beeinflusst und scharf begrenzt wird.

Diese scharfe Begrenzung der Reichweite sollte man sich immer vergegenwärtigen, wenn eine bestimmte garantierte Lautstärke in einer größeren Entfernung gefordert wird. Wenn die obengenannte Lautstärke von 68 Phon bei ausgezeichnetem Schallwetter ( $D = 0$ ) in 800 m Entfernung auch bei gutem Wetter ( $D = 3 \dots 4$ ) erreicht werden soll, dann müßte der Lautsprecher 5000  $\mu b$ m er-

zeugen. Bei einem  $U_{gm}$  von 45 wäre hierzu eine Verstärkerleistung von 12 kW erforderlich.

### Einfluß des Windes

Die großen Dämpfungen treten meist im Zusammenhang mit böigem Wind auf. Diese Feststellung soll aber nicht besagen, daß Windstille gleichbedeutend mit sehr guter Ausbreitung ist. Für den Einfluß des Windes spielt es eine Rolle, in welcher Höhe über dem Erdboden der Lautsprecher montiert ist, da die Windgeschwindigkeit mit der Entfernung vom Erdboden zunimmt. Je nach der Richtung des Windes zur Schallrichtung ergeben sich Verhältnisse, wie sie in Abb. 3 andeutungsweise dargestellt sind. Die Erfahrungen haben ergeben, daß die Richtung des Windes keine große Rolle mehr spielt, wenn der Lautsprecher in mehr als 10 m Höhe über dem Erdboden montiert ist. Dies soll nicht falsch verstanden werden: Der Einfluß des Windes auf die Reichweite bleibt deshalb bestehen.

Abschließend sei bemerkt, daß der Wettereinfluß auf die Reichweite bei einer vertikalen Übertragsrichtung, z. B. von einem Turm oder Ballon nach unten, größer ist im Vergleich zu einer Übertragung in horizontaler Richtung. Im ersten Fall ist im Durchschnitt mit größeren Dämpfungswerten  $D$  zu rechnen, als es für eine waagerechte Schallübertragung üblich ist.

Die Erklärung dürfte darin liegen, daß in vertikaler Richtung mehr der Einfluß in ihrer Temperatur unterschiedlicher Luftschichten zu berücksichtigen ist, als dies für die gleiche Entfernung entlang der Erdoberfläche der Fall ist.

## Ein neuer Abtaster für 16-mm-Schmalfilm

Die Stärke des Fernsehens wird in Zukunft vor allem in der Übermittlung des aktuellen Geschehens des Tages liegen. Außer dem Einsatz von mobilen Einrichtungen zur direkten Übertragung werden eine größere Zahl von Reportern mit Schmalfilmkameras unterwegs sein, um die interessantesten Ereignisse auf den Filmstreifen zu bannen. Der Berliner Fernsehdienst räumt in seinen Sendungen dieser Seite des Programms schon seit langem einen breiten Raum ein. Dies war u. a. dadurch möglich, weil hierfür eine leistungsfähige Einrichtung zur Abtastung von Schmalfilmen zur Verfügung steht. Die Anlage, die in der Fernsehübertragungsstelle der Deutschen Bundespost in Berlin unter Mitwirkung der Feinmechanischen Werkstätten Röder, Berlin-Tempelhof, entwickelt wurde, besteht aus zwei Teilen, und zwar aus einem handelsüblichen Diapositivgeber und einem Zusatz für den Schmalfilmbetrieb. Im Titelbild und im nebenstehenden Foto sind diese beiden Teile erkennbar. Als Lichtquelle zur Durchleuchtung des Films wird das auf dem Leuchtschirm der Projektionsröhre des Diapositivgebers geschriebene Zellenraster benutzt. Nach Durchlaufen des langen, waagerechten Tubus passiert der Lichtstrahl ein Objektiv und trifft dann auf ein Prismenrad, das den optischen Ausgleich zwischen der Abbildung des Rasters und dem laufenden Filmbild vornimmt. Das Prismenrad wird zusammen mit dem Filmtfiansport von einem Drehstrom-Synchronmotor angetrieben. Beim Durchtritt des Lichtstrahls durch das Filmbild wird dieser moduliert und trifft dann über eine Sammellinse auf eine Fotozelle. Zur Verstärkung des Fotozellenstroms wird der Verstärker des Diapositivgebers benutzt. Zwischen Objektiv und Prismenrad ist eine veränderbare Spaltblende eingelügt. Sie hat die Aufgabe, eventuell noch störend auftretende Randstrahlen und Reflexionen abzuhalten. Der Antriebsmotor ist stehend und



um seine Achse um  $180^\circ$  drehbar oberhalb des Gehäusebodens angeordnet. Diese Verstellmöglichkeit gestattet, gewisse Bildfehler (z. B. Flimmern) durch Angleichen der Phase der Film- und Prismenbewegung an die Phase des geschriebenen Rasters zu beseitigen. Für die Güte der Abtastung des Filmbildes spielen auch die Größe des Prismas und die Genauigkeit seines Schliffs eine wesentliche Rolle. Für Vor- und Rücklauf ist ein Umschalter mit Haltestellung vorgesehen.

Jede Störsignalkompensation, wie sie z. B. bei der Abtastung mit Hilfe des Superikonoskops notwendig ist, entfällt beim neuen Abtaster; auch die Verwendung moderner Riesel-Ikos bringt keinen Vorteil, da hier ein störendes, nicht zu beseitigendes Flimmern beobachtet wurde. Plötzlich auftretende Helligkeitsschwankungen stören also nicht mehr, so daß Filme verwendet werden können, die aus Szenen unterschiedlicher Helligkeit zusammengesetzt sind. Solche Filme müßten bisher einer besonderen Ausgleichsbehandlung beim Kopieren unterzogen werden. Die Anschaffungskosten einer kompletten Anlage mit Diapositivgeber betragen gegenüber den bisher gebräuchlichen Anlagen nur noch etwa ein Drittel, die Betriebskosten nur noch ein Zehntel.

# Doppelsuper »Rx 2/005« für das 2-m-Amateurband

Der „Rx 2/005“ ist das Gegenstück zum Klein- und Steuersender „Tx 2/002“, dessen Beschreibung in FUNK-TECHNIK, Bd. 8 [1953], H. 17, S. 534, erschienen ist. Was dort über Konstruktion, Aufbau und Verwendung gesagt wurde, läßt sich sinngemäß auf den Doppelsuper „Rx 2 005“ übertragen. Dieser Doppelsuper ist ein vollwertiges Empfangsgerät für das 2-m-Amateurband (144...146 MHz), das hohen Ansprüchen sowohl bei stationärem wie bei mobilem Betrieb genügt. Die Grenzempfindlichkeit ist etwa 5 kT<sub>0</sub>. Doppelüberlagerung und die Verwendung hochwertiger HF-Bauteile gewährleisten stabiles Arbeiten

## Die Eingangsschaltung

Im Eingang findet die bewährte Kaskode-Schaltung (Katodenbasis- und Gitterbasisstufe) Anwendung. Die zur Zeit noch einzige deutsche für diese Schaltungsart konstruierte Kombinationsröhre ist die PCC 84<sup>1)</sup>. Ihre UKW-Daten liegen günstiger als die der amerikanischen 6BQ 7. Da die Heizspannung der PCC 84 zwischen 7...7,5 V liegt, kann sie nicht unmittelbar an den 6,3-V-Parallelheizkreis angeschlossen werden; ihr Faden wird daher bei Netzbetrieb über einen Vorwiderstand von einer auf 12,6 V erweiterten Heizwicklung (Abb. 2), bei Batteriebetrieb durch eine Zusatzbatterie (Abb. 3) mit dem Nennstrom von 300 mA versorgt. Mit Rücksicht auf eventuellen Batteriebetrieb wurde die Empfängerschaltung für eine Betriebsgleichspannung von maximal 130 V bemessen. Aus diesem Grunde werden die beiden Trioden-systeme der PCC 84 nicht (wie in Fernsehempfänger-Schaltungen üblich) gleichstrommäßig in Serie geschaltet, sondern getrennt mit Betriebsgleichspannung versorgt. Der Vorstufenteil hat eine Gesamtbandbreite von etwa 3 MHz. Damit ist das 2-m-Amateurband voll erfaßt, so daß die Vorkreise auf Bandmitte fest abge-

stimmt werden können. Um gegenseitige Kopplungen zu vermeiden, erfolgt der Einbau der freitragenden Vorkreispulen ( $L_1, L_2, L_3, L_4$ ) derart, daß ihre Mittelachsen aufeinander senkrecht stehen. Misch- und Oszillatorröhre ist die ECC 81.

## Spulendaten

Spule	Winda-zahl	Winda-durch-messer innen	Spulen-länge außen/innen	Draht-durch-messer; Drahtart	Körper
$L_1$	21	9	5	0,8 Isol.	freitragend
$L_2$	5	9	10	1 verstellb.	..
$L_3$	7	9	12	1 ..	..
$L_4$	2 1/2	9	5	1 ..	..
$L_5$	Lecherschleife <sup>2)</sup>	—	—	1,5 ..	..
$L_6$	15 <sup>3)</sup>	—	—	0,15 Cu LS	..
$L_7$	18	—	—	0,15 Cu LS	Görler F 272 K
$L_8$	12 <sup>4)</sup>	—	—	0,25 Cu LS	
$L_9$	6	—	—	0,15 Cu LS	
$L_{10}$	85 <sup>5)</sup>	—	—	0,12 Cu LS	

- 1) zwischen Windungen der  $L_2$ , 2) siehe Abb. 7.
- 3) Anzapfung bei 10 Windungen von Null.
- 4) über beide Kammern verteilt.
- 5) Anzapfung bei 25 Windungen von Null.
- HF-Drosseln:  $Dr_1$ ...  $Dr_6$ : Draht 0,18 Ø, Cu L, Drahtlänge etwa 40 cm auf UKW-Drosselkörper Drahtlohd B 15 gewickelt;  $Dr_7$ : etwa 0,3 mH

Als Oszillator-Drehkondensator dient die Hopt-Type „200“ (8/8 pF in Serie = 4 pF), die auf Grund der Butterfly-Technik nur 90° nutzbaren Drehwinkel hat. Dieser kleine Nachteil wurde in Kauf genommen, da es auf dem deutschen Markt noch keinen geeigneteren Drehkondensator (z. B. in Split-Technik) gibt. Durch Kombination eines Seilantriebes und eines Mentor-Grob-Feintriebess ließ sich ein Drehwinkelverhältnis von 1:8 bei Grobeinstellung und 1:48 bei Feineinstellung erreichen. Da das Amateurband nur 2 MHz breit ist, soll die Frequenzvariation des Oszillators nicht größer als 3 MHz sein. Um diese Bedingung zu erfüllen, werden aus dem Butterfly-Drehkondensator die außenliegenden Drehplatten vorsichtig herausgebrochen. Die Endkapazität ist dann 77 pF, in Serie = 3,5 pF. Außerdem ist die Wirksamkeit des Drehkondensators abgeschwächt, da er, wie aus Abb. 7 ersichtlich, in der Nähe des Strombauches der Lecherschleife ( $L_5$ ) angeschlossen wird.

## Der ZF- und NF-Teil

Um mit einer kleinen Zahl von ZF-Stufen auszukommen, wurden für die 1. ZF, die über Einfachkreise geleitet wird, rd. 7 MHz gewählt. Die Spiegelfrequenzsicherheit des beschriebenen Doppel-

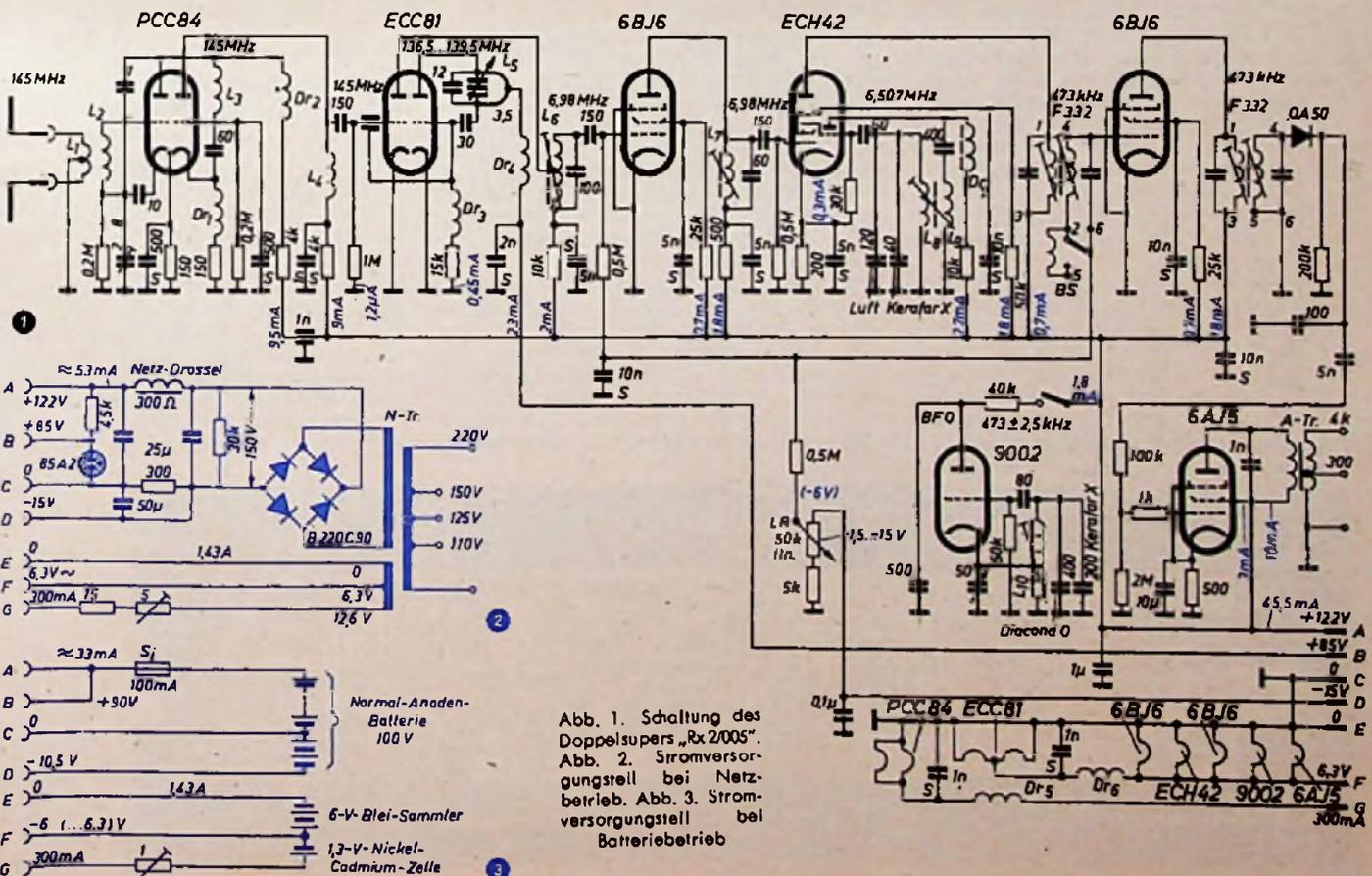


Abb. 1. Schaltung des Doppelsupers „Rx 2/005“. Abb. 2. Stromversorgungsteil bei Netzbetrieb. Abb. 3. Stromversorgungsteil bei Batteriebetrieb

supers „Rx/2005“ ist etwa 40 db (das entspricht rd. 6 S-Stufen). Spiegelfrequenzstörungen dürften daher kaum zu befürchten sein. Weit unangenehmer kann die Einstrahlung von ZF-Störern werden, wenn (mit Worten des Amateurs gesagt) der Empfänger nicht „dicht“ ist. Eine Messung am „Rx 2/005“ ergab einen Sicherheitsfaktor von über 100 db gegen Störsignale, die

(Görler „F 332“) zum Einbau. Beim ersten Bandfilter wird von der Bandbreitumschaltung Gebrauch gemacht. Die Gesamtbandbreite des Empfängers ist deshalb 4 oder 6 kHz. Die Demodulation wird von einer Kristalldiode (OA 50, Philips) besorgt. An dieser Stelle lassen sich nur hochsperrende Dioden verwenden. Die Lautstärkeregelung erfolgt durch eine auf die beiden ZF-Röhren

suchten ECC 81 wurden nach einer Einlaufzeit von 20 min nur noch Änderungen von  $\pm 3$  kHz zur Bezugsfrequenz registriert. Das entspricht einer Frequenzsicherheit von  $4 \cdot 10^{-5}$ ; bessere Werte sind bei dieser Schaltung kaum zu erwarten. Es sei dringend empfohlen, nur keramische Kondensatoren aus Neuanfertigungen zu verwenden; billige Kondensatoren aus Sonderangeboten entsprechen oft nicht den Stabilitätsanforderungen.

Die Stabilisierung des 2. Oszillators ist verhältnismäßig einfach. Der verwendete Eisenkern (Görler „F 272 K“) hat einen geringen positiven Temperaturkoeffizienten, der durch einen Zusatzkondensator mit geringem negativen Temperaturkoeffizienten („Kerafar X“) kompensiert wird. Die Hauptkapazität wird von einem Luftblockkondensator gebildet. Die Oszillatorfrequenz bleibt nach einer kurzen Einlaufzeit auf  $\pm 50$  Hz genau. An Stelle des Luftblockkondensators erfüllt ein „Diacond O“-Kondensator (Dralowid) fast die gleichen Bedingungen.



Abb. 4. Empfängereinschub. Der Aufbau gleicht dem des Klein- und Senders Tx 2/002. Das Chassis hat die Abmessungen: Länge 39 cm, Breite 7,5 cm, Höhe 5 cm, Gesamthöhe 12 cm



Abb. 5. Frontseite des in Einschubform aufgebauten Empfängers; von links nach rechts: Skala mit Grob-/Feintrieb, Lautstärkeregler LR, Bandbreitenschalter BS, Frequenzvariation des BFO, Einschalter für BFO und Buchsen für Kopfhörer oder Lautsprecher (Ausgangs-impedanzen: 4 k $\Omega$  und 300  $\Omega$ ). Größe der Frontplatte: 41,5x8 cm

der ZF entsprechen und über die Antenne oder über deren Zuleitung in den Empfänger gelangen. Die im ZF-Teil verwendeten Röhren 6BJ6 sind Paralleltypen der 6BA6. Beide Typen zeichnen sich durch eine sehr kleine Gitter-Anodenkapazität aus; dies kommt der Gesamtverstärkung zugute. Der 6BJ6 ist der Vorzug gegeben worden, da sie einen Heizstrom von nur 150 mA beansprucht. Die Kreise der 1. ZF bestehen aus Görler-Kernen „F 272 K“, die nach Angaben der Spulentabelle zu bewickeln sind. Dank der hohen Güte (Q etwa 110) ließen sich hohe Resonanzwiderstände und kleine Bandbreiten erreichen. Die Dimensionierung des ZF-Teils erfolgte unter Berücksichtigung eines hohen Sicherheitsfaktors gegen Selbsterregung. Auf Dämpfungswiderstände konnte daher verzichtet werden. Die geringe Streuung der Görler-Kerne erlaubte sogar den Einbau ohne Abschirmung. Die Mittelachsen der beiden 6,98-MHz-Eisenkernspulen sollen jedoch aufeinander senkrecht stehen.

Als 2. Misch- und 2. Oszillatorstufe dient die ECH 42. Die Oszillatorfrequenz ist so gelegt, daß die Oberwellen nicht in den Empfangsbereich fallen. Auf Grund der geringen Bandbreite des Kanals der 1. ZF (etwa 50 kHz), ist eine niedrigere 2. ZF zulässig. Um den Aufbau zu vereinfachen, kamen fertige 473-kHz-Filter

6BJ6 wirkende Steilheitsregelung. Die Gesamtverstärkung ist so groß, daß bei voll aufgedrehtem Regler LR (Vorspannung  $-1,5$  V) am Ausgang der NF-Stufe 20 mW Rauschleistung erzeugt wird. Da die NF-Stufe optimal 300 mW NF-Leistung abzugeben vermag, läßt sich auch ein kleinerer Lautsprecher aussteuern. Bei Kopfhörerempfang kann der L-Regler weit zurückgenommen werden; dies wirkt sich günstig auf den Gesamtstromverbrauch aus.

#### Maßnahmen zur Frequenzstabilisierung der Oszillatoren

Ein selbsterregter UKW-Oszillator ist nur mit Schwierigkeiten stabil zu bekommen. Der 1. Oszillator schwingt in kapazitiver Dreipunktschaltung. Die Induktivität ist als Lecherschleife ausgeführt. An den Klemmen der Oszillatoranode und des Gitterkondensators befindet sich ein keramischer 12-pF-Kondensator („Frequenta“, Dralowid). Dieser Kondensator mit positivem Temperaturkoeffizienten hat die Aufgabe, den negativen Frequenzgang des Oszillators so weit wie möglich auszugleichen. Die Ursachen des Frequenzganges sind vor allem auf Reaktanzänderungen bei Erwärmung der Oszillatordröhre zurückzuführen. Es wurde auch die Feststellung gemacht, daß sich Röhren gleicher Type recht unterschiedlich verhalten können. Bei einer ausge-

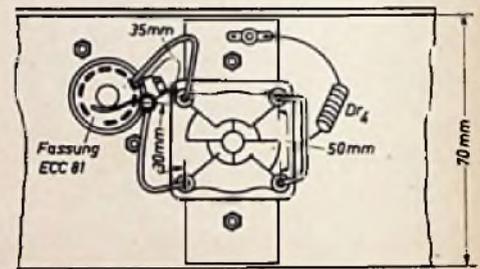
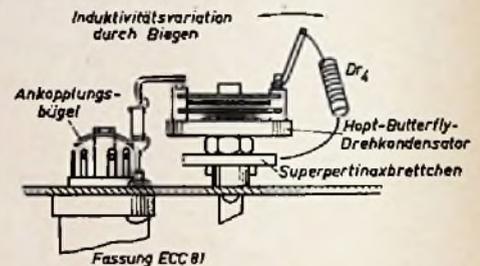


Abb. 7. Aufbauskinne des 1. Oszillators, von der Seite und von der Chassisunterseite gesehen

Nach den gleichen Gesichtspunkten ist auch der BFO (CW-Oszillator) aufgebaut. Die BFO-Frequenz streut genügend stark in den Kanal der 2. ZF, so daß sich ein Ankopplungsglied erübrigt.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß Temperaturschwankungen in der Nähe der Oszillatoren vermieden werden müssen. Aus diesem Grunde wird der Chassisunterteil mit Hilfe eines Abschirmbleches voll abgedeckt. Beim Sende-Empfangsbetrieb empfiehlt es sich außerdem, den 1. Oszillator durchlaufen zu lassen.

(Schluß auf Seite 50)

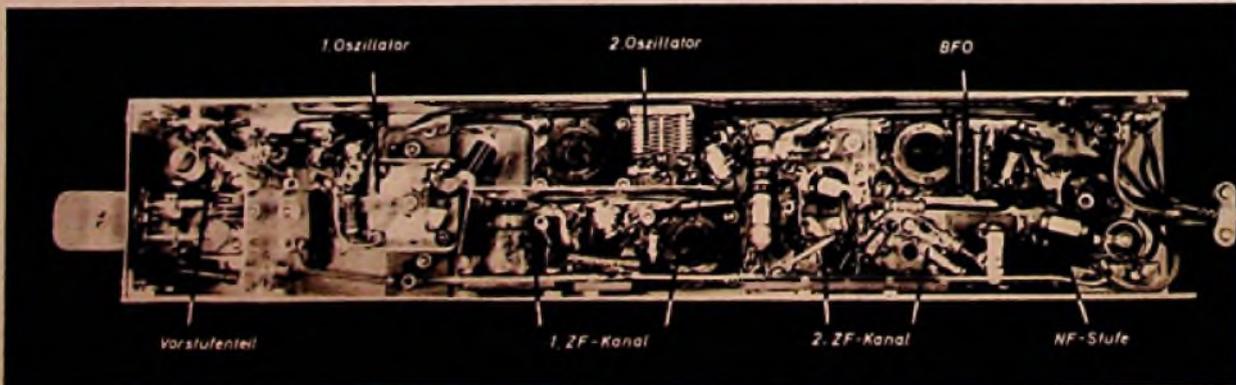


Abb. 6. Die Unterseite des Chassis veranschaulicht konzentrierte Verdrahtung und überlegte Ausnutzung des engen Raumes

# RC-Generator »MINIDIO«

Schluß aus FUNK-TECHNIK, Bd. 9 [1954], Heft 1, Seite 16

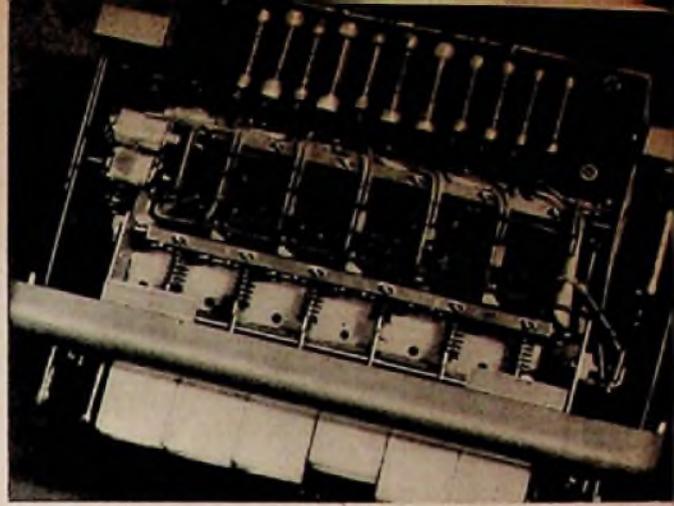
## Ratschläge für den Aufbau

Durch geschickte Raumausnutzung gelang es, den RC-Generator in einem handelsüblichen Metallgehäuse mit den Abmessungen 145×210×155 mm unterzubringen. Aufbaueinheiten gehen aus den Skizzen und Fotos hervor. Die Montageplatte ist vertikal angeordnet. Der Drehkondensator (NSF „359 ST“) liegt mit dem Rotor am Gitter, muß also isoliert befestigt werden. Das gleiche gilt für die Drehkondensatorachse, auf die eine Isolierkupplung (Mentor) gesetzt wird. Der Antrieb erfolgt über einen Mentor-Feintrieb. Die Phasenschieber-Widerstände sind auf Leisten aus Spezial-Pertinax aufgezogen, die am Drucktastenaggregat befestigt wurden. Wenn die passenden Widerstandswerte nicht zur Verfügung stehen, können die Widerstände aus mehreren Teilwiderständen kombiniert werden. Daraus erklärt sich auch die große Anzahl Widerstände im Mustergerät.

Die Verdrahtung muß unbedingt kapazitäts- und streuarm erfolgen. Netz- und Heizleitungen sind sorgfältig abzuschirmen. Der Generatorteil ist besonders brummempfindlich.

Die Einzelteile des Phasenschiebers sind sorgfältig dimensioniert. Es empfiehlt sich, unbedingt Meßwiderstände zu ver-

Untersicht mit dem Drucktastenaggregat und der Widerstandsleiste



zweiten Triodensystem ist am besten eine drahtgewickelte Type mit Abgreifschellen, die beim Abgleich einmal fest eingestellt werden.

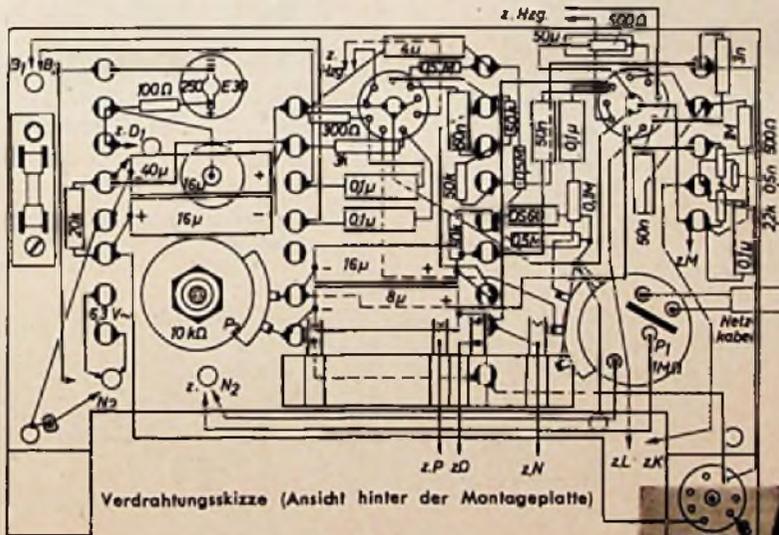
## Abgleich und Eichung

Bei der ersten Inbetriebnahme überzeuge man sich, daß Spannungen und Ströme den Werten des Schaltbildes entsprechen. Spannungen und Ströme des Amplitudenbegrenzers werden nach Kurzschließen der Regelspannung (DS 60) gemessen. Der Abgleich erfolgt so, daß man zunächst den Drehkondensator auf Minimalkapazität einstellt und den untersten Bereich des RC-Generators wählt. Das 10-k $\Omega$ -Potentiometer wird so weit aufgedreht, daß gerade Schwingungen entstehen. Bei diesem Vorgang ist es nicht notwendig, den automatischen Amplitudenbegrenzer zuzuschalten. Der zweite Bereich des RC-Generators wird danach mit dem Schleifer des Außenwiderstandes des zweiten Triodensystems so abgeglichen, bis bei Minimalkapazität des Drehkondensators

die Schwingungen eben einsetzen. Ebenso verfährt man mit den anderen Bereichen, die sämtlich am zweiten Abgriff des Außenwiderstandes liegen. Hierbei wird zweckmäßigerweise die Taste des dritten Bereiches gedrückt. Voraussetzung ist, daß die beiden Kapazitäten der Phasenschieberglieder die gleichen Werte haben (Drehkondensator - Anfangskapazität + Parallelkapazität + Schaltkapazität = 200 pF). Nur dann ist ein einwandfreies Arbeiten des RC-Generators gewährleistet.

Bei der Eichung leistet ein Oszillograf gute Dienste. Die Eichfrequenzen können einem anderen, genau geeichten Tongenerator entnommen werden. Zweckmäßig sind auch Frequenzschallplatten. Stehen diese Hilfsmittel nicht zur Verfügung, dann kann man z. B. die Netzwechselspannung (50 Hz) einer Verzerrerstufe zuführen und die Eichpunkte nach den entstehenden Oberwellen festlegen. Bei der Eichung des Bereichs über 1000 Hz ist es zweckmäßig, die täglich von den Rundfunksendern ausgestrahlte Normalfrequenz (1000 Hz) zu verzerren und deren Oberwellen zur Eichung heranzuziehen.

Die beschriebenen Verfahren sind vor allem dann zweckmäßig, wenn ein Oszillograf vorhanden ist. Man legt die Spannung des RC-Generators an den waagerechten Verstärker und schließt die Eichspannung an den senkrechten Verstärker an. Die dabei entstehenden Lissajouschen Figuren gestatten durch Zählen der Spitzen eine genaue Orientierung, mit welcher Harmonischen geeicht wird. Steht kein Oszillograf zur Verfügung, so baut man sich eine kleine NF-Mischstufe, z. B. mit der EK 90, auf. Die Frequenzen werden sich dann überlagern und Schwebungstöne bilden. Nach einiger Übung läßt sich das Schwebungsmul mit dem Ohr leicht ermitteln.



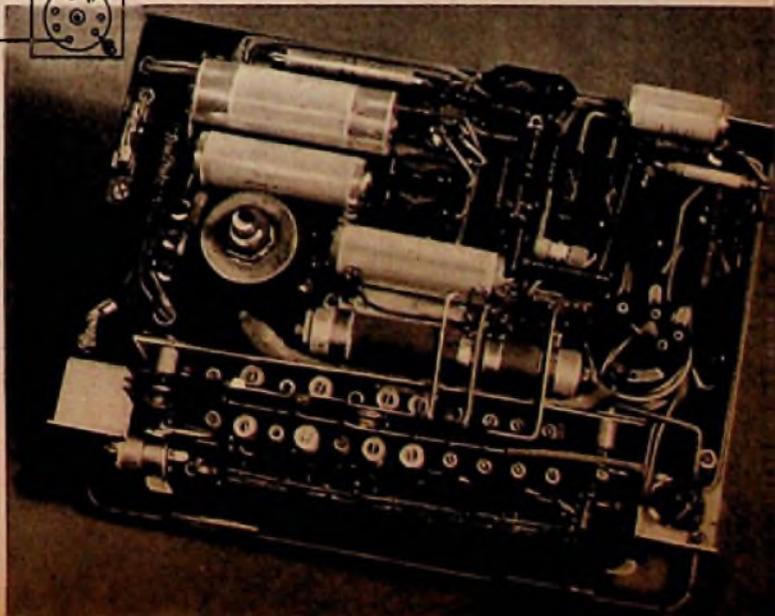
Verdrahtungsskizze (Ansicht hinter der Montageplatte)

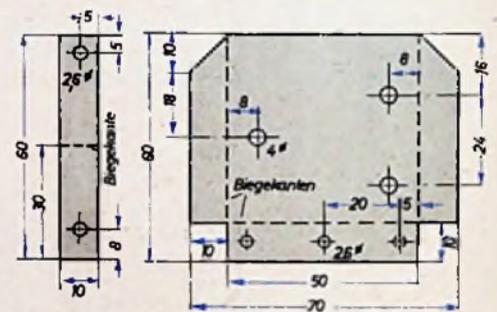
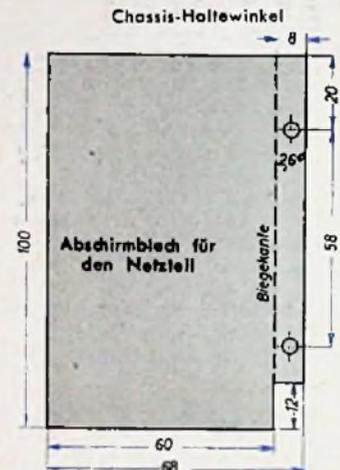
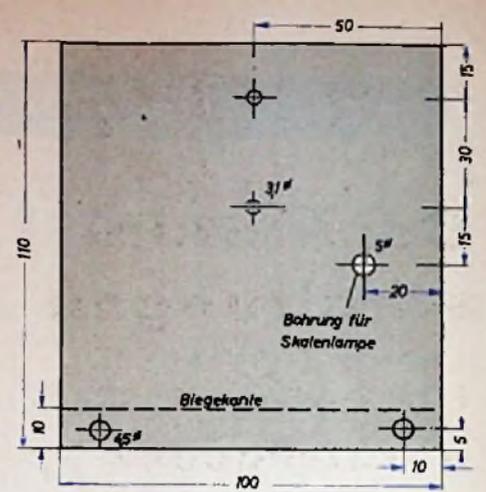
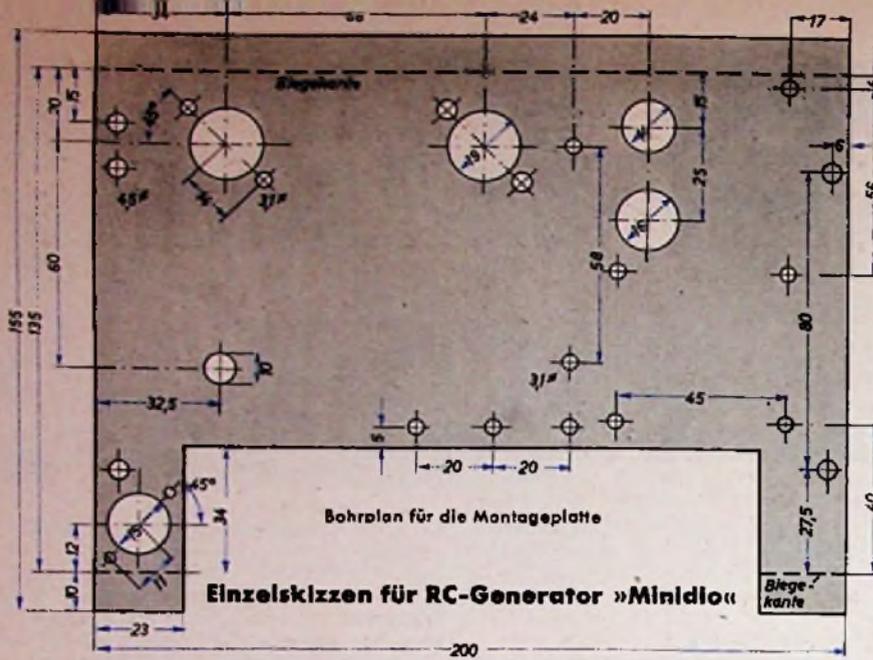
wenden, da sich durch ungleiche Widerstands-paare Änderungen ergeben können, die durch die automatische Amplitudenbegrenzung nicht mehr ausregelbar sind. Auf höchste Isolationswiderstände muß geachtet werden, da schon Isolationswiderstände von 1000 M $\Omega$  eine Widerstandsänderung von nahezu 1% ergeben. Der Phasenwinkel ändert sich dabei bereits um mehr als 3°.

Auch die Kondensatoren sollen höchsten Isolationswiderstand aufweisen. Bewährt haben sich Wima-Lackkondensatoren. Die Elkos sollen 350 V Arbeitsspannung haben, damit die Restströme so klein wie möglich sind. Der Außenwiderstand des

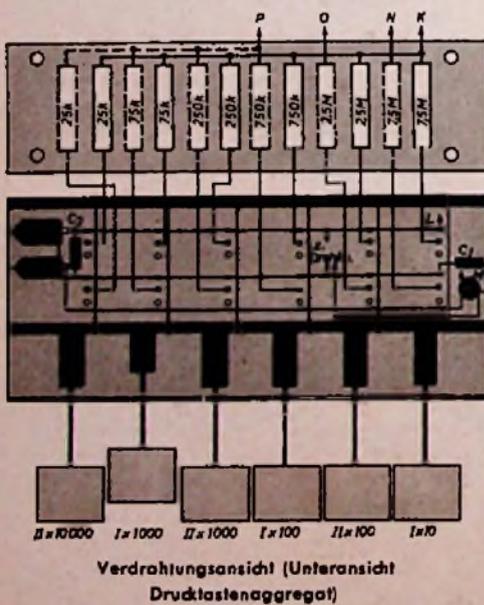
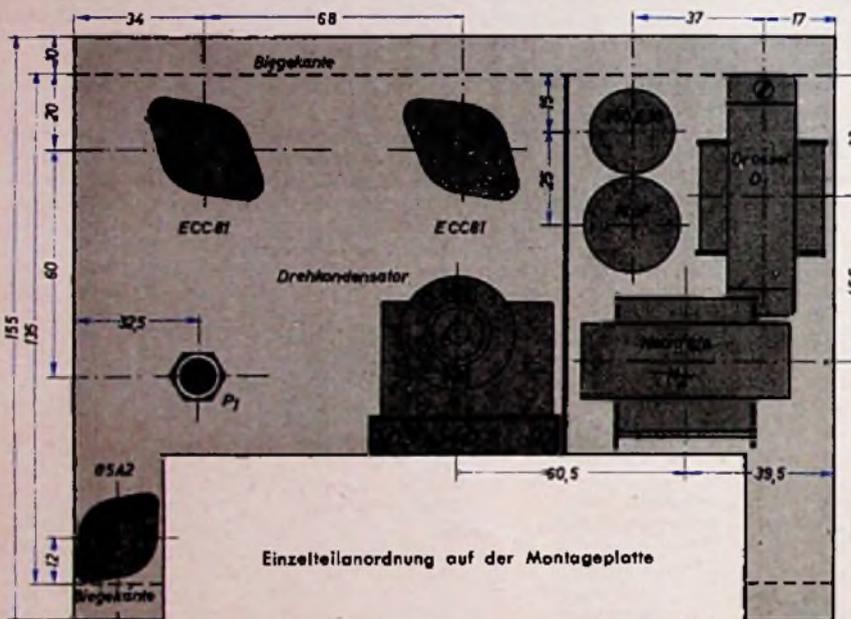
Bohrpläne, Einzelteilanordnung und Verdrahtungsansicht des Drucktastenaggregats s. Skizzen auf Seite 44

Verdrahtung hinter der Montageplatte

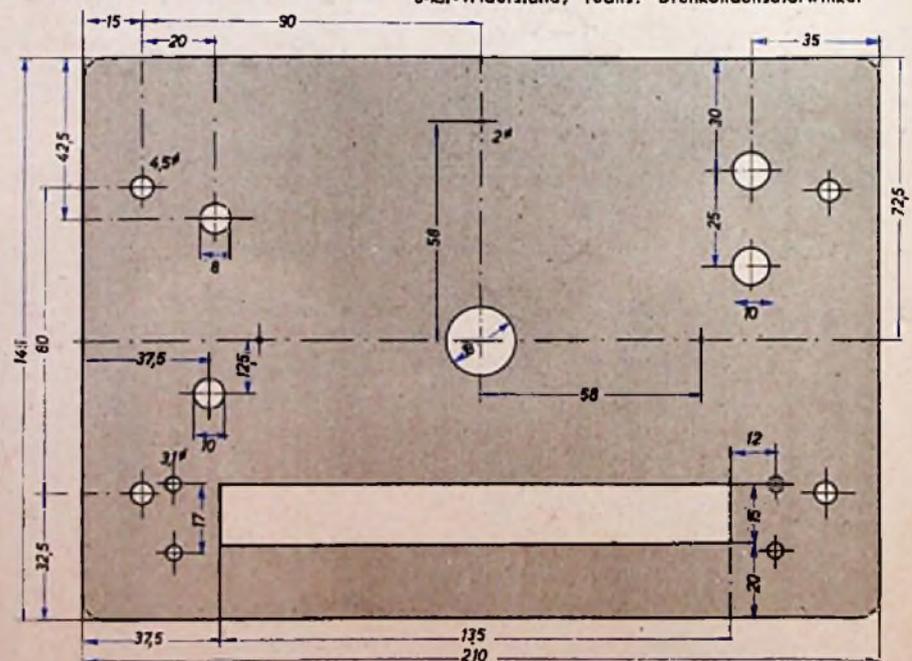




Links: Widerstands-Befestigungswinkel für 3-kΩ-Widerstand; rechts: Drehkondensatorwinkel



Ausschnitte und Bohrungen auf der Frontplatte



R. HUBNER

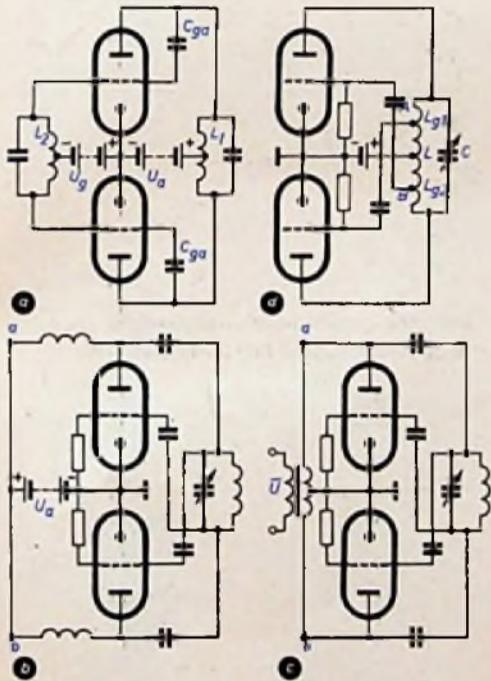
# Oszillator-schaltungen

## für industrielle Hochfrequenz-generatoren kleiner Leistung

Für industrielle Zwecke, vor allem für Einrichtungen zur Hochfrequenzerwärmung, werden Schaltungen mit Trioden nach Abb. 1, 2a und 2b, 3b und 3c bevorzugt, wobei sowohl Eintakt- als auch Gegentaktschaltungen in Selbsterregung angewendet werden.

### Eintaktschaltungen

In Abb. 1 und 2 sind zunächst die Eintaktschaltungen zusammengefaßt, die sich lediglich durch die verwendete Rückkopplungsart unterscheiden. Sie erfolgt induktiv durch Übertrager (Abb. 1) oder durch induktive bzw. kapazitive Spannungsteiler (Abb. 2 und 3).



tiv durch Übertrager (Abb. 1) oder durch induktive bzw. kapazitive Spannungsteiler (Abb. 2 und 3).

### Meißner-Oszillator

Wie Abb. 1 zeigt, wird zur (induktiven) Rückkopplung ein Transformator ( $L_1/L_2$ ) benutzt, dessen Spule  $L_1$  gemeinsam mit dem Kondensator  $C_1$  den Anodenkreis bildet, während die Spule  $L_2$  den Gitterkreis darstellt. Die Frequenz der Schwingungen wird durch die Kreisgrößen  $L_1$ ,  $C_1$  bestimmt.

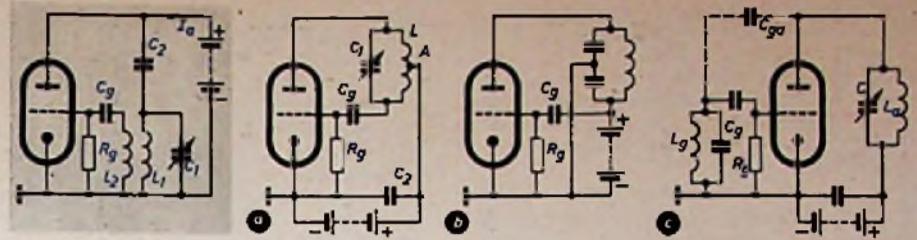


Abb. 1 (links) und Abb. 2a ... c (rechts). HF-Generatoren in Eintakt-Schaltungen

### Hartley-Oszillator

In der induktiven Dreipunktschaltung (Abb. 2a) wird eine einzige Spule  $L$  benutzt, die HF-mäßig einen Spannungsteiler darstellt. Der Abgriff A, mit dem der Rückkopplungsgrad eingestellt werden kann, liegt über  $C_2$  an Katode. Abgegriffen wird bei ungefähr  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{1}{3}$  der Gesamtwicklung.

Ein Beispiel einer induktiven Dreipunktschaltung (vielfach für Diathermiegeräte verwendet) zeigt Abb. 4. Die Behandlung kann dabei im magnetischen oder elektrischen Feld erfolgen, je nachdem der zu behandelnde Körperteil in eine Spule oder zwischen zwei Elektroden gebracht wird. Die beiden Elektroden bilden dabei einen Kondensator, zwischen dessen Platten der hochfrequente Leitungsstrom durch den Körper fließt und diesen dabei auch in der Tiefe gleichmäßig durchwärmt (Tiefentherapie). In dem Beispiel ist die Schaltung mit einer Brown Boveri-Sende-Triode T 50-1 ausgeführt<sup>1)</sup>, die im C-Betrieb eine maximale Ausgangsleistung von 180 W abzugeben vermag. Die Röhre schwingt als Hartley-Oszillator auf 27,12 MHz. Die Schwingkreisspule  $L_1 = L_a + L_g$  besteht aus zwei bis drei Windungen (5 mm Cu-Rohr mit 75 mm  $\Phi$ ), an die die Last über  $L_2$  (2 mm Cu-Rohr, 12 Wdg., 55 mm  $\Phi$ ) induktiv und unterkritisch angekoppelt ist.  $D_1$  und  $D_2$  sind HF-Drosseln mit 50 Wdg., 0,3 CuLS, 20 mm  $\Phi$ . Wichtig ist auch hier eine gute Anpassung an die stark wechselnde Belastung, die sich am besten mit dem hier vorgesehenen Lufttransformator mit richtig gewähltem Übersetzungsverhältnis  $L_1/L_2$  erreichen läßt. Die Anpassung an die Last erfolgt durch Abstimmung mit dem Drehkondensator  $C_2$ . Die erreichte maximale Anpassung ist am Maximalausschlag eines in den Anodenstromkreis gelegten Amperemeters erkennbar. Jede Laständerung macht ein erneutes Abstimmen erforderlich. Im Resonanzfall ergibt sich als Widerstand des Röhrenresonanzkreises:

$$R_a = \frac{R_0}{1 + K^2 \cdot \omega^2 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot R_0 \cdot R_L}$$

$R_L$  = Lastwiderstand;  $R_0$  = Resonanzwiderstand in unbelastetem Zustand;

$$K = \text{Kopplungsfaktor} = \sqrt{\frac{M}{L_1 L_2}}$$

### Colpitts-Oszillator

Die Spannungsteilung erfolgt nach Abb. 2b durch zwei Kondensatoren (kapazitive Dreipunktschaltung), die der Schwing-spule parallel geschaltet sind.

### Huth-Kühn-Oszillator

Nach Abb. 2c ist auch eine Spannungsteilung über die innere Röhrenkapazität möglich. Die Rückkopplung erfolgt über die Gitteranodenkapazität  $C_{ga}$ , die mit der Spule  $L_g$  einen Spannungsteiler bildet, wobei die Spulen  $L_a$  und  $L_g$  so weit auseinander liegen müssen bzw. rechtwinklig zueinander anzuordnen sind, daß sie nicht aufeinander koppeln.

### Gegentaktschaltungen

#### Huth-Kühn-Gegentakt-Oszillator

Die genannten Eintaktschaltungen lassen sich auf Gegentaktschaltungen übertragen. So zeigt die Abb. 3a einen Huth-Kühn-Gegentakt-Oszillator mit symmetrischer Spannungsteilerschaltung über innere Röhrenkapazitäten. Hierbei ist außer der Symmetrierung des Anodenkreises auch eine entsprechende Aufteilung im Gitterkreis notwendig. Der Vorteil dieser Schaltung besteht darin, daß die Zuführung der Betriebsspannungen an Punkten erfolgt, die kein HF-Potential haben.

#### Colpitts-Gegentakt-Oszillator

Es handelt sich bei der Schaltung nach Abb. 3b prinzipiell um einen Hartley-Oszillator mit kapazitiver Spannungsteilung. Diese Schaltung wird vielfach für HF-Industriegeratoren verwendet, weil sie gute Symmetriemöglichkeiten bietet und nur eine einzige angezapfte Spule im Gegentaktanodenkreis aufweist. Sie

<sup>1)</sup> Tragbare Geräte dieser Art baut beispielsweise die Fa. Elektrophysik. Werkstätten, Berlin

Abb. 3. Gegentakt-HF-Generatoren

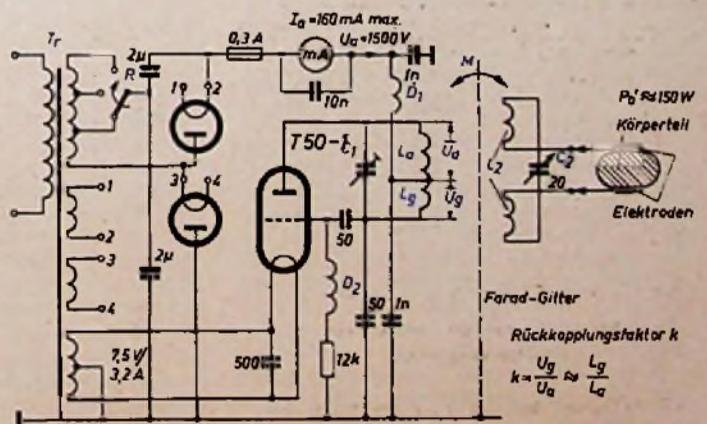


Abb. 4. Gesamtschaltbild eines Diathermiegerätes mit induktiver Dreipunktschaltung

wird auch als Balance-Generator bezeichnet. Standardausführungen von Brown Boveri-Industriegeneratoren von 4 bis 120 kW sind nach dem in Abb. 5 gezeigten erweiterten Prinzipschaltbild gebaut. Die Zuführung der Rückkopplungsspannung erfolgt über die beiden Kondensatoren  $C_r$ .  $C_a$ ,  $C_g$ ,  $C_f$  sind Entkopplungskondensatoren, während  $C_c$  Anoden-Kopplungskondensatoren (gleichzeitig zur Gleich-

1800 Ohm) eine HF-Leistung je Röhre von 2,8 kW abgeben können, resultiert (abzüglich der Übertragungsverluste) eine totale Ausgangsleistung von 4 kW. Die erforderliche Gleichstromleistung kann mit drei quecksilberdampfgefüllten Hochspannungsdioden (z. B. Brown Boveri DQ 4) aufgebracht werden. Die Welligkeit spielt bei Industriegeneratoren keine so große Rolle; daher kommt man hier mit einer schwachen Filterung aus.

und Diathermiegeräten unvermeidbar ist, muß durch entsprechende Bemessung des Rückkopplungsgrades und des Gitterwiderstandes sowie der gesamten Betriebsdaten Vorsorge getroffen werden, daß die Röhre in keinem Falle überlastet werden kann. Bei Vollast ist dies durch Kontrolle der auftretenden zulässigen Anodenverlustleistung leicht möglich, und zwar rechnerisch oder durch Temperaturmessung. Bei Leerlauf (also bei Wegfall der Last) würde dagegen bei gleichbleibender Rückkopplung bei der erfolgenden Zunahme der Anodenwechselspannung auch die Gitterwechselspannung und damit der Gitterstrom anwachsen; dadurch ist die Gefahr gegeben, daß die maximale Gitterverlustleistung überschritten und die Röhre z. B. durch Wegschmelzen der Gitterleitung defekt werden kann. Ein idealer Generator wäre daher ein solcher, bei dem eine lastabhängige Rückkopplung dafür

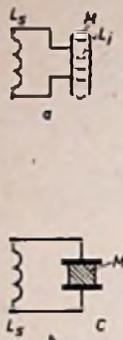
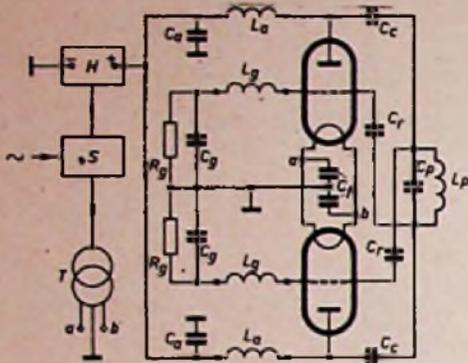


Abb. 5. Gegentaktgenerator mit kapazitiver Spannungsteilung. a) Auskopplung für „induktive Erwärmung“, b) Auskopplung für „kapazitive Erwärmung des Werkstückes“

Unten: Abb. 7. Generator-schaltung mit lastabhängiger Auskopplung. Abb. 8. Schaltbild eines UKW-Dauerwellengerätes (Blaupunkt KS 5101)

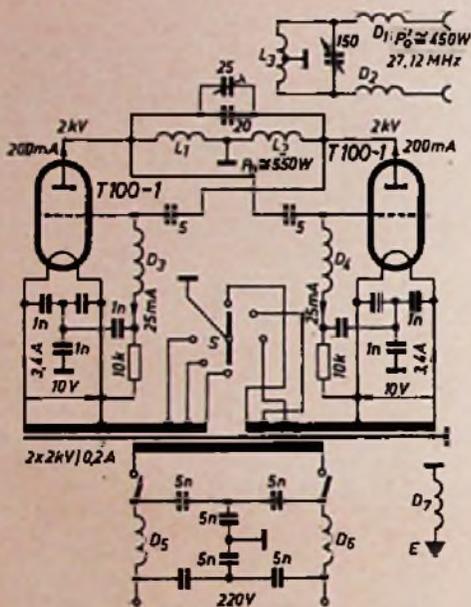


Abb. 6. Diathermiegerät (selbstgleichrichtender Gegentaktoszillator).  $L_1 = L_2 = 3 \text{ Wdg.}$ ,  $D = 6 \text{ cm}$ ,  $l = 1,5 \text{ mm Cu-Rohr}$ ;  $L_3 = 2 \text{ Wdg.}$ ,  $D = 6 \text{ cm}$ ,  $l = 1/2, 5 \text{ mm Cu-Rohr}$ ;  $D_1 \dots D_7 = 50 \text{ Wdg.}$ ,  $D = 3 \text{ cm}$ ,  $1,0 \text{ Cu LS}$ . Leistung etwa 400 W

stromblockierung) darstellen. Die Gitterspannung wird automatisch durch den Gitterstrom an beiden Gitterwiderständen  $R_g$  erzeugt. Die Drosseln  $L_g$  und  $L_p$  verhindern ein Abfließen der HF. Die induktive Lastankopplung  $L_p$  gewährleistet einen guten Wirkungsgrad, da sich die Anpassung durch entsprechende Wahl von  $L_p$ ,  $L_g$  und  $C_p$  leicht herstellen läßt. Je nachdem, ob a) induktiv oder b) kapazitiv (dielektrisch) erwärmt werden soll, sind verschiedene Arbeitsfrequenzen zu wählen, und zwar bei a) etwa 20 MHz, bei b) etwa 2 MHz. Die Gleichstromspeisung erfolgt über den mit Hochspannungsgleichrichterröhren bestückten Gleichrichter H, der über einen Steuerteil S (der die gesamte Schalt- und Sicherheitsvorrichtung enthält) und über den Heiztransformator T vom 380-V-Netz versorgt wird. M sind die zu erwärmenden Werkstücke. Bei einer Bestückung mit den luftgekühlten Industrieröhren ATL 2-1, die beispielsweise bei 4,5 kV Anodenspannung (und  $R_g =$

### Selbstgleichrichtender Gegentakt-Colpitts-Oszillator

Wird der Hochspannungsgleichrichter weggelassen, so erhält die Anode der Oszillatordröhre in Abb. 3c reinen Wechselstrom, wobei der Anodenstrom abwechselnd einmal in der einen und darauffolgend in der anderen Röhre fließt. Jede Röhre arbeitet daher während einer Halbperiode im „Wechseltakt“; bei dieser Schaltung ist deshalb der Gesamtwirkungsgrad kleiner als bei Speisung mit gleichgerichteter Anodenspannung. Bei Betrieb mit Anodenwechselspannung muß auf die dabei auftretenden, ungünstigen hohen Spannungsspitzen und -ströme Rücksicht genommen werden. Daher sind solche Schaltungen nur für Leistungen unter 1 kW zu empfehlen.

Den Aufbau einer Schaltung für ein Diathermiegerät, das beispielsweise tragbar ausgeführt werden könnte und etwa 400 W HF-Patientenleistung abzugeben in der Lage ist, zeigt Abb. 6; es arbeitet ohne Gleichrichter. Betriebsmäßig sind die Katoden hochgelegt, während der Mittelpunkt der Kreisspule auf Null-Potential liegt. Die Leistungsregulierung erfolgt ähnlich wie in Abb. 4. Um die strengen postalischen Bestimmungen hinsichtlich Frequenzkonstanz und geringstmöglicher Abstrahlung erfüllen zu können, ist der Netzteil HF-mäßig entsprechend zu verdrosseln und das Gehäuse über eine HF-Drossel an Erde zu legen; alle Verbindungen sollen so kurz wie möglich sein.

Bei diesen selbstschwingenden Oszillatoren mit stark schwankender Belastung, wie es bei Industriegeneratoren

sorgt, daß bei Leerlauf der gleiche Gitterstrom wie bei Vollast fließt, z. B. durch Annäherung (oder Entfernung) einer beweglichen Gitterkreisspule  $L_g$  (ähnlich wie Abb. 7) gegenüber der Schwingkreisspule, in Abhängigkeit vom Laststrom.

### Gegentakt-Hartley-Oszillator

An beiden Anoden des Abstimmkreises der induktiven Dreipunktschaltung nach Abb. 3d entstehen gegenphasige Spannungen. Die Gitterwechselspannungen

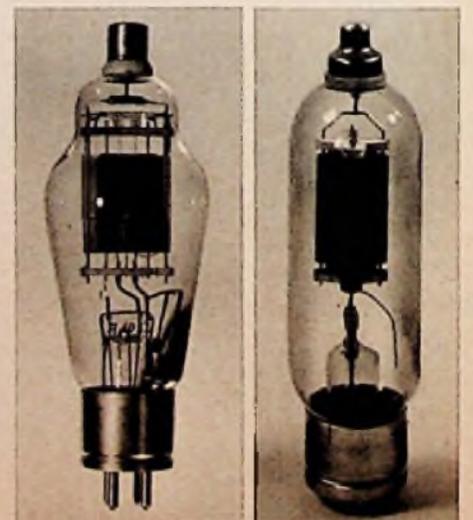
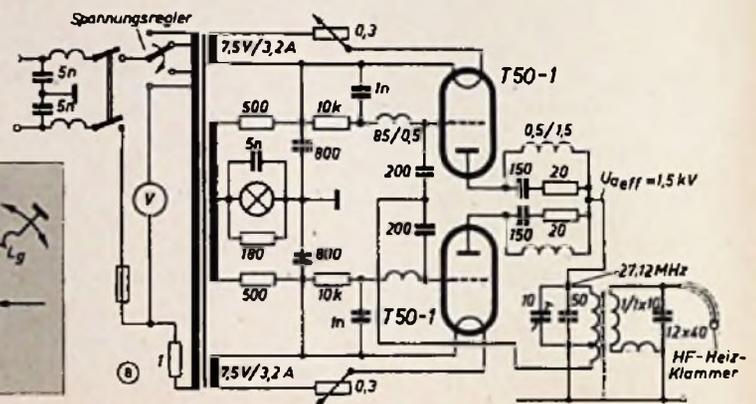


Abb. 9 (links). Röhre T 50-1 für eine maximale Nutzleistung von 180 W bei 40 MHz bzw. 80 W bei 100 MHz in C-Betrieb

Abb. 10 (rechts). Röhre T 100-1 für Nutzleistungen von 325 W bei 40 MHz bzw. 120 W bei 100 MHz

werden wechselseitig den Anodenwechselspannungen der Röhren entnommen. Die Katode liegt genau an Spulnmitte. Der Rückkopplungsgrad läßt sich durch Verschieben der Abgriffe A und B einstellen.

\*

Ein Beispiel eines industriell ausgeführten Gegentakt-Oszillators, der statt mit Gleich- mit Wechselspannung gespeist ist, zeigt Abb. 8 (ein von *Blaupunkt* entwickeltes UKW-Dauerwellengerät Typ KS 5101). Damit wird die Durchführung eines Haartrocknungsprozesses bewirkt, mit dem Vorteil, daß sich die Leistungsabgabe automatisch dem abnehmenden Feuchtigkeitsgrad des Haares entsprechend einstellt. Die für den Vorgang als ausreichend erachtete Leistung von maximal 200 W wird mit zwei *Brown Boveri*-Sendetrioden T 50-1 aufgebracht. Die Anodenspannung ist mit Rücksicht auf einen guten Wirkungsgrad so hoch als möglich (z. B.  $U_{0\text{eff}} = 1800 \text{ V max.}$ ) zu wählen.

## Kleine Probleme

Dipl.-Ing. R. KIRCHMAYER

# Zum Thema „Lautstarker Detektorempfang“

Die Industrie stellt heute eine Reihe von fest eingestellten Detektoren her, deren günstige Gleichrichtereigenschaften und hohe Konstanz den Gedanken an eine Anwendung im Detektorempfänger wieder reizvoll erscheinen lassen.

Es erhebt sich dabei die Frage, ob durch die Verwendung moderner Germaniumdioden ein Detektorempfänger heute leistungsfähiger ist als ein Gerät aus den zwanziger Jahren. Der alte „Kristalldetektor“ erreichte mitunter Empfindlichkeiten, die auch von modernen Richtleitern kaum überboten werden dürften, aber eben leider nur mitunter. Der Fortschritt im Bau von Kristalldetektoren liegt gerade in der Sicherheit und Gleichmäßigkeit, mit der heute die damals nur zufällig erreichten Höchstwerte erschütterungs- und alterungsunabhängig hergestellt werden.

Diese Konstanz der Eigenschaften erlaubt eine Vorausbestimmung der Schaltungsanordnung für einen bestimmten Richtleiter und eine vorgegebene Antenne. Die Dimensionierung ergibt sich aus den Regeln für die Anpassung eines Verbrauchers an einen Generator. Hochfrequenzseitig ist die Antenne Generator und der Detektor Verbraucher, niederfrequenzseitig ist der Detektor Generator und der Kopfhörer bzw. Lautsprecher oder der Verstärkereingang Verbraucher. Dabei ist zu beachten, daß im Falle sehr kleiner HF-Amplituden (z. B. bei Fernempfang) der Nullpunkt-widerstand des Detektors, im Falle großer HF-Amplituden (Sendernähe) der Durchlaßwiderstand als Widerstand des Detektors einzusetzen ist. Als Nullpunkt-widerstand des Detektors ist dabei die Neigung der  $u/i$ -Kennlinie im Punkt  $u = 0$ , als Durchlaßwiderstand die Neigung im Punkt  $u \geq 1 \text{ Volt}$  gemeint (Abb. 1).

Die einfachste Anordnung zur Anpassung von Widerständen an einen Generator ist der Transformator, der zur Abstimmung der Blindkomponente noch eine Parallelkapazität erhält (mit anderen Worten: ein angepaßter Schwingungs-

Das wesentlichste Bauelement eines Industrie-Generators stellen die Elektronenröhren dar. Werden dabei solche Typen mit robuster und für rauhen Betrieb geeigneter Bauart gewählt, so können die an einen Industrie-Generator gestellten erhöhten Anforderungen voll erfüllt und auch lange Röhren-Lebensdauern von mehreren 1000 Betriebsstunden erreicht werden. Bei der Auswahl der Oszillatorröhren für Industriezwecke mit den hierbei zu erwartenden starken Lastschwankungen wird man so vorgehen, daß man etwas größer dimensionierte Röhren verwendet und ihre Betriebswerte so wählt, daß Gitterstrom und Gitterspannung bei Vollast nur  $1/2 \dots 2/3$  des maximal zulässigen Wertes erreichen, so daß die maximale Verlustleistung auch bei wechselndem Betrieb niemals überschritten werden kann. Die Abb. 9 und 10 zeigen zwei in den gegebenen Beispielen verwendete Sendetrioden (*Brown Boveri*), die keiner besonderen Luftkühlung bedürfen. Beide sind direkt geheizt und mit thorierte Katode ausgerüstet.

als Prozentsatz der optimalen berechnen. Abb. 3 zeigt den Zusammenhang.

Für die Detektorankopplung ergibt sich daraus, daß das Kreisdecrement etwa auf das Zehnfache des Leerdekrementes ansteigen soll; man erhält dann 90% der Energie. Andererseits sollte das Verhältnis auch nicht kleiner als 2 gewählt werden. Die Lautstärke geht von da ab rasch gegen Null, während die Trennschärfe höchstens noch verdoppelt werden kann.

Der Abgriff für die Antenne wird dagegen so eingestellt, daß das Kreisdecrement (mit Detektor) gerade auf das Doppelte steigt. Dies ist dann für die gegebene Anordnung der günstigste Abgriff. Die Verwendung eines verlustärmeren Schwingungskreises bringt nur in den Fällen einen merklichen Gewinn an Lautstärke, in denen es gleichzeitig auf hohe Trennschärfe ankommt. An Stelle von Abgriffen, wie in Abb. 2, läßt sich auch induktive oder kapazitive Ankopplung verwenden; es bleibt aber stets ein Schwingungskreis, an den Antenne und Detektor nach obigen Grundsätzen angekopplert sind. Die Verwendung mehrerer Kreise ist ebenfalls möglich. Allerdings sinkt die Lautstärke mit der Kreiszahl ungefähr im gleichen Maße, wie die Trennschärfe zunimmt, so daß gerade beim Fernempfang keine ausreichende Lautstärke bleibt. In Sonderfällen, z. B. bei zwei Ortssendern, ist jedoch jede notwendige Trennschärfe zu erreichen.

Auch für UKW-Empfang ist der Detektorempfänger geeignet, doch gelten hierfür etwas andere Dimensionierungsgrundsätze. Im Gegensatz zum AM-Detektorempfänger gibt es bei Frequenzmodulation für die Kopplung des Detektors an den Kreis ein Optimum; es steigt zwar mit fester werdender Ankopplung des Detektors an den Kreis der Energieanteil für den Detektor, gleichzeitig wird aber mit zunehmender Kreisdämpfung die Flankensteilheit geringer. Das Optimum liegt etwa bei einer Dämpfungsdekrementserhöhung durch den Detektor auf das Zweifache. Das Gesamtdcrement steigt durch die Anpassung an die Antenne dann weiter um den Faktor 2, so daß man etwa 50% der erreichbaren Energie in den Detektor bekommt, und

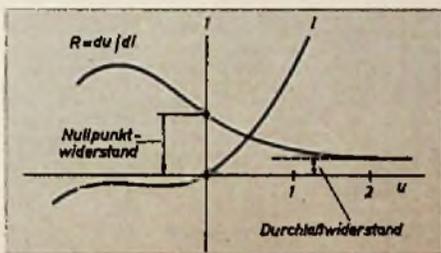


Abb. 1. Definition des Nullpunkt-widerstandes und des Durchlaßwiderstandes an der  $u/i$ -Kennlinie

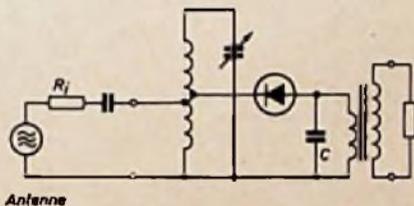


Abb. 2. Anpassung des Detektors an die Antenne

kreis nach Abb. 2). Der Detektor ist dabei an den Kreis über den Kondensator C angeschaltet, der zur hochfrequenzmäßigen Überbrückung des NF-Trafos dient. Man wählt den Kondensator so groß, daß sein Widerstand für die Hochfrequenz etwa ein Zehntel des wirk-samen Detektorwiderstandes ist. Im übrigen ist seine Größe unkritisch. Die Wahl des Abgriffs für den Detektor bestimmt den Kompromiß zwischen Trennschärfe und Lautstärke; der Abgriff für die Antenne regelt die Anpassung des Verbrauchers (Kreis plus Detektor) an den Generator (Antenne). Als Maß für die Wirksamkeit der Ankopplung des Detektors dient die Zunahme der Kreis-dämpfung bei Anschaltung des Detektors. Bildet man das Verhältnis der Dämpfungsdekrementes mit und ohne Detektor, dann läßt sich die bei Anpassung an die Antenne erreichbare Lautstärke

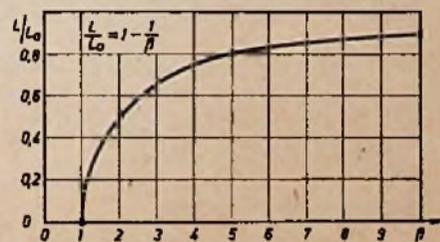


Abb. 3. Erreichbare Lautstärke  $L/L_0$  in Abhängigkeit vom Verhältnis  $\beta$  der Dämpfungsdekrementes.  $L/L_0 = 1 - 1/\beta$ ;  $\beta =$  Verhältnis des Dekrementes mit Detektor zum Dekrement ohne Detektor

zwar bei einer Flankensteilheit von etwa einem Viertel des unbelasteten Kreises. Setzt man die aussteuerbare Flankenbreite eines Kreises gleich der Halbwertsbreite, dann läßt sich für einen Frequenzhub von maximal 150 kHz das günstigste Leerdecrement eines UKW-Kreises berechnen. Man erhält für eine Frequenz von 90 MHz ein günstiges relatives Kreisdecrement von  $d = 4,5 \cdot 10^{-1}$ . Dieser Wert ist mit Topfkreisen oder einem Stück abgeschirmter Lecherleitung geeigneter Länge gut zu erreichen.

### Ein leicht zu bauendes Megohmmeter

#### Studio-Neubau in Tübingen

Der Südwestfunk begann mit dem Bau eines eigenen Studiogebäudes auf dem Osterberg in Tübingen. Der zur Ausföhrung gewählte Entwurf des Tübingen Architekten Karl Wagenbauer sieht ein Stahlbetongebäude von rund 6000 m<sup>3</sup> mit Flachdach vor. Das Gesamtprojekt gliedert sich in einen einstöckigen technischen Teil mit dem eigentlichen, aus zwei Räumen bestehenden Sendestudio sowie in ein Wortstudio und fünf weitere Einzelräume für die Produktion von Hörspielen, ferner in einen zweistöckigen Büroteil mit 21 Räumen für die Mitarbeiter des Programms, der Technik und der Verwaltung. Man rechnet damit, den Rohbau bis Ende März 1954 fertigstellen zu können.

#### Neuer Sender auf dem Bielstein

Um die Rundfunk-Empfangsverhältnisse in Ostwestfalen zu verbessern, bewilligte der Verwaltungsrat des NWDR die Mittel zum Bau eines neuen UKW-Senders auf dem Bielstein im Teutoburger Wald. Über diesen Sender soll zusätzlich das MW-Programm des NWDR verbreitet werden.

#### Rundfunksender für Kleve und Dannenberg

Mit drei neuen Sendern, die dieser Tage in Dienst gestellt werden, ist es dem NWDR gelungen, zwei noch offene Versorgungslücken in den Grenzbereichen des NWDR zu schließen. Zwei der neuen Sender stehen in Kleve. Der eine überträgt auf 1586 kHz das MW-Programm, der andere auf 87,9 MHz das Zweite Programm West (UKW). Ein weiterer UKW-Sender in Dannenberg (Elbe) strahlt auf der Frequenz 93,3 MHz das Zweite Programm Nord aus.

#### Fünf neue UKW-Sender des SWF

Vor kurzem konnte der Südwestfunk fünf weitere UKW-Sender in Betrieb nehmen und damit den Ausbau eines kompletten zweiten UKW-Sendernetzes abschließen. Dieses Sendernetz hat die Aufgabe, das von den zehn MW-Sendern des SWF übertragene Erste Programm in den Bezirken auszustrahlen, deren MW-Empfang durch fremde Sender stark gestört wird. Die neuen UKW-Sender sind Wollseim I auf 96,9 MHz, Koblenz I auf 94,5 MHz, Blauen I (Schwarzwald) auf 95,7 MHz, Wittböh I (Hegau) 87,6 MHz und Hochrheinsender I (b. Waldshut) auf 89,1 MHz.

Der SWF errichtete innerhalb eines Zeitraumes von drei Jahren insgesamt 27 UKW-Sender. Davon übertragen 12 UKW-Stationen das Erste und weitere 15 UKW-Sender das Zweite Programm. Der Sender Wollseim I ist gleichzeitig der 100. UKW-Sender des deutschen Rundfunks, der seit 1949 in der Bundesrepublik aufgestellt wurde.

#### Neue Frequenzen für „Deutsche Welle“

Die Sendungen des Kurzwellendienstes „Deutsche Welle“ in Richtung Nahost und Südafrika werden jetzt auf der empfangsgünstigsten Frequenz 11 795 kHz (25,44 m) ausgestrahlt.

#### NWDR-Sender Bungsberg

Neben dem bereits vorhandenen UKW-Sender auf dem Bungsberg (Holstein), der das Zweite Programm Nord ausstrahlt, wird der NWDR einen zweiten UKW-Sender errichten, der das NWDR-MW-Programm verbreiten soll.

#### Geänderte UKW-Frequenz

Kürzlich wurde der UKW-Sender Stuttgart-Funkhaus des Süddeutschen Rundfunks, der bisher auf einer Frequenz von 89,6 MHz arbeitete, auf die Frequenz 93,2 MHz umgestellt.

#### UKW-Sender „Tegernseer Tal“

Der neue UKW-Sender „Tegernseer Tal“ des Bayerischen Rundfunks nahm den Versuchsbetrieb auf. Die Station ist im Schloß Ringberg untergebracht und soll die durch die geografische Lage bedingten ungünstigen UKW-Empfangsverhältnisse am Tegernsee verbessern. Der Sender arbeitet auf der Frequenz 87,6 MHz.

Eine genaue Messung sehr großer Widerstände ist mit einfachen Hilfsmitteln, wie mit Volt- und Milliampereometern oder mit einfachen Brücken, nicht durchführbar. Hochempfindliche und daher kostspielige Meßgeräte stehen aber nur selten zur Verfügung, so daß ein Instrument sehr willkommen sein dürfte, das sich ohne große Kosten und Umstände nachbauen läßt, und doch mit einer in den allermeisten Fällen ausreichenden Genauigkeit arbeitet. Ein solches Gerät ist in Wireless World, Oktober 1953, Seite 484 ... 486, beschrieben worden. Sein Meßbereich erstreckt sich von 0,1 Megohm bis 10 000 Megohm, so daß auch Prüfungen von Isolationswiderständen möglich sind. Die Genauigkeit ist dabei bis 20 Megohm etwa 1%, sinkt allerdings bei größeren Widerständen allmählich ab.

Die Grundschialtung des Megohmmeters geht aus Abb. 1 hervor; es handelt sich um die bekannte Blinkschaltung, die Kippschwingungen mit einer Frequenz erzeugt, die von R, C, der Gleichspannung U und den Eigenschaften der Glühlampe S abhängt. Hält man U konstant, so hängt die Kippfrequenz bei einem be-

Vergleichswiderstand R<sub>3</sub> sowie die umschaltbaren Kondensatoren C<sub>1</sub> bis C<sub>4</sub> gehören. Der Kopfhörer soll einen möglichst geringen Widerstand haben. Da sich an der Glühlampe S<sub>3</sub> ebenfalls eine Zündspannung von rund 100 V einstellt, liegen an den Anschlußbuchsen für den zu messenden Widerstand ebenfalls ungefähr 100 V. Bei den Messungen ist also zu berücksichtigen, daß der Prüfling einer Gleichspannung von 100 V unterworfen ist.

Der Widerstand R<sub>3</sub> muß eine Präzisionsausführung sein, da hiervon die Genauigkeit der Messung abhängt; das gleiche gilt für den 1-µF-Kondensator C<sub>1</sub>. Schließt man zunächst die Anschlüsse für den Prüfling kurz und stellt den Schalter Sch auf den Kondensator C<sub>1</sub>, so ergeben der 1-Megohm-Widerstand und der 1-µF-Kondensator eine Kippfrequenz, deren Impulszahl in der Minute mit Hilfe einer Stoppuhr leicht ausgezählt werden kann; diese Zahl sei gleich N. Legt man darauf den unbekanntem Widerstand R statt des Kurzschlusses an die Anschlußbuchsen, so verringert sich die Kippfrequenz und man zählt nur noch n Impulse in der Minute, da R und R<sub>3</sub> in Reihe liegen. Der unbekanntem Widerstand R ist dann

$$R = \frac{N}{n} \cdot R_3 - R_3 \text{ oder, da } R_3 \text{ gleich 1 Megohm, } R = \frac{N}{n} - 1 \text{ [Megohm].}$$



Abb. 1. Die Grundschialtung des Megohmmeters

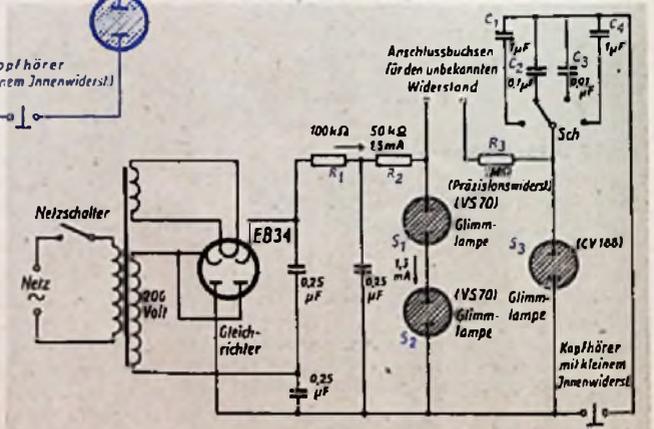


Abb. 2. Vollständiges Schaltsbild des Megohmmeters

stimmten C nur von R ab, da diese Frequenz dem Produkt aus R · C umgekehrt proportional ist. Die Kippfrequenz ist ein brauchbares Maß für den Widerstand R und wird durch entsprechende Wahl von C in einen solchen Bereich gelegt, daß sich die Zahl der im Kopfhörer hörbaren Kippimpulse innerhalb einer Minute bequem auszählen läßt.

Die vollständige Schaltung des nach diesem Prinzip arbeitenden Meßinstrumentes ist in Abb. 2 wiedergegeben. Die Speisespannung U wird von einem Netzgleichrichter geliefert, in dem die Gleichrichterröhre als Spannungsverdoppler geschaltet ist und eine Spitzenspannung von 560 V abgibt. Zur Stabilisierung der Speisespannung dienen die beiden hintereinanderliegenden Glühlampen S<sub>1</sub> und S<sub>2</sub>. Durch die Widerstände R<sub>1</sub> und R<sub>2</sub> muß ein Strom von ungefähr 1,5 mA fließen, damit für die Glühlampen S<sub>1</sub> und S<sub>2</sub> eine Zündspannung von insgesamt 200 V zur Verfügung steht. Diese Spannung von 200 V ist dann die stabilisierte Speisespannung U für die eigentliche Meßeinrichtung, zu der die Glühlampe S<sub>3</sub>, der

Die angegebene Formel für R gilt nur, wenn der Kondensator genau 1 µF groß ist. Für die anderen Kondensatoren C<sub>2</sub> bis C<sub>4</sub> ändert sich die Formel in  $R = k \cdot \frac{N}{n} - 1$ , worin der Faktor k gleich dem Verhältnis aus der Kapazität 1 µF und der tatsächlichen Kapazität der Kondensatoren C<sub>2</sub> bzw. C<sub>3</sub> bzw. C<sub>4</sub> ist. Der Faktor k wäre also gleich 10 für C<sub>2</sub>, 100 für C<sub>3</sub> und 1000 für C<sub>4</sub>, wenn es sich um Präzisionskondensatoren handelt. Das ist aber nicht unbedingt erforderlich, da sich die tatsächlichen Werte für k leicht experimentell finden lassen. Man braucht nur das Verhältnis der Kippimpulse je Minute bei den unbekanntem Kondensatoren C<sub>2</sub> bis C<sub>4</sub> zu der Impulszahl bei dem 1-µF-Kondensator zu bestimmen, das gleich dem gesuchten Faktor ist. Bei dieser Bestimmung kann ein beliebiger Widerstand geeigneter Größe an den Anschlußbuchsen liegen.

Da an den Kondensatoren C<sub>1</sub> bis C<sub>4</sub> die Zündspannung der Glühlampe S<sub>3</sub> liegt, muß auf eine einwandfreie Isolation dieser Kondensatoren geachtet werden. P.

# Selbstbau eines Leuchtschirm-Bildabtasters

②

In dieser Fortsetzung werden weitere Einzelheiten des Ablenk- und Impulsteiles besprochen, dessen vollständige Schaltung bereits in der FUNK-TECHNIK Bd. 9 [1954], H. 1, S. 19, veröffentlicht wurde.

## Vertikal-Ablenkteil

Der Vertikal-Ablenkteil mit der Röhre  $V_6$  (ECL 80) gleicht der Schaltung im erwähnten Projektionsempfänger. Das linke System von  $V_6$  bildet zusammen mit dem Transformator  $T_3$  (Philips, Type „10 850“) einen Sperrschwinger für 50 Hz, der jedoch bis auf 25 Hz herabgeregelt werden kann. Der Sperrschwinger wird gitterseitig mit 6 V Netzfrequenz aus der Heizleitung synchronisiert. Bei dieser Frequenz stehen eventuell störende Schalten auf dem Schirm der Empfängeröhre still, so daß sie gegebenenfalls kaum auffallen. Das rechte System von  $V_6$  dient zur Erzeugung des Ablenkstromes. Im Anodenkreis liegt der Transformator  $T_2$  (Philips Type A 3-16 680), dessen Sekundärseite die Bildspulen speist. Das rechte System von  $V_6$  erhält seine Steuerung über ein RC-Glied. In Verbindung mit einer frequenzabhängigen Gegenkopplung wird dadurch eine parabolische Komponente in den Gitterkreis eingefügt, so daß sich in bekannter Weise eine lineare Ablenkung ergibt.

## Vertikal-Impulsgenerator

Die in der Vertikal-Ablenkstufe am Kippkondensator von 70 nF auftretende Spannung wird auch zur Synchronisierung des Vertikal-Impulsgenerators benutzt. Dieser Generator ist mit  $V_9$ ,  $V_{10}$  als Multivibrator geschaltet. Er erzeugt in der gleichen Weise wie der Horizontal-Multivibrator rechteckförmige Stromstöße mit einer Grundfrequenz von 50 bzw. 25 Hz und einer der Norm entsprechenden Impulsdauer. Die Grundfrequenz kann mit  $P_3$ , die Impulsbreite mit  $P_4$  eingestellt werden. Die Synchronisierung des Multivibrators erfolgt über 500 pF partiell differenziert am Bremsgitter und über 200 pF auch am Steuergitter von  $V_6$ . Die an der Anode des linken Systems von  $V_{10}$  auftretenden negativen Impulse werden im rechten System von  $V_{10}$  umgepolt, wobei gleichzeitig eine Begrenzung stattfindet. An der Anode des rechten Systems von  $V_{10}$  können somit positiv und am Gitter von  $V_{10}$  negativ gerichtete Vertikalimpulse abgenommen werden.

## Impulsmischer

Die Röhren  $V_{11}$  und  $V_{12}$  arbeiten als Mischstufe auf einen gemeinsamen Außenwiderstand, an dem das kombinierte Synchronsignal abgenommen werden kann. In dieser Stufe erfolgt nicht nur die Mischung der Vertikal- und Horizontalimpulse, sondern auch die Einfügung der Horizontalimpulse in den Vertikalimpuls, damit die Synchronisierung des Empfängers während des Vertikalzeichens weiterlaufen kann. Es ergibt sich folgende Wirkungsweise: Dem Steuergitter von  $V_{11}$  werden die negativ

gerichteten Horizontalimpulse aus  $V_2$  zugeführt, während das Steuergitter von  $V_{12}$  positiv gerichtete Horizontalzeichen aus  $V_3$  erhält. Am Bremsgitter von  $V_{11}$  sind außerdem die negativ gerichteten Vertikalzeichen von  $V_{10}$  wirksam, während das Bremsgitter von  $V_{12}$  positive Vertikalzeichen zugeführt bekommt. Trifft das Vertikalzeichen ein, so wird die Röhre  $V_{11}$  während dessen Dauer verriegelt; die Horizontalzeichen am Steuergitter bleiben also unwirksam. Am Anodenwiderstand erscheint zunächst ein einziger positiver Vertikalimpuls. Während dessen Dauer ist jedoch die Röhre  $V_{12}$ , die sonst durch eine negative Vorspannung am Bremsgitter gesperrt ist, durch den gleichfalls auf das Bremsgitter gelangenden positiven Vertikalimpuls aus  $V_{10}$  offen. Folglich rufen die positiven Horizontalimpulse über  $V_{12}$  während der Dauer des Vertikalimpulses negativ gerichtete Horizontalzeichen am gemeinsamen Anodenwiderstand der beiden Röhren hervor. Der positive Vertikalimpuls wird also durch eine entsprechende Anzahl negativ gerichteter Horizontalimpulse ausgefüllt. Nach Beendigung des Vertikalimpulses wird  $V_{12}$  durch die nun wirksam werdende negative Vorspannung am Bremsgitter verriegelt, und die negativ laufenden Horizontalzeichen beeinflussen dann nur das Steuergitter von  $V_{11}$ , so daß am Außenwiderstand positive Horizontalzeichen auftreten. Man erhält also am Außenwiderstand die vereinigten Horizontal- und Vertikal-Synchronzeichen, wobei während des Vertikalzeichens auch negativ gerichtete Horizontalzeichen vorhanden sind. Unbedingt erforderlich sind übrigens die im Vertikalzeichen liegenden Horizontalzeichen nicht. Die Synchronisierschaltungen der modernen Empfänger sind so wirksam, daß der Synchronismus auch dann erhalten bleibt, wenn während des Vertikalzeichens die Horizontalzeichen fehlen.

Dem 5-kOhm-Potentiometer liegt ein weiterer Regler der gleichen Größe parallel. Hier werden die Synchronsignale für die später zu besprechende Video-Mischeinrichtung abgegriffen. Der Schleifer des anderen Potentiometers steht über ein Meßinstrument von 200  $\mu$ A mit der Katode der Abtaströhre  $V_8$  in Verbindung. Die positiv gerichteten Zeichen rufen infolgedessen eine Strahlunterdrückung während des Rücklaufes hervor, so daß im Raster der Abtaströhre nur die Zeilen selbst, nicht aber die Rücklauflinien zu sehen sind. Das ist für eine einwandfreie Abtastung des Bildes, vor allem für eine Unterdrückung des Videosignals während der Synchronzeichen, unbedingt erforderlich.

## Abtaströhre

Die in diesem Gerät eingebaute 7 MB 6 (neue Bezeichnung MC 6/16) stimmt in ihren elektrischen Daten mit der Projektionsröhre MW 6-2 überein. Die 7 MB 6 hat jedoch einen blauen Leuchtschirm, der speziell für Abtastzwecke entwickelt worden ist. Die Nachleuchtzeit darf hierbei nicht nennenswert größer als die Dauer eines Bildpunktes sein. In der

letzten Zeit gelang die Entwicklung von Leuchtmassen, die diese Forderung annähernd erfüllen. So wird z. B. der Stoff  $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ —Ce von Brill und Klasens als bestgeeignete Leuchtmasse für Abtastzwecke angegeben<sup>6)</sup>. Die Substanz liefert ein violettes Fluoreszenzlicht mit starkem Ultraviolett-Anteil. Der Leuchtfleck der Röhre muß so klein wie möglich sein, um ein absolut scharfes Raster zu erhalten. Man erreicht dies mit einer hohen Anodenspannung von 25 kV für die Abtaströhre, bei der sich dann auch die erforderliche Helligkeit einstellt. Der Katodenstrom der 7 MB 6 im Mustergerät ist 50  $\mu$ A (Mittelwert bei Abtastung nicht zu dichter Diapositive oder Negative). Die Hochspannung wird mit einem Spezialtransformator und drei Hochspannungsgleichrichterröhren EY 51 in Kaskadenschaltung gewonnen. Alle Teile dieses Spannungsvervielfachers sind unter Öl in einer verschlossenen Metalldose (Philips „10 830/15“) untergebracht.

An sich müßte der Leuchtschirm vollkommen eben sein, um über die ganze Fläche hinweg eine gleichmäßig scharfe Abbildung zu erhalten. Geringe Krümmungen können jedoch durch eine entsprechende Abblendung der Optik (Tiefenschärfe) ausgeglichen werden. Auf jeden Fall liefert die sehr preiswerte Philips 7 MB 6 ganz vorzügliche Resultate. Auch mit normalen handelsüblichen Katodenstrahlröhren lassen sich recht brauchbare Ergebnisse erreichen, besonders, wenn die Schirmfläche groß genug ist. Schon mit geringeren Anodenspannungen erhält man dabei eine ausreichende Auflösung der einzelnen Zeilen. Allerdings muß der Schirm bestimmten Mindestanforderungen hinsichtlich seiner Nachleuchtzeit genügen. Am besten eignen sich Schirme aus Zinkoxyd, bei denen die Nachleuchtdauer bis auf etwa  $1,5 \times 10^{-7}$  s herabgedrückt werden kann<sup>7)</sup>. Über Versuche mit normalen Katodenstrahlröhren wurde vom Verfasser bereits an anderer Stelle<sup>8)</sup> berichtet.

Auch die Anschaltung dieser Abtaströhre ist aus Abb. 3 zu ersehen. In der Katodenleitung liegt das erwähnte 200- $\mu$ A-Meter, das stets eine Kontrolle des Strahlstroms ermöglicht. Dieser sollte bei der 7 MB 6 einen Wert von 100  $\mu$ A tunlichst nicht überschreiten (Lebensdauer).

Die 7 MB 6 hat ebenso wie die MW 6-2 eine sogenannte Funkenfängerelektrode, die geerdet sein muß. Zur Einstellung der Strahlschärfe dient ein 5-k $\Omega$ -Regelwiderstand (Strombedarf etwa 20 mA) in Serie mit der Fokussierspule 1 ... 8, die in der Philips-Abtenkeinheit 10 950 enthalten ist. (Wird fortgesetzt)

<sup>6)</sup> Brill und Klasens. „New phosphors for flying-spot cathode-ray tubes“. Philips Research Reports. Bd. 7 [1952], H. 6, S. 421.

<sup>7)</sup> HANDBUCH FÜR HOCHFREQUENZ- UND ELEKTRO-TECHNIKER, 2. Band, VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin [1953], [Beitrag Dillenburger] S. 684; Dillenburger, „Einführung in die neue deutsche Fernsehtechnik“, Schiele & Schön, Berlin [1950], S. 137.

<sup>8)</sup> Richter, „Fernseh-Experimentierpraxis“, Franck'sche Verlagshandlung, Stuttgart [1952], S. 196.

# UKW-Miniatursender

Für Funkreportagezwecke verwendet man gern einen möglichst kleinen und leichten Sender, der (von eingebauten Batterien gespeist) eine Reichweite von etwa 1 km hat. Der Sender nach Abb. 1 arbeitet mit FM auf dem 2-m-Band. Als Röhren werden vier Subminiaturröhren DL 67 benutzt, die parallel an einer 1,5-V-Heizzelle liegen. Der Heizstrom ist für den gesamten Sender rund 55 mA.

Die Vorteile dieser Schaltung sind neben der überraschenden Kleinheit (der Sender ist mit Batterien in Zylinderbauweise etwa 15 cm lang und hat einen Durchmesser von etwa 4,5 cm) und dem geringen Stromverbrauch die Frequenzkonstanz, die ausgezeichnete Wiedergabequalität durch das Kondensatormikrofon und die Unempfindlichkeit der Antenne gegen Körpernähe. Der Sender wird zusammen mit den Stromquellen in einen Metallbehälter eingebaut, aus dem oben eine Teleskop-Antenne herausragt. Als Anodenbatterien können zwei parallel geschaltete 22,5-V- oder noch besser zwei 30-V-Batterien benutzt werden (Batterien aus Schwerhörigengeräten).

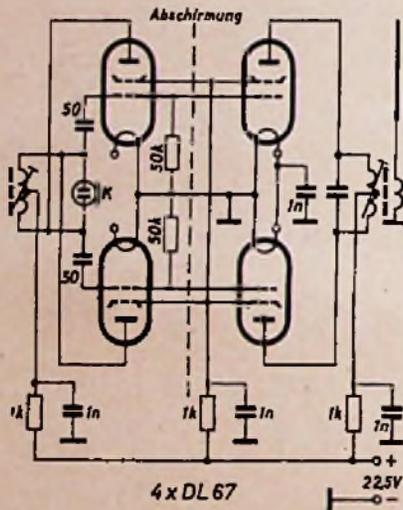


Abb. 1. FM-UKW-Miniatursender für das 2-m-Band

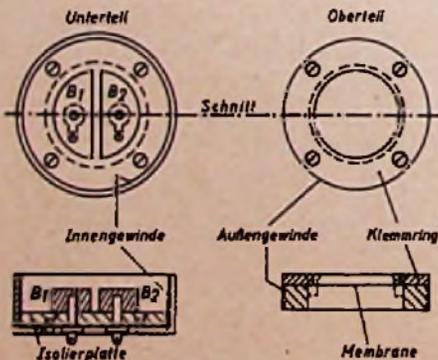


Abb. 2. Aufbauzeichnung eines Kondensatormikrofon

Als Einschalter eignet sich am besten ein Klingelknopf-Schalter, der nur so lange Kontakt gibt, als man ihn drückt. Er schaltet den Heizstromkreis.

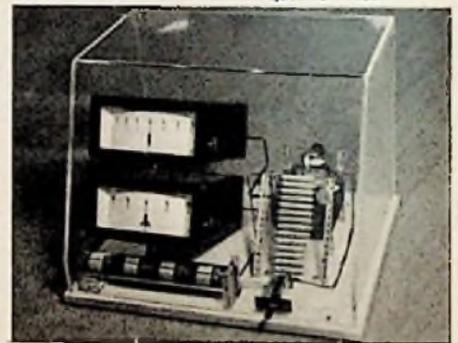
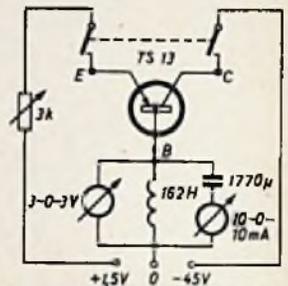
Die Steuerstufe arbeitet mit zwei Röhren in Gegentaktschaltung. Das Kondensatormikrofon K bildet die Schwingkreis-kapazität. Man kann dieses Mikrofon ohne besondere Schwierigkeiten selbst

bauen. Die Abb. 2 zeigt eine von mehreren Möglichkeiten. Die mit Masse (Gehäuse) verbundene Metallmembrane (sehr dünne Stanniolfolie) liegt zwei Kondensatorpolen gegenüber, die jeweils an die Schwingkreispulnenden angeschlossen sind. Die Kapazität von Beleg zu Beleg (über die Membrane) soll nicht höher als 10 pF sein. Von Beleg zur Masse (Membrane) ist sie dann 20 pF. Aus diesem Wert und der Frequenz (150 MHz) berechnet sich die Spule des Schwingkrei-

## Ein Schwingkreis für 0,3 Hz

Ein anschauliches Beispiel, wie mit modernen Kleinstbauteilen auch Aufgaben an der unteren Frequenzgrenze mit technisch sinnvollem Aufwand gelöst werden können, zeigte Siemens an einem Schwingkreis für 0,3 Hz. Der Schwingkreis nimmt nur etwa den Raum einer Zigarrenkiste ein; er besteht aus einer Drossel mit Mu-Metall (162 H) und 15 handelsüblichen Siemens-Klein-Elektrolytkondensatoren (je 100 µF, 12/15 V). Über einen Siemens-Transistor TS 13 wird der 0,3-Hz-Schwingkreis in Basis-schaltung erregt. Als Kollektor- und Emitterbatterien dienen vier Stabbatterien, die durch einen 2poligen Schalter angelegt oder getrennt werden. Der Kreis erregt sich in etwa 1/2 Minute mit acht Schwingungen und klingt etwa in der halben Zeit ab. Schwingstrom und -spannung werden an zwei Instrumenten angezeigt, die auch die Phasenverschiebung erkennen lassen.

Schaltung und Ansicht des Demonstrationsmodells eines 0,3-Hz-Schwingkreises mit einem Transistor



## Doppelsuper »Rx 2/005« für das 2-m-Amateurband

(Schluß von S. 42)

### Die Stromversorgung

Bei Netzbetrieb liegt die Betriebsgleichspannung bei etwa 120 V. Die 15 V für die Steilheitsregelung werden halbautomatisch erzeugt. Bei Batteriebetrieb wird die Betriebsgleichspannung auf 90 V erniedrigt; auf die Stabilisierung des 1. Oszillators wird hierbei verzichtet. Die Stromaufnahme ist dann nur noch rd. 33 mA, die einer Normal-Anodenbatterie auf längere Zeit zugemutet werden können. Die Gesamtverstärkung sinkt in diesem Falle zwar etwas, reicht aber für Kopfhörerbetrieb aus. Die Spannungen sind so ausgelegt, daß sie im Umschaltverfahren auch aus dem Netzteil des Klein- und Steuersenders „Tx 2/002“ entnommen werden können. Zur Übersicht ist in Abb. 2 (S. 41) jedoch ein eigener Netzteil gezeigt.

### Abgleich und Inbetriebnahme

Zuerst werden die ZF-Kanäle mit Hilfe eines Meßsenders abgeglichen. Etwas Mühe bereitet der Abgleich des Vorstufenteils. Ein Meß- oder Prüfgenerator (z. B. Grid-Dip-Meter, Steuersender) wird lose induktiv oder kapazitiv an den Empfängereingang gekoppelt. Bei abgeschaltetem 1. Oszillator soll die Meß-generator-Frequenz (145 MHz) durch Geradeausverstärkung einen mehr oder weniger großen Gitterstrom beim Mischsystem (ECC 81) erzeugen. Der Gitterstrom darf 50 µA nicht überschreiten, um

die Röhren nicht zu gefährden. Durch Dehnen oder Drücken der Vorkreis-spulen wird auf Gitterstrommaximum eingeregelt. Der Abgleich des 1. Oszillators erfolgt durch Verbiegen der Lecherschleife in der in Abb. 7 demonstrierten Weise. Die Ankopplung des Oszillators erfolgt mit einem kurzen Drahtbügel, der etwa 1 mm von der Lötfläche des Mischgitters entfernt ausläuft. Der günstigste Wert des Mischgitterstroms liegt bei 1,2 µA. Im übrigen geben die Eintragungen der Anoden- und Gitterstromwerte des Mustergerätes im Schaltbild Abb. 1 über das Betriebsverhalten des Empfängers erschöpfend Auskunft.

### Besondere Bauteile

Die im Schaltbild Abb. 1 mit S versehenen Überbrückungskondensatoren sind „Ultracond“-Scheibenkondensatoren von Dralowid. Von der gleichen Firma stammen auch sämtliche anderen keramischen Kondensatoren, ferner die keramischen Noval-Fassungen für die Röhren PCC 84 und ECC 81 und die UKW-Drosselkörper. Zum Teil kamen auch kappenlose 1/10- und 1/4-Watt-Widerstände zum Einbau. Die Drehkondensatoren des 1. Oszillators und des BFO sind Hopt-Erzeugnisse. Im ZF-Teil wurden ausschließlich Görlner-Kerne und Preh-„Preolit“-Miniatur-Fassungen eingebaut, deren Isoliermaterial einen sehr kleinen Verlustwinkel aufweist.



# GRUNDIG

## DAS IST DER Fortschritt

- GRUNDIG MULTI-OKTAV-LAUTSPRECHER
- GRUNDIG RICHTSTAB-ANTENNE (DGM)
- GRUNDIG UKW-BREITBAND-ANTENNE
- GRUNDIG ATM-SCHALTUNG
- GRUNDIG SUPERSELEKTIV-FILTER
- GRUNDIG DUPLEX-ANTRIEB
- GRUNDIG GOLDBLATT-DISKANT-STRAHLER
- GRUNDIG KLAVIERTASTEN-SCHNELL-SCHALTUNG
- GRUNDIG FERNSEH-TONTEIL

Wenn in den letzten Jahren in der Rundfunktechnik irgendwelche Verbesserungen erzielt wurden, waren sie sofort in den GRUNDIG-Geräten zu finden. Oft eilen unsere UKW-Super sogar der Entwicklung weit voraus und brachten schon das, was später als besondere technische Leistung Allgemeingut wurde.

Die Rundfunkhörer hatten bald erkannt, daß in unserem Werk der Fortschritt zu Hause ist und Qualität ganz groß geschrieben wird. Es ist daher kein Wunder, daß GRUNDIG-Geräte so begehrt sind und am meisten gekauft werden.

Wir zeigen Ihnen hier eine Übersicht über unser Fabrikationsprogramm. Lassen Sie sich bitte diese wundervollen Super einmal unverbindlich vorführen und achten Sie ganz besonders auf die enorme Leistung und die geradezu faszinierende Tonqualität. Werfen Sie auch einen Blick in das Innere, denn dort sitzt das Herz des Empfängers. Sie werden sehen, daß an nichts gespart wurde und selbst die Typen der niederen Preisklassen jenen Komfort aufweisen, der für ein Gerät von Rasse und Klasse eine Selbstverständlichkeit ist.

Und nun noch etwas Wichtiges. GRUNDIG-Geräte sind Markenartikel und daher nicht überall, sondern nur in den guten Fachgeschäften erhältlich.

## GRUNDIG

### RADIO-WERKE



#### GRUNDIG Standard-Klasse

840 W	DM 146,—
840 W H	DM 166,—
941 W	DM 179.50
941 W H	DM 199.50
1041 W*	DM 209.50
1041 W H*	DM 239.50

\*) Auch in Allstromausführung lieferbar



#### GRUNDIG Sonder-Klasse

2041 W	DM 249.50
2041 W H	DM 269.50
2043 W*	DM 299.50
3045 W	DM 339.50

\*) Auch in Allstromausführung lieferbar



#### GRUNDIG Spitzen-Klasse

4035 W	DM 398,—
4040 W	DM 435,—
5040 W*	DM 495,—
5050 W	DM 640,—
GRUNDIG Fernsehonteil	DM 55,—

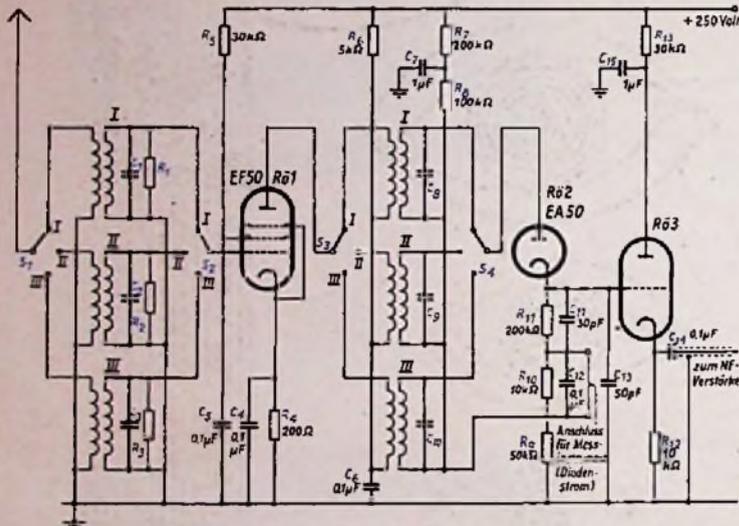
\*) Auch in Allstromausführung lieferbar

**Vorsatz-Empfänger für Kraftverstärker**

Bei der Schaltung dieses Bezirksempfängers, der als Vorsatzgerät für hochwertige Tonfrequenzverstärker, besonders Kraftverstärker, gedacht ist und dessen Schaltbild der Zeitschrift „Wireless World“, Oktober 1952, Seite 406, entnommen wurde, hat man größten Wert auf möglichst gute Verzerrungsfreiheit gelegt, um die Eigenschaften des nachgeschalteten Verstärkers weitgehend auszunutzen.

Es handelt sich um einen Zweikreis-Geradeaus-Empfänger mit einer HF-Vorstufe (Rö 1) und je drei wahlweise einschaltbaren, fest eingestellten Kreisen, so daß man beim Empfang die Wahl zwischen drei vorher ausgesuchten Sendern hat.

Da die Hauptquelle für NF-Verzerrungen im Empfangsteil der Gleichrichter ist, wurde diesem besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Als Empfangsgleichrichter dient die Diode Rö 2. Leider widersprechen sich die für die Schaltung der Diode geltenden Bedingungen, wenn auf geringste Verzerrungen Wert gelegt wird. Der Innenwiderstand der Diode soll gering gegen den Außenwiderstand sein, jedoch soll der Außenwiderstand für Gleichstrom und für Wechselstrom möglichst den gleichen Wert haben. Diese beiden Bedingungen lassen sich nicht gleichzeitig erfüllen, wenn der Diode der Niederfrequenzverstärker oder das als Lautstärkeregelung dienende Potentiometer unmittelbar nachgeschaltet wird.



Vollständige Schaltung mit Daten für einen verzerrungsfreien Rundfunk-Vorsatz.  $C_1, C_2, C_3$  und  $C_8, C_9, C_{10}$  sind je nach dem gewünschten Sender fest eingestellte Kondensatoren.  $R_1, R_2, R_3$  werden so ausgewählt, daß der Strom durch die Diode Rö 2 in allen drei Schalterstellungen etwa gleichen Wert (25 ... 30  $\mu$ A) hat

In der hier gezeigten Schaltung ist dieses Problem in der Weise gelöst, daß die Diode einen Katodenverstärker Rö 3 steuert, dessen Ausgang dem NF-Verstärker zugeführt wird. Dadurch konnte der Außenwiderstand der Diode groß gegen deren Innenwiderstand gemacht werden; außerdem hat der Außenwiderstand für Gleichstrom und für Wechselstrom den gleichen Wert. Der niederohmige Ausgang des Katodenverstärkers ist für den Anschluß an den nachfolgenden Verstärker (vor allem wenn der Anschluß über ein längeres Abschirmkabel erfolgt) sehr vorteilhaft.

Der Widerstand  $R_3$  spielt eine wichtige Rolle in der Schaltung. Zunächst einmal wirkt er in Verbindung mit  $C_{11}$  als HF-Filter, ferner sorgt er aber dafür, daß das Gitter des Katodenverstärkers das richtige Ruhepotential und die erforderliche Gittervorspannung erhält.  $R_3$  bildet zusammen mit  $R_7$  und  $R_8$  einen Spannungsteiler, der zwischen + 250 V und Erde liegt und solchen Wert hat, daß das Gitter von Rö 3 um den erforderlichen Betrag hochgelegt wird. Die Katode von Rö 3 hat nämlich ein Potential von etwa + 35 V gegen Erde. Da  $R_4$  auch von der Gleichstromkomponente der durch Rö 2 gleichgerichteten Signalspannung durchflossen wird, folgt die Gitterspannung von Rö 3 nicht nur den etwaigen Schwankungen der Anodenspannung, sondern auch der Signalamplitude, so daß trotz solcher Schwankungen stets die günstigste Gittervorspannung für Rö 3 eingehalten wird.

Aus zwei Gründen sind fest eingestellte Kreise vorgesehen und wurde auf eine kontinuierliche Abstimmung verzichtet: Einmal kann das untere Ende des Abstimmkreises zwischen Rö 1 und Rö 3 wegen der galvanischen Ankopplung des Katodenverstärkers an die Diode nicht an Erde gelegt werden, so daß die Anwendung eines Doppel-Drehkondensators für die zwei Kreise auf Schwierigkeiten stößt. Ferner muß die Diode Rö 2, damit sie verzerrungsfrei arbeitet, eine Signalspannung mit einer niederfrequenten Modulation von 6 Veff erhalten. Eine automatische Lautstärkeregelung ist bei derartigen Spannungen unzuverlässig. Andererseits sollen alle Röhren möglichst unter gleichbleibenden Bedingungen mit konstanter Signalspannung betrieben werden. Bei den fest abgestimmten Kreisen läßt sich das mit bestem Erfolg durch die Dämpfungswiderstände  $R_1, R_2, R_3$  erreichen. Diese werden bei den ausgewählten Sendern so bestimmt, daß alle drei Antennenkreise die gleiche Signalspannung abgeben. Die Größe der Widerstände richtet sich naturgemäß nach der verwendeten Antenne, nach der Kreisgüte und nach der Stärke des eingestellten Senders. Es lassen sich daher keine Angaben über die Größe von  $R_1, R_2, R_3$  machen. Diese müssen vielmehr durch Versuche ermittelt werden. Zu diesem Zweck wird ein Meßinstrument parallel zu  $R_{10}$  geschaltet, das den Diodenstrom mißt.  $R_1, R_2$  und  $R_3$  werden nacheinander so eingeregelt, daß der Diodenstrom in allen drei Fällen den gleichen Wert von 25 bis 30  $\mu$ A hat.

Je stärker der Sender ist, auf den der Kreis abgestimmt ist, um so kleiner muß der Dämpfungswiderstand sein; im allgemeinen wird er zwischen 50 und 10 Kiloohm liegen. Durch diese Art der „Lautstärkeregelung“ ergibt sich gleichzeitig noch von selbst immer die günstigste Bandbreite, da diese um so größer wird, je stärker der Sender und um so kleiner dementsprechend der Dämpfungswiderstand ist.

Wegen der hohen Verstärkung der HF-Vorröhre (z. B. EF 50) ist es erforderlich, Antennen- und Anodenkreise gut voneinander abzuschirmen. Die im Schaltbild angegebenen Röhrentypen sollen nur als Beispiel dienen und sind nicht kritisch. Für Rö 3 kann jede mittlere Triode oder eine als Triode geschaltete Pentode Verwendung finden.

**Frequenzkompensierter Spannungsteiler**

In der Meßtechnik müssen oftmals die an das Meßgerät (Voltmeter, Frequenzmesser, Oszillograf usw.) gelegten Spannungen zunächst herabgesetzt werden, um in den Meßbereich des Gerätes zu kommen. Bei Gleich- und niedrigen Wechselspannungen genügt dazu ein einfacher Spannungsteiler, der aus ohmschen Widerständen besteht. Man kann hierbei den Eingangswiderstand  $R_e$  des Meßinstrumentes zu einem Teil des Spannungsteilers machen, indem vor das Instrument nur ein Vorwiderstand  $R_v$  in Reihe gelegt wird (Abb. 1). Wenn der Vorwiderstand  $R_v$  gleich  $(n - 1) \cdot R_e$  ist, liegt am Meßinstrument nur der n-te Teil der angelegten Spannung.

Bei höheren Frequenzen versagt dieses einfache Verfahren, da hier die Eingangskapazität  $C_e$  des Meßinstrumentes in Erscheinung tritt und das Teilungsverhältnis des Spannungsteilers beeinflusst. Man braucht jetzt einen Spannungsteiler, der auch bei den hohen Frequenzen das vorgegebene Teilungsverhältnis einhält und die Eingangskapazität  $C_e$  des Instrumentes unschädlich macht. Ein sehr einfach nachzubauender und doch zuverlässig arbeitender Spannungsteiler für diesen Zweck ist (nach einem Vorschlag in „Radio & Television News“, Sept. 1952, S. 56) in Abb. 2 schaltungsmäßig wiedergegeben. Er ist sowohl zur Teilung von Gleichspannungen als auch von Wechselspannungen bis zu 5 MHz brauchbar, wenn er sorgfältig und unter möglichster Verminderung der Schaltkapazitäten aufgebaut wird.

Der Spannungsteiler hat drei Schalterstellungen, die den Multiplikatoren 1, 10 und 100 entsprechen und bei denen eine entsprechende Teilung der Eingangsspannung stattfindet. Bei der Schalterstellung X 1 ist die Eingangsspannung unmittelbar mit dem Meßinstrument verbunden, dessen Eigenkapazität nur durch die Schaltkapazitäten geringfügig erhöht wird.

In den Schalterstellungen X 10 und X 100 werden Spannungsteiler eingeschaltet, die aus den Widerständen  $R_1$  und  $R_2$  bzw.  $R_3$  und  $R_4$  bestehen, wobei den Widerständen je ein Kondensator parallelgeschaltet ist. Die Kondensatoren müssen so gewählt werden, daß die Beziehungen  $C_1/C_2 = R_1/R_2$  und  $C_3/C_4 = R_3/R_4$  bestehen. Deshalb müssen  $C_1$  und  $C_2$  einstellbar sein (hochwertige Glimmer- oder Keramik-Trimmer verwenden). Da die Kondensatoren  $C_2$  und  $C_4$ , die dem Meßgerät bei den Schalterstellungen X 10 und X 100 parallel liegen, recht groß sind, wird durch sie die Kapazität  $C_e$  des Instrumentes praktisch unwirksam. Trotzdem ist die Eingangskapazität des Spannungsteilers gering, da (vom Eingang her gesehen) die kleinen Kondensatoren  $C_1$  bzw.  $C_3$  mit  $C_2$  bzw.  $C_4$  in Reihe liegen. Der Eingangswiderstand ist rund 1 Megohm. Auch der Eingangswiderstand des Meßinstrumentes sollte in dieser Größenordnung liegen, damit er nicht das Teilungsverhältnis des Spannungsteilers verändert.

Der Spannungsteiler wird in ein Blechkästchen mit einer Grundfläche von 10x10 cm und einer Höhe von 5 cm eingebaut, das für die nötige Abschirmung sorgt. Bei der Verdrahtung ist auf geringstmögliche Erdkapazität zu achten, die Ausgangsleitungen sollen zweckmäßigerweise getrennt von den Eingangsleitungen verlegt werden.

Nun werden  $C_1$  und  $C_3$  justiert. Dazu legt man am besten eine Rechteckspannung an den Eingang und beobachtet die Ausgangsspannung auf einem Katodenstrahloszillograf. In den Schalterstellungen X 10 bzw. X 100 werden  $C_1$  bzw.  $C_3$  so lange eingeregelt, bis die Spannungskurve auf dem Bildschirm einwandfreie Rechtecke ohne abgerundete Ecken und ohne Spitzen zeigt. Der Spannungsteiler ist jetzt frequenzkompensiert und hat ein gleichbleibendes Teilungsverhältnis bis zu 5 MHz.

Ein sehr genaues Teilungsverhältnis läßt sich durch Abgleich der Widerstände  $R_2$  bzw.  $R_4$  erreichen. Auch für diesen Abgleich kann man die Braunsche Röhre benutzen, wobei die Höhen der Rechtecke gemessen werden.

—gs.

Abb. 1. Einfache Spannungsteilung mit Vorwiderstand  $R_v$  und Instrumentwiderstand  $R_e$

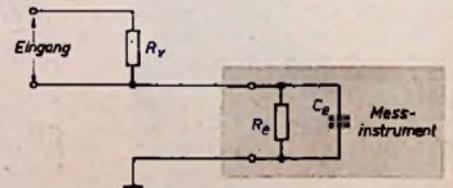
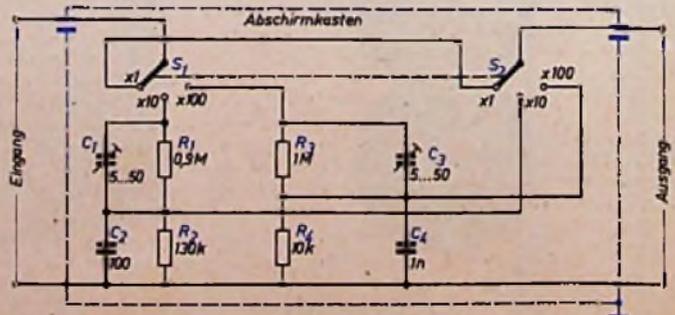


Abb. 2 (unten). Vollständige Schaltung des bis 5 MHz frequenzkompensierten Spannungsteilers (Widerstände  $\pm 5\%$ )



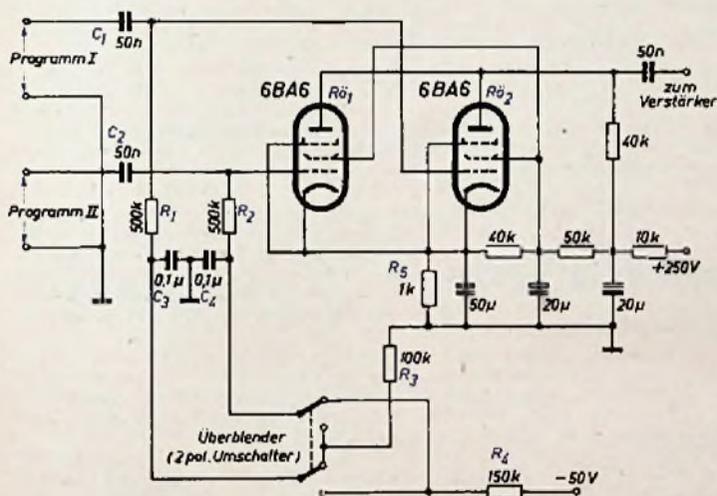
## Automatischer Programmüberblender

Es gehört schon einiges Geschick und etwas Übung dazu, mit Hilfe von Handreglern einen gleichmäßigen und geräuschfreien Übergang von einer Darbietung zur anderen so zu gestalten, daß ein angenehmer Eindruck entsteht und der Übergang als solcher gar nicht wahrgenommen wird. Das gilt besonders für solche Fälle, in denen ein allmähliches Ineinanderübergehen der beiden Programme erreicht werden soll. Diese Aufgabe kommt jedoch verhältnismäßig häufig vor, beispielsweise bei Übertragungsanlagen, und zwar bei Überblendungen von einem Tonabnehmer zu einem zweiten oder vom Plattenspieler zum Bandgerät, zum Rundfunkempfang usw. Besonders wichtig sind aber einwandfreie Überblendungen bei eigenen Bandaufnahmen mit Aufzeichnungen aus verschiedenen Teilen mit fließenden und unauffälligen Übergängen.

Mit von Hand betätigten Widerstandsreglern wird das Gelingen der Überblendung immer mehr oder weniger eine Sache des Zufalles oder der Erfahrung sein, so daß eine Automatisierung dieses Vorganges dem Amateur willkommen sein dürfte, zumal sie sich mit recht einfachen Mitteln durchführen läßt und so gleichmäßige Ergebnisse bringt, wie sie bei Handregelung nur schwer gewonnen werden können.

Die selbsttätige Überblendung besorgt (nach Radio & Television News, Nov. 53, S. 150) ein kleines, leicht zu bauendes Zusatzgerät, das vor den Tonfrequenzverstärker geschaltet wird und dessen als Grundlage für den Nachbau geeignetes Schaltbild hier wiedergegeben ist. Die Überblendung geht nach Umlegen eines Schalters ganz selbsttätig und in vorher bestimmter Weise vor sich.

Die beiden niederfrequenten Signalspannungen, die ineinanderzublenden sind (beispielsweise können sie von zwei gleichzeitig arbeitenden Tondosen herkommen), werden dem Steuergitter je einer Pentode  $Rö_1$  und  $Rö_2$  zugeführt; die anodenseltigen Ausgänge der beiden Pentoden sind parallelgeschaltet und werden an den Eingang des Verstärkers gelegt. Durch den Umschalter im Gitterkreis der Röhren wird immer eine der Röhren an eine so stark negative Gittervorspannung ( $-50$  V) gelegt, daß sie vollkommen gesperrt ist; in der im Schaltbild dargestellten Schalterstellung ist dies  $Rö_1$ .



Schaltung eines Vorsatzgerätes für selbsttätige Überblendungen

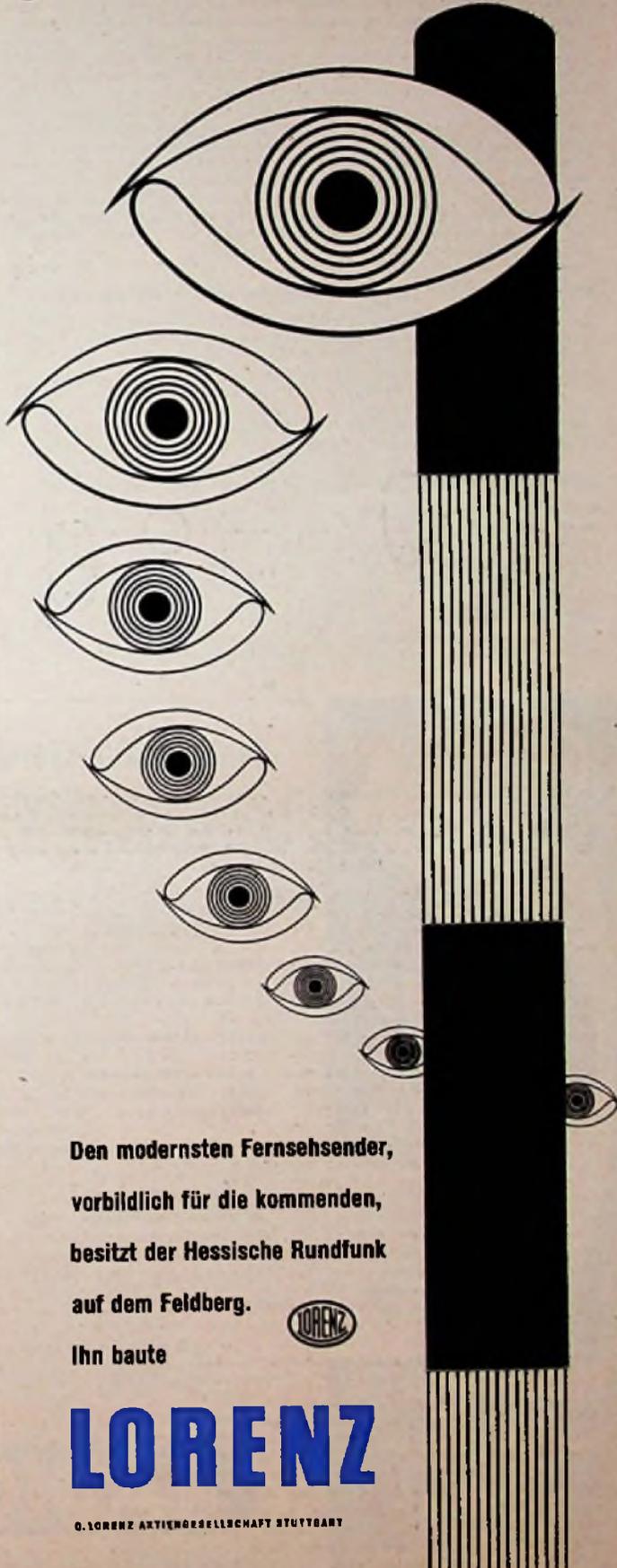
Diese negative Spannung soll ungefähr doppelt so hoch sein, wie sie an und für sich zur vollkommenen Sperrung der Röhre nötig wäre. Das Steuergitter der anderen Röhre (im gezeichneten Falle also  $Rö_2$ ) ist dann über hochohmige Widerstände mit „Erde“ verbunden und erhält durch  $R_3$  eine dem normalen Arbeitspunkt entsprechende Vorspannung, so daß diese Röhre die zu ihrem Steuergitter geführte Signalspannung verstärkt an den Ausgang abgibt. Durch Umlegen des Schalters werden die Verhältnisse umgekehrt, d. h., die vorher gesperrte Röhre gibt jetzt die andere Signalspannung an den Ausgang verstärkt weiter, während die vorher arbeitende Röhre gesperrt wird.

Das Besondere an der Schaltung ist aber, daß der Wechsel beim Umlegen des Schalters nicht plötzlich und nicht mit einem Schaltknacks vor sich geht. Es ist nämlich dafür gesorgt, daß bei einer Umschaltung die negative Gittervorspannung an der einen Röhre nur allmählich abnimmt und an der anderen Röhre ebenso allmählich zunimmt; die eine Röhre wird also langsam „aufgedreht“, die andere langsam „zugedreht“. Zu diesem Zweck sind in den Gitterkreisen der beiden Pentoden Ladekondensatoren  $C_3$  und  $C_4$  vorgesehen, die je nach der Schalterstellung erst über  $R_4$  aufgeladen bzw. über  $R_4$  wieder entladen werden müssen. Bei einem Wechsel der Schalterstellung wird somit die eine Gittervorspannung exponentiell auf  $-50$  V absinken, die andere Gittervorspannung dagegen (ebenfalls exponentiell) von  $-50$  V bis auf den durch  $R_3$  gegebenen Arbeitspunkt ansteigen. Das Ausblenden ist daher durch die Zeitkonstante  $C \cdot R_4$ , das Einblenden durch die Zeitkonstante  $C \cdot R_3$  bestimmt. Durch Veränderung dieser Zeitkonstanten, insbesondere durch  $R_3$  und  $R_4$ , lassen sich verschiedenartige Effekte (z. B. schnelleres oder langsames Ein- oder Ausblenden, kurze Pause zwischen den beiden Programmen, Mischen der beiden Signalspannungen) erreichen.

Eine Fernbedienung des Überblendungsgerätes ist durchaus möglich, da es mit dem Umschalter über ein vieradriges Kabel verbunden werden kann, das bis zu 15 m lang sein darf.

Dr. F.

ST  
K



Den modernsten Fernsehsender,  
vorbildlich für die kommenden,  
besitzt der Hessische Rundfunk  
auf dem Feldberg.



Ihn baute

**LORENZ**

O. LORENZ AKTIENGESELLSCHAFT STUTTGART

## Praktische Hilfsgerüste für die Reparatur von Plattenwechslern

Um Plattenwechsler bequem reparieren und dabei während des Wechselvorgangs den Mechanismus besser beobachten zu können, empfiehlt sich die Verwendung eines Gestelles. In jeder Werkstatt finden sich sicherlich einige Stangen Rundmaterial aus Metall oder Hartgewebe. Diese Stangen werden an einem Ende mit einem Gewinde M4 versehen. Drei oder vier solcher etwa 50 cm langen Stangen schraubt man nun als Füße an das Chassis, so daß man dann gut an die Unterseite des Chassis herankommen kann. Notfalls lassen sich auch schon etwa 30 cm lange Gewindestangen M4 verwenden. In diesem Fall befestigt man die Stangen zweckmäßigerweise mit zwei Muttern am Chassis.

Bewährt hat sich auch eine Vorrichtung, die aus einem Holzrahmen mit vier angeschraubten Holzleisten besteht. Den Rahmen braucht man meistens nicht einmal besonders anzufertigen, sondern es lassen sich auch Rahmen verwenden, die die Fabriken oft als Stützrahmen für die Verpackung mit dem Chassis mitliefern. Die Leisten sollten nicht zu stark sein, d. h. höchstens 1,5x2 cm Kantenlänge haben, damit sie sich noch etwas biegen lassen. Das Chassis wird dann einfach auf die vier Leisten gesetzt und mit Holzschrauben festgezogen. Durch die Elastizität der Leisten kann das Gestell an alle Wechslerysteme angepaßt werden.

## Verbesserung der Höhenwiedergabe bei Drahttongeräten

Allen Besitzern von Schaub- oder Lorenz-Drahttongeräten sei hier ein Tip verraten, wie die Tonqualität ohne zusätzliche Kosten bedeutend verbessert werden kann. Will man nämlich besonders hochwertige Musikaufnahmen machen, so schaltet man bei der Aufnahme nicht wie üblich auf „V“ (Vorlauf), sondern auf „S“ (Suchgang). Die Drahtgeschwindigkeit ist in diesem Fall das Dreifache der normalen Vorlaufgeschwindigkeit von 65 cm/s, so daß auch die hohen Frequenzen besser aufgezeichnet werden. Bei der Wiedergabe ist selbstverständlich wieder auf „S“ zu schalten.

## Erhöhung des Reibungswiderstandes des Skalenantriebselles

Wer hat sich nicht schon darüber geärgert, daß trotz Erhöhung des Seilzuges und Ölung sämtlicher in Frage kommenden Lager das Skalensell von der meistens nur 6 mm starken Antriebswelle nicht immer einwandfrei mitgenommen wird. Insbesondere tritt dieser Fall dann ein, wenn an der Antriebscheibe noch ein weiterer Seilzug für einen UKW-Einbausuper befestigt wird.

Eine Lage Leukoplast oder Leukoband, um die Antriebswelle gewickelt, erhöht den Reibungswiderstand beträchtlich, so daß der Antrieb wieder einwandfrei durchzieht. Isolierband sollte für diesen Zweck nicht verwendet

werden, da es zu klebrig ist, auf der Welle schlecht haftet und zu schnell austrocknet.

Die Skalenschnur kann auch mit in Spiritus gelöstem Kolophonium getränkt oder bepinselt werden. Ist der Spiritus verdunstet, so bleibt das Kolophonium im Gespinst zurück und macht die Schnur griffig. Dieses Verfahren läßt sich in den meisten Fällen auch bei metallischen Litzen verwenden.

## Vorsicht beim Ersatz von Gleichrichterröhren

Bei einem Industriegerät war eine AZ 41 (Teletunken) defekt. Da nur eine AZ 41 (Valvo) greifbar war, wurde diese in die Fassung eingesetzt und das Gerät angeschlossen. Die Stromaufnahme des Gerätes war unverhältnismäßig hoch, so daß ein Fehler im Netzteil vermutet wurde. Die in Frage kommenden Bauteile waren jedoch einwandfrei. Es stellte sich dann heraus, daß einige Lötflächen der Fassung der AZ 41 als Lötstützpunkte für andere Stromkreise des Gerätes dienten. Nun sind bei beiden Fabrikaten der AZ 41 jeweils verschiedene freie Sockelstifte als Stützpunkte für den Systemaufbau herangezogen worden, so daß dadurch ein unbeabsichtigter Kurzschluß im Gerät eintrat. Es wird daher empfohlen, bei Röhrenersatz auch auf das Fabrikat zu achten.

An die Gerätehersteller sei bei dieser Gelegenheit wieder die Bitte gerichtet, keine freien Lötflächen an Röhrenfassungen als Lötstützpunkte für andere Stromkreise zu verwenden.

E. Flötenmeyer

# FT-BRIEFKASTEN

W. G., Engelsdorf

In dem Aufsatz „Ein elektronischer Zeitschalter“, *FUNK-TECHNIK*, Bd 8 (1953), H. 22, S. 717, sind keine genauen Angaben über Relais 2 gemacht. Welche Daten muß das Relais haben?

Wie aus dem Schaltbild hervorgeht, wird das Relais aus dem Wechselstromnetz über einen Einweg-Trockengleichrichter gespeist, da man Gleichstrom für den Betrieb von Relais vorzieht. Der Kondensator von 4 µF (nicht 4 nF), der parallel zur Relaiswicklung geschaltet ist, dient als Ladekondensator. Damit ergibt sich die an dem Relais liegende Spannung zu etwa  $220 \text{ V} \cdot \sqrt{2} = 310 \text{ V}$ . Der zulässige Gleichstrom für die verwendete Gleichrichtertypen ist 60 mA. Hierdurch wird der Relaiswiderstand zu  $\frac{U}{I} = \frac{310}{0,06} = 5,17 \text{ k}\Omega$  bestimmt.

Das Relais muß also für einen Betrieb an rd. 300 V Gleichspannung geeignet sein, mindestens 5 kΩ Widerstand haben und bei dem dann fließenden Strom (im Beispiel etwa 60 mA) sicher ansprechen.



**RADIO  
EMPFÄNGER  
SEN E UNI  
SPEZIAL  
RÖHREN**

Großes gut sortiertes Lager in europäischen u. amerikanischen Typen.  
Hohe Qualität  
Niedrige Preise  
Bitte meine kostenlose Preisliste anfordern.

**EUGEN QUECK**  
INGENIEUR-BÜRO  
RUNDFUNK-GROSSHANDEL  
IMPORT-EXPORT  
NÜRNBERG  
Hallerstraße 5  
Tel.: 31383 Teleg.: Radioqueck

## Preisgünstiges Sonderangebot für Bastler

### Perm.-dyn. Lautsprecher

Sprechleistung 1,5 Watt, 130 mm	ab DM 6.90
Sprechleistung 2,5 Watt, 130 und 180 mm	ab DM 8.90
Sprechleistung 4 Watt, 200 mm	ab DM 13.90

### Radiogehäuse

Schaub „Amorette“ (Bakelit), 335 x 200 x 125 mm, kompl. mit Skala	DM 7.50
Schaub „Senora“ (Nußbaum), 460 x 310 x 195 mm	DM 11.40
Skalenglas dazu	DM 2.30
Schaub „Havel“ (Nußbaum), 530 x 330 x 220 mm	DM 14.90
Skalenglas dazu	DM 2.80
Lorenz „Stolzentele“ (Nußbaum), 360 x 220 x 140 mm kompl. mit Skala	DM 8.50
Lorenz „Wendelstein“, (Bakelit), 380 x 230 x 150 mm	DM 7.50
Selbst „Symphonie“, (Eiche), 575 x 265 x 160 mm	DM 5.50
Selbst „Arlora“, (Nußbaum), 390 x 270 x 150 mm	DM 10.90

### Verschiedenes

Einfach-Luftdrehko, calitisoliert	ab DM 1.60
Zweifach-Luftdrehko, calitisoliert	ab DM 2.50
Zweifach-Luftdrehko, calitisoliert, mit UKW-Teil	DM 4.40
Klavier-Drucktaste, 7 Kontakte	DM 7.50
Potentiometer, 1 MOhm log. m. Drehschalter	DM 1.95
Tonbandspule in Bakelitdose f. 180 m Band	DM 1.95

und viele andere mehr.

Fordern Sie bitte Sonderpreisliste L an!  
Kennen Sie den Radio-Baukasten RIM-„Trabant“?  
Eine praktische Einführung ins Radiobasteln DM 34.50  
Baubroschüre DM 1.— (Gebühr wird bei Kauf zurückvergütet).

RIM-Basteljahrbuch 1954 ..... DM 2.—

# RADIO-RIM

Versandabteilung, München 15, Bayerstraße 25/b

# Röhren

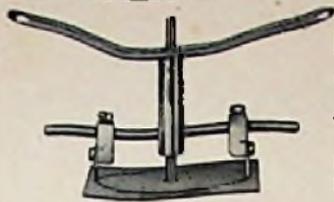
## ALLER ART

IN BEKANNTER QUALITÄT  
UND PREISWÜRDIGKEIT



**RSD**

RÖHRENSPEZIALDIENST  
**GERMAR WEISS**  
IMPORT-EXPORT  
FRANKFURT AM MAIN  
TELEFON: 33844  
TELEGR.: RÖHRENWEISS



### MENTOR-Kreisschneider

mit 1 und 2 Messern, der ideale Lochschneider bis 140 mm  $\varnothing$   
Weitere interessante Teile im Katalog R-53

ING. DR. PAUL MOZAR • Düsseldorf  
Fabrik für Feinmechanik — Postfach 6085

### Stabilisatoren

und Eisenwasserstoffwiderstände zur Konstanzhaltung von Spannungen und Strömen



### Stabilovolt

GmbH.

Berlin SW 61  
Tempelhofer Ufer 10  
Tel. 66 40 29



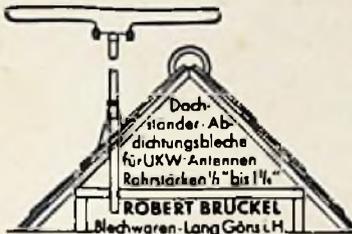
Melafon  
Ma-tall-La-ck-Fo-lie

### Palafon

Pa-ppe-La-ck-Fo-lie

für Schallnahmen der Industrie,  
Tonstudios, Radioanstalten und Amateure

WILLY KUNZEL • Tonfolienfabrik  
Berlin-Steglitz, Heesestraße 12



Dach-  
ständer, Ab-  
dichtungsbleche  
für UKW-Antennen  
Rohrstärke h bis 1 1/4"

ROBERT BRÜCKEL  
Blechwaren-Lang Görs L.H.



### Radio-Stoffe

modern u. wirkungsvoll

J. TROMPETTER, Overath, Köln



### Der Zweitlautsprecher für alle Radioapparate

formschön in den Raum gebracht durch  
„Lux Musica“-Geräte ges. gesch.  
Lautsprecher in tonverleinernden Holzge-  
häusen an Tischlampen u. Wandleuchten.

Alleinhersteller: Heinr. Hausmann  
„Lux Musica“-Geräte

(21 a) STEINHEIM WESTFALEN

### Sonderangebot in Kolophonium-Lötdraht!

säurefrei, mit reiner Kolophoniumfüllung, aus bestem Neumetall hergestellt

In Ringen	30	40	50	60%lg
2 mm $\varnothing$ DM	5,60	6,65	7,70	8,75 p. kg
3 mm $\varnothing$ DM	5,30	6,35	7,45	8,35 p. kg

H. SCHINNER • Sulzbach-Rosenberg • Postfach 125

### Verkäufe

Chiffreanzeigen. Adressierung wie folgt:  
Chiffre... FUNK-TECHNIK, Berlin-Borsig-  
walde, Eichborndamm 141-147.

Röhren-Hecker schickt Ihnen sofort kosten-  
los die neueste Röhren- und Material-  
Preisliste. Berlin-Neukölln, Silberstein-  
straße 15, Ruf 62 12 12. Sie kaufen dort  
sehr günstig!

AEG-Kollektorwickelmaschinen, gebraucht,  
DM 15.—. Anfragen unter F. D. 7075

Radio-Conrad hat ein großes Lager an  
Radio-Röhren und -Zubehörteilen. Rund-  
funkwerkzeugen usw. Preisgünstige UKW-  
Einbaueinzelteile, Meßinstrumente, Magnet-  
köpfe und -Bänder usw. Verlangen Sie  
Preislisten. Berlin-Neukölln, Hermann-  
straße 19

Wegen Lageräumung abzugeben: Magnet-  
tonbänder, je 1000 m, freitragend, Musik-  
qualität, einschl. Archivkarton, DM 14,—,  
dto. auf Plexiglasspule, je 700 m, DM 13,—,  
dto. jedoch Diktierqualität, DM 8,—,  
Wickelkerne, 70 mm  $\varnothing$ , DM 0,25 pro  
Stück, dto. 100 mm  $\varnothing$  DM 0,70, Archiv-  
kartone für 4000-m-Band DM 0,60 pro Stk.  
Lieferung per Nachnahme, ab DM 50,—  
spesenfrei. Anfragen unter F. B. 7073

### Kaufgesuche

Röhren, Restposten und Meßgeräte für  
Werkstätten kauft laufend Radiohaus  
Perkuhn, Berlin N 65, Gerlachstraße 8,  
am S-Bhf. Humboldthain

Radioröhren, Spezialröhren zu kaufen  
gesucht. Krüger, München 2, Eihuberstr. 4

Radio-Röhren, US, europ. u. kommerzielle,  
Stabis, sowie Restposten Radio- und  
Elektromaterial kauft laufend TEKA-  
Techn.-Handels-GmbH., Weiden/Opt.

Komplettes Pelgeröl, batteriebetriebenen,  
gegen gute Bezahlung in bar zu kaufen  
gesucht. Angebote unter F. D. 8000

Labor-Meßger.-Instrumente kauft Jld  
Charlottenbg. Motoren, Berlin W 35, 24 80 75

Röhrenrestposten, Materialposten, Kassa-  
ankauf. Aqertradio, Bln SW 11, Europahaus

Suche dringend Stabilisatoren, Inbes.  
LK 199, 75/15 u. Z., 280/80 u. Z., 280/150  
u. Z. Hermann, Ingenieurbüro, Berlin-  
Wilmerdorf, Hohenzollerndamm 174/177.  
Tel.: 87 36 67

Röhren, Meßinstrumente usw. Restposten  
kauft laufend Radio-Conrad, Großdöll.,  
Berlin-Neukölln, Hermannstraße 19, am  
Hermannplatz, Ruf: 62 22 42

# Magnetophonband BASE

TYP LGS

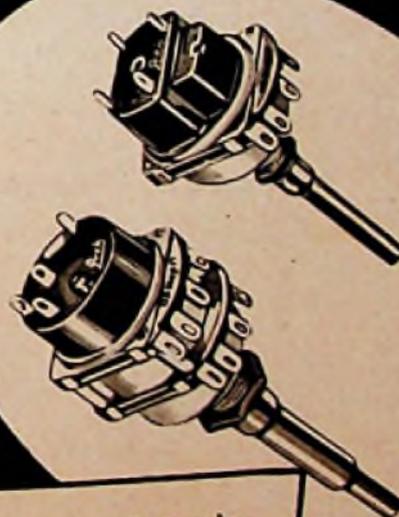
das ideale Band für Heimtongeräte mit verminderter  
Laufgeschwindigkeit bis zu 9,5 cm/sec. Es vereinigt alle  
Vorzüge des bewährten Typs LGH mit einer weiter  
gesteigerten Empfindlichkeit und gutem Frequenzgang.



Badische Anilin- & Soda-Fabrik A.G.  
LUDWIGSHAFEN A. RHEIN

1/174

# Preh POTENTIOMETER



Seit Jahrzehnten in  
jedem Markengerät

Preh

ELEKTROFEINMECHANISCHE WERKE BAD NEUSTADT SAALE  
UNTERFRANKEN

BETRIEBSSICHER UND BEWAHRT

# *Fachbücher von hoher Qualität*

---

## **Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker**

Herausgeber: Curt Rint

Das hervorragende Nachschlagewerk für Studium und Praxis

I. Band: Grundlagen der Elektrotechnik · Bauelemente der Nachrichtentechnik · Rundfunkempfänger  
Elektroakustik · Tonfilmtechnik · Übertragungstechnik · Starkstromtechnik · Stromversorgung u. a. m.  
728 Seiten · 646 Abbildungen · Ganzleinen · 12.50 DM

II. Band: Neuentwickelte Bauelemente · Der Quarz in der Hochfrequenztechnik · Wellenausbreitung · UKW-  
FM-Technik · Funkmeßtechnik · Funkortung · Schallaufzeichnung · Industrielle Elektronik · Fernsehen u. a. m.  
784 Seiten · 638 Abbildungen · Ganzleinen · 15.— DM

## **Fernseh-Empfänger selbstgebaut** von C. Möller

Diese Broschüre enthält eine Anleitung zum Selbstbau eines Fernsehempfängers aus sechs einzeln herzustellenden Baugruppen unter Verwendung einer normalen Oszillografenröhre oder einer speziellen Fernseh-Bildröhre mit großem Schirm.

32 Seiten · 27 Fotos und Schaltskizzen · 1.50 DM

## **Lichttechnik** von Dr. Walter Köhler

Eine umfassende Darstellung des Gesamtgebietes der Lichttechnik, in der die Technik der Lichtbewertung, der Lichterzeugung und Lichtanwendung — zum Beispiel in Wohn- und Arbeitsräumen, auf Straßen, Plätzen und im Verkehr, in Repräsentationsbauten, Kultur- und Unterhaltungsstätten — behandelt sowie Fragen der Lichtwirtschaft erörtert werden.

582 Seiten · 394 Abbildungen · 47 Tafeln · Ganzleinen · 22.50 DM

## **Leuchtröhrenanlagen für Lichtreklame und moderne Beleuchtung** von Hermann Spangenberg

3., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage

Die physikalischen Grundlagen, die Bestandteile und der Bau von Leuchtröhrenanlagen, deren Stromversorgung, die Beseitigung von Störungen und Vorsichtsmaßnahmen werden in dieser wichtigen Arbeitsanweisung ausführlich beschrieben.

56 Seiten · 43 Abbildungen und Tabellen · 2.75 DM

## **Aktuelle Fragen der Straßenbeleuchtung**

Herausgegeben von der Lichttechnischen Gesellschaft e. V.

Bearbeitet von Dr.-Ing. von der Trappen, Dr.-Ing. Jacob und Obering. Pahl

In dieser Broschüre sind die Ergebnisse einer Arbeitstagung der Lichttechnischen Gesellschaft in Bad Nauheim und die in letzter Zeit bei der Einrichtung und dem Betrieb von Straßenbeleuchtungsanlagen gesammelten Erfahrungen zusammengefaßt. 5.50 DM

Demnächst erscheint:

Einführung in die Fernseh-Praxis · Fernseh-Empfangstechnik von Horst Hewel

---

Zu beziehen durch den Buch- und Fachhandel im In- und Ausland, andernfalls durch

**VERLAG FÜR RADIO · FOTO · KINOTECHNIK GMBH**  
**HELIOS · VERLAG GMBH** BERLIN · BORSIGWALDE (Westsektor)