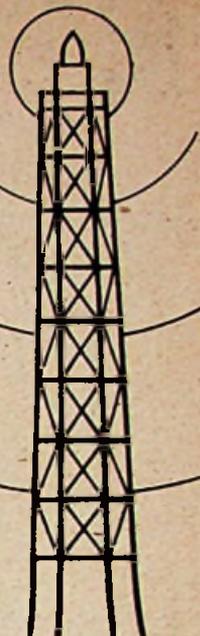
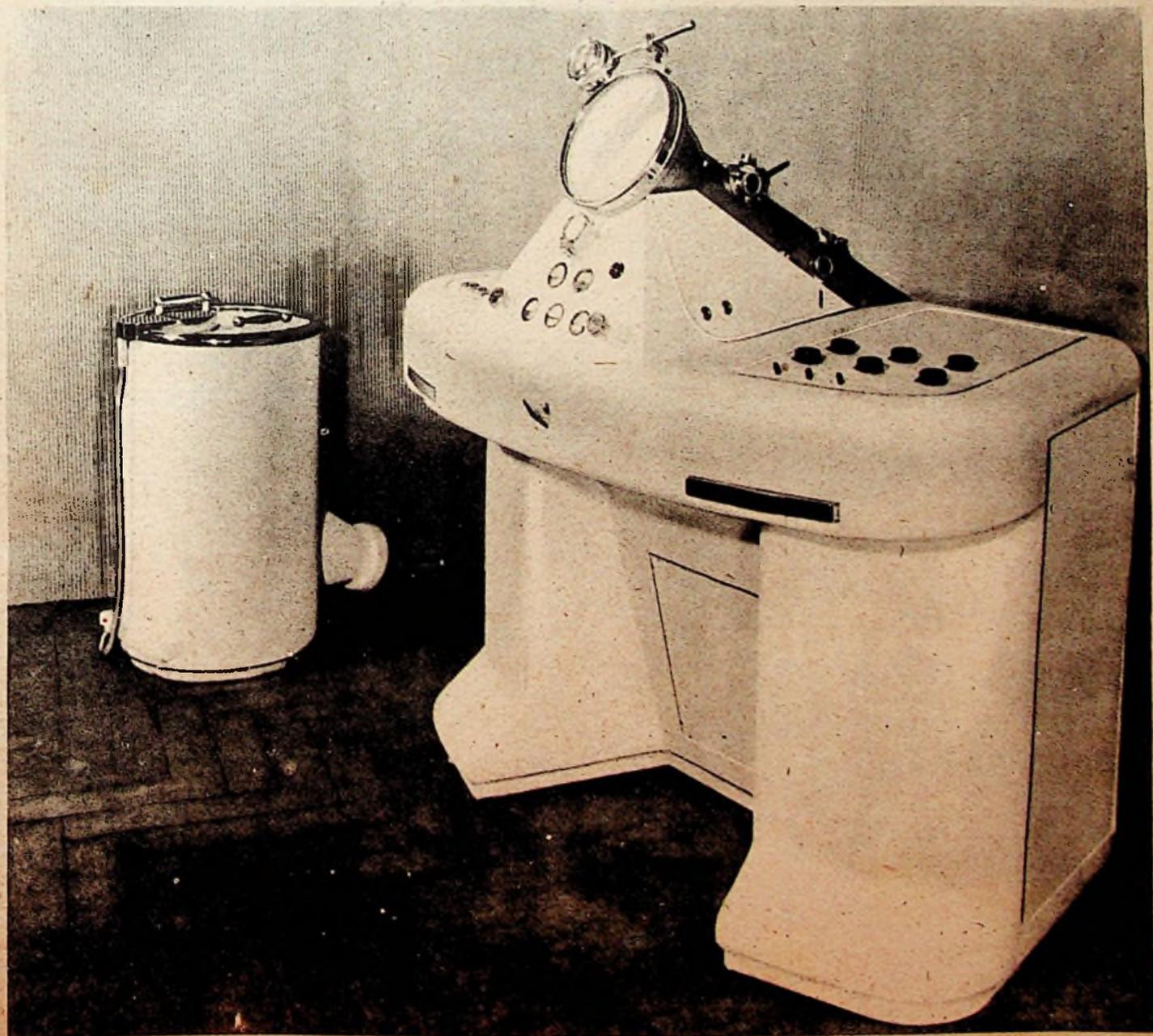


# FUNK- TECHNIK



ZEITSCHRIFT FÜR DAS GESAMTE ELEKTRO-RADIO-UND MUSIKWARENFACH





# TABELLEN FÜR DEN PRAKTIKER

## Nomogramm für NF-Filterketten

Im Tonfrequenzgebiet werden Siebketten vielfach mit einem Wellenwiderstand von etwa  $600 \Omega$  verwendet. Für diesen Wert wurde die nebenstehende Rechentafel entworfen. Einige Schaltmöglichkeiten für derartige Filterketten sind weiter unten skizziert. Man unterscheidet L-, T- und H-Filter, deren Elemente wie folgt berechnet werden:

Bei den Quergliedern gilt:

① Kapazität  $C_Q = \frac{1}{\pi \cdot f \cdot R}$

② Selbstinduktion  $L_Q = \frac{R}{4 \cdot \pi \cdot f}$

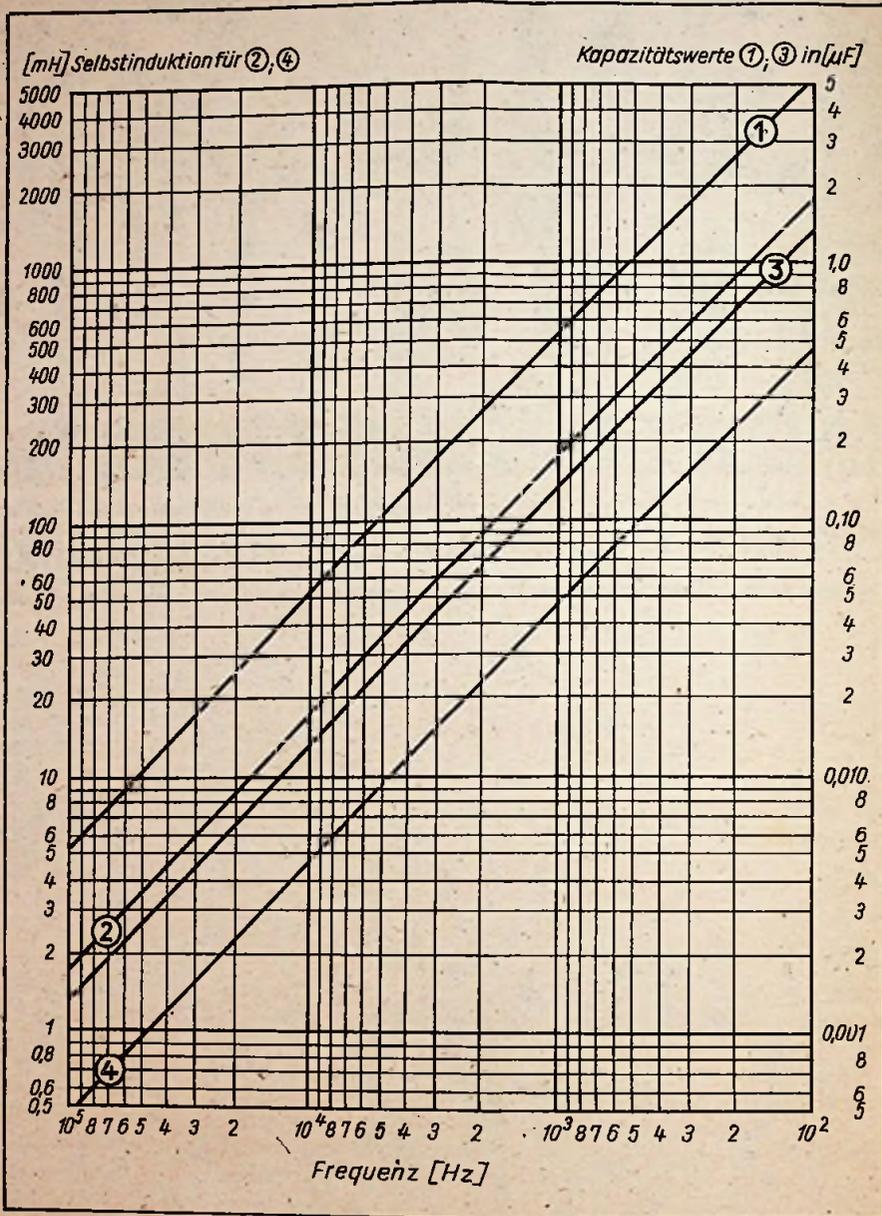
Für die Längsglieder ist:

③ Selbstinduktion  $L_L = \frac{R}{\pi \cdot f}$

④ Kapazität  $C_L = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot f \cdot R}$

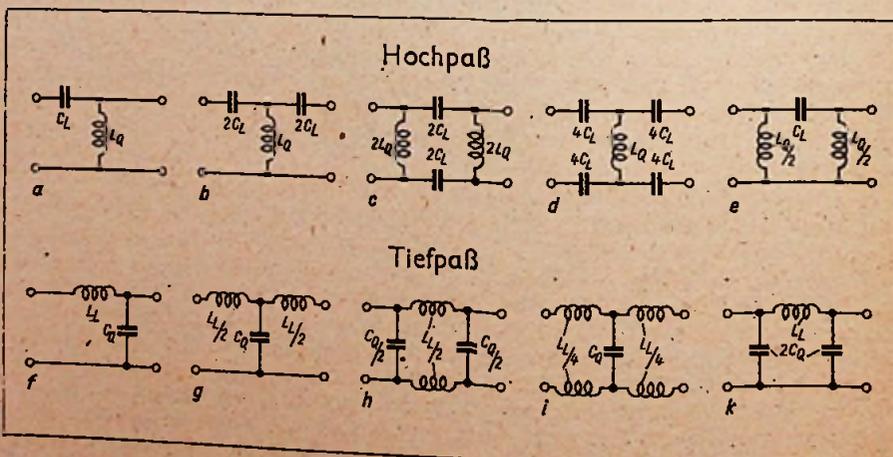
Alle Werte in Grundeinheiten, wobei  $f$  diejenige Frequenz bezeichnet, bei der z. B. ein Hochpaß leitend wird bzw. die Leitfähigkeit eines Tiefpaßfilters aufhört. Die Steilheit des Abfalles der Frequenzkurve ist von der Kreisgüte abhängig. Außerdem ist zu beachten, daß eine Leistungsübertragung u. U. mit einer erheblichen Belastung der Spulen verbunden ist. Besonders bei der Verwendung von Eisenkernspulen muß dann dafür gesorgt werden, daß der geforderte Selbstinduktionswert im Betrieb auch eingehalten wird. Zweckmäßig werden Siebketten nur mit geringerer Belastung vor einem Verstärker eingeschaltet.

Für einen Tiefpaß mit der Grenzfrequenz 4000 Hz ergibt sich mit ① eine Kapazität von  $C_Q = 0,13 \mu\text{F}$ , und mit ② eine Selbstinduktion von  $L_L = 48 \text{ mH}$ . In der Schaltung c sind hierfür die Spulen mit je 24 mH einzusetzen, und die Kondensatoren mit je 65 nF. Eine Erweiterung des Nomogrammes für höhere Frequenzen wird auf Grund des angegebenen Wellenwiderstandes wohl kaum in Frage kommen. C. M.



### AUS DEM INHALT

Nomogramm für NF-Filterketten .....	576
Die internationale Fernsehtagung in Zürich .....	577
Planungen der Radioindustrie im Westen .....	579
Arbeitsweise der Senderöhren .....	580
FT-Empfänger-Kartel: Jupiter 443	
TO-B Radio, Telefunken Export-Super „Corona“, 8 H 65 WK .....	581
Qualitätsbestimmung an Rundfunkgeräten .....	584
FT aus aller Welt .....	584
Magnetische Verstärker .....	586
Vierröhren-KW-Empfänger .....	588
NWDE .....	590
Wirkung der Kapazität von Hochspannungsleitungen im Normalbetrieb und bei einpoligem Erdschluß .....	592
Nachrichten der Elektro-Innung Berlin	593
Ein praktischer Vordruck zur Netztransformatorenberechnung .....	594
Das Umwickeln von Netztrafos .....	595
Vektor-Messungen .....	596
Winkelanzeige von 0 ... 360° mit einem Drehsinuspotiometer .....	597
Grundbegriffe der Elektrotechnik ....	598
Meßgerät für Elkos als Gesellenstück	599
FT-BRIEFKASTEN .....	600
FT-ZEITSCHRIFTENDIENST .....	601



Zu unserem Titelbild: Bei der modernsten Ausführung des Philips-Elektronenmikroskopes ist eine stetige Regelung der Vergrößerung zwischen den Werten  $10^3$  und  $1,5 \cdot 10^5$  möglich (s. S. 584)

Aufnahme: Philips Fotodienst

KARL TETZNER

## Die internationale Fernsichttagung in Zürich

Es war ein erlesenes Gremium, das sich in der ersten Septemberhälfte in Zürich versammelte. Über zweihundert der führenden Fernsichtwissenschaftler, Ingenieure sowie Repräsentanten der großen Sendegesellschaften und der Postverwaltungen tagten im Hörsaal 22c der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) in Zürich und lieferten einen lückenlosen Querschnitt durch die Fernsichttechnik der Welt. Die Fachvorträge begannen mit einem Referat von T. H. Bridgewater, A. M. I. E. E., dem Chefindingenieur vom Television Outside Broadcast der BBC London, über die Erfahrungen seiner Gesellschaft bei Außenübertragungen. Er beschrieb die neue C.P.S.-Aufnahmekamera, deren Empfindlichkeit 50mal größer als die Emitron- und 10mal größer als diejenige der Super-Emitronkamera ist. Die Empfindlichkeit des menschlichen Auges ist nahezu erreicht, so daß selbst Dämmerungsaufnahmen möglich geworden sind. Die BBC hat neue, transportable Aufnahmegeräte entwickelt, die anlässlich der Olympischen Spiele in London eingesetzt wurden, darunter einen fahrbaren Regieraum, dessen Einrichtung Abb. 1 zeigt. Es können die Bilder von drei Außenkameras gemischt werden, das abgehende Bild wird überwacht, und das vom Sender ausgestrahlte Bild wird zur Kontrolle ebenfalls aufgenommen. Der zweite Tag war der Aufnahme- und Übertragungstechnik gewidmet. Leider konnte der bekannteste französische Fernsichtfachmann, R. Barthélémy, nicht persönlich erscheinen. Sein Vortrag wurde verlesen, er befaßte sich mit den großen Schwierigkeiten infolge der Uneinheitlichkeit der Übertragungsnormen\*). Die Hindernisse für einen heute bereits technisch möglichen Programmaustausch sind daher sehr groß, und Barthélémy behandelte die Möglichkeiten der Konstruktion von Bild- und Zeilenfrequenzwandler. In diesem Zusammenhang war der Vorschlag seines Landsmannes Y. L. Delbord (Präsident des Obersten technischen Fernsichtkomitees in Paris) sehr interessant. Er erläuterte eine Methode des Programmaustausches von Land zu Land, bei der mittels Spezialfilmaufnahmekamera das Leuchtschirmbild eines guten und hellen Fernsichtempfängers gefilmt wird und der so gewonnene Film in bekannter Weise vom Fernsichtsender eines anderen Landes mit der dort üblichen Übertragungsnorm übertragen wird. Er führte einen Probefilm mit dem neuen französischen 819-Zellen-Bild vor, der von recht beachtlicher Qualität hinsichtlich Deutlichkeit und Bildschärfe war. Allerdings sind einige Ausgleichvorrichtungen erforderlich, da Fernseh- und Filmbild verschiedene Wechselfrequenz haben.

Leider konnte auch Dr. V. K. Zworykin (RCA New York), Amerikas Fernsichtfachmann Nr. 1, nicht persönlich erscheinen; sein Vortrag wurde vom Londoner Repräsentanten der RCA, C. G. Mayer, verlesen. Zworykin verteidigte das amerikanische Bild mit 525 Zeilen, das den Ansprüchen des Publikums vollauf genügt, und andererseits durch seine verhältnismäßig geringe Bandbreite die spätere Einführung des Farbfernsehens begünstigen wird. Bekanntlich besteht dieses Verfahren in der aufeinanderfolgenden Übertragung des Bildes in seinen drei Grundfarben grün, blau, rot, so daß sich eine dreifache Bandbreite gegenüber dem Schwarz/Weiß-Ver-

fahren ergibt. Lichtbilder zeigten den RCA-Farbfernsempfänger mit drei kleinen Bildröhren für die drei Grundfarben; ein Linsensystem projiziert die drei einfarbigen Bilder gemeinsam auf den Bildschirm, so daß sich das bunte Bild ergibt. Weiterhin wurden Angaben über die neue, sehr empfindliche Orthicon-Kamera gemacht, von der zwei Ausführungsformen hergestellt werden, die sich durch verschiedene spektrale Empfindlichkeit unterscheiden. Außerdem wurde der Zweck der Abdeckung des Fluoreszenzschirmes mit extrem dünner Aluminiumfolie erläutert sowie neue Baumuster von sehr kurzen Metall/Glas-Katodenstrahlröhren mit planem Schirm vorgeführt. Schließlich erfuhr man, daß gegenwärtig 60 000 Fernsehempfänger pro Monat die amerikanischen Fabriken verlassen, und daß die bereits arbeitenden 33 Fernsichtsender etwa 40 Millionen Amerikaner erreichen.

Das gesamte Gebiet der Fernsichtaufnahmeröhren wurde von drei französischen Forschern grundlegend behandelt. A. Ory (Chefindingenieur der Télévision Française), P. Tarbès und A. Lallemand berichteten über die neuesten Typen der Eriscopes-Kamera, die für Bilder bis 1000 Bildpunkten pro Zeile eingerichtet sind. Ihre Empfindlichkeit und besonders ihre Tiefenschärfe konnten verbessert werden. Lichtbilder machten mit kleinen Iconoscope-Bildaufnahmeröhren bekannt, die kaum größer als ein Magisches Auge sind und für militärische Zwecke entwickelt wurden.

N. Schactti (Zürich) berichtete über Versuche der ETH mit einer neuartigen Bilderlegerröhre für Filmabtastung mit 729 Zeilen. Er beschrieb ihre Strichkatode, die 30 mm lang und nur 3/100 mm hoch ist. Der Röhre wird ein elektrostatischer Vervielfacher nachgeschaltet, dessen Verstärkungsfaktor  $10^6$  beträgt. Prof. Borgnis (ETH Zürich) behandelte rechnerische Probleme bei der Konstruktion von Konzentrationsspulen für Aufnahme- und Wiedergaberöhren.

Am Nachmittag stand der heute in Zürich lebende Prof. A. Karolus am Rednerpult. Er ist in Deutschland vor dem Krieg durch seine in Leipzig und Berlin (Telefunken) entwickelten Verfahren für die Großbildprojektion bekannt geworden. Sein Vortrag befaßte sich mit einem Verfahren für Filmabtastung mittels Katodenstrahlröhre unter Zwischenschaltung des Mechau-Projektors zum Ausgleich der Filmbewegungen. Es wurden die Probleme behandelt, die bei der Konstruktion der erforderlichen Fotozellen auftreten. — Nach ihm sprach Dr. Banfi (Mailand) über das Fernsichtsystem in Italien, wie es über Sender in Rom und Mailand bis 1940 nach dem System der Fernseh-AG mit 441 Zeilen durchgeführt wurde.

Am dritten Tag hielt Dr. Thiemann (ETH Zürich) den ersten Hauptvortrag. Er berichtete über das „Eidophor-Großprojektionsverfahren, das von dem früh verstorbenen Prof. Fischer in Zürich entwickelt wurde. Anschließend sprach der Leiter des Naturkundlichen Laboratoriums der Philips-Werke in Eindhoven, H. Rinia, über Arbeiten mit der Schmidt-Optik. Nach seiner Auffassung ist es das einzige System, welches den Aufbau von Helmprojektionsempfängern mit tragbaren Mitteln ermöglicht. Die Korrektionslinse kann heute bereits aus durchsichtiger Preßmasse in Serienfabrikation hergestellt werden (Abb. 2). — Dr.-Ing. Castellani wurde vorzeitig nach Italien zurückberufen, so daß sein Vortrag verlesen werden

\*) Frankreich 445 bzw. 819 Zeilen, England 405 Zeilen, Holland 567 Zeilen, USA 525 Zeilen und schließlich Deutschland neuerdings 625 Zeilen.



Abb. 1. Das Innere des fahrbaren Regieraumes der BBC, London, für Fernseh-Außenübertragungen. Untere Bildschirme (von rechts): 1...3 für je eine CPS-Außenkamera, 4 für das gemischte Bild. Oberer Bildschirm mit Lautsprecher: Bild und Ton vom Sender als Kontrolle

mußte. Er beschäftigte sich mit dem Plan eines ganz Italien umfassenden Fernsehnetzes, welches Bilder mit 1200 Zellen (!) für Großbildprojektion und 600 Zellen für den Heimempfang vorsieht. Nach seiner Auffassung kann auf diese Weise bei Großprojektion die Qualität eines 35-mm-Normalfilmes, beim Heimempfang diejenige eines 16-mm-Schmalfilmes erreicht werden. Am vierten Tag verglich L. Bedford (Entwicklungsingenieur der Marconi's Wireless Telegraph Co., London) kritisch die englischen und amerikanischen Übertragungsnormen. Anschließend ergab sich eine Debatte über die Vor- und Nachteile der verschiedenen Modulationsverfahren, an der sich englische, amerikanische, deutsche und holländische Wissenschaftler beteiligten. Die Diskussion endete 1:1; weder die Positiv-, noch die Negativmodulation besitzt anscheinend eindeutige Überlegenheit.

A. G. D. West, M. A., B. Sc., der Direktor der Cinema-Television Ltd., London, sprach über den Plan seiner Gesellschaft, bis Anfang 1949 sechs Fernsehtheater in London einzurichten. Er erläuterte die auftretenden Probleme unter Hinweis auf Helligkeitsfragen, die bei der Großprojektion entscheidend sind. Es wurde u. a. die Anordnung der Sitze behandelt, die sich von einem Kino unterscheidet, da im Fernsehtheater scharf bündelnde Rückstrahlbildschirme benutzt werden müssen. Die Säle werden daher nur halb so breit und dafür etwas länger sein müssen, zumal bei einer Bildhöhe von 4 Metern zwischen erster Stuhlreihe und dem Bild etwa 20 Meter ungenutzt liegen müssen.

E. Labin, der technische Direktor der Federal Telecommunication Laboratories (Nutley, N. J.), berichtete über die letzten amerikanischen Fortschritte der Breitbandtechnik und beschrieb Verstärker, die Signale mit 750 Megahertz Bandbreite verstärken können.

Am letzten Tag berichtete der Sektionschef der Eidgen. PTT, Dr. Gerber, über die großen Erfahrungen der Postverwaltung mit Mikrowellen-Richtstrahlverbindungen innerhalb der Schweiz. Er wies an Hand gut ausgewählter Lichtbilder und Kartenskizzen nach, daß die Schweiz infolge ihrer zentralen Lage ein Knotenpunkt internationaler Richtstrahlverbindungen in Europa werden kann, sobald der Fernsehprogrammaustausch innerhalb unseres Kontinents angelaufen ist.

Obering. Urtel (Aach im Hegau) erläuterte als zweiter deutscher Vortragender neuere Schaltungen für Ablenkgeneratoren und schlug dem Haus vor, eine von Dr. Blümchen zuerst entwickelte spezielle Schaltung eines Dynatrongenerators nach diesem zu benennen. Aus dem folgenden Vortrag

von P. Adorian, M. I. E. E. (London), erfuhr man die Konstruktionseinzelheiten von Fernsehgemeinschaftsanlagen, wie sie in London aufgebaut werden. Da es unmöglich sein wird, Bewohnern großer Häuserblocks Einzelantennen für den Fernsehempfang zuzubilligen, entwickelte die „Central Rediffusion Services Ltd.“ einige Typen von Vorverstärkern, die Bild- und Tonsignal gemeinsam verstärken und über biegsame, leicht zu verlegende koaxiale Kabel dem Teilnehmer zuleiten. Die ersten Anlagen dieser Art gaben die bereits demodulierten, verstärkten Signale auf das Kabelsystem, während die neueren Modelle lediglich die hochverstärkte Zwischenfrequenz weiterleiten. Der vierstufige Vorverstärker erlaubt einen Verstärkungsgewinn um 24 db. Auf diesen Verstärker folgt der Verteiler, an den drei Kabelstränge mit je 45 Teilnehmern angeschaltet werden können. Nach Angaben des Vortragenden wurden bisher 15 km Innenraumkabel verlegt, und die Nachfrage nach weiteren Anschlüssen ist derart groß, daß die Lieferung des erforderlichen Materials auf Schwierigkeiten stößt. Die letzten Baumuster der Verstärker senden dem Teilnehmer zugleich Kurz-, Mittel und Langwellen vorverstärkt in die Wohnung, so daß er auch keine Rundfunkantenne mehr benötigt. In der Diskussion berichtete E. Labin (USA) über ähnliche Anlagen in den Hochhäusern von New York. Leider war Prof. Dr. Schröter (früher Telefunken/Berlin) nicht aus Frankreich erschienen. Er ist gegenwärtig in den Laboratorien in Gaz (Dep. Seine et Oise) der Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines tätig. Sein Vortrag wurde von Prof. Karolus verlesen und beschäftigte sich mit den aktuellen Problemen der Bildspeicherung bei Bildaufnahme- und Bildwiedergaberöhren. Berechnungen über Wirkungsgradsteigerungen usw. ließen die Wichtigkeit dieses noch nicht voll beherrschten Gebietes erkennen.

Über „Stratovision“ berichtete Chefingenieur Aubort von der schweizerischen Niederlassung der Westinghouse Electric Co. Es ist bekannt, daß für die Reichweite eines Fernsehsenders neben seiner Leistung vorzugsweise die Aufstellungshöhe seiner Antenne maßgebend ist. Die Errichtung hoher Masten findet schnell seine wirtschaftliche Grenze, so daß man im groben Durchschnitt mit einer sicheren Reichweite von nur 60 km pro Sender rechnen kann. Die Erfassung großer Gebiete des flachen Landes erfordert daher eine beträchtliche Anzahl Sender, zuzüglich der teureren Verbindungsmittel (Koaxialkabel mit Verstärkern oder Mikrowellen-Richtverbindungen) von Sender zu Sender. Die Westinghouse Electric Co. in Pittsburg verfolgt seit 1945 eine neue Richtung, die von C. E. Nobles gewiesen wurde. Die Überlegung, die zur Aufstellung des neuen Systems führte, ist bestechend einfach: will man die Sendeantenne sehr hoch anbringen, dann verlegt man Bild- und Tonsender nebst Antenne in ein Flugzeug und läßt dieses möglichst langsam über dem Gebiet kreisen, welches man mit Fernsehdarstellungen versorgen will. Westinghouse hat bis zum Sommer 1948 folgenden Stand der Arbeiten erreicht: in Zusammenarbeit mit der bekannten Flugzeugfirma Glen L. Martin wurden besonders konstruierte, sehr langsam fliegende zweimotorige Flugzeuge mit je vier Fernsehbildsendern und fünf FM-Tonsendern ausgerüstet.

Chefingenieur Aubort erläuterte mir den geplanten Fernsehdienst seiner Gesellschaft. Hiernach werden für jedes Gebiet von etwa 900 km Durchmesser vier gleichartig ausgerüstete Flugzeuge bereitgestellt. Zwei von ihnen befinden sich in der Luft, das eine sendet die Programme, das andere fliegt als Reserve in unmittelbarer Nähe und schaltet seine Geräte sofort ein, wenn das erste Flugzeug eine Störung meldet. Die beiden anderen Flugzeuge bilden die Ablösung, so daß täglich etwa 12...14 Stunden Programmdienst durchgeführt werden kann. Eine vorgelegte Kostenrechnung läßt erkennen, daß sich die Aufwendungen für den flugtechnischen Dienst einschließlich aller Personalunkosten auf etwa \$ 1000,— pro Stunde belaufen. Will man den erwähnten Kreis von 900 km Durchmesser mit normalen Bodenstationen bestreichen, so muß man etwa 11 Fernsehsender von je 50 kW errichten, deren Aufbau einschließlich der Verbindungslinien sowie technischer Betrieb so teuer wird, daß Abschreibungen, Zinsendienst, Personal- und sonstige Unkosten einen Betrag von annähernd \$ 13 000,— pro Stunde Sendezeit ausmachen.

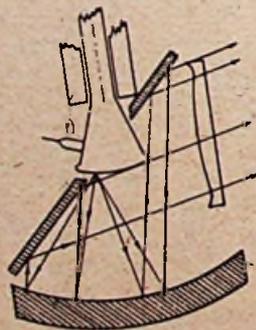


Abb. 2. Schmidt-Optik mit Planspiegel und Ausgleichslinse

## Planungen der Radioindustrie im Westen

(Forts. a. FUNK-TECHNIK Bd. 3/1948, S. 555)

Die Modelle. Bei dem gegenwärtigen Angebot ist kaum zu erkennen, ob hinter dem Gesicht des Empfängers ein Einkreiser, Zweikreiser oder Superhet steckt. Man baut Einkreiser in die anspruchsvollen Gehäuse von Fünfröhrensuperhets ein — und hat umgekehrt hochwertige Super in Gehäuse mit dem Volumen von 5...8 Liter gepreßt. Auch an den Skalen ist die Schaltung nicht zu erkennen. Denn jeder Hersteller versucht zunächst einmal, Skalen mit möglichst vielen Stationsnamen zu bringen, ob das Gerät nun in der Lage ist, die Sender aufzunehmen oder nicht. Das ist natürlich ein Übergangsstadium.

Grundsätzlich neigt die Entwicklung dahin, den Einkreiser auch äußerlich als solchen kenntlich zu machen und ihn in die Preislagen zurückzudrücken, die nur wenig höher liegen als im Frieden. Daß er 300,— DM kostet, ist für die Zukunft ausgeschlossen. Aber man muß in der Preisklasse unter 150,— DM ein Gerät haben — und da kommt nach den heutigen Verhältnissen eben nur der Einkreiser in Betracht, wenn er an sich auch überlebt ist. Die Praxis hat gelehrt, daß zwar der Amateur mit einem Einkreiser erstaunliche Kurzwellerfolge erzielen kann, nicht aber der Laie, für den der Rundfunkapparat gemacht ist. Daher wird der kommende Einkreiser im wesentlichen ein guter Ortsempfänger ohne Kurzwellen sein, bei dessen Verkauf das hübsche äußere Aussehen und der Klang die Hauptrolle spielen.

Die Kalkulation. Es muß hier eingefügt werden, daß man für 150,— DM Verkaufspreis auf keinen Fall einen Marken-Einkreiser wie 1939 liefern kann, weil alle Preise um mindestens 100 Prozent gestiegen sind, Eisen z. B. auf das Zehnfache, Aluminium auf das Dreißigfache — und für Holz zahlt man etwa das Dreifache. Ebenso stark gestiegen ist aber der Anteil an staatlichen Abgaben. Es ist keine Übertreibung, wenn man sagt, daß heute in jedem Empfänger etwa ein Drittel des Preises staatliche Abgaben sind. (In England besteht heute noch die Sondersteuer für Rundfunkapparate.) Daher muß der kommende Einkreiser ganz bedeutend einfacher sein als sein Vorgänger von 1939, aber er kann ebenso gut klingen, wahrscheinlich sogar besser und — das ist die Hauptsache — er wird eine ebenso lange Lebensdauer und ebenso hohe Betriebssicherheit haben wie die früheren Markengeräte.

Unter diesen Gesichtspunkten betrachtet, sind die gegenwärtig im Westen in den Läden ausgestellten Einkreiser Übergangsschaltungen, besonders, soweit es

sich um die hochwertigen Geräte mit Kurzwellen handelt. Wenn der Käufer sich mit der Bedienung liebevoll beschäftigt, wird er an einem solchen Gerät viel Freude haben. In Zukunft aber, wo es sich um eine weit strengere Klassifizierung als bisher handelt, wird für den hochwertigen Einkreisertyp kein Raum mehr sein.

Der Zweikreiser. Es gibt kein Gerät, bei dem über dessen Zukunft die Meinungen der Fachleute soweit auseinandergehen, wie den Zweikreiser. Er gilt in Deutschland als der ausgereifteste Typ des preiswerten Fernempfängers. Manche Fabriken haben soviel Tradition in seinem Bau, daß es eigentlich schade wäre, wenn er in Zukunft seinen Platz dem Vierkreissuper vollständig abtreten müßte. Klanglich ist er ihm tatsächlich überlegen — und an Empfindlichkeit kommt er ihm mindestens gleich. Leider wird ein elektrisch hochwertiger Zweikreiser in der Herstellung teurer als ein Vierkreissuper. Da der Preis in Zukunft für die Verkaufsfähigkeit eines Modells oft die ausschlaggebende Rolle spielen wird, werden nur diejenigen Fabriken noch Zweikreiser bringen können, bei denen Verhältnisse vorliegen, die sich nicht verallgemeinern lassen. Zahlenmäßig liegen sie schon heute so weit hinten, daß sie kaum noch eine Rolle spielen. Wenn der fachkundige Händler diesen Apparatyp dem Kunden empfiehlt, für den er wirklich paßt, wird der Käufer daran mindestens ebensoviel Freude haben wie an einem Vierkreissuper.

Der neue Super. Etwa doppelt so teuer wie der neue vereinfachte Einkreiser wird der neue Super sein. Er ist gegenwärtig erst in einigen Modellen in den Läden des Westens zu finden, in einem Jahr wird er zum Standardgerät des deutschen Marktes aufrücken. Sowohl von der Röhrenseite her wie auch vom Standpunkt des technischen Fortschritts aus bleibt dem Konstrukteur keine andere Wahl, als diesen Apparatyp besonders sorgfältig durchzukonstruieren. Wenn wir nur eine allgemeine Preissteigerung der Einzelteile und Fertigungskosten um das Doppelte annehmen, würde dieses Gerät bei einem Ladenpreis von 300,— DM einem Friedensladenpreis von 150,— DM entsprechen. Rechnen wir mit einem Höchststrabatt von 35 %, nur 2½ % Versandkosten sowie einem kleinen Barzahlungsskonto, so würde das Gerät dem Fabrikanten im Frieden 90,— DM einbringen. Bei der Bestückung UCH 11, UCL 11 und UY 11 kostet aber schon der Röhrensatz nach der Valvopreislise brutto 76,— DM. Nun kann sich jeder

vorstellen, welche enormen Schwierigkeiten die Kalkulation gerade dieses Geräts macht. Zum Röhrenpreis kommt ja auch noch die Lizenz, an die die Fabriken vorläufig noch gebunden sind. Der „neue Super“ stellt in der Tatsachen rein preislich eine Leistung dar, wie sie die deutsche Radioindustrie bisher noch nie gezeigt hat. Es wird noch harte Kämpfe kosten, bis man ihn in der oben genannten Preisklasse bringen kann. Daher ist es auch kein Wunder, daß die gegenwärtigen Preise noch erheblich darüber liegen — und viele Fachleute glauben, daß der endgültige Preis etwa 350,— DM im Durchschnitt betragen müsse.

Elektrisch handelt es sich um einen Vierkreissuper. Die Trennschärfe hängt von der Güte des Vorkreises und der beiden ZF-Kreise, die Empfindlichkeit von der Gesamtverstärkung, und die Klanggüte zuallererst von der günstigen Lösung des Gleichrichterproblems ab. Es gibt sogar Möglichkeiten, einen gewissen Schwundausgleich, mindestens aber eine Art Lautstärkeautomatik in das Gerät hineinzuzaubern. Jedenfalls wird sich an diesem Gerät zeigen, daß das Empfängergebiet noch lange nicht so aussichtslos abgegrast ist wie dies manchmal scheinen möchte. Wahrscheinlich wird man bei diesem Super hinsichtlich Trennschärfe, Empfindlichkeit, Klanggüte und manchen anderen Eigenschaften überrascht sein von der Tatsache, daß es auch in Deutschland noch genug Radioingenieure gibt, die neue Gedanken denken und ausführen können. Die größte Schwierigkeit bietet natürlich eine genügende Empfindlichkeit, da ja der Hauptvorteil des Supers, die große ZF-Verstärkung, infolge der fehlenden ZF-Verstärkeröhre nicht ausgenutzt werden kann. Dem Radiohändler erwächst die Aufgabe, seine Käufer davon zu überzeugen, daß es sich hier nicht um einen verspäteten Nachkömmling des deutschen Kleinsupers von 1936, sondern um einen wirklich neuen Super handelt. Daher konnte der von Telefunken, Berlin, gebaute in Mailand überraschende Erfolge erzielen.

Der Sechskreissuper. Die Nachfolge des Standardsupers der 225,— Mark-Preisklasse der Vorkriegszeit wird ein doppelt so teurer Sechskreissuper übernehmen, wie er als Standardsuper im Westen und als Volkssuper im Osten schon längere Zeit geliefert wird. Man kann elektrisch in dieser Klasse nur noch wenig verbessern, es ist auch gar nicht notwendig. Trotzdem wird der neue Sechskreissuper einen wirklichen Fortschritt gegenüber dem Stand von 1939 darstellen. Das gilt nicht nur für das äußere Gesicht und den Bedienungskomfort, sondern auch für die elektrischen Eigenschaften — in erster Linie natürlich bezüglich des Kurzwellenempfangs.

(Fortsetzung S. 600)

# Die Arbeitsweise der SENDERÖHREN

(Forts. a. FUNK-TECHNIK Bd. 3/1948. S. 556)

Für den hier betrachteten Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereich verwendet man zur Frequenzstabilisierung meist eine Kristallsteuerung der Frequenz des Oszillators.

Ein Schwingkristall entspricht elektrisch einem Schwingkreis, der aus Induktivität und Kapazität gebildet wird. Die äquivalenten Induktivitäts-, Kapazitäts- und Widerstandswerte hängen dabei von den Abmessungen des Kristalles und seinem Material, z. B. Quarz, Turmalin, Seignette u. ä., ab (s. auch FUNK-TECHNIK Bd. 3 [1948], H. 2, S. 36).

Der Schwingkristall  $Q$  wird, wie Abb. 10 zeigt, meist an Stelle eines Gitter-schwingkreises entsprechend der Abb. 2f eingebaut. Der Widerstand  $R$  ist hochohmig und dient als Gitterableitwiderstand, da der Kristall für Gleichstrom ein guter Isolator ist. Mit Hilfe von  $C$  kann die Frequenz etwas verändert werden; im übrigen liegt sie aber fest, und man muß bei Wellenwechsel den Nach-

$\pm 10^{-6}$  vom Sollwert abweicht, also bei 1 MHz etwa  $\pm 1$  Hz.

Um ein gutes Arbeiten der gesteuerten Röhre zu erhalten, wählt man hier einen Typ mit geringem Gitterstrom, um den dämpfenden Einfluß des Gitter-Wirkstroms klein zu halten. Die Rückkopplung, die besonders bei Langwellen durch eine Zusatzkapazität zur Gitter-Anodenkapazität der Röhre vergrößert wird, darf aber mit Rücksicht auf die mechanische und thermische Belastungsgrenze des Kristalls nicht zu stark gemacht werden. Es werden also in kristallgesteuerten Oszillatoren nur kleine Röhren verwendet. Die Schwingleistung muß dann durch nachfolgende Verstärkerstufen auf den gewünschten Wert gebracht werden.

Trotzdem treten auch bei kleinen Röhren in kristallgesteuerten Oszillatoren Änderungen der Gitter-Anodenkapazität und damit der Frequenz auf. Abb. 11 zeigt die sog. Heegner-Schaltung, die den störenden Einfluß der Kapazitäten, besonders beim Röhrenwechsel, völlig vermeidet, da sich nur die Frequenz erregen kann, bei der der Widerstand des Kristalles ein Minimum erreicht.

Besonders konstante Schwingungen erhält man auch durch Verwendung von Stimmgabeln. Abb. 12 zeigt das Schaltbild eines solchen Oszillators. Die Rückkopplung erfolgt also hier durch die mechanische Resonanz der schwingenden Gabel.

Da sich aber nur Stimmgabeln für niedrige Frequenzen, z. B. 100, 500 und 1000 Hz, genügend genau herstellen lassen, erhält man höhere Frequenzen durch entsprechende Vervielfachung der vom Stimmgabelgenerator erzeugten Grundfrequenz in besonderen Vervielfacherstufen. Diese bestehen aus Röhrenschaltungen (Verstärker), bei denen der Arbeitspunkt und die Steuerspannung so gewählt sind, daß der Anodenstrom einen möglichst großen Klirrfaktor besitzt. Die gewünschte Oberwelle wird durch Filterkreise ausgelebt.

Verzerrungen entstehen grundsätzlich bei jedem Röhrenoszillator, da die Krümmung der Röhrenkennlinie und ihre kleinen Unstetigkeiten stets Oberwellen in der Anodenwechselspannung entstehen lassen. Diese werden durch die Rückkopplung ebenfalls aufrechterhalten. Man vermindert sie durch Zwischenschalten eines möglichst dämpfungsarmen Filters (Zwischenkreis)

zwischen Anoden- und Gitterkreis sowie lose Rückkopplung. Daher ist die Huth-Kühn-Schaltung nach Abb. 2 besonders oberwellenfrei.

Meist treten bei Oszillatoren aber außer der gewünschten Frequenz noch höherfrequente, wilde Schwingungen auf, die ihr Entstehen den für sie zufällig vorhandenen günstigen Rückkopplungsbedingungen verdanken. Sie können dabei so stark werden, daß die Röhre überlastet oder gar zerstört wird. Deshalb baut man besonders in die Gitterleitungen kleine HF-Drosseln von ein paar Windungen ein, deren Induktivität für die hohe Frequenz einen Dämpfungswiderstand bildet. Um Resonanzen zu vermeiden, überbrückt man sie mit einem hochohmigen Wirkwiderstand. So ist man bei Anlagen, für die eine hohe Qualität gefordert wird, stets auf eine Reihe von Versuchen bezüglich des Aufbaues angewiesen. Bei sorgfältigem Aufbau erhält man so für den Wirkungsgrad eines Röhrenoszillators Werte bis zu 80%, wenn man als Wirkungsgrad das Verhältnis von Wechselleistung zur Anoden-Gleichstromleistung bezeichnet. Außer den bisher geschilderten Röhren-Schwing-schaltungen gibt es noch zwei grundsätzliche Arten, von denen die erste, die Erzeugung von Schwingungen durch fallende Kennlinien, nur der Vollständigkeit halber erwähnt sei, da ihr praktisch z. Z. keine besondere Bedeutung zukommt.

Gibt man nämlich dem Steuergitter einer Röhre eine positive Vorspannung gegenüber der Anode, so lösen die mit hoher Geschwindigkeit durch das Gitter fliegenden Elektronen bei ihrem Aufprall auf die Anode Sekundärelektronen aus. Diese, deren Anzahl viel größer sein kann als die der Primärelektronen, fliegen ihrerseits zu dem für sie positiven Gitter. Die sich so ergebenden  $I_A - U_A$ -Kennlinien zeigen in einem bestimmten Bereich einen fallenden Charakter, d. h. sie ergeben einen negativen Widerstand, der zur Schwingungsanfachung ausgenützt werden kann. Abb. 13 und 14 zeigen diese Möglichkeiten. Man bezeichnet diese Schaltung als Dynatron.

Sein Hauptvorteil ist der einfache Aufbau. Leider sind aber erzielbare Leistung und Stabilität nur gering.

(Fortsetzung Seite 583)

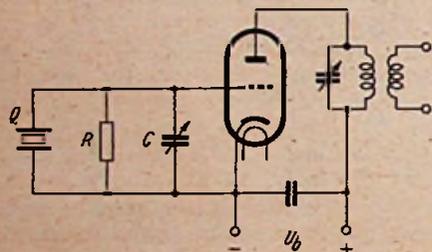


Abb. 10. Kristallgesteuerter Oszillator

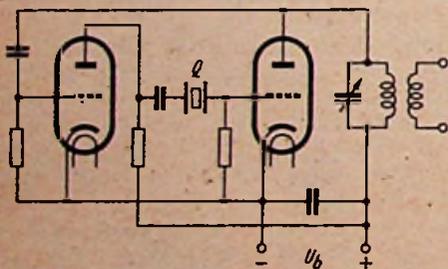


Abb. 11. Heegner-Schaltung eines Kristall-oszillators

tell in Kauf nehmen, daß man den ganzen Kristall auswechseln muß.

Die gute Frequenzstabilität ergibt sich dann durch die hohe Kreisgüte des Kristallschwingkreises, der durch andere Effekte, wie Spannungsschwankungen usw., nur unwesentlich beeinflußt wird. Will man die Frequenzkonstanz noch höher treiben, so kann man den Schwingkristall in ein elektrisch geheiztes Gehäuse (Thermostat) einbauen und die Innentemperatur mit Hilfe von Kontaktthermometern und Schaltrelais auf etwa  $\pm 0,1^\circ\text{C}$  konstant halten. Durch diese Maßnahme gelingt es beispielsweise, die Frequenz eines Rundfunksenders so genau einzuhalten, daß sie weniger als

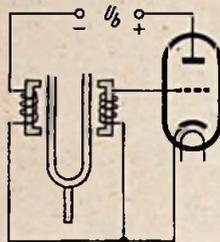


Abb. 12. Stimmgabel-generator

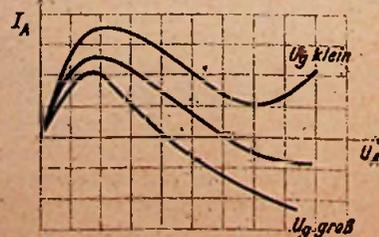


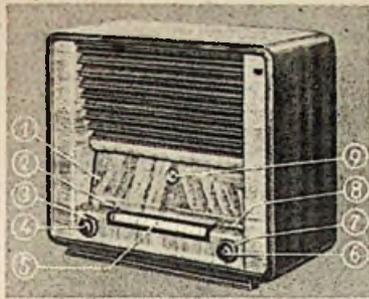
Abb. 13. Fallende Kennlinien



## Sechskreis-Siebenröhren-Superhet

# JUPITER 443

HERSTELLER: TO-R RADIO A/S KOPENHAGEN



1. Lautstärkeanzeiger, 2. Tonskala für den Baßregler, 3. Baßregler, 4. Lautstärkeregl. 5. Drucktastenleiste, 6. Abstimmung, 7. Diskantregler, 8. Tonskala für Diskantregler, 9. Magisches Auge

Stromart: *Allstrom*

Umschaltbar auf:

110, 220 V~, 127 V~

Leistungsaufnahme bei 220 V:  
ca. 70 W

Sicherung: 220 V : 0,5 A

Wellenbereiche: lang 950...2000 m  
mittel 200... 600 m  
kurz 49 m, 41 m, 31 m  
25 m, 19 m, 16 m

Röhrenbestückung: UF 9, UCH 2I, UBF II, UCH 2I, 2×UBL I, UM 4

Gleichrichterröhre: 2×UY I

Trockengleichrichter: —

Skalenlampe: 5×18V/0,1 A

Schaltung: *Superhet*

Zahl der Kreise: 6  
abstimbar: 2, fest: 4

Rückkopplung: —

Zwischenfrequenz: 444 kHz

HF-Gleichrichtung: *Diode*

Schwundausgleich:  
auf 2 Stufen wirkend

Bandbreitenreglung:  
mit Hochtonregelung verbunden

Bandspreizung:  
auf 6 KW-Bändern

Optische Abstimmanzeige:  
*Magisches Auge*

ZF-Sperrkreis:  
als Saugkreis eingebaut

Gegenkopplung: *vorhanden*

Lautstärkeregl.:  
gehörrichtige Regelung eingebaut

Klangfarbenregler:  
für Hoch- und Tiefton getrennt

Musik-Sprache-Schalter: —

Baßanhebung: —

9-kHz-Sperre: *eingebaut*

Gegentaktendstufe: 2×UBL I

Lautsprecher: 6 W

Membrandurchmesser: 20 cm

Tonabnehmeranschluß: *vorhanden*

Anschluß für 2. Lautsprecher: *ja*

Besonderheiten: *Bereichumschaltung durch Drucktasten, 6 für KW-Bereiche, 1 für MW, 1 für LW. Je 1 Taste für Kalundborg, Kopenhagen, Tonabnehmer und Ein-Aus. Bei Kalundborg und Kopenhagen schaltet sich die Beleuchtung aus und in einem Bildfenster erscheint ein Foto der betreffenden Stadt.*

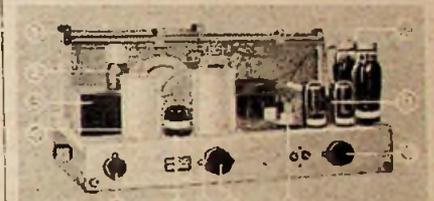
Gehäuse: *Holz*

Abmessungen: Breite 580 mm

Höhe 490 mm

Tiefe 285 mm

Gewicht: 18 kg



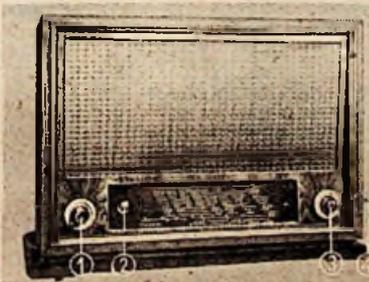
1. Skalenlampe, 2. HF-Röhre UF 9, 3. Elektrolytkondensator, 4. ZF-Bandfilter, 5. Buchse für den Antennen- und Erdanschluß, 6. ZF-Röhre UBF 11, 7. ZF-Bandfilter, 8. Tonabnehmerbuchsen, 9. Netzspannungswähler, 10. Buchsen für den zweiten Lautsprecher, 11. Netzgleichrichter 2×UY I, 12. Endstufe 2×UBL I



## Sechskreis-Vierröhren-Super

# CORONA EXPORT-SUPER SH 65 WK

HERSTELLER: TELEFUNKEN-GMBH., HANNOVER



1. Ein- Ausschalter kombiniert mit Lautstärkeregl. sowie Klangblende, 2. Magisches Auge, 3. Abstimmung, 4. Bereichschalter

Stromart: *Wechselstrom*

Umschaltbar auf:

110, 125, 150, 220, 240 V

Leistungsaufnahme bei 220 V:  
ca. 50 W

Sicherung: 110 V : 1,0 A

125 V : 1,0 A

220 V : 0,5 A

Wellenbereiche:

lang 150...380 kHz (2000...790 m)

mittel 510...1870 kHz (588...160 m)

kurz 15...51 m

Röhrenbestückung:

ECH II, EBF II, ECL II, EM II

Gleichrichterröhre: AZ II

Trockengleichrichter: —

Skalenlampe: 2×6,3 V/0,3 A

Schaltung: *Superhet*

Zahl der Kreise: 6  
abstimbar: 2, fest: 4

Rückkopplung: —

Zwischenfrequenz: 472 kHz

HF-Gleichrichtung: *Diode*

Schwundausgleich: *ja*

Bandbreitenreglung: *im 1. ZF-Filter*

Bandspreizung: —

Optische Abstimmanzeige: *ja*

Ortsfernschalter: —

Sperrkreis: —

ZF-Sperrkreis: *ja*

Gegenkopplung:  
*ja, lautstärkeabhängig*

Lautstärkeregl.: 1,3 M Ohm NF

Klangfarbenregler: *kontinuierlich*

Musik-Sprache-Schalter: —

Baßanhebung: *ja*

9-kHz-Sperre: *ja*

Gegentaktendstufe: —

Lautsprecher: 6 W

Membrandurchmesser: 17,5 cm

Tonabnehmeranschluß: *ja*

Anschluß für 2. Lautsprecher: *ja*

Besonderheiten: *Baßabschaltung*

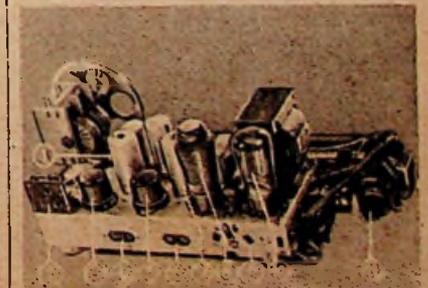
Gehäuse: *Nußbaum*

Abmessungen: Breite 490 mm

Höhe 330 mm

Tiefe 212 mm

Gewicht: ca. 10,7 kg



1. Erstes ZF-Filter, 2. Saugkreis mit Antennen- und Erdanschluß, 3. ECH 11 (Mischröhre), 4. Tonabnehmeranschluß, 5. EBF 11 (ZF- und Gleichrichtung), 6. Anschluß für den zweiten Lautsprecher, 7. Zweites ZF-Filter, 8. ECL 11 (NF-Verstärker und Endröhre), 9. Spannungswähler, 10. AZ 11 (Netzgleichrichter), 11. Ein-Aus-Schalter mit Lautstärkeregl. und Klangblende



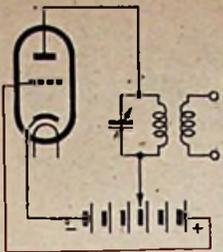


Abb. 14. Dynatron-Schaltung

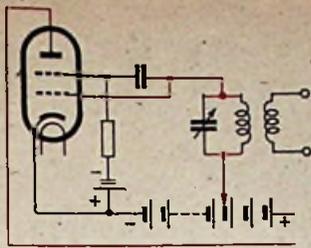


Abb. 15. Negadyn-Schaltung

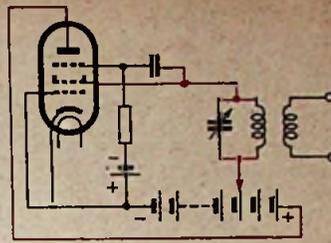


Abb. 16. Transiron-Schaltung

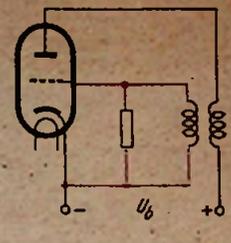


Abb. 18. Kippschaltung mit einer Röhre

(Fortsetzung von Seite 580)

Eine Abart davon ist das *Negadyn*, das die fallende Kennlinie einer Raumladegitterröhre ausnutzt (Abb. 15). Da solche Röhren mit verhältnismäßig niedrigen Anodenspannungen arbeiten, die etwa 10 ... 20 V betragen, hat diese Schaltung für Oszillatoren in tragbaren Geräten Anwendung gefunden.

Das *Transiron*, das in letzter Zeit wieder aufgetreten ist (Abb. 16), benutzt die negative Widerstandscharakteristik einer Pentode genau so, wie das *Dynatron* die einer Triode.

Die Schirmgittercharakteristik einer Pentode hat nämlich auch einen negativen Widerstandsbereich, wenn man eine Proportionalität zwischen Bremsgitter- und Schirmgitterspannung einhält. Man bekommt dann Schwingungen in einem abgestimmten Kreis, der zwischen dem Schirmgitter und der Spannungsquelle liegt. Die erwähnte Proportionalität ist gegeben, wenn man die Bremsgittervorspannung über einen gut isolierten Widerstand zuführt und das Bremsgitter mit dem Schirmgitter über einen Kondensator koppelt.

Bei der Anwendung von Oszillatoren hat man sich übrigens nicht nur auf den reinen Sender- und Meßgerätebau beschränkt. Man findet diese heute ebenso in dem Superhetempfänger zur Erzeugung der Überlagerungsfrequenz. Abb. 17a zeigt den Mischkreis eines Empfängers mit getrenntem Oszillator, während Abb. 17b die Schaltung eines sog. Pentagrid-Converters bei Verwendung einer einzigen Röhre für Mischung und Schwingerzeugung darstellt.<sup>1)</sup>

Die bisher betrachteten Oszillatoren sind dadurch gekennzeichnet, daß sie alle eine sinusförmige Ausgangsspannung liefern. Nun gibt es noch eine zweite Art von Röhrenschwingerschaltungen, die uns Kipperschwingungen liefert. Läßt man beispielsweise den Kondensator in dem Schwingkreis eines Oszillators weg (Abb. 18), so sind bei schwacher Rückkopplung die erzeugten Schwingungen sinusförmig, bei starker Rückkopplung ergeben sich aber durch den Gitterstrom viele Oberwellen verschiedenster Frequenz und mit großer Amplitude. Es leuchtet ein, daß diese Schaltung wenig stabil ist.

Deshalb hat man besondere Kunstschaltungen entwickelt, die eindeutig festgelegte Schwingungsformen, wie Sägezahn, Trapez, Rechteck usw. liefern. Abb. 19a zeigt eine solche Schaltung unter

Verwendung einer Gastriode. Die Speisepotential lädt über den Widerstand R den Kondensator C auf, bis die Zündspannung der Röhre erreicht ist. Dann erfolgt über die Röhre eine sehr rasche Entladung des Kondensators C. Die Ausgangsspannung, die am Kondensator abgegriffen wird, wird „sägezahnförmig“. Mit Hilfe der Gitterspannung kann der Zündensatz und damit die Amplitude der Schwingung geregelt werden. Abb. 19b gibt die geschilderten Vorgänge im Spannungs-Zeitdiagramm wieder. Statt des Widerstandes R in Abb. 19a kann man auch eine Röhre verwenden.<sup>2)</sup> Abb. 19c zeigt die Schaltung. Der Vorteil

<sup>2)</sup> S. auch FUNK-TECHNIK, Bd. 3 (1948), H. 20, S. 511.

der Gastriode liegt in der Möglichkeit, hohe Stromstärken zu steuern. Bei höheren Kippfrequenzen reicht aber die Zeit, die diese Röhren zur Entionisierung benötigen, nicht mehr aus. Man muß dann Hochvakuumröhren verwenden (Abb. 20).

(Schluß folgt)

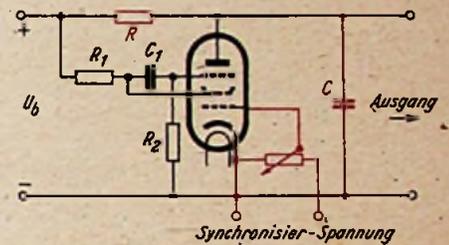


Abb. 20. Kippschaltung einer Hochvakuumröhre

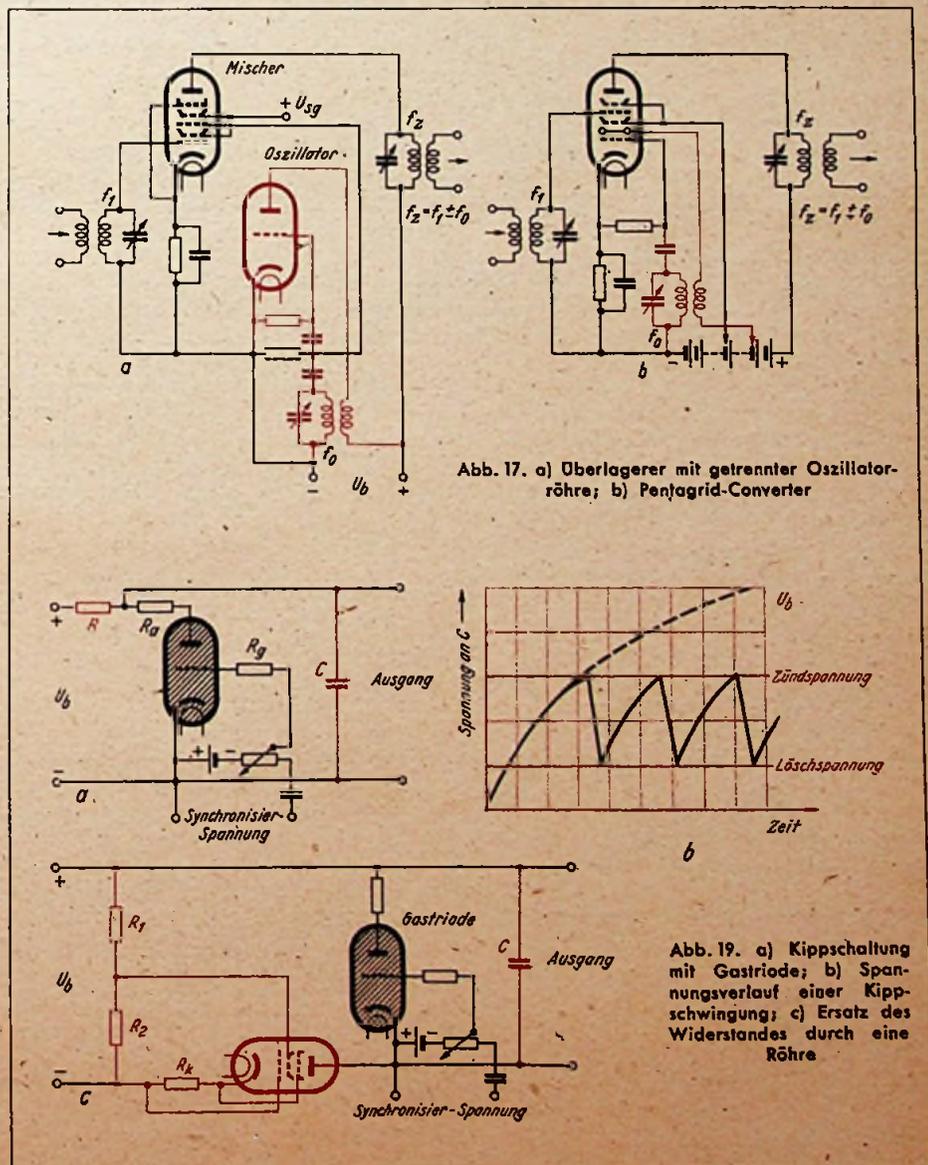


Abb. 17. a) Überlagerer mit getrennter Oszillatorröhre; b) Pentagrid-Converter

Abb. 19. a) Kippschaltung mit Gastriode; b) Spannungsverlauf einer Kippschwingung; c) Ersatz des Widerstandes durch eine Röhre

<sup>1)</sup> S. FUNK-TECHNIK, Bd. 3 (1948), H. 19, S. 478.

# Qualitätsbestimmung an Rindfunkgeräten

VON DR.-ING. HANS FRÜHAUF

(Schluß aus FUNK-TECHNIK Bd. 3/1948. Seite 558)

## 4. Ausstrahlung des Empfängers in die Antenne

Bei den Überlagerungsempfängern mit örtlichem HF-Generator (Oszillator) besteht bei ungünstigem Aufbau besonders des Oszillatortelles die Gefahr, daß ein Teil der Oszillatorspannung in den Eingangskreis gelangt. Es kann auf diese Weise besonders bei Kurzwellenbetrieb ein beträchtlicher Teil der Oszillatorspannung am Eingangskreis des Gerätes und damit an der Antenne liegen, von wo sie ausstrahlt. Hierdurch können erhebliche Störungen des Empfangs besonders auf Kurzwelle (aber auch auf Mittel- und Langwelle) auftreten; es kann sich sogar auf Kurzwelle, wenn diese Erscheinung sehr ausgeprägt ist und wenn die Antennen von zwei Empfangsgeräten sehr nahe beieinanderliegen, der Effekt bemerkbar machen, daß beim Einstellen des einen Empfängers auf eine bestimmte Kurzwellenstation diese auch im anderen Empfänger mitgehört wird, weil der erste Empfänger die zur Bildung der Zwischenfrequenz erforderliche Oszillatorfrequenz aussendet, die dann mit der Empfangsfrequenz im zweiten Gerät die erforderliche Zwischenfrequenz bildet (allerdings ist es dabei notwendig, daß beide Empfänger auf etwa die gleiche Zwischenfrequenz abgestimmt sind). Dieser Effekt kann also sehr störend in Erscheinung treten, und es sollte bei der Entwicklung von Geräten darauf geachtet werden, daß die Spannung an den Eingangsbuchsen (Antenne-Erde) des Empfängers in erträglichen Grenzen bleibt. Gelegentlich wurde vorgeschlagen, die Messung der

„Ausstrahlung“ in die Antenne dadurch zu bestimmen, daß man die auftretende Spannung mit einem Meßempfänger von 2500 ... 3000 Ohm Eingangswiderstand zwischen den Antenne-Erde-Buchsen vornimmt. Es erscheint aber doch wohl zweckmäßiger, diese Messung unter Benutzung der bereits oben beschriebenen Ersatzantenne vorzunehmen, die bei deren Einschaltung (parallel zu Antenne-Erde-Buchse) an den Eingangsbuchsen auftretende Spannung zu messen und diese sodann (unter Angabe der betreffenden Frequenz) als Maß für die „Strahlung“ des Empfängers anzugeben.

In welcher Größenordnung bewegen sich nun diese an den Eingangsbuchsen

auftretenden Spannungen bei normalen Empfangsgeräten?

Die Werte der Spannung liegen bei Supern, wo diese Erscheinung bei der Entwicklung berücksichtigt ist, auf Mittel- und Langwellen in der Größenordnung von 100 ... 500  $\mu$ V je nach der Art der Eingangsschaltung (Bandfiltereingang, HF-Vorstufe oder einfacher Eingangskreis), im Kurzwellenbereich dagegen in der Größenordnung von etwa 100 mV. Aus diesen Angaben geht hervor, daß eine starke Frequenzabhängigkeit (wie ja zu erwarten) der „Strahlung“ vorhanden ist, so daß es also notwendig ist, bei der Angabe der erhaltenen Spannungswerte für die „Strahlung“ die gemessene Frequenz anzugeben.

## 5. Ausgangs-Meßleistung und Ausgangsleistung (Nennleistung)

Bei der Ausgangsleistung müssen wir zwei Arten von Leistungen betrachten: a) die Ausgangs-Meßleistung, bei der die oben angegebenen Messungen (besonders die Empfindlichkeitsmessung) zu erfolgen hat, und b) die Ausgangsleistung, die für den Empfänger unter bestimmten Voraussetzungen als Ausgangsleistung (Nennleistung) angesprochen werden kann. Über die unter a) genannte Meßleistung haben wir bereits unter „Empfindlichkeit“ die entsprechenden Angaben gemacht. Was die Ausgangsleistung des Gerätes anbelangt, so hat es sich eingebürgert, diese Ausgangsleistung an den Primärklemmen des Lautsprecherübertragers in der Form zu bestimmen, daß an dem vorgesehe-

nen „Anpassungs“-Widerstand, wie er durch den Ausgangsübertrager mit angeschlossenem Lautsprecher dargestellt wird, diejenige Spannung (bei einer Frequenz von 800 Hz) gemessen wird, die bei einem Klirrfaktor von 10 % auftritt und man diesen Wert gemäß  $N_a = E^2/R_a$  in die entsprechende Leistung umrechnet. Häufig wurde in Deutschland als Ausgangsleistung des Gerätes einfach diejenige angegeben, welche für die betreffende Endröhre vom Röhrenhersteller als „Sprechleistung bei 10 % Klirrfaktor“ angegeben wurde. Diese Handhabung wird den wirklichen Verhältnissen nicht gerecht, da hierbei keine der durch das Gerät bedingten Verhältnisse (z. B. nicht voll ausge-

## AUS ALLER WELT

### Glühlampen aus der Türkei

In Yeshilkeuy, 25 km von Istanbul entfernt, entsteht eine Glühlampenfabrik. Ihre Jahresleistung wird anfänglich 8 000 000 Glühlampen betragen. Kapitalmäßig ist die amerikanische G.E.C. mit 60%, die türkische Ischbank mit 25% und privates türkisches Geld mit 15% beteiligt.

### Neue Elektronenmikroskope

#### für 100 und 400 kV bei Philips

(Philips Techn. Rundschau 1947 Nr. 6 u. 7 S. 180 u. 193)

Das neue Mikroskop für 100 kV besitzt eine stetig regelbare Vergrößerung von 1:1000 bis 150 000 und läßt sich so umschalten, daß man an Stelle der vergrößerten Abbildung des Objektes auch ein Elektronenbeugungsdiagramm der vorher abgebildeten Probe erhalten kann. Fotografische Aufnahmen des Bildes in 4facher Verkleinerung auf einen 35-mm-Film können mit der eingebauten Kamera jederzeit gemacht werden. Besonders hervorzuheben ist die geschlossene und geschmackvolle Bauform. Der Hochspannungsgenerator befindet sich in

einem besonderen Gehäuse, das durch ein biegsames Kabel mit dem Mikroskop verbunden ist.

Erhöht man die Beschleunigungsspannung eines El.-Mikroskopes, so vermag man nun auch dicke Präparate zu untersuchen, die sonst infolge der starken Streuung der Elektronen kein scharfes Bild ergeben. Deshalb hat das Philips-Laboratorium in Eindhoven zunächst nur für experimentelle Zwecke ein Elektronenmikroskop mit Spannung bis 400 kV gebaut. Das Gerät enthält eine von außen verstellbare Objektivlinse mit 4 Öffnungen, so daß für jedes Präparat der günstigste Kontrast im Bilde erhalten werden kann.

Abschließend werden in dem Aufsatz Schutzmaßnahmen des Beobachters gegen die im Mikroskop erzeugten Röntgenstrahlen besprochen. Vor allem muß mit geringen Stromstärken (ca. 0,02 mA) gearbeitet werden, die für die Objektbeleuchtung aber noch ausreichen. Ferner sollen die wichtigsten Blenden aus Material mit niedriger Atomzahl (z. B. Beryllium) bestehen. Die erforderliche Dicke der Bleischutzplatten bei 400 kV für einen Beobachter in 1 m Abstand und eine Röntgenintensität unterhalb 10<sup>-5</sup>/sec beträgt für 10 mA etwa

24 mm, dagegen für 0,02 mA nur noch 8 mm. Bei Verwendung von Berylliumblenden sogar nur noch 2 mm.

### Ein einfacher Kurzwellen-Empfänger.

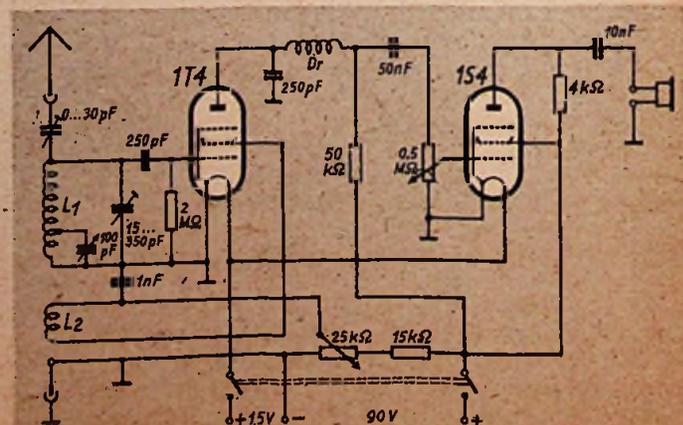
(Radio News 1948 Januar S. 60)

Die Schaltung zeigt eine interessante Lösung für einen tragbaren KW-Empfänger (0-V-1) mit „Miniatur“-Röhren; Rückkopplung über das Schirmgitter (einzustellen am Ug2-

Potentiometer), Ankopplung der Endstufe über Anode der 1. Röhre, Ausgang R-C-Kopplung statt Trafo. Röhren: 1 T4 Regelpentode 1,2 V

50 mA 30 ... 90 V/45 V  
1 S4 Endpentode 1,2 V  
50 mA 30 ... 90 V/30 ... 60 V

Spulendaten: L1 L2  
80 m 17 Wdg. 6 Wdg.  
40 m 9 „ 6 „  
20 m 5 „ 5 „  
KW-Eisenkern 10 ... 15 mm  $\varnothing$



nutzte Spannung an den Röhren, Gegenkopplung usw.) berücksichtigt werden. Auch die hier wiedergegebene, meist übliche Leistungsmessung wurde gelegentlich als nicht voll befriedigend angesehen, da sie ja in keiner Weise den Wirkungsgrad des Lautsprechers in Rechnung zieht und damit die von dem Gerät wirklich abgegebene („Schall“-) Leistung nicht berücksichtigt. Die Messung der von dem Lautsprecher abgestrahlten Energie könnte beispielsweise für viele Fälle durch Messung im Hallraum brauchbar bestimmt werden. Aber eine solche Messung ist nicht nur recht schwierig, sondern auch gerade unter den heutigen Verhältnissen ist die Bereitstellung eines einwandfreien Hallraumes nur in den seltensten Fällen möglich. Man ist sich deshalb darüber im klaren, daß es nicht zweckmäßig erscheint, die Messung der Ausgangs-

leistung des Gerätes durch Einführen einer meßtechnisch außerordentlich schwierigen und auch zeitraubenden akustischen Messung zu ersetzen, sondern man begnügt sich oft mit der Messung der elektrischen Leistung, wenn diese auch nur, die von der Endröhre abgegebene elektrische Leistung erfaßt (wobei man den Wirkungsgrad des Lautsprecherübertragers gegebenenfalls in Rechnung setzen kann). Diese elektrischen Leistungen, die von den meist verwendeten Endpentoden, Endtetroden (und Beam Ampl.) abgegeben werden, liegen bei mittleren Geräten in der Größenordnung von 4 Watt, bei großen und Spitzengeräten selten höher als 8 Watt.

Für die Beurteilung der „frequenzgetreuen“ Wiedergabe ist die Aufnahme der

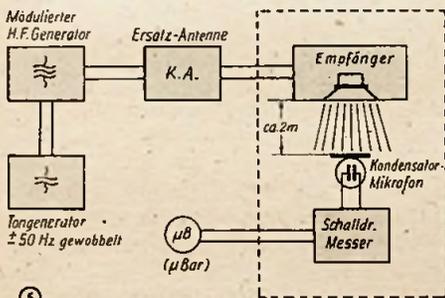
jenigen Frequenzbereich, der, von einigen Spitzen abgesehen, sich im Bereich von  $\pm 6$  Dezibel (oder  $\pm 5$  phon, entsprechend einem Verhältnis von 1:2 bzw. 2:1) bewegt. Im allgemeinen wird hierbei für mittlere Empfänger ein Frequenzband von ca. 100 ... 5000 Hz eingehalten, wobei man berücksichtigen darf, daß ja durch Betätigung der Tonblende bzw. der Bandbreite die günstigste Kurve eingestellt werden kann. So bestechend (wenn auch schon schwierig durchzuführen) diese Messungen im ersten Augenblick erscheinen, so geben sie in der Praxis dennoch kein befriedigendes Bild der wirklichen Verhältnisse. Diese Messungen berücksichtigen nämlich in keiner Weise, daß die „Empfindlichkeit“ unseres Ohres keineswegs den hier geforderten Verhältnissen nach einer möglichst „linearen“ Übertragung entspricht, im Gegenteil, man wendet bekanntlich bei Musikwiedergaben, deren Lautstärke denen des Originalen nachsteht (und das ist in der Regel der Fall) „Bassanhebungen“ an, um dadurch den bei kleinen Schallstärken für die tiefen Frequenzen verringerten Schalleindruck wieder auszugleichen. Würde man bei der Wiedergabe der Originalmusik mit erheblich geringerer Lautstärke (Schalldruck), aber sonst absolut frequenzgetreu übertragen, dann müßte der Schalleindruck das Fehlen von tiefen Tönen verkünden. Man erkennt also aus diesen kurzen Angaben, daß man bei der Wertung von Schalldruckkurven außerordentliche Vorsicht walten lassen muß und eine sinn-gemäße Deutung dieser Kurven immer am Platze ist.

Man geht wegen der Schwierigkeit der Messung von Schalldruckkurven, besonders wenn es sich um Gesamtfrequenzkurven handelt, deshalb häufig dazu über, diese Kurven rein spannungsmäßig zu messen, unter Verzicht auf die akustische Messung, an deren Stelle rein elektrisch der Tonfrequenzspannungsverlauf am Ausgangstransformator gemessen wird. Als Vergleichskurven mit gleichartig aufgenommenen Kurven an anderen Geräten geben diese schon gute Anhaltspunkte für die Tonfrequenzwiedergabe des untersuchten Gerätes.

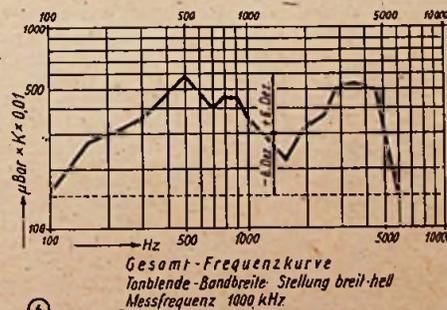
## 6. Gesamtfrequenzkurve

von Bedeutung. Sie soll angeben, in welcher Weise, unter sonst gleichbleibenden Bedingungen, die Ausgangsspannung des Gerätes oder, richtiger gesagt, der Schalldruck, der von dem (oder den) eingebauten Lautsprecher(n) erzeugt wird, von der Frequenz der Modulationsspannung des Senders abhängig ist. In diese Frequenzkurve geht also die Selektivität der Vor- bzw.

wird nun senkrecht zur Schallwand des Lautsprechers in einem Abstand, der so groß ist, daß man sich nicht mehr im Gebiet des Druckausgleichs um das Lautsprechergehäuse befindet ( $> 2$  m), mit einem Meßmikrofon und zugehörigem Verstärker der zu jeder Frequenz gehörige Schalldruck gemessen, indem die Modulationsfrequenz (bei gleichbleibender Modulationstiefe) von ca. 50 ... 10 000 Hz geändert wird. In praxi zeigt es sich nun, daß, wenn man mit „reinen“ Modulationsfrequenzen die Messung durchführt, jede irgendwie geartete Resonanzstelle (der Membran, des Gehäuses usw.) und deren Oberwellen stark ausgeprägte Spitzen in der Schalldruckkurve hervorrufen. Man geht deshalb von der Verwendung „reiner“ Frequenzen zu gewobbelten Frequenzen über, indem man die Modulationsmeßfrequenz um ihren Sollwert um  $\pm 50$  Hz schwanken läßt. Die Durchschnittskurve wird dadurch besser, während man bei der Messung mit ungewobbelten Frequenzen Kurven mit sehr scharfen Höhen und Tälern erhält, da schon geringe Verstimmungen in der (doch willkürlich gewählten) Meßfrequenz ab-



Zwischenfrequenzkreise, die Frequenzabhängigkeit der Demodulationsstufe (z. B. durch die Wirkung der Zeitkonstante der R-C-Kombination der Diode), der Frequenzlauf der Niederfrequenzstufe sowie der frequenzabhängige elektro-akustische Wirkungsgrad des Lautsprechers mit seinem Übertrager ein. Streng genommen ist, da die Trennschärfe eines Gerätes von der Meßfrequenz abhängig ist (wegen der Abhängigkeit der Kreisgüte von der Frequenz), diese Abhängigkeit zu berücksichtigen, oder zum mindesten die Meßfrequenz (Hochfrequenz) anzugeben. Außerdem wird diese Messung zweckmäßigerweise bei wenigstens zwei Stellungen (Endstellungen) des Tonblendenbandbreitenreglers vorgenommen. Der Meßvorgang spielt sich gemäß Abb. 5 ab. Der zu messende Empfänger wird in einem sehr stark schallgedämpften (schalltoten) Raum oder im Freien, wo Reflexionen nicht vorhanden sind (genügende Entfernung von Häusern usw.) von einem Hochfrequenzgenerator beschickt, der mit jeder gewünschten Modulationsfrequenz konstanter Modulationstiefe moduliert werden kann. Es



weichende Meßresultate ergeben können, wenn man sich zufällig in der Nähe einer der erwähnten Resonanzstellen oder deren Oberwellen befindet. Das Ergebnis einer solchen Messung an einem Industriegerät ist in Abb. 6 wieder gegeben. Man gibt nun im allgemeinen das „gleichmäßig“ übertragene Frequenzband in dieser Kurve an, d. h. den

### Literatur:

The Radio Manufacturers Association: Specification for testing and expressing overall performance of radio receivers, Part 1. Electrical tests. Part 2. Acoustical tests London 1936.

The Institute of Radio Engineers (New York): Standards on radio receivers 1928; Standards and electroacoustics 1938.

Moebes, Vorschläge für eine einheitliche Gestaltung von Meßwertangaben bei Rundfunkempfängern. Telegrafentechnik, Fernsprechtechnik und Fernseh-Technik TFT 1941, Bd. 30, H. 7, Seite 194 ff.

Veröffentlichungen aus dem Gebiet der Nachrichtentechnik, Siemens, 5. Jahrgang 1935, 2. Folge.

Philips Techn. Rundschau 1941, Bd. 6 Seite 153 ff. Veegens u. De Vries. Ein einfacher HF-Schwingungserzeuger f. d. Prüfung v. Empfängern.

Dr. M. J. Strutt (Eindhoven) Verstärker und Empfänger, Berlin 1943, Springer-Verlag (Lehrbuch der drahtlosen Nachr.-Techn.).

General Radio Co., Cambridge, Mass. Catalog H, April 1935.

# W.R.SCHULZ MAGNETISCHE VERSTÄRKER

Durch die Entwicklung verbesserter Magnetwerkstoffe sehr hoher Permeabilität hat die Anwendung des sogenannten magnetischen Verstärkers steigende Bedeutung erlangt. Dieses Verstärkungsprinzip ist, obwohl seit Jahrzehnten für Sonderaufgaben angewendet und zu hoher Vollkommenheit gebracht, verhältnismäßig wenig bekannt. Für die Funktechnik im engeren Sinne ist es vorläufig nur von geringem Wert, dafür aber um so aussichtsreicher in der elektrischen Schalt- und Regeltechnik. Hier kann der magnetische Verstärker elektronische Geräte für viele Aufgaben ersetzen beziehungsweise wirkungsvoll ergänzen.

Die Möglichkeit, einen Wechselstrom durch Verändern der Permeabilität des ferromagnetischen Spulenkernes dadurch zu steuern, daß ein veränderlicher Gleichstrom mittels einer Hilfswicklung den magnetischen Fluß ändert, ist seit langem bekannt und schon in älteren Patenten dargelegt. Wenn das Prinzip vielfach unbeachtet blieb, so ist der Grund dafür darin zu suchen, daß die früher verfügbar gewesenen Werkstoffe für Magnetkerne noch sehr unvollkommen waren.

## Grundsätzliche Wirkungsweise

Eine stromdurchflossene Spule zeigt eine elektrische Trägheitswirkung, die jeder Stromänderung widerstrebt. Diese als Induktivität bezeichnete Wirkung ist außer von den Abmessungen der Spule von der Permeabilität  $\mu$  des Spulenkernes abhängig. Die als  $\mu = \mathfrak{B}/\mathfrak{H}$  (magnetische Induktion zu Feldstärke) definierte Permeabilität oder magnetische Durchlässigkeit ist eine Stoffkonstante und wird für Luft mit dem Wert 1 angenommen. Für ferromagnetische Stoffe (Eisenkerne) ist  $\mu$  nicht konstant, weil die Kraftliniendichte in Eisen (Induktion) mit steigender Feldstärke einen Sättigungswert erreicht.

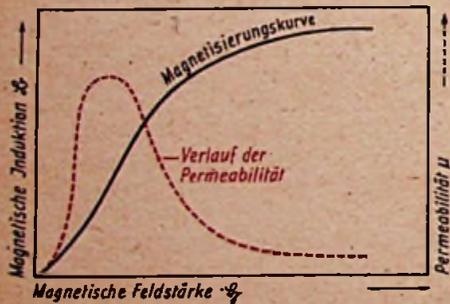


Abb. 1. Magnetisierungsschaubild von Eisen und Verlauf der Permeabilität

Betrachtet man die gegenseitige Abhängigkeit von  $\mathfrak{B}$  und  $\mathfrak{H}$  in einem Schaubild, so stellt die Steilheit der Kurve die Permeabilität dar (Abb. 1). Wie man daraus ersieht, erreicht die Permeabilität als Funktion der magnetischen Feldstärke ein Maximum, das gewöhnlich — bei nicht sehr hochwertigen Magnetwerkstoffen — im Bereich mittlerer Flußdichten liegt; mit zunehmender Sättigung des Eisens fällt sie sehr schnell auf kleine Werte ab.

Den Zusammenhang zwischen der Induktivität einer Spule mit Eisenkern und der Permeabilität des Kernwerk-

stoffes gibt die aus dem Induktionsgesetz hergeleitete Gleichung für die Selbstinduktion.

$$L = 0,4\pi \cdot \mu \cdot \frac{F}{l} w^2 \cdot 10^{-8} \text{ [Henry].}$$

Darin ist  $F$  der Kernquerschnitt in  $\text{cm}^2$ ,  $l$  die mittlere Kraftlinienlänge im Kern

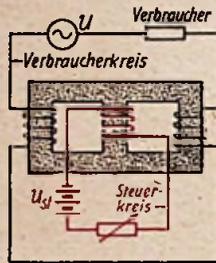


Abb. 2. Grundsätzliche Schaltung eines magnetischen Verstärkers, aufgebaut auf einer Drosselspule mit sättigbarem Eisenkern

in  $\text{cm}$ , und  $w$  die Zahl der Spulenwindungen;  $\mu$  ist durch die Induktion  $\mathfrak{B}$  und die Feldstärke  $\mathfrak{H}$ , beide gemessen im cgs-System, bestimmt.

Da nun der induktive Wechselstromwiderstand einer Spule

$$R_L = 2\pi fL$$

ist, worin  $f$  wie üblich die Frequenz bezeichnet, so wird der durch die Spule fließende Wechselstrom

$$I = \frac{U}{2\pi fL} = \frac{U}{\mu} \cdot \text{const.}$$

Die Stromstärke erweist sich demnach bei gegebener Spule und fester Frequenz als nur von der Permeabilität abhängig. Bei geringer magnetischer Durchlässigkeit ist der induktive Widerstand klein und daher die Stromstärke groß; umgekehrt bedingen große  $\mu$ -Werte kleine Stromstärken.

Hieraus geht hervor, daß es möglich sein muß, einen durch eine Spule bzw. Drossel fließenden Wechselstrom durch Beeinflussung, d. h. Änderung der Permeabilität des Spulenkernes, zu steuern. Dazu muß natürlich die Drossel gesonderte Wicklungen für den Wechselstromkreis und den Steuerkreis tragen. Die ganze Anordnung wird also transformatorähnlich, hat jedoch mit einer Spannungstransformation nichts zu tun. Im Steuerkreis muß, weil Änderungen der Magnetisierung und damit der Kernpermeabilität nicht durch Wechselstrom bewirkt werden können, natürlich Gleichstrom veränderlicher Stärke fließen. Die Permeabilität des Spulenkernes ist dann eine Funktion dieses Steuergleichstromes. Der Wechselstromkreis, in dem der Ver-

braucher liegt, bedarf einer eigenen und unabhängigen Spannungsquelle.

Eine solche Anordnung, die in Abb. 2 schematisch gezeigt ist, ergibt, wie leicht einzusehen ist, eine Strom- oder Leistungsverstärkung und wird deshalb als magnetischer Verstärker bezeichnet. Die vom Verbraucher aufgenommene Leistung kann nämlich durch Bemessung der Wechselspannung sehr viel höher gehalten werden als die Steuerleistung, folgt aber dieser in bezug auf ihre Änderungen. Diese in Abb. 3 dargestellte Verstärkerwirkung hat in mancher Beziehung Ähnlichkeit mit der einer gittergesteuerten Elektronenröhre. Ihre wichtigste Eigenart besteht darin, daß die Impedanz induktiver und nicht ohmscher Natur wie bei der Elektronenröhre ist; dadurch geht wenig Energie als Wärme verloren, der größte Teil wird vielmehr wie bei jeder Induktivität wieder an den Kreis zurückgegeben.

## Kerneigenschaften und Verstärkungsfaktor

Eine nähere Betrachtung der Permeabilitätskurve in Abb. 1 zeigt, daß eine linear verlaufende Verstärkungscharakteristik, wie sie naturgemäß anzustreben ist, nur erreicht wird, wenn der Bereich der Permeabilitätssteuerung auf ein möglichst gerades Aststück der Kurve beschränkt bleibt. In Betracht kommt als Arbeitsbereich der absteigende Ast des Permeabilitätsverlaufes, der am Knie der Magnetisierungskurve beginnt und dem Sättigungsgebiet des Kernes zugeordnet ist. Dies bedingt eine Vormagnetisierung des Kernes, damit die

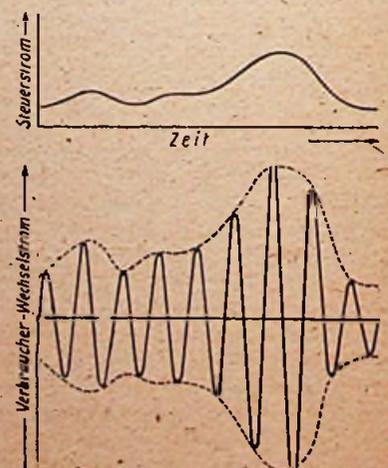


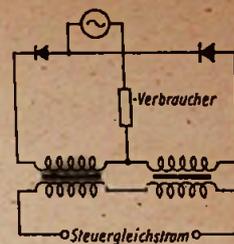
Abb. 3. Verstärkerwirkung einer Drossel mit permeabilitätsgesteuertem Kern. Kleine Änderungen des Steuergleichstromes (oben) bewirken große Änderungen des Verbraucher-Wechselstromes (unten)

Permeabilität von ihrem Höchstwert abfällt bzw. die Stromstärke im Verbraucherkreis zunimmt, wenn der Steuerstrom von Null aus anzusteigen beginnt. Um den Arbeitsbereich eines magnetischen Verstärkers so legen zu können, wie es wünschenswert ist (s. Abb. 4), sind magnetische Werkstoffe besonderer Eigenschaften erforderlich. Am besten geeignet sind Kerne, die möglichst rechteckig ausgebildete Hysteresisschleifen aufweisen. Abb. 4 zeigt die Charakteristik eines solchen Werkstoffes. Der nutzbare Bereich der Magnetisierungskurve bzw. Hysteresisschleife beginnt bei hohen Induktionswerten, die nur noch wenig ansteigen und daher einen steilen Abfall der Permeabilität hervorrufen. Der Verstärkungsfaktor eines magneti-

des Verbraucher-Wechselstromes gleichgerichtet und dann über eine besondere Rückkopplungswicklung der Drossel wieder zugeführt. Diese trägt dann insgesamt drei Wicklungen. Aus dem Schaltbild Abb. 7 ist eine solche Rückkopplung erkennbar.

Auf den Drosselkern wirkt bei einer solchen Schaltung die Summe von Steuer- und Rückkopplungsstrom. Da letzterer dem Wechselstrom im Ausgang proportional ist, tritt eine beträchtliche Erhöhung der Strom- oder Leistungsverstärkung ein. Im Schaubild 6 ist die Kennlinie eines derartigen selbsterregten Verstärkers dargestellt. Darin gibt die vom Nullpunkt ausgehende Gerade den von der Rückkopplung gelieferten

Abb. 8. Schaltbild eines selbsterregten magnetischen Verstärkers mit gemeinsamer Verbraucher- und Rückkopplungswicklung



werden (und erweist sich leicht als instabil. Insbesondere ist sie sehr empfindlich für Frequenz- und Spannungsschwankungen der Wechselstromquelle, weil Abweichungen dieser Art über die Rückkopplung in den Steuerkreis eingehen und sich im Ausgang verstärkt bemerkbar machen. Daher wird das Selbsterregungsprinzip am besten mit einer Gegentaktschaltung verbunden. Ein Beispiel für einen solchen selbsterregten Gegentaktverstärker ist in Abb. 7 gezeichnet. In dieser Schaltung sind zwei Drosseln vorgesehen, durch die der Steuer Gleichstrom in gleicher Richtung, der Selbsterreg Gleichstrom aber einmal gleich und einmal entgegengesetzt fließt. Der Verbraucher ist infolgedessen unabhängig von den Schwankungen der Wechselstromquelle.

Es ist nicht unbedingt notwendig, für die Rückkopplung besondere Wicklungen vorzusehen. Der Verbraucher-Wechselstrom und der gleichgerichtete Erregerstrom können auch eine gemeinsame Wicklung durchfließen, wenn eine Schaltung nach Abb. 8 gewählt wird. Beim selbsterregten Verstärker sind für den erreichbaren Verstärkungsfaktor nicht allein die magnetischen Eigenschaften des Drosselkernes maßgebend, sondern auch sehr wesentlich der Grad der Selbsterregung. In der Praxis läßt sich ohne Schwierigkeiten eine Verstärkung auf den 100 000fachen Wert der Steuerleistung und mehr erreichen.

#### Verwendungsmöglichkeiten und Aussichten

Der magnetische Verstärker kann äußerst empfindlich gemacht und in jeder Größe ausgeführt werden. Da er bereits auf sehr kleine Eingangsleistungen anspricht, eignet er sich hervorragend für die Verstärkung kleinster Meßströme, z. B. schwacher Fotozellenströme bis herunter zu  $1,5 \cdot 10^{-3}$  Ampere. Für Meßinstrumente gebaute Verstärker sprechen noch auf etwa  $2 \cdot 10^{-11}$  Watt Eingangsleistung an. Auf der anderen Seite sind die steuerbaren Ausgangsleistungen praktisch unbegrenzt, so daß das magnetische Verstärkungsprinzip ein ideales Hilfsmittel für die Steuerung hoher Leistungen darstellt. Zurückliegende deutsche Entwürfe sahen die Regelung von nicht weniger als 50 000 kVA vor. Die Beherrschung derartiger Leistungen mit elektronischen Reglern ist viel schwieriger und nur auf Umwegen möglich.

(Fortsetzung auf Seite 599)

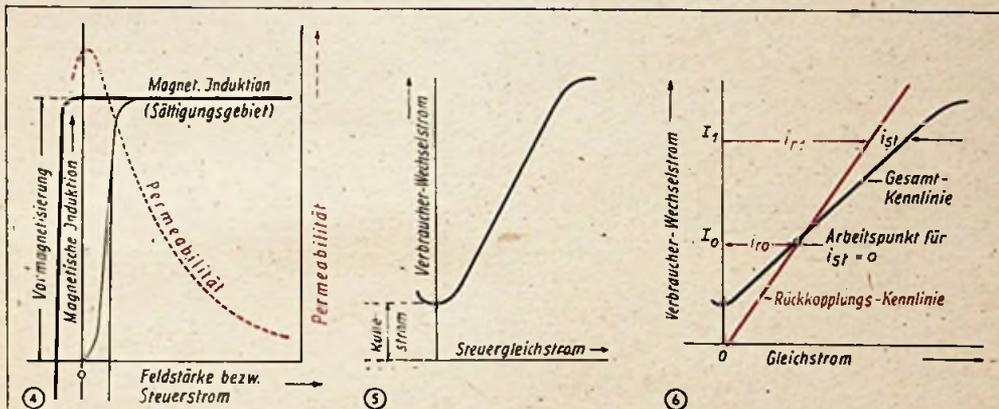


Abb. 4. Für magnetische Verstärker geeignete Magnetisierungs- und Permeabilitätskurven eines vor magnetisierten Drosselkernes (Permeabilität unter Berücksichtigung eines endlichen Anfangswertes). Abb. 5. Ideale Kennlinie eines magnetischen Verstärkers. Zugrunde gelegt ist ein Permeabilitätsverlauf gemäß Abb. 4. Abb. 6. Kennlinie eines selbsterregten Verstärkers. Der von der Rückkopplung gelieferte Erregerstrom  $i_r$  liefert bei kleinem Steuerstrom  $i_{st}$  große Wechselstrombeträge  $I$  im Ausgang

schten Verstärkers läßt sich als Verhältnis

$$\frac{\text{Änderungsbetrag des Steuer Gleichstromes}}{\text{Änderungsbetrag des Wechselstrom-Mittelwertes}}$$

definieren. Dies besagt, daß die Verstärkung um so besser sein muß, je steiler die Kennlinie des Verstärkers (Abb. 5) ist. Die Kennliniensteilheit hängt aber ganz von dem höchsten Permeabilitätswert ab, den der Spulenkern erreicht. Um einen möglichst hohen Verstärkungsgrad zu erzielen, ist es daher notwendig, Kernwerkstoffe sehr hoher Permeabilität zu verwenden. Dies bedeutet wiederum, daß hohe Induktion oder Flußdichte bereits bei niedrigerer Magnetisierung erreicht werden muß und schnell vollkommene Sättigung eintritt. Entscheidend für den Verstärkungs- oder Steuergrad eines magnetischen Verstärkers sind also die Eigenschaften des Kernwerkstoffes.

Ältere magnetische Werkstoffe, wie sie bis vor wenigen Jahren fast ausschließlich zur Verfügung standen, ließen etwa einhundertfache Verstärkung zu. Neuere Baustoffe höchster Permeabilität haben magnetische Verstärker einfacher Bauart auf Verstärkungsfaktoren von etwa 400 zu verbessern gestattet.

Wirklich brauchbar wird der magnetische Verstärker erst durch Einführung von Selbsterregung der Anordnung (Rückkopplung). Hierzu wird ein Teil

Erreger Gleichstrom an. Die Neigung dieser Geraden ist ein Maß für den Anteil des Erregerstromes am Verbraucher-Wechselstrom; liegt volle Selbsterregung vor, so verläuft die Rückkopplungskennlinie (bei gleichen Maßstäben für Gleich- und Wechselstrom) unter  $45^\circ$ , bei kleinerer Selbsterregung entsprechend steiler. Da, wo die Rückkopplungskennlinie die Gesamtkennlinie des Verstärkers schneidet, liegt der Arbeitspunkt für Steuerstrom Null. Wie aus dem Schaubild hervorgeht, genügt für eine Vergrößerung

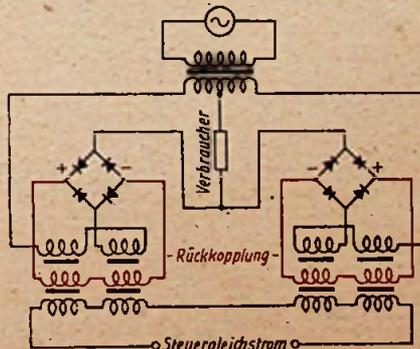


Abb. 7. Schaltbild eines selbsterregten magnetischen Gegentaktverstärkers

des Verbraucherstromes von  $I_0$  auf  $I_1$  eine kleine Steuerstromstärke, weil sich auch der Selbsterregerstrom über die Rückkopplung entsprechend erhöht. Diese Anordnung muß in bezug auf den Selbsterregungsgrad sorgfältig bemessen

# Vierröhren-KW-Empfänger

Das einfache KW-Audion — der 0-V-1 — wird wohl aus wirtschaftlichen Gründen noch längere Zeit der meistgebaute Kurzwellenempfänger bleiben. Jedoch kommt es bei vielen dieser einfachen Geräte infolge der immer größer werdenden Anzahl der KW-Stationen, und dem entsprechenden „Gedränge“ in den Amateurbändern, früher oder später zu irgendeiner Erweiterung. Vielfach gibt die nur bedingte Eichbarkeit des 0-V-1 den Anlaß dazu, und der Anbau einer HF-Vorstufe ist hierfür eine der brauchbarsten Lösungen. Dies besonders deshalb, weil die sichere und reproduzierbare Einstellung einer gewünschten Frequenz den Verkehr und das Arbeiten ganz wesentlich vereinfacht, als wenn bei jeder definierten Wellenänderung erst der Frequenzmesser bemüht werden muß.

Mit den modernen Röhren wird der 1-V-1 praktisch nur noch mit abgestimmter HF-Stufe gebaut werden, da die aperiodische HF-Röhre auf Grund ihres Eigenrauschens weder die Empfindlichkeit verbessert, noch infolge des fehlenden zweiten Abstimmkreises die Trennschärfe vergrößert wird. Allerdings ist die Trennschärfeerhöhung durch den abgestimmten HF-Kreis im KW-Geradeausempfänger nicht so erheblich, wie allgemein angenommen wird. Dies sei an Hand der in Abb. 1 berechneten Kurven erläutert.

Die Trennschärfe wird in erster Linie von der Güte des Abstimmkreises bestimmt. Mit einem einwandfreien Luftdrehkondensator und einer Zylinderspule (Durchmesser = Spulenlänge) auf dem bekannten 35-mm- $\sigma$ -Frequenzsteckkörper läßt sich für die angegebene

## Spulendaten für 3 cm $\phi$ Steckkörper

Band	$L_1$	$L_2; L_3$	$L_4$	Draht
80	8	34	6	0,3 Cu SS
40	4	13	4	0,5 Cu SS
20	3	5	3	1,0 Cu SS
10	1	2	3	1,0 Cu SS

Frequenz eine Güte von rd. 250 erreichen (Kurve I). Die Trennschärfe dieses Kreises ist für Empfangszwecke noch durchaus ungenügend und wird erst durch eine Rückkopplung auf brauchbare Werte gebracht. Kurve II zeigt die Wirkung einer vierfachen Dämpfungsverminderung und Kurve III die in der Praxis durch eine Rückkopplung wohl nicht überschreitbare zwanzigfache Güteverbesserung. Werden nun zwei nicht entdämpfte, gleichartige, z. B. durch eine Pentode getrennte Kreise im Gerät verwendet, so multiplizieren sich die Verhältnisse. Die Kurve IV läßt erkennen, daß eine abgestimmte

HF-Vorstufe grundsätzlich die Weitabselektion verbessert, während die erzielbare Nahselektion nach wie vor von der Rückkopplung abhängt. Während also für den ausgesprochenen Bandempfang trennschärfemäßig mit dem 1-V-1 keine nennenswerte Verbesserung erreicht werden kann, ist die höhere Weitabselektion dann von Bedeutung, wenn die



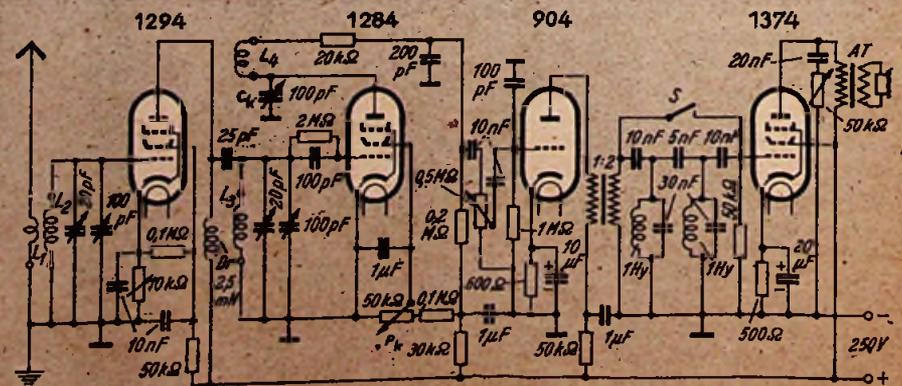
①

größere Feldstärke z. B. irgendwelcher benachbarter Rundfunksender einen ungestörten Amateurempfang unmöglich macht. Hier liegt demnach, neben der Eichbarkeit, der Vorteil des Zweikreislers gegenüber dem KW-Audion.

Eine weitere Steigerung insbesondere der Nahselektion läßt sich dann noch durch niederfrequente Resonanzkreise bewirken. Eigenartigerweise haben sich NF-Selektionskreise in deutschen Amateurempfängern noch verhältnismäßig wenig eingeführt, obwohl sie in fast jedem kommerziellen Gerät anzutreffen sind. Mit den geeigneten Tondrosseln (z. B. AKT 285, AKT 428 usw.) lassen sich mit NF-Resonanzkreisen Bandbreiten von etwa 150 ... 200 Hz erzielen! Man darf nun allerdings nicht den Feh-

ler machen und diese Tonkreise direkt in den Anodenweg der Audionröhre einschalten. Der Einschwingvorgang des Ton-Kreises ändert nämlich die Anodenspannung des Audions, wodurch besonders bei stärkeren Signalen u. U. ein Chirp entsteht. Besser wird das Tonfilter nach einer NF-Vorröhre eingeschaltet, wobei ggf. noch mehrere Kreise zu einem NF-Bandfilter vereinigt werden können. Mit den neueren Röhren ist die Gesamtverstärkung des Gerätes meistens mehr als ausreichend, so daß als NF-Vorröhre eine Triode genügt. Allerdings muß dann wieder darauf geachtet werden, daß die NF-Resonanzkreise -- Schwingkreis bleibt Schwingkreis -- an den niedrigeren Innenwiderstand einer Dreipolröhre angepaßt werden.

Abb. 2 zeigt nun das Schaltbild eines 1-V-2 mit Tonselektion, der seinerzeit mit gutem Erfolg erprobt wurde. Das Gerät ist mit Steckspulen ausgerüstet und mit einem Zweifach-Rastenkondensator eingerichtet. Die Empfindlichkeitsregelung erfolgt mit dem Katodenwiderstand der HF-Röhre, und das Audion ist an einer HF-Drossel angekoppelt. Für die normale Schnell-Rückkopplung sind zwei Regelmöglichkeiten vorgesehen: am Kondensator  $C_K$  wird der Grobeinsatz der Entdämpfung so eingestellt, daß die Feinregelung mit dem Potentiometer  $P_K$  bei der günstigsten Schirmgitterspannung erfolgt. Ein Punkt, der bei vielen Amateurempfängern nicht berücksichtigt ist und der nicht unwesentlich zur Erreichung der optimalen Empfangsleistung beiträgt. Die Lautstärke wird gleichstromfrei vor der Dreipolröhre geregelt. Nach der NF-Vorröhre folgt das auf ca. 900 Hz abgestimmte, mit einem Transformator angekoppelte NF-Bandfilter. Für Telefonieempfang kann dieses Filter durch einen Schalter kurzgeschlossen werden. Die Sekundär-Impedanz des NF-Transformators soll entsprechend dem Gitterableitwiderstand der Endröhre etwa 50 k $\Omega$  betragen (Abschlußwiderstand des Bandfilters). Außerdem liegt im Anodenkreis der End-



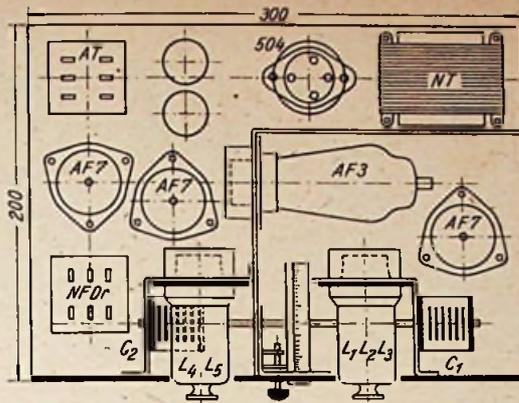
②

röhre noch eine Tonblende, mit der bei schwierigen Empfangsverhältnissen noch etwas „nachgeholfen“ werden kann.

Die Trennschärfe dieses rx ist natürlich nicht mit einer großen „Überseemaschine“ zu vergleichen; immerhin wurde besonders in verkehrsreichen Zeiten ein sehr viel weniger gestörter cw-Empfang als mit dem Audion erzielt. Es wurde beobachtet, daß jeder unsaubere Ton mit dem NF-Bandfilter schweiß aufzunehmen war. Nur absolut klare t8-9-Signale liefen nicht weg und waren einwandfrei lesbar. Dabei war zunächst eine gewisse Übungszeit erforderlich, bis es gelang, das gewünschte Signal jedesmal zuverlässig „auf die Spitze“ zu stellen, und so den Lautstärkenunterschied von durchschnittlich 2...3 s-Stufen auszunutzen.

Beim Zweikreisempfänger geht nun eines verloren, und das ist die außerordentlich geringe Feizschwelle des rückgekoppelten Audions, denn das Eigenrauschen der HF-Röhre wird ja von dem Empfangsgerichter mit aufgenommen. Außerdem wird die Antenne nicht mehr entdämpft, was sich besonders bei einfachen Innenantennen entscheidend bemerkbar macht. Um diesen Empfindlichkeitsverlust wenigstens teilweise wieder auszugleichen, kann man nun auch in der HF-Stufe eine Rückkopplung anbringen. Allerdings ist dann eine aperiodische Trennstufe zwischen den beiden rückgekoppelten Röhren notwendig, wodurch das Eigengeräusch des Empfängers auch nicht gerade geringer wird.

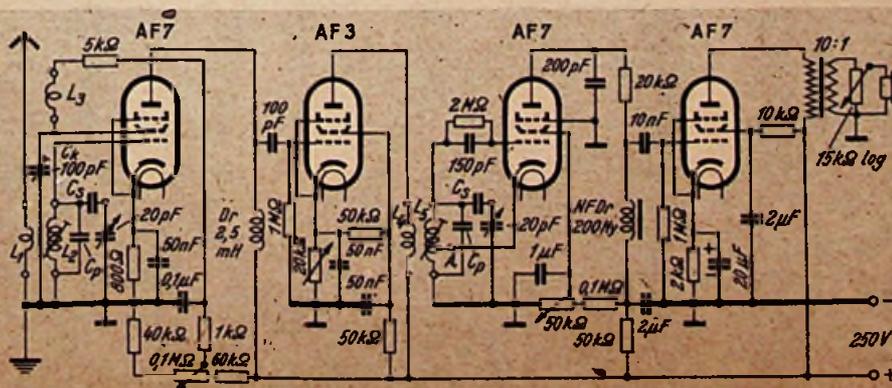
In Abb. 3 ist die Schaltung eines derartigen 2-V-1 gezeichnet, mit dem ebenfalls vor einiger Zeit gearbeitet wurde. Das Gerät ist für reinen Bandempfang eingerichtet und besitzt Steckspulen mit abgleichbarem KW-Eisenkern (F 256). In diesem Spulenkörper befinden sich auch die entsprechenden Serien- und Parallelkondensatoren, mit denen die wirksame Kapazitätsvariation des 20-pF-Drehkondensators entsprechend eingeschränkt wird. Die Rückkopplung der HF-Stufe liegt am Schirmgitter und kann wieder mit einem Kondensator grob und mit der Schirmgitterspannung fein eingestellt werden. Dabei bewirkt das Potentiometer gleichzeitig eine Empfindlichkeitsregelung des Empfängers. Die aperiodische Trennstufe ist an einer KW-Drossel kapazitiv angekoppelt und ihre Verstärkung kann mit dem Katoden-



widerstand verändert werden. Das Audion ist induktiv angekoppelt. Die stabile Katodenrückkopplung (ECO) kann ebenfalls durch eine Veränderung der Schirmgitterspannung reguliert werden. Zur Ankopplung der NF-Stufe dient eine hochinduktive Eisendrossel. Die Lautstärkeregelung erfolgt an der Sekundärwicklung des Ausgangstransformators, der für den Kopfhörerausgang ein Übersetzungsverhältnis von 10:1 besitzt.

Ein Gerät mit doppelter Rückkopplung ist natürlich nicht einfach zu bauen. Vor allen Dingen kommt es darauf an, schon bei der konstruktiven Planung auf möglichst kurze Leitungen in den HF-Kreisen zu achten. Abb. 4 gibt den Aufrißplan des seinerzeit mit etnigem Erfolg erprobten Empfängers. Man erkennt, daß die beiden HF-Röhren in einer besonderen Abschirmkammer untergebracht sind. Zur Erzielung kürzester Verbindungen ist die Trennröhre waagrecht angeordnet. Die Spulenkörper werden von der Frontplatte aus eingesteckt, und die beiden Abstimmkondensatoren werden mit einer Trommelskala zusammen bedient.

Beim Trimmen dieses Empfängers muß erreicht werden, daß beide Rückkopplungen völlig unabhängig voneinander eingestellt werden können. Erst dann kann der äußerst wirksame Einfluß der HF-Entdämpfung ausgenutzt werden. Zweckmäßig wird das Gerät erst ohne Rückkopplung in der HF-Stufe in Betrieb genommen. Neben dem entsprechen-



den Abgleich ist dann zunächst ein weicher Schwingungseinsatz im Audion durch eine Veränderung des Spulenabgriffes — gewisse Änderungen werden bei jedem Gerät dieser Art nötig sein — herzustellen. Hierauf kann die HF-Rückkopplung über  $L_3$  angeschlossen werden, und durch Vergrößern bzw. Verkleinern dieser Spule ist dann mit dem Kondensator  $C_K$  ein weicher Schwingungseinsatz (der natürlich im Betrieb zu vermeiden ist) einzuregulieren. Das Anziehen dieser Rückkopplung ist durch ein stärker werdendes

Rauschen festzustellen, wobei dann ein etwaiger Empfang mit einem Knack beim Einsetzen der Schwingungen abreißt. Vorteilhaft wird bei diesen Trimmerarbeiten die Schirmgitterspannung der HF-Röhre mit einem hochohmigen Röhrenvoltmeter auf die vorgeschriebene Spannung von 100 V eingestellt.

Im Betrieb wird dann der Katodenregler der AF3 soweit aufgedreht, daß gerade noch keine Zieherscheinungen oder sonstige Unstabilitäten auftreten. Es ist darauf zu achten, daß die Verstärkung der Pufferstufe im stabilen Betrieb mindestens eins ist, damit die Empfindlichkeit des Gerätes in dieser Röhre nicht

Spulendaten für Steckkörper F 256

Bereich	$C_p$	$C_a$	$L_2; L_5$	Wickellänge	$L_1$	$L_3$	$L_4$	A	Draht
80 m	30	—	47	3,2 cm	8	13	15	8	0,2 CuSS
40 m	50 pF	20 pF	20	3,2 cm	5	11	8	5	0,4 CuSS
20 m	50	25	9	1,9 cm	3	4	5	3	0,8 CuSS

verschlechtert wird (ggf. mit einem geeigneten Prüfgenerator feststellbar). Aus diesen wenigen Hinweisen ist schon zu erkennen, daß die Einregelung dieses Empfängers nicht einfach ist und einige Mühe kostet, wenn das Gerät brauchbar sein soll. Dafür werden aber auch, sowohl trennschärfe- wie auch empfindlichkeitsmäßig, erheblich bessere Ergebnisse erzielt als mit dem einfachen KW-Audion. — Kritisch betrachtet muß natürlich festgestellt werden, daß die angegebenen Röhren insbesondere für höhere Frequenzen verhältnismäßig ungeeignet sind. Bei kürzeren Wellen macht sich auch ohne Rückkopplung ein relativ starkes Grundrauschen bemerkbar, dessen Ursache in dem hohen äquivalenten Rauschwert der AF-Röhren liegt. Mit neueren Typen, EF 13, 14, 50 usw., läßt sich das Eigengeräusch des Empfängers nicht unerheblich niedriger halten. Daneben bleibt jedoch das durch die Rückkopplung hervorgerufene stärkere Kreisrauschen weiterhin wirksam, denn die Entdämpfung bewirkt eine Erhöhung des Resonanzwiderstandes und das Kreisrauschen wird mit diesem stärker. Hinsichtlich der betriebsmäßigen Brauchbarkeit wird man diesen 2-V-1 mit doppelter Rückkopplung zwischen den Klein- und den Großsuperhet einordnen können.

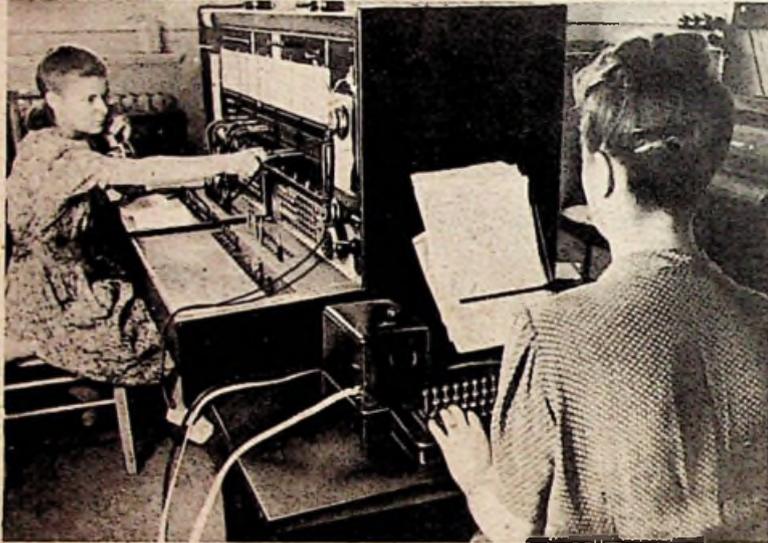
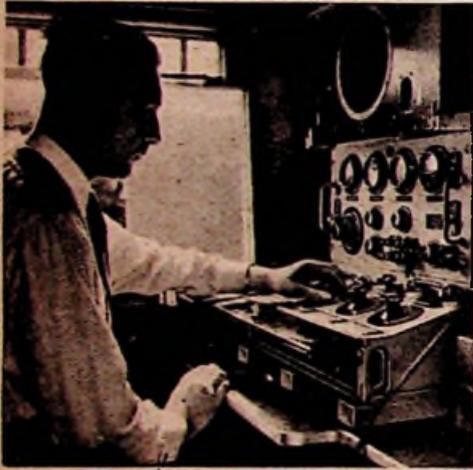
C. M.



Der Übertragungswagen bei einer Reportage am Bahnhof Zoo. Unten: Überwachungs-, Misch- und Regelapparatur im U-Wagen.

# NWDR

## SENDESTELLE



Die Aufnahmen erfolgen nach dem Magnetofonverfahren

Im April 1946 wurde das Haus am Heidelberger Platz vom NWDR bezogen, um dort eine Berliner „Zubringerstelle“ für das NWDR-Sendernetz einzurichten, die am 1. Mai 1946 den Betrieb aufnahm. Anfang Juni des gleichen Jahres erfolgte die Eröffnung des Drahtfunks, womit die Zweigstelle Berlin erstmalig als — allerdings noch leitungsgebundener — Sender arbeitete. Der Betrieb als Rundfunksender begann am 17. 8. 1946 mit einer 5-kW-Station, die im ungefähren Mittelpunkt des englischen Sektors in einem Ausweichverstärkeramt der Post in der Stallupöner Allee errichtet wurde. Als Strahler dient ein Mast von etwa einem Viertel der Wellenlänge. Zur Zeit befindet sich ein neuer 20-kW-Sender im Bau, mit dessen Inbetriebnahme in Kürze zu rechnen ist. Gleichzeitig entsteht westlich vom bisherigen Antennenmast ein neuer, während der alte später als Reflektor verwendet wird, um dem Strahlungsfeld eine für das Stadtgebiet günstigere Richtwirkung zu erteilen. Die Richtcharakteristik der neuen Antennenanlage ist auch schon deshalb notwendig, damit der verstärkte Berliner Sender den auf gleicher Welle arbeitenden Sender Hannover nicht stören kann.

Ein aktueller Nachrichtendienst setzt ein weit verzweigtes und technisch vollkommenes Übertragungsnetz voraus (Telefonvermittlung und Lochstreifengeber)



In der Fernschreiber-Zentrale im NWDR-Haus



An der Senderschalttafel. Rechts: Ausschnitt aus der Leistungs-Endstufe des Senders

# DR BERLIN



Verstärker- und Meß-  
gestell im Regieraum



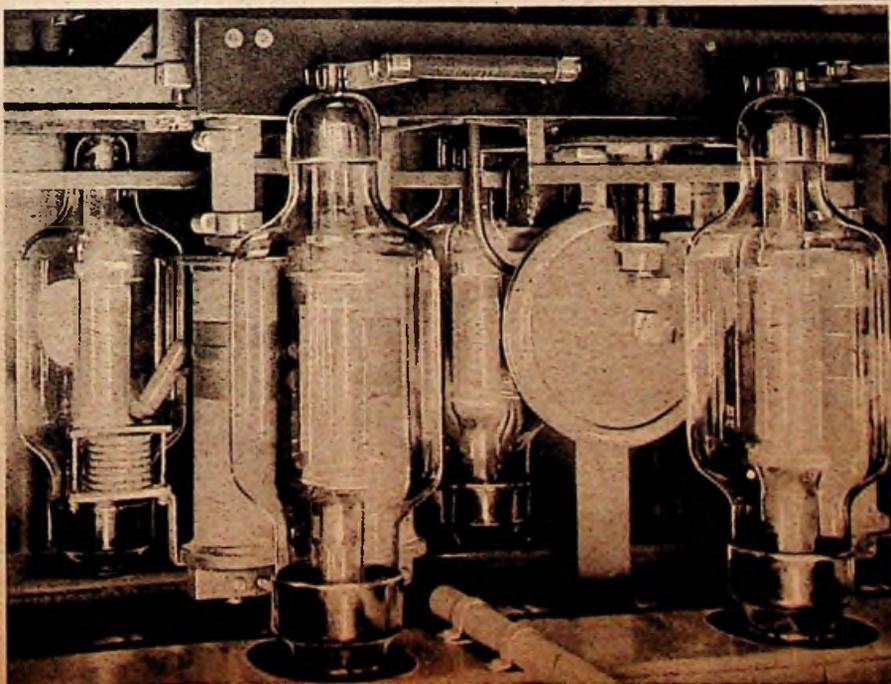
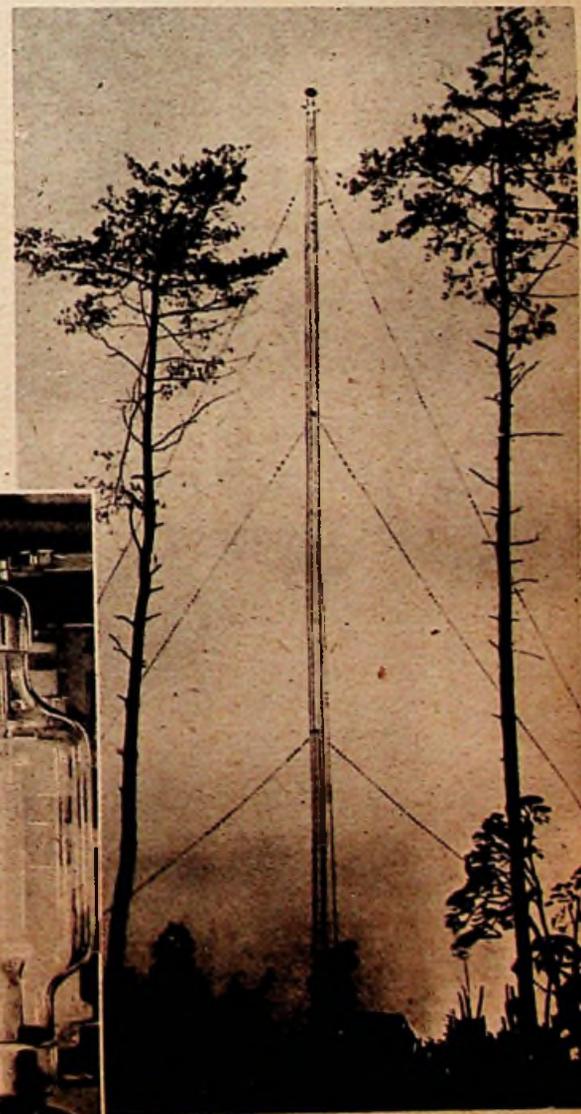
Rechts: „Culten“  
(Schneiden und Kleben)  
der Magnetofonbänder



Aufnahmen:  
Walter Löding (9),  
Klaus Kindermann (2)

Links: Der Toningenieur  
am Regie- und Kon-  
trollpult

Rechts: Der etwa 50 m  
hohe Antennenmast des  
5-kW-Senders in der  
Stallupöner Allee



# DER ELEKTROMEISTER

Dr. W. KOCH

## Wirkung der Kapazität von Hochspannungsleitungen im Normalbetrieb und bei einpoligem Erdschluß

Beim Wechselstrombetrieb von Hochspannungsleitungen und Hochspannungskabeln macht sich eine Eigenschaft der Leitungen bemerkbar, die bei Niederspannung nur unwesentlich oder praktisch gar nicht in Erscheinung tritt, die Kapazität der Leitungen. Die Belegungen des Kondensators werden hier durch die metallischen Leiter, das Dielektrikum durch den dazwischenliegenden Luft-raum oder bei Kabeln durch die Isolationsstoffe des Kabels gebildet. Werden die Leiter gegeneinander unter Spannung gesetzt, so entstehen zwischen ihnen, wie beim Kondensator, elektrische Felder als Sitz der Ladung bzw. der Energie.

Wechselt die Spannung ihre Größe oder ihre Richtung, so tun das auch die zugehörigen elektrischen Felder; sie werden bei Wechselspannungen zu Wechselfeldern. Zur Speisung dieser Felder nehmen die Leiter Ströme auf, die im Dielektrikum als sogenannte dielektrische Verschiebungsströme fließen. Den Zusammenhang zwischen dem zeitlichen Verlauf der Kondensatorströme und der angelegten Wechselspannung wollen wir kurz feststellen, um daraus die Folgerungen für die Stromaufnahme der Leitungen leicht zu übersehen.

Die in einem Kondensator gespeicherte Elektrizitätsmenge  $Q$  ist der angelegten Spannung  $U$  und dem Fassungsvermögen, der Kapazität  $C$  des Kondensators proportional. Dieser Zusammenhang wird durch die Formel beschrieben

$$Q = U \cdot C \quad 1)$$

Die Kapazität  $C$  hängt von dem Aufbau des Kondensators ab, d. h. von Größe und Form der Belegungen, von deren Abstand, und vom Stoff des Isolier- raumes, in dem die Belegungen sich befinden.  $C$  ist ein den betreffenden Kondensator beschreibendes Fassungsvermögen, das die je 1 Volt speicherbare Elektrizitätsmenge  $Q$  in Coulomb an- gibt.

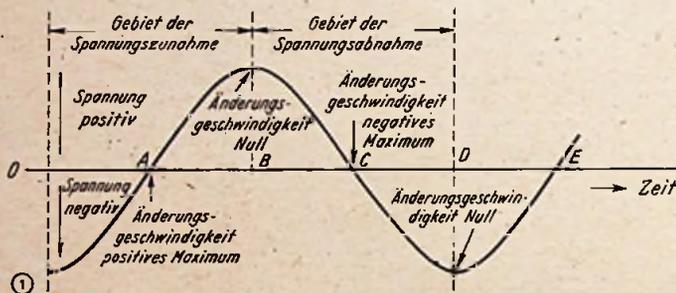
Ändert man die an einem Kondensator liegende Spannung, so ändert sich nach Formel (1) zwangsläufig auch seine Ladung. Bei Steigerung von  $U$  muß also  $Q$  steigen, bei Verringerung von  $U$  muß  $Q$  fallen. Dazu muß im ersten Falle ein Strom auf den Kondensator fließen, im zweiten Falle vom Kondensator abfließen, bis die Spannungsänderung beendet ist. Geschieht die Spannungs-änderung zeitlich schnell, so wird die erforderliche Stromstärke größer sein als bei zeitlich langsamer Änderung. Sie muß gleich Null sein, wenn die Spannungsänderung aufgehört.

Wir erkennen hieraus folgendes grundsätzliche Verhalten des Kondensators bei Wechselspannung:

Die Stärke des im Kondensatorkreis fließen- den Stromes hängt nicht von der absoluten Größe der angelegten Spannung, sondern lediglich von deren zeitlichen Änderungs- geschwindigkeit ab.

Um das zahlenmäßig zu erläutern, sei ein Beispiel betrachtet. Ein Kondensator von der Kapazität  $1 \mu\text{F}$  ( $10^{-6}$  Farad) liege an der Spannung 0 Volt. Innerhalb  $\frac{1}{1000}$  Sekunde steige die Spannung gleich- mäßig auf 10000 Volt. Damit ändert sich seine Ladung von

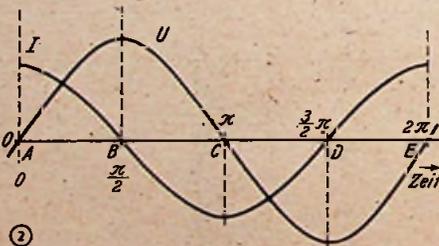
$Q_1 = 0 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0$  Coulomb auf  $Q_2 = 10000 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 10^{-2}$  Coulomb in  $10^{-3}$  Sekunden. Da 1 Coulomb gleich 1 Ampere-Sekunde ist, wird somit der



Ladestrom während der  $\frac{1}{1000}$  Sekunde

$$I = \frac{10^{-2}}{10^{-3}} = 10 \text{ Ampere.}$$

Der gleiche Strom würde fließen, wenn



in  $\frac{1}{1000}$  Sekunde die Spannung von 6000

auf 16000 oder von 20000 auf 30000 Volt gleichmäßig gesteigert wird. In den hier betrachteten Fällen der Spannungssteigerung fließt der Strom aus der Stromquelle in den Kondensator. Wird die Spannung um solche Beträge gleichmäßig gesenkt, so fließt der Strom in umgekehrter Richtung, also aus dem Kondensator in die Stromquelle zurück. Dabei gibt der Kondensator seine vorher aufgenommene Energie an die Stromquelle zurück.

Nehmen wir nun einen sinusförmigen Spannungsverlauf an, so können wir, wie Abb. 1 zeigt, diese Kurve in ein Gebiet der Spannungszunahme und in ein solches der Spannungsabnahme einteilen.

Die Änderungsgeschwindigkeit innerhalb dieser Gebiete ist bei den Scheitelpunkten gleich Null, an den Nulldurchgangsstellen ein Maximum im positiven bzw. negativen Sinn.

In Abb. 2 sind zugleich mit der Spannungskurve die Stromwerte eingetragen, die sich aus unseren bisherigen Überlegungen ergeben müssen.

Bei A. Spannungsänderung positives Maximum, daher Strom  $I$  positiv und Maximum.

Bei B. Spannungsänderung Null, Strom Null.

Bei C. Spannungsänderung negatives Maximum, Strom negativ und Maximum.

Bei D. Spannungsänderung Null, Strom Null usw.

Wir erkennen daraus das Gesetz des Kondensatorstromes bei Wechselstrom:

Der Strom eines Kondensators eilt bei sinusförmiger Spannung dieser um  $90^\circ$  voraus. Weiter können wir aus unseren Überlegungen

schließen, daß der Strom bei gegebener Spannung um so größer wird, je schneller die Wechsel der Spannung zeitlich aufeinander folgen, d. h. je höher die Frequenz  $f$  der Spannung ist.

Der Strom folgt dabei dem Gesetz

$$I = 2\pi f \cdot C \cdot U \text{ oder mit } 2\pi f = \omega \text{ (Kreisfrequenz)}$$

$$I = \omega C U.$$

Diese Gleichung bringt wohl den Zusammenhang der Größe des Stromes und der Spannung zum Ausdruck, sagt aber nichts über deren Phasenlage zueinander aus. Um das festzulegen, wird der Operator  $j = \sqrt{-1}$  als Faktor hinzugefügt

$$I = j \omega C U. \quad 2)$$

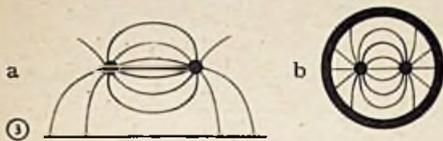
Wir lesen aus dieser vervollständigten Gleichung, daß der Strom um  $90^\circ$  vor der Spannung hereilt und daß er die Größe  $\omega C U$  hat.

### Der Ladestrom von Hochspannungsleitungen.

Das elektrische Feld einer zweidrähtigen Freileitung ist in Abb. 3a schematisch dargestellt. Die elektrischen Feldlinien bilden sich teils zwischen den Leitern direkt, teils zwischen diesen und Erde aus, indem sie das verhältnismäßig gut leitende Erdreich auf ihrem Wege zwischen den Leitern mit benutzen. Bei einem zweidrähtigen Kabel tritt an die Stelle des Erdreiches der Kabelmantel, die Verteilung der Feldlinien entspricht etwa der Darstellung Abb. 3b.

Man hat sich vorzustellen, daß dem ganzen Verlauf der Leitungen folgend derartige Feldlinien auftreten.

Um nun die durch die Felder verursachten Wirkungen leichter übersehen zu können, stellt man sich weiter diese Felder in einzelnen Kondensatoren zusammengefaßt vor, ohne damit einen nennenswerten Fehler zu machen, wenn es sich um Freileitungen bis etwa 100 km



Länge handelt. Die Feldbilder gehen damit in die Ersatzkapazitäten nach Abb. 4 ein. Darin erfaßt der Kondensator  $C_g$  zwischen den Leitern 1 und 2 alle Feldlinien, die in den Abb. 3a und b direkt zwischen den Leitern verlaufen, die Kondensatoren  $C_e$  erfassen die Feldlinien zwischen den Leitern und Erde.

Des einfacheren Verständnisses wegen sind die nachfolgenden Betrachtungen für eine Wechselstromanlage mit 2 Leitern durchgeführt. Auf die Verhältnisse bei Drehstrom sind die Formeln leicht umzuwerten.

Im ungestörten Betrieb liegt zwischen den Leitern 1 und 2 die Spannung  $U$ , zwischen den Leitern und Erde die halbe

Spannung  $\frac{1}{2} U$  bzw.  $-\frac{1}{2} U$  (vgl. Abb.).

Somit fließt im Leiter 1 der Strom

$$I_1 = I_{12} + I_{10} = j\omega C_g \cdot U + j\omega C_e \cdot \frac{U}{2} \quad (3)$$

und im Leiter 2

$$I_2 = -I_{12} + I_{20} = -j\omega C_g \cdot U - j\omega C_e \cdot \frac{U}{2} \quad (4)$$

Wir wollen in die Gleichungen 3) und 4) an Stelle der verketteten Spannung  $U$  die sogenannten Sternspannungen einführen. In Abb. 4 sind diese Spannungen

$$U_{M1} = \frac{U}{2} \text{ und } U_{M2} = -\frac{U}{2}$$

Mit diesen Ausdrücken lauten die Gleichungen 3) und 4)

$$I_1 = j\omega (2C_g + C_e) \cdot U_{M1} \text{ und } I_2 = j\omega (2C_g + C_e) \cdot U_{M2}$$

Hierin wird  $(2C_g + C_e)$  als die auf die Sternspannung bezogene Betriebskapazität der Einphasenleitung (zwei Leiter) bezeichnet.

Bei Drehstromleitungen wird diese durch den Ausdruck  $C_b = (3C_g + C_e)$  5) dargestellt.

Die Formel ergibt sich unter Beachtung, daß hier die 3 Sternspannungen des Dreiphasensystems um je  $120^\circ$  gegeneinander phasenverschoben sind.

Ein Zahlenbeispiel gibt Aufschluß über die Höhe des Ladestromes. Bei einer Drehstromleitung für 100000 Volt Betriebsspannung ( $U_M = \frac{100000}{\sqrt{3}}$ ), 50 Hz und 100 km Länge ist die Gegenkapazität je

km  $c_g = 1,1 \cdot 10^{-9}$  Farad/km und  $c_e = 5,5 \cdot 10^{-9}$  Farad/km; damit wird die Betriebskapazität  $C_b = (3,3 + 5,5) \cdot 10^{-9}$  Farad/km. Für 100 km ist demnach der Ladestrom

$$I = 2\pi \cdot 50 \cdot 8,8 \cdot 10^{-9} \cdot 100 \cdot \frac{100000}{\sqrt{3}} = 16 \text{ A.}$$

Die Leitung nimmt dabei eine Blindleistung

$$N_b = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \frac{\sqrt{3} \cdot 100000 \cdot 16}{1000} = 2760 \text{ kVA auf.}$$

### Der Erdschlußstrom

Nun sei der Fall betrachtet, daß ein Leiter Verbindung mit Erde bekommt, was durch Reißen eines Leiters, durch Bruch eines Isolators oder durch einen Überschlag mit Lichtbogenbildung im Betriebe oftmals vorkommt. Man bezeichnet diesen Fehler mit Erdschluß. Abb. 5 zeigt wieder das Ersatzschema für ein einphasiges System.

Die Erdkapazität des Leiters 2, der den Fehler haben möge, ist durch diesen überbrückt. Leiter 1 hat volle Betriebsspannung  $U$  gegen Erde und somit auch seine Erdkapazität.

Ihr Strom  $I_{10}$  fließt als Erdschlußstrom über die Fehlerstelle, daher wird der Erdschlußstrom

$$I_0 = j\omega C_e \cdot U$$

oder, wenn man die Sternspannung  $U_M = U/2$  einführt,

$$I_0 = j\omega \cdot 2C_e \cdot U_M \quad (6)$$

Formel 6) zeigt, daß nur die Erdkapazität  $C_e$ , nicht aber die Gegenkapazität  $C_g$  auf den Erdschlußstrom Einfluß hat.

Für eine Drehstromleitung tritt an Stelle des Faktors 2 der Faktor 3; hier ist der Erdschlußstrom

$$I_0 = j\omega \cdot 3C_e \cdot U_M \quad (7)$$

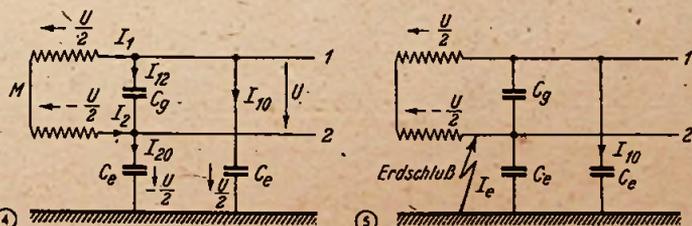
Zu beachten ist, daß bei Drehstrom die Sternspannung

$$U_M = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot U \text{ ist.}$$

Zahlenbeispiel: Die vorher betrachtete Drehstromleitung habe Erdschluß.

Dann ist

$$I_0 = 2\pi \cdot 50 \cdot 3 \cdot 5,5 \cdot 10^{-9} \cdot 100 \cdot \frac{100000}{\sqrt{3}} = 30 \text{ A.}$$



Dieser Strom fließt also durch die Erdschlußstelle, beispielsweise durch einen Gittermast, und hat hier eine Spannung am Mast zur Folge, wenn dessen Erdungswiderstand nicht Null, sondern (wie es bei solchen Leitungsmasten im Mittel zutrifft) etwa 4 Ohm ist. Es würden  $30 \cdot 4 = 120$  Volt zwischen Mast und Erde entstehen. Da aber die Leitungslänge der Netze oft viele 100 km bis einige 1000 km beträgt, sind in der Praxis entsprechend

höhe Erdschlußströme bis zu beispielsweise 1000 Ampere nicht selten. Hierbei treten an einem Mast 4000 Volt und bei Erdschluß in einer Schaltanlage mit einem Schutzerdungswiderstand von beispielsweise 0,5 Ohm (wie er oft kaum unterschritten werden kann) 500 Volt an allen metallenen Teilen der Anlage, die mit der Erdschlußstelle leitende Verbindung haben (Schaltgerüste, Schaltergehäuse, Transformatorenkessel u. a.), auf und bringen das Personal in höchste Gefahr. Die bei Überschlügen entstehenden Erdschlußlichtbögen würden in kurzer Zeit den betroffenen Leiter an der Erdschlußstelle zerstören, zu Kurzschlüssen führen und damit die Leitung oder auch ganze Netzteile zum Abschalten bringen. Daher wurden schon vor nunmehr 30 Jahren Einrichtungen zur Kompensation des Erdschlußstromes geschaffen. Den grundlegenden Gedanken gab Prof. Petersen, der mit der sogenannten Petersenspule alle angedeuteten Schwierigkeiten behob. Über die Erdschlußlöschung, wie sie üblicherweise genannt wird, soll in einem späteren Aufsatz berichtet werden.

## NACHRICHTEN DER ELEKTRO-INNUNG BERLIN

### Freigabe von Guß- und Schmiedestücken im sowjetischen Sektor

Vom Hauptamt I des Magistrats von Groß-Berlin erhalten wir über das Ressort Handwerk die Mitteilung, daß gemäß Schreiben der Deutschen Wirtschaftskommission vom 21. 9. 1948 die Verteilung der Gußkontingente aus der sowjetischen Besatzungszone für den sowjetischen Sektor von Berlin nunmehr ausschließlich durch die „Zentralkommandantur des sowjetischen Besatzungssektors“, Berlin NW 7, Luisenstraße 56, erfolgt.

Die hieran interessierten Betriebe des Elektrowerks werden gebeten, für die Zukunft ihre Anträge unmittelbar an die Zentralkommandantur zu richten.

### Wirtschaftsgenossenschaft des Elektrowerks

Unsere Mitglieder zur Kenntnis, daß die Wirtschaftsgenossenschaft des Elektrowerks (WIGENO) mit Wirkung vom 1. Oktober 1948 ihre Geschäftsräume nach

Berlin SW 68, Gitschiner Str. 65,

Tel.: 66 33 17,

verlegt hat.

Die Geschäftszeit ist Montag bis Freitag von 8.00 bis 15.30 Uhr, Sonnabend von 8.00 bis 13.30 Uhr.

Evtl. Anfragen bitten wir, künftig an die neue Anschrift zu richten.

### Spiritusersatz

Durch die Verteilerstellen

1. Fa. Oskar Schneider, Bin.-Halensee, Kurfurstendamm 119/120, Gelände der Großtänke, Boxe 60 (S-Bahnhof Halensee), Tel.: 48 23 84
2. Fa. Arthur Fillmitz, Bin.-Lankwitz, Schneeburgstr. 101, Tel.: 76 06 35
3. Fa. Kurmärkischer Ölvertrieb, Bin.-Lankwitz, Siemensstr. 44, Tel.: 72 13 90
4. Fa. A. Göllner, Berlin SW 61, Wilhelmstraße 6, Tel.: 66 69 42

sowie durch zahlreiche Drogerien in den Verwaltungsbezirken Neukölln, Schöneberg, Tempelhof und Steglitz gelangt ein Spiritusersatzmaterial „Spiritan“ zum freien Verkauf. Spiritan soll zum Heizen und Kochen vorzüglich geeignet und für Politturbearbeitung in beschränktem Umfang zu verwenden sein. Unsere Mitglieder werden hierdurch auf die Verwendungsmöglichkeit dieses Materials hingewiesen.



## Ein praktischer Vordruck zur Netztransformatorenberechnung

Von Dr. Fritz Pahl

Die Berechnung von Netztransformatoren nach einem Vordruck bedeutet eine wesentliche Zeitersparnis. Sie macht sich besonders für den bemerkbar, der öfter Transformatoren berechnen muß. Aber auch für seltene Berechnungen ist ein Vordruck eine vortreffliche Hilfe hinsichtlich des Ganges der Berechnung. Vorauszusetzen ist selbstverständlich, daß die verwendeten Formeln sich in der Praxis bewährt haben. Dies bezieht sich besonders auf das Verhältnis der Sekundär-Windungszahl pro Volt zu der Primär-Windungszahl pro Volt, also der

Größe  $\frac{Wd_{sec}}{V} : \frac{Wd_{prim}}{V}$  die mit 1,20 angegeben wird.

Die bisher veröffentlichten Berechnungen weichen bisweilen in dem Wert dieser Größe nicht unwesentlich ab. (1,04 ... 1,25). Was ist die Folge davon? Bei dem Wert 1,04 wird der Transformator unter Belastung nicht die berechnete Sekundärspannung abgeben, sondern erheblich darunter bleiben; beim Wert 1,25 wird die berechnete Spannung etwas überschritten. Bei Heizwicklungen macht sich die Ungenauigkeit natürlich unangenehm bemerkbar. Die Übereinstimmung der errechneten Sekundärspannung mit der in der Praxis herrschenden hängt wesentlich von der Richtigkeit dieses Faktors ab.

Aus der Praxis heraus ist ferner die Ermittlung des Platzbedarfs der Wicklung entstanden. Es wird hierfür nur die Wickelhöhe H jeder einzelnen Wicklung nach der Formel  $H_{mm} = 1,2 \cdot Z \cdot (d_i + 0,1) + 0,2$  berechnet, wobei Z die Lagenzahl und  $d_i$  den Drahtdurchmesser mit Isolation bedeutet. Die Wickelhöhen der einzelnen Wicklungen werden addiert und ergeben die gesamte Wickelhöhe H, die  $\leq$  der zur Verfügung stehenden Wickelhöhe sein muß. Für diese Ermittlung wird ein einzelnes Eisenblech in den abgewickelten Spulenkörper gesteckt und

nun die zur Verfügung stehende Höhe für die Gesamtwicklung gemessen. Die angegebene Berechnungsformel enthält eine große Sicherheit, so daß selbst mehrere Abgriffe in der Höhe nicht berücksichtigt zu werden brauchen.

Zur Feststellung der Belastung des Transformators dient der größere Vordruck, in dem die Felder, die nie eine Eintragung erhalten, schraffiert sind. Die höchste Spannung liegt immer an der Endröhre. Berücksichtigt muß werden: der Spannungsabfall am Ausgangsübertrager (ca. 10 ... 20 V), an Netzdrossel oder Feld und die feste Gittervorspannung. Bei dieser liegt ein Widerstand zwischen den Minuspolen von Lade- und Siebkondensator. Die Summe dieser Teilspannungen ergibt die Spannung am Ladekondensator. Die erforderliche Wechselspannung an der Anodenwicklung ist aus den Entladekurven des betreffenden Ladekondensators für eine AZ 1 zu entnehmen. Diese Kurven sind experimentell aufgenommen.

Die Addition von Spalte VA ergibt  $N_s$ , die sekundäre Scheinleistung. Aus der Primärleistung berechnet sich die aufgenommene Stromstärke  $I_{p1}$  bei 110 V und  $I_{p2}$  bei 220 V. Für die 110-Volt-Wicklung muß ein stärkerer Drahtdurchmesser genommen werden.

$N_p$  bestimmt die Größe des Eisenkernquerschnittes  $Que$ . Es ist dies der Querschnitt des durch den Spulenkörper gehenden Schenkels. Er wird am besten am Spulenkörper selbst in  $cm^2$  gemessen. Es muß  $Que \geq |N_p|$  sein. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, kann der gewählte Eisenkern nicht benutzt werden.

Am leeren Spulenkörper wird die Wickellänge in mm zwischen den beiden Seitenflanschen ermittelt und 6 mm abgezogen. Die Wickelhöhe war bereits besprochen.

Im zweiten Vordruck werden nun die bekannten Daten eingesetzt. Unter Prim. die beiden Wicklungshälften zu je 110 V mit verschiedenem Strom  $I_{p1}$  und  $I_{p2}$ . In

Spalte 3 ist  $n = \text{Spannung mal } \frac{Wd_{rim}}{V}$

Spalte 4 und 5 ist aus entsprechenden Tabellen zu entnehmen, wobei als zulässige Stromdichte etwa  $i = 2,55 \text{ A/mm}^2$  eingesetzt werden kann. In Spalte 6 ist

$$\left(\frac{n}{z}\right) = \frac{L \text{ mm}}{d_i \text{ mm}} \quad \text{In Spalte 7 ist } z = \frac{n}{\left(\frac{n}{z}\right)}$$

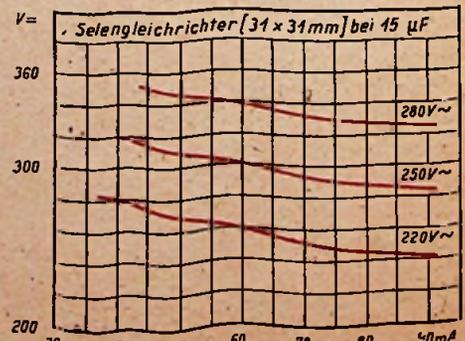
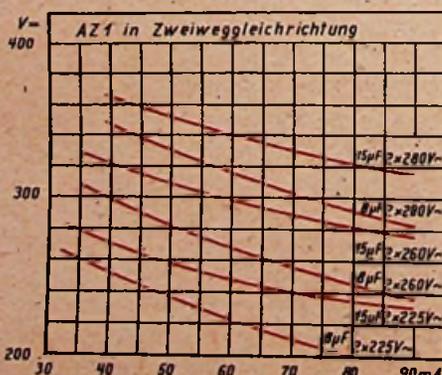
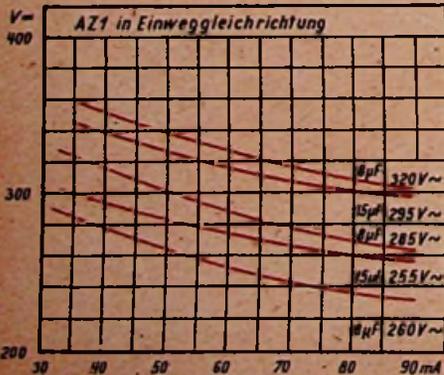
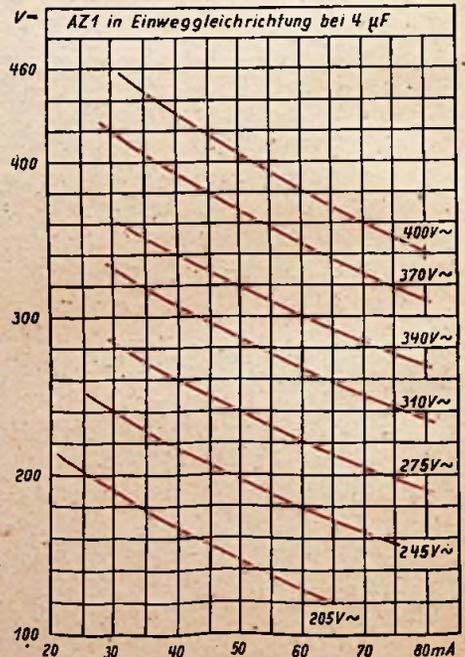
Für die Wickelfirma wird angegeben Spalte 1, 3 und 4; z. B.

Prim.  
0 ... 414 Wdg. 0,7 mm  $\varnothing$  110 Volt  
414 ... 828 Wdg. 0,50 mm  $\varnothing$  220 Volt  
mit Schutzwicklung

Sek.  
2 x 2250 Wdg. 0,18 mm 2 x 500 Volt  
18 Wdg. 0,70 mm 4 V Gleichr.  
18 Wdg. 2,1 mm 4 V Heizung.

### Bemerkungen:

- Bei Zweiweggleichrichtung wird bei der Berechnung der VA nur die Spannung einer Anodenwicklung berücksichtigt (also bei 2 x 500 V, 60 mA,  $N_s = 500 \cdot 0,060$ ). Im Vordruck wird aber 2 x 500 V eingesetzt und hierfür die Wickelhöhe berechnet. Ferner kann die Drahtstärke für die Anodenwicklung geringer gewählt werden entsprechend einem Strome von  $0,65 \cdot I$  (z. B.  $0,65 \cdot 60 \text{ mA} = 40 \text{ mA}$ ).
- Zur Erzielung eines besonders niedrigen Leerlaufstromes



Vordruck zur Netz-Transformatorberechnung

	Strom mA	Spannung Volt	Heizstrom A	Heizspg. Volt	VA
Endröhre					
Vorröhren					
Vorröhren					
Schirmgitter Spannungsteiler					
Feld // Ladekondensator					
Beleuchtung					
Ausgangsübertrager					
Netzdrossel oder Feld					
Feste Gitterspannung					
Am Ladekondensator		=			
Anodenwicklung		~			
Heizwicklung					
Heizwicklung					
Heizungs-Gleichr.					

Erforderlicher Eisenquerschnitt  $Q_{ue}' = \sqrt{N_p} = \text{cm}^2$      $N_s = VA$   
 Vorhandener Eisenquerschnitt  $Q_{ue} = \text{cm}^2$      $N_p = N_s \times 1,25 = VA$   
 Spulenkörperlänge L (abzögl. 6 mm) = mm     $I_{p1} = \frac{N_p}{\text{Netzspg.}} = A$   
 Wickelhöhe = mm     $I_{p2} = \frac{N_p}{\text{Netzspg.}} = A$

wird die Größe  $\frac{Wdg.}{V}$  prim um 20 ... 30 % erhöht. Auf diese Weise ließe sich z. B. bei öfter leerlaufenden Regeltransformatoren von 400 VA ein Leerlaufstrom von 50 mA erreichen.

3. Ist die errechnete Wickelhöhe geringer als die vorhandene, so wird der Drahtdurchmesser der Sekundärwicklung erhöht, um einen möglichst geringen Verlustwiderstand zu erzielen. Die Wickelhöhe muß dann noch einmal überprüft werden.

$\frac{Wdg. \text{ prim.}}{\text{Volt}} = \frac{45}{Q_{ue}} = 45 = \frac{Wdg. \text{ prim.}}{\text{Volt}}$		$\frac{Wdg. \text{ sek.}}{\text{Volt}} = 1,20 \frac{Wdg. \text{ prim.}}{\text{Volt}} = 1,20 \times \frac{Wdg. \text{ sek.}}{\text{Volt}} = \frac{Wdg. \text{ sek.}}{\text{Volt}}$					
Spang. Volt	Strom Amp.	Windgzahl n	Draht $\phi$ mm	Draht m. Isol. di	Windungen pro Lagen z	Lagen- zahl z	Wickelh. mm
1	2	3	4	5	6	7	8
Prim.							
Sek.							

Zu 3)  $n = \frac{\text{Spannung} \times \text{Windung prim.}}{\text{Volt}}$      $H \text{ [mm]} =$   
 prim.     $Zu 6) \frac{n}{z} = \frac{L}{di}$      $Zu 7) z = \frac{n}{\left(\frac{n}{z}\right)}$   
 Zu 3)  $n = \frac{\text{Spannung} \times \text{Windung sek.}}{\text{Volt}}$      $Zu 8) H = 1,2 z (di + 0,1) + 0,2 \text{ mm}$   
 sek.

## Das Umwickeln von Netztrafos

Der Beitrag rechnet mit Vereinfachungen, wie sie für überschlägliche Rechnungen oft üblich sind. Dem vorhergehenden Aufsatz gegenüber ist der Spannungsabfall im Endübertrager, in der Siebdrössel u. a. m. nicht berücksichtigt. Die übrigen Unterschiede sind hauptsächlich durch Faustwerte bedingt.

Mancher Bastler besitzt von früher her noch einen alten Netztrafo, den er gern verwenden möchte; die gelieferte Heiz- und Anodenspannung stimmt aber mit den jetzt benötigten Spannungen nicht überein. Es bleibt keine andere Wahl, als den Netztrafo für die neuen Spannungen umzuwickeln.

Die Kernschrauben des Trafos werden gelöst und die Kernbleche ausgebaut. Es kommt nun darauf an, ob die Heiz- oder Anodenwicklung erneuert werden muß. Im ersten Falle wird nur die außen liegende Heizwicklung, die an dem dicken Draht zu erkennen ist, abgewickelt. Im anderen Falle müssen alle Wicklungen bis auf die Primärwicklung abgewickelt werden. Zu diesem Zweck setzt man die Spule auf eine Wickelvorrückung, die sich jeder Bastler leicht selbst anfertigen kann. Der abzuwickelnde Draht der Anodenspannungwicklung wird zweckmäßig auf eine Garnrolle aufgespult.

Der Rechnungsgang soll an Hand eines Beispiels näher erläutert werden.

Der vorhandene Trafo habe Wicklungen für:

$1 \times 500 \text{ Volt}/50 \text{ mA} - 4 \text{ Volt}/1 \text{ A}$   
 $- 4 \text{ Volt}/3,5 \text{ A}$

Verlangt werden aber:

$2 \times 300 \text{ Volt}/60 \text{ mA} - 4 \text{ Volt}/1,1 \text{ A}$   
 $- 6,3 \text{ Volt}/1,5 \text{ A}$

Zuerst wird die Primärleistung beider Trafos festgestellt, um zu prüfen, ob das Umwickeln überhaupt möglich ist. Die Primärleistung erhält man, indem man die Einzelleistung aller Sekundärwick-

lungen zusammenzählt. Zur Überwindung der im Trafo entstehenden Verluste wird die Sekundärleistung noch mit 1,2 multipliziert. Die Formel sieht dann folgendermaßen aus:

$N_p = 1,2 \cdot N_s$   
 $N_s = U_A \cdot I_A + U_{H1} \cdot I_{H1} + U_{H2} \cdot I_{H2}$

Darin bedeuten

- $U_A$  = Anodenspannung in Volt
- $I_A$  = Anodenstrom in Ampere
- $U_{H1}$  = Heizspannung für die Gleichrichterröhre in Volt
- $I_{H1}$  = Heizstrom für die Gleichrichterröhre in Ampere
- $U_{H2}$  = Heizspannung für die Empfängerröhren in Volt
- $I_{H2}$  = Heizstrom für die Empfängerröhren in Ampere.

In unserem Falle ist also:

$N_{p1} = 1,2 (500 \cdot 0,05 + 4 \cdot 1 + 4 \cdot 3,5)$   
 $= 1,2 (25 + 4 + 14) = 1,2 \cdot 43$   
 $= 51,6 \text{ Watt}$

$N_{p2} = 1,2 (300 \cdot 0,06 + 4 \cdot 1,1 + 6,3 \cdot 1,5)$   
 $= 1,2 (18 + 4,4 + 9,45) = 1,2 \cdot 31,85 = 38,22$   
 Watt.

Der zweite Trafo hat eine kleinere Leistung als der erste. Das Umwickeln ist also möglich.

Bemerkt sei noch, daß man bei der Berechnung der Leistung für die Anodenspannungwicklung bei Doppelweg-Gleichrichtung nur mit der Hälfte der Spannung rechnet, da jeweils nur eine Halbwelle wirksam ist. Bei der verlangten Spannung von  $2 \times 300 \text{ Volt}$  rechnet man also mit  $U = 300 \text{ Volt}$ .

Am Spulenkörper stellt man nun die Maße des Ausschnittes fest und berechnet daraus den Kernquerschnitt. Bei unserem Trafo seien die Maße  $2 \times 4 \text{ cm}$ , der Kern-

querschnitt ist als  $2 \cdot 4 = 8 \text{ cm}^2$ . Die Windungszahl pro Volt ergibt sich nun aus der Formel:

$n = \frac{42}{Q_{ue}} = \frac{42}{8} = 5,25$

Diese Windungszahl pro Volt läßt sich nun nicht unmittelbar für die Errechnung der Windungen verwenden. Man muß wieder die Verluste einrechnen und nimmt an, daß man 10% der verlangten Spannungen mehr benötigt zur Überwindung des inneren Widerstandes der Wicklung.

Es wird also gerechnet:

$n_{sA} = \frac{11}{10} \cdot U_A \cdot n = \frac{11}{10} \cdot 300 \cdot 5,25$   
 $= 1732 \text{ Windungen}$   
 $n_{sH1} = \frac{11}{10} \cdot U_{H1} \cdot n = \frac{11}{10} \cdot 4 \cdot 5,25$   
 $= 23 \text{ Windungen}$   
 $n_{sH2} = \frac{11}{10} \cdot U_{H2} \cdot n = \frac{11}{10} \cdot 6,3 \cdot 5,25$   
 $= 36 \text{ Windungen}$

Zum Schluß wäre noch die Drahtstärke zu bestimmen. Diese errechnet sich nach der Formel:

$d = \sqrt{\frac{I}{z}}$  (I wird in Ampere eingesetzt)

In unserem Falle wäre also der Drahtdurchmesser für die Anodenwicklung:

$d = \sqrt{\frac{0,05}{2}} = 0,158 \text{ mm}$  (gewählt 0,16 mm)

für die Heizwicklung der Gleichrichterröhre

$d = \sqrt{\frac{1,1}{2}} = 0,74 \text{ mm}$  (gewählt 0,75 mm)

und für die Heizwicklung der Empfängerröhren

$d = \sqrt{\frac{1,5}{2}} = 0,86 \text{ mm}$  (gewählt 0,90 mm)    Gebhardt

# Die Meßtechnik in der Reparaturwerkstatt

## Vektor-Messungen

Wechselstromgrößen werden gewöhnlich mit Dreheisen- oder anderen geeigneten Instrumenten gemessen. Hierbei wird der Effektivwert der zu messenden Größe angezeigt. Die Angabe der Lage der Wechselstromgrößen zueinander oder zu Bezugsgrößen wird für viele Zwecke

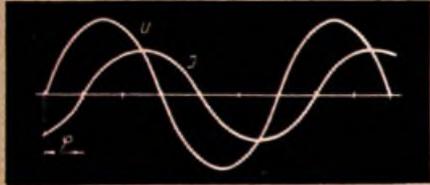


Abb. 1. Oszillogramm einer Wechselspannung und eines um  $60^\circ$  nacheilenden Wechselstromes

jedoch außerdem noch benötigt. Ein Oszillogramm etwa nach Abb. 1 ermöglicht eine genaue Bestimmung der gesuchten Werte nach Größe und Richtung (Abb. 2), und zwar für jeden gewünschten Augenblick. Seine betriebsmäßige Aufnahme erfordert jedoch immer einen wertvollen Oszillografen. Weiterhin läßt sich gewiß auch in anderer Weise z. B. eine Bestimmung der Schein- und Wirkleistung durchführen (Abb. 3) und daraus der Nach- oder Vorellwinkel festlegen. Die Anwendung von mechanischen Gleichrichtern führte jedoch zu einfacheren und eleganten Lösungen des Problems. Mechanische Gleichrichter stellen immer periodisch arbeitende Schalteinrichtungen dar. Während der Kontaktzeit, gewöhnlich eine Halbwelle, lassen sie den Wechselstrom fließen, während in der folgenden, entgegengesetzten Halbwelle der Strom unterbrochen wird. Fällt die Kontaktzeit des Gleichrichters mit

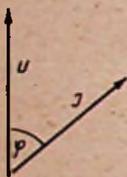


Abb. 2. Vektordiagramm nach Abb. 1



Abb. 3. Vektordiagramm der Leistungen eines Wechselstromes

der Halbwelle zusammen (Abb. 4), so ist der von einem angeschlossenen Drehspulinstrument gemessene arithmetische Mittelwert dem sinusförmigen Wechselstrom-Effektivwert verhältnismäßig.

Die Kontakte solcher mechanischen Gleichrichter müssen im Takte der zu messenden Wechselstromgröße gesteuert werden. Das kann z. B. durch die Erregerspule eines Schwinggleichrichters geschehen. Wird jetzt aber die Kontaktgabe des Gleichrichters bei gleicher Kontaktdauer so verlegt, daß sie nicht mehr beim Nulldurchgang der zu messenden Größe erfolgt, so wird einem angeschlossenen Drehspulinstrument je-

weils ein Teil einer positiven und einer negativen Halbwelle zugeführt.

Bei einer nach 90 elektrischen Graden erfolgenden Kontaktgabe entsprechend Abb. 5 heben sich die positiven und negativen Werte der symmetrisch zur Nulllinie verlaufenden Meßgröße auf; das Instrument zeigt als Mittelwert Null. Für andere Phasenverschiebungen zwischen dem taktgebenden Wechselstrom und der zu messenden Wechselstromgröße gibt das Instrument immer Werte an, die dem Mittelwert der Differenz zwischen beiden Halbwellenanteilen entsprechen. Die Instrumentenanzeige schwankt also zwischen einem positiven oder negativen Höchstausschlag und der Nullstellung. Hiernüt ist ein ideales

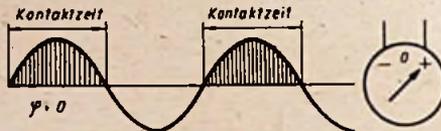


Abb. 4. Höchstwert des Instrumentenausschlages bei Übereinstimmung der Kontaktzeit mit Dauer und Lage einer Halbwelle

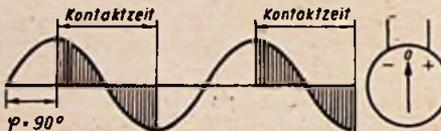


Abb. 5. Nullanzeige des Instrumentes bei Verschiebung der Kontaktzeit gegenüber der Meßgröße um  $90^\circ$

Mittel gegeben, die Phasenlage zwischen Wechselstromgrößen zu bestimmen.

Der Vektormesser von Siemens verwendet einen Schwinggleichrichter (Abb. 6). Seiner Erregerspule SW wird eine Wechselspannung zugeführt, deren Phasenlage zur Meßgröße durch einen kleinen drehtransformatorähnlichen Phasenregler PR verändert werden kann. Die Rotorverstellung des Drehtransformators bis zur Nullanzeige des Instrumentes ist dann ein Maß für die Phasenverschiebung der zu messenden Größe zu Bezugsgröße.

weils ein Teil einer positiven und einer negativen Halbwelle zugeführt.

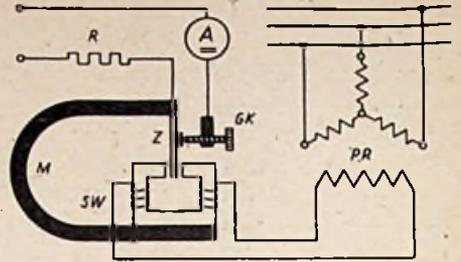


Abb. 6. Grundform des Vektormessers der S & H mit Schwinggleichrichter und Phasenregler

Die Entwicklung von „Kontaktgleichrichtern“ hat nun in den vergangenen Jahren einen Stand erreicht, der zu den schönsten Hoffnungen auf eine weitgehende Verwendung auch für große Gleichrichterleistungen berechtigt. Der Antrieb der stößelartigen Schaltkontakte erfolgt durch eine Exzenter-scheibe, die von einem Synchronmotor angetrieben wird. Die AEG hat einen solchen (einpoligen) Kontaktgleichrichter in ihrem neuen Vektormesser (1948) eingebaut. Durch Verstellung der Exzenter-scheibe auf der Antriebswelle eines kleinen Synchronmotors kann mit ihm der Kontaktzeitpunkt verändert werden. Mit diesem Vektormesser ist ein Gerät geschaffen worden, das trotz seiner verhältnismäßigen Kleinheit (Außenmaße  $220 \times 470 \times 180$  mm, Gewicht etwa 4 kg) eine äußerst vielseitige Verwendungsmöglichkeit zuläßt. Abb. 7 zeigt die Ansicht und Schaltung des Gerätes. Bei 300 V kann der Kontaktgleichrichter bis zu 100 mA belastet

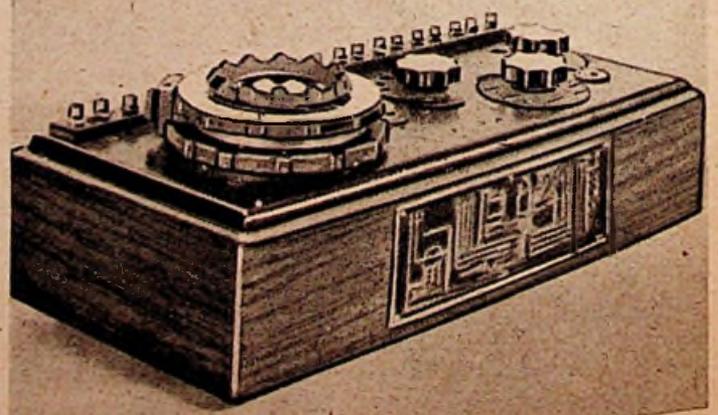
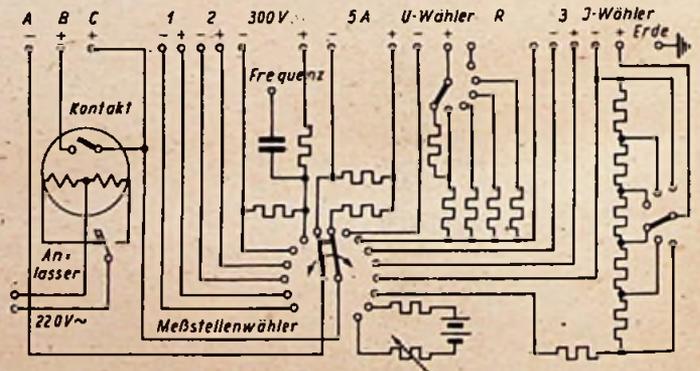


Abb. 7. Außenansicht und Innenschaltung des AEG-Vektormessers mit Kontaktgleichrichter

werden. Für Strom- und Spannungsmessungen sind Vor- und Nebenwiderstände eingebaut. Die Meßbereiche

0,05 0,15 0,5 1,5 5,0 A und  
0,15 1,5 15 150 300 V

können durch Drehschalter (U- bzw. I-Wähler) eingestellt werden. Eine Meßstellen-Klemmleiste läßt es über einen Meßstellenwähler zu, verschiedene

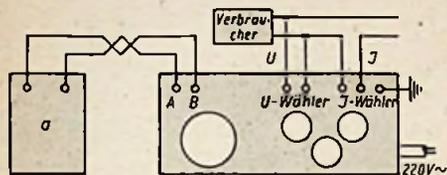


Abb. 8. Messung der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung

Messungen nach erfolgtem vorherigem Meßaufbau schnell hintereinander durchzuführen. Da der Synchronmotor nur im Frequenzbereich 15 ... 80 Hz einwandfrei arbeitet, können auch nur Wechselstromgrößen mit einer Grundfrequenz zwischen 15 und 80 Hz gemessen werden.

#### Meßbeispiele:

**Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung**  
Nach Anlassen des Synchronmotors ist die Kontaktzeit auf 180° einzustellen. Die Meßbereiche des U- und I-Wählers sind richtig zu wählen und die Meßgrößen nach Abb. 8 anzuschließen. Auf gleiche Stromrichtung ist zu achten. Nun ist der Meßstellenwähler auf U zu legen und mit Hilfe des drehbaren großen Kontaktkopfes auf Instrumentenausschlag Null einzustellen. Die Nullmarke einer drehbaren Skala wird mit einer Marke des Kontaktkopfes in Übereinstimmung gebracht. Anschließend ist der Meßstellenwähler auf „I“ zu bringen und der Kontaktkopf wieder so weit zu drehen, bis jetzt das Instrument ebenfalls Null anzeigt. An einer Marke kann sofort der Phasenverschiebungswinkel zwischen Strom und Spannung abgelesen werden.

#### Kurvenform und Scheitelwert von Spannungen

Spannung ist an linke „300-V“-Klemme und an Klemme „Frequenz“ zu legen (Abb. 9). Meßstellenwähler auf „300 V“ schalten, Kontaktkopf auf Instrumentenausschlag Null einregeln. Jetzt ist der Kontaktkopf schrittweise im Uhrzeigersinn bis 180° zu drehen und die zugehörigen Instrumentenausschläge  $u'$  sind abzulesen (Vollausschlag  $u' = 300$  V). Die Augenblickswerte  $u$  der Spannung sind bei den entsprechenden Winkel-

$$u = \sqrt{2} \cdot \frac{50}{f} \cdot u' \text{ [Volt].}$$

#### Größe und Verlustwinkel einer Kapazität

In ähnlicher Weise wird der durch einen Kondensator fließende Wechselstrom I, die Spannung U, die Frequenz  $f$  und der Verschiebungswinkel zwischen Strom und

Spannung gemessen. Die Kapazität ergibt sich dann zu

$$C = \frac{I}{2\pi f U}$$

und der Verlustwinkel  $\delta = 90^\circ - \varphi$ .

Aus 40 Meßbeispielen seien noch genannt: Aufnahme des Kreisdiagramms eines Synchronmotors, Kurzschlußversuch von Umspannern, Magnetisierungsschleife von Ringkernen und Blech-

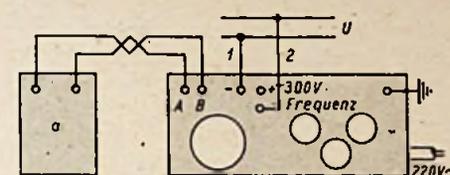


Abb. 9. Messung der Kurvenform und des Scheitelwertes von Spannungen

streifen, Phasenfolge und Symmetrie von Drehstrom, Widerstandsmessungen, ohmscher und induktiver Widerstand von Luftspulen.

#### Schrifttum:

- 1] Skirl, Elektrische Messungen, Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig, 1936.
- 2] F. Koppelman, Der Vektormesser, Elektrotechnik, Bd. 2 (1948), H. 1, S. 11.
- 3] AEG-Druckschrift, Vektormesser 1948.

Jä.

#### Winkelanzeige von 0 ... 360° mit einem Drehsinuspotentiometer\*

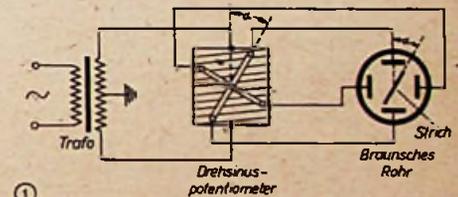
Über einer gleichmäßig mit blankem Widerstandsdraht bewickelten quadratischen Platte — einem Drehsinuspotentiometer — sind um den Mittelpunkt drehbar zwei senkrecht gekreuzte Arme angebracht (Abb. 1). An deren Enden befinden sich kleine Schleifkohlen, wie sie in Kleinmotoren verwendet werden, als Abgreifer. Diese vier Schleifkohlen sind in dem Sinne, wie in Abb. 1, angegeben, mit den vier Ablenkplatten eines symmetrischen Braunschens Rohres elektrisch verbunden. An die beiden Widerstandsenden des Drahtes, der auf die quadratische Platte aufgewickelt ist, wird eine in der Mitte geerdete Wechselspannung  $U_0$  angelegt. Deren Frequenz ist belanglos; man kann also ohne weiteres 50 Hz nehmen. Da nun dem einen Ablenksystem eine Wechselspannung zugeführt wird, welche  $\sin \alpha \cdot U_0$  proportional ist, und dem anderen Ablenksystem eine konphase Wechselspannung, die  $\cos \alpha \cdot U_0$  proportional ist, entsteht am Braunschens Rohr ein Strich, dessen Neigung in Übereinstimmung ist mit dem Winkel  $\alpha$ , den die quadratische Platte gegen den zur sinus-Ablenkung benutzten Arm hat. Der Strich entsteht deshalb, weil die beiden Ablenkspannungen am Braunschens Rohr konphas sind. Er geht von der Mitte gleichmäßig nach beiden Seiten.

Man kann also mit einem Drehsinuspotentiometer leicht eine Fernübertragung von Drehstellungen an einer oder mehreren Stellen durchführen, wenn an der Anzeigeseite Braunschens Rohre benutzt werden. Dabei ist es zweckmäßig,

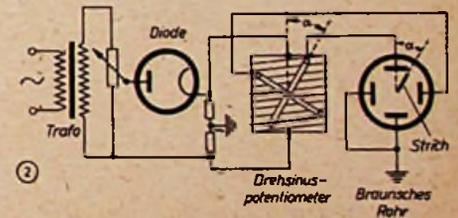
die quadratische Widerstandsplatte zu drehen und die gekreuzten Arme feststehen zu lassen, weil man dann nur zwei Schleifringe benötigt.

Wie man leicht erkennt, ist die Winkelanzeige dann nur im Bereich von 0 ... 180° eindeutig: Um diesen Mangel zu beheben, bedarf es nur einer kleinen Korrektur. Man verwendet einfach an Stelle der reinen Wechselspannung eine über eine Diode gleichgerichtete ungelebte Wechselspannung nach Abb. 2. Der Strich wird dann von der Mitte aus nur nach einer Richtung nach außen abgelenkt. Die Richtung ist die gleiche wie die des positiven Teiles der einfachen Wechselspannung. Da aber nach Abb. 2 nur zwei Schleifkohlen an Stelle von vier benutzt werden, bekommt man auch die fehlenden 180° noch dazu. Dabei wird die Mitte der quadratischen Platte selbst oder in einem parallel dazu liegenden Spannungsteiler dessen Mitte geerdet und ebenfalls je eine Seite der Ablenkssysteme des Braunschens Rohres.

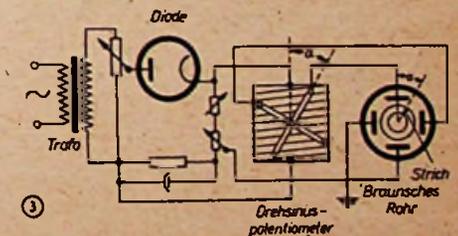
Man kann diese „Pfeilablenkung“, die sich von der Mitte zum Rande des Braunschens Rohres erstreckt und infolgedessen die gesamte Lichtintensität auf diese Länge verteilt, noch lichtstärker in einem schmalen Bereich machen, wenn man der gleichgerichteten Wechselspannung eine nichtschwankende Gleichspannung überlagert; das läßt sich ein-



①



②



③

fach dadurch erreichen, daß man nach Abb. 3 einen Teil der pulsierenden gleichgerichteten Spannung mit einem großen Block beruhigt. Die Beruhigung ist natürlich um so einfacher, je höher die verwendete Frequenz liegt.

Der Anzeigestrich überstreicht in diesem Falle von 0 ... 360° einen Ring, dessen Durchmesser und Breite nur von der Größe der eingestellten Gleichspannung und pulsierenden Spannung abhängt.

Dr. H. Thiede

\*] S. FUNK-TECHNIK Bd. 3 (1948), H. 14, S. 359

# FÜR DEN JUNGEN TECHNIKER

## Grundbegriffe der Elektrotechnik

E I N L E H R G A N G

### Erzeugungsarten der Elektrizität

1. Ruhende Elektrizität  
(wie beschrieben), hat in der Technik geringe Bedeutung.
2. Galvanische Elektrizität.  
Nach dem ital. Arzt Galvani (1780) benannt. Werden zwei verschiedene Metalle in bestimmte Lösungen (Elektrolyte) gebracht, so kann an ihnen eine Spannung gemessen werden (Anwendung: Fernmeldetechnik).
3. Thermoelektrizität.  
An der Lötstelle zweier bestimmter Metalle entsteht bei Erwärmung eine Spannung (Anwendung: Temperatur- und HF-Messung).
4. Induktionselektrizität  
entsteht in metallischen Leitern beim Schneiden von magnetischen Kraftlinien. Dazu Bewegung (Rotation) der elektrischen oder magnetischen Leiter erforderlich. — Erste Dynamomaschine Siemens 1866.

An sich findet keine Erzeugung, sondern nur eine Umwandlung von Energien statt. Im Fall 1 durch mechanische Kräfte, im Fall 2 durch chemische Kräfte, im Fall 3 durch Wärme und im Fall 4 wiederum durch mechanische Kräfte.

### Begriff des Stromes

Der Ausgleich unterschiedlicher Ladungen kann über verschiedene Wege erfolgen. So gibt es eine Elektrizitätsleitung durch Metalle, durch Flüssigkeiten und durch Gase. Der Anschaulichkeit halber betrachten wir zunächst die Elektronenbewegung in den Metallen. Diese Bewegung geht so vor sich, daß ein durch irgendeinen Vorgang ausgelöstes Elektron zum nächsten (elektrisch-neutralen) Atom wandert, sich dort in die äußere Elektronenbahn einreihet und hierin ein anderes Elektron auslöst. Dieses wiederum stößt ein weiteres Elektron an, mit den gleichen Folgeerscheinungen. Es pflanzen sich also nicht die

Elektronen fort, sondern nur ihre Impulse. Elektrizität kann nicht fließen! Die Elektronen, welche in eine Leitung hineingeschickt werden, kommen nicht am anderen Ende zur gleichen Zeit heraus, ebensowenig wie das Wasser, das wir in ein U-förmig gebogenes Rohr schütten, zur gleichen Zeit das andere Ende verläßt. Die Elektronen bewegen sich zwar auch, aber in fortschreitender Richtung sehr, sehr langsam. Bis z. B. ein Elektron durch etwa 2 m Leitungskabel hindurchgewandert ist, vergeht über eine Stunde.

Die Summe der sich solcherart bewegenden Elektronen nennt man Strom. Je nach der Menge der durch den Querschnitt des Leiters in der Zeiteinheit hindurchtretenden Elektronen bezeichnet man einen Strom als mehr oder weniger stark.

Will man nun wissen, wieviel Strom in einem Leiter „fließt“, so könnte man sich, gleich einer Wasseruhr, eine Meßeinrichtung vorstellen, die die sekundliche, durch den Leiter gehende Elektronenmenge zählt.

Um dabei auf die übliche Einheit von 1 Ampere zu kommen, müßten wir aber 6,3 Trillionen (das sind 6300 Billionen) Elektronen (= 1 Coulomb) in der Sekunde erfassen.

Natürlich ist keine Vorrichtung in der Lage, diese Zählung in der Zeiteinheit vorzunehmen. Zum Auszählen dieser unvorstellbar großen Elektronenzahl würde der Mensch 20 Milliarden Jahre gebrauchen.

Zum Messen der Stromstärke nutzen wir daher eine der bekannten Wirkungen der Elektrizität aus, beispielsweise die Wärmewirkung (Hitzdrahtampere-meter), die magnetische Wirkung (Weicheisen- und Drehspulinstrumente) oder die chemische Wirkung.

An die chemische Wirkung wurde bereits gedacht, als man sich für Vergleichszwecke auf eine allgemein gültige Maßeinheit festlegen mußte. Es wurde bestimmt, daß zwei Ströme gleich groß sind, wenn sie aus einer Metallsalzlösung (Elektrolyt) in einer bestimmten Zeit die gleiche Masse eines Stoffes ausscheiden.

Als Maßeinheit ist die Größe desjenigen Stromes festgelegt worden, der in einer Sekunde aus einer Lösung Silbernitrat 1,118 mg Silber ausscheidet. Diese Einheit wird zu Ehren des französischen

Naturwissenschaftlers Ampère (1775 bis 1836) 1 Ampere genannt.

1 Ampere (A) = 1000 mA = 1 000 000  $\mu$ A  
(Mikroampere)

1 mA = 0,001 A =  $10^{-3}$  A

1  $\mu$ A = 0,000 001 A =  $10^{-6}$  A

### Begriff des Widerstandes

Wird ein Elektron leicht von einem Atom aufgenommen und gibt dieses wiederum leicht ein überzähliges Elektron ab, so stellt sich der Stoff, in dem sich diese Vorgänge abspielen, als ein „guter“ Leiter dar. Der Leiter hat einen geringen Widerstand. Umgekehrt besitzen Stoffe, die den Strom nur „schlecht“ leiten, einen großen Widerstand (Strombremse).

### Elektrische Leiter

(„gute“ Leiter, mit verhältnismäßig kleinem Widerstand)

#### 1. Klasse

Alle Stoffe, die bei Stromdurchgang nicht verändert werden, in erster Linie alle Metalle (Silber, Kupfer, Aluminium, Eisen usw.) ferner Kohle.

#### 2. Klasse

Flüssigkeiten, z. B. Leitungswasser, Säuren, Salzlösungen (Elektrolyte). Unter besonderen Bedingungen auch verdünnte Gase.

### Elektrische Halbleiter

(mit mittlerem bzw. veränderlichem Widerstand)

Stoffe mit wechselndem Feuchtigkeitsgehalt, z. B. Holz, Erde, Papier, Leder in feuchtem Zustand; ferner alle verdünnten Gase.

(In der Praxis wird der Begriff Halbleiter außerdem noch für bestimmte keramische Materialien benutzt, die eine Stromleitung erst bei größeren angelegten Spannungen zulassen, also eine Ventilwirkung besitzen.)

### Elektrische Nichtleiter

(„schlechte Leiter“, mit sehr hohem Widerstand — Isolierstoffe)

#### a) Feste Isolierstoffe:

Porzellan, Steatit, Mikanit, Leinen, Seide, Papier, Calit, Calan, Frequenta, Freqentit, Kondensa, ferner Glimmer, Quarz, Glas, Gummi, Hartgummi, Kautschuk, Guttapercha, Preßspan, Vulkanfaser, Marmor, Schiefer, Hartpapier, Ölpapier, Ölleinen, Ölseide, Asbest, Isolierband.

#### b) Harze und Vergußmassen:

Naturharze, Schellack, Kollophonium; Kunstharze wie Bakelite, Asphalte, Kabelvergußmasse, Paraffin.

(Fortsetzung folgt)

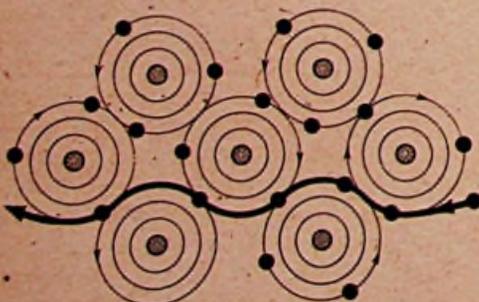


Abb. 16

Darstellung der Elektronenbewegung in Aluminium

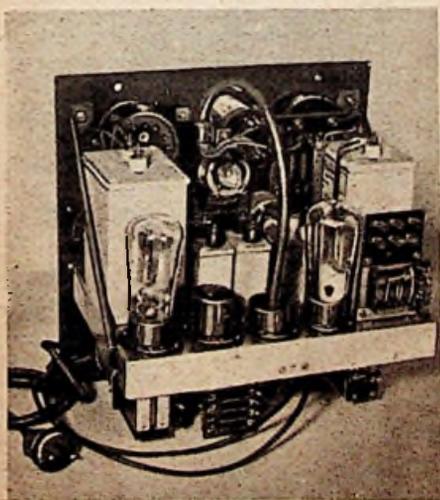
## Meßgerät für Elkos als Gesellenstück

Die in Heft 2/47 der FUNK-TECHNIK beschriebene „Meßeinrichtung zur Prüfung von Elektrolytkondensatoren“ hat derartige Anklang gefunden und sich in der Praxis als so unentbehrlicher Helfer bewährt, daß sie auf Veranlassung eines begeisterten Lesers als Gesellenstück von einem Rundfunkmechanikerlehrling gebaut wurde. Wir bringen nachstehend drei Fotos dieses Gerätes, zu dem uns noch geschrieben wird:

Der Mangel an Elektrolytkondensatoren zwingt zur Verwendung von teilweise recht zweifelhaften Exemplaren, selbst die Neuherstellungen erfüllen vielfach nicht die aufgedruckten Werte, so daß bisher mancher Ausfall auftrat. Mit dem Prüfgerät ist es uns jetzt möglich, jeden Elektrolytkondensator vor dem Einbau schnell und genau zu untersuchen und entsprechend dem Prüfergebnis an geeigneter Stelle einzubauen. Nachstehend einige technische Angaben über das von uns gebaute Gerät:

### Röhrensatz:

- AZ 11 .. Gleichrichter für Anzeigeteil
- EBF 11 .. Verstärkung und anschließende Gleichrichtung der Brücken-Wechselspannung
- EM 11 .. Nullindikator
- AZ 11 .. Gleichrichter für Polarisationsspannung (max. ca. 600 V)



Kapazitätsbereich:  
Drei Bereiche: 10  $\mu$ F, 100  $\mu$ F, 200  $\mu$ F  
Polarisationsspannung: Drei Meßbereiche: 30 V, 300 V, 600 V

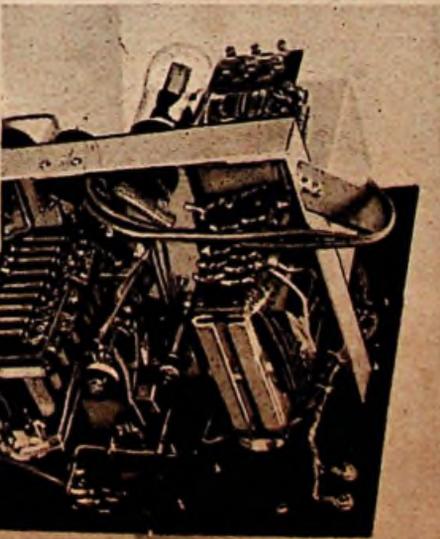
Reststrommessung: Drei Bereiche: 2 mA, 10 mA, 100 mA.



Aufnahmen Louis Rose, Luckenwalde

Der zu prüfende Elektrolytkondensator wird, gegen Berührung geschützt, während der Messung in den Schubkasten unterhalb der Meßeinrichtung gelegt. Beim Herausziehen des Kastens schaltet sich die Prüfspannung selbsttätig von dem Kondensator ab, und es erfolgt Entladung über einen Widerstand.

Elektrolytkondensatoren sind in dem Gerät wegen Unzuverlässigkeit an keiner Stelle verwendet worden. Alle Teile sind stark überdimensioniert, wie aus den Abbildungen ersichtlich ist, z. B. Kondensatoren mit 850 und 1000 V Betriebsspannung, Potentiometer 35 Watt, Fabrikat Rosenthal.



## MAGNETISCHE VERSTÄRKER

(Fortsetzung von Seite 537)

Schalt- und Regelgeräte sind neben der Meßgerätverstärkung überhaupt wohl das aussichtsreichste Anwendungsgebiet für magnetische Verstärker. Diese vermögen hier in vielen Fällen Röhrenverstärker zu ersetzen und erweisen sich nicht selten sogar als überlegen. Da, wo Geräte Stößen, hohen Beschleunigungen usw. ausgesetzt sind, ist ihre Robustheit, die sich aus dem Fehlen beweglicher Teile und empfindlicher Elektronenröhren herleitet, meist von entscheidendem Wert.

Eine bemerkenswerte Anwendungsmöglichkeit ist der Einbau magnetischer Verstärker in unterirdische und Unterwasserkabel, beispielsweise für Telegrafbetrieb. Da die Verstärker keinerlei Pflege bedürfen und eine unbegrenzte Lebensdauer haben, dürfen sie bedenkenlich auch an solchen unzugänglichen Stellen eingesetzt werden.

Bei Verstärkern, die mit Instrumenten, Reglern und Schaltern zusammenarbeiten, wird im Ausgangskreis gewöhnlich Wechselstrom niedriger Frequenz aus dem Netz oder einer sonstigen einfachen Wechselstromquelle verwendet. Hierbei zeigt sich ein grundlegender Mangel der Einrichtung, nämlich verhältnismäßig langsames Ansprechen auf Steuerimpulse. Selbsterregte Schaltanordnungen sind in dieser Beziehung besser. Mit höheren Frequenzen des Speisewechselstromes wird die Ansprechzeit kleiner und spielt bei einigen tausend Kilohertz keine Rolle mehr. Das neue Verstärkungsprinzip wurde im übrigen auch bereits für die Hochfrequenzmodulation versucht.

Die Entwicklung des magnetischen Verstärkers bis zu seiner heute vorliegenden Leistungsfähigkeit wäre kaum möglich gewesen, wenn nicht gleichzeitig die dazugehörigen Trockengleichrichter für große Leistungen hätten geschaffen werden können. Einheiten mit Eingangsgleichrichtern für den Steuerstrom sind heute unter der Bezeichnung „Transduktor“ bekannt.

Von wesentlichem Einfluß auf die Entwicklung war aber vor allem die Verbesserung der Magnetwerkstoffe. Die bevorstehende praktische Einführung der Legierung Permanorm 5000-Z (50 % Ni, 50 % Fe), eines Erzeugnisses der deutschen Industrie, dessen Herstellungsgeheimnis neuerdings in den USA gelüftet werden konnte, dürfte eine weitere Verbesserung mit sich bringen. Amerikanischen Berichten zufolge erreicht dieser neue Werkstoff bei einer bestimmten

Vorbehandlung eine so hohe Permeabilität (bei so gut wie rechteckiger Hysteresschleife), daß die bisher von magnetischen Verstärkern erzielten Verstärkungsfaktoren verdoppelt werden können.

Es steht zu erwarten, daß das Prinzip der magnetischen Verstärkung in Zukunft mancherlei Verwendungsmöglichkeiten eröffnen kann, an die heute noch nicht gedacht wird. Der heute erreichte Entwicklungsstand dürfte etwa dem der Elektronenröhre vor 30 Jahren zu vergleichen sein und wird wahrscheinlich noch weit überboten werden.

Die deutsche Industrie hat an der Einführung des magnetischen Verstärkers in die Regeltechnik und an seiner Entwicklung überhaupt maßgebenden Anteil. Nachrichten über ihre Erzeugnisse, die zum großen Teil militärischen Zwecken dienten, gelangten erstmalig während des zweiten Weltkrieges nach den USA. In der Folgezeit wurde dort, auf den deutschen Arbeiten und Erfahrungen aufbauend, die Weiterentwicklung des magnetischen Verstärkungsverfahrens ebenso wie die Verbesserung magnetischer Werkstoffe erfolgreich in Angriff genommen.

W. R. S.

## Planungen der Radioindustrie im Westen

(Fortsetzung von Seite 579)

Möglicherweise wird man schon in dieser Klasse gelegentlich das variable Bandfilter gebrauchen, das für die „schmelgsame Trennschärfe“ so sehr wichtig ist. Denn die Wellenverhältnisse in Europa werden sich trotz der Ergebnisse der Kopenhagener Konferenz nicht so schnell ändern. Daher ist die Trennschärfe das elektrische Kriterium dieses Apparatyps. Man wird in dieser Hinsicht erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Herstellern erwarten dürfen. Klanglich dagegen wird bei einem Sechskreissuper kaum noch ein Wunsch offen bleiben. Ja, man wird erst bei diesem Typ überzeugend feststellen können, was auf der Lautsprecherseite in den letzten zehn Jahren geleistet wurde. Die Lösung der Probleme der Anpassung der Endstufe und des Lautsprechers selbst ist das wichtigste Ergebnis der Forschungsarbeit in der Nachkriegszeit. Das moderne Stilgefühl muß beim neuen Sechskreissuper voll zur Auswirkung kommen, weil hier das Aussehen für die Konkurrenzfähigkeit ganz besonders wichtig ist — Oberflächenbearbeitung, Proportionen, Form und Farbe des Gehäuses sowie Eingliederung der Skala und der Bedienungsknöpfe in das Gesicht des Empfängers werden der entscheidendste Schritt in Neuland auf diesem Gebiet sein.

Der neue Großsuper. Es gab und gibt auf unserem Inlandsmarkt immer Käufer, die der Ansicht sind, daß man mit dem teuersten Gerät grundsätzlich am besten bedient sei — und darum lieber mit Teilzahlungen den hochwertigsten Super wählen als einen billigeren, den man bar bezahlen kann. Darum brauchen wir nicht so sehr aus technischen, wie aus marktpolitischen Gründen über den Sechskreissuper hinaus noch ein Gerät, dessen Verkaufspreis in der Gegend von 700,— DM liegt, ja auch höher sein kann. Solche Apparate findet man gegenwärtig praktisch überhaupt nicht in den Läden, wenn es sich nicht um Fertigungen aus der Vorkriegszeit handelt — oder gelegentliche Ausnahmen wie z. B. den großen Schaub. Daher gibt es für den neuen Großsuper praktisch kein Vorbild. Er wird nämlich nur in den seltensten Fällen — wie etwa der Großsuper von 1939 — eine rauscharme HF-Vorstufe und mehrfache Kurzwellenbandspreizung haben. Das sind Wünsche, die man fürs nächste Jahr noch aus Röhrengründen zurückstellen muß. Wenn man sich auch in den Laboratorien heute schon Gedanken macht, wie ein solches Gerät später aussehen soll, so kommt es doch für das Jahr 1949 noch nicht in Frage. Daher wird der „neue Großsuper“ grundsätzlich ein Sechskreissuper sein, aber mit allen Finessen, die man bei einem solchen Gerät überhaupt nur anbringen kann. Hier ist das variable Bandfilter in der ZF-Stufe schon selbstverständlich. Hier wird man auch von dem Klangregister Gebrauch machen und gelegentlich sogar zwei Lautsprecher, wenn nicht gar einen koaxialen Typ bringen. Alles was an klanglichen Feinheiten möglich ist, wird das Gerät enthalten. Wahrscheinlich wird man auch der Durchblüfung des NF-Teils für elektrische Schallplattenwiedergabe besondere Aufmerksamkeit widmen und diesbezügliche Korrekturen bei den Bässen anwenden. Die äußere Ausstattung betont den repräsentativen Charakter der Klasse. Man wird jedoch nicht mehr wie 1939 hauptsächlich durch Gewicht und Volumen, sondern durch künstlerische Formgebung und bessere Oberflächenbearbeitung des Materials die Wirkung zu steigern versuchen. Dies bezieht sich auch auf die Skala, den Bedienungskomfort und andere Fragen, die bei einem Großgerät von viel größerer Bedeutung sind als bei mittleren und kleinen Typen.

**Zusammenfassung:** Die Vielgestaltigkeit und Unterschiedlichkeit der Empfängermodelle, die man heute in den Schaufenstern der Läden des Westens sieht, gibt keineswegs ein Bild der Produktionslage. Sie ist vielmehr ein Übergang, der weder über die zukünftige Preisgestaltung noch die Klassifizierung der zukünftigen Produktion etwas aus-

sagen kann. Dagegen sind in den Fabriken die Grundlagen für die Modelle von 1949 bereits durchgearbeitet. Man versucht, die Preisgestaltung trotz aller Schwierigkeiten der erhöhten Rohstoff- und Halbfabrikatpreise etwa dem Weltmarktstandard anzugleichen, als dessen Durchschnitt man bei technischen Geräten den doppelten Friedenspreis annehmen kann. Dieses Bestreben aber erzwingt ganz neue Apparatklassen, wobei besonders in den unteren Preisstufen erhebliche Vereinfachungen der elektrischen Konstruktion unvermeidlich sind. Aber sie wirken sich nicht wie die sogenannten „kriegsbedingten Fertigungen“ in einer Qualitätsminderung aus, da sich alle Hersteller darüber klar sind, daß in dieser Hinsicht unbedingt der Friedensstandard erreicht werden muß. Hinsichtlich Klang und äußerem Ansehen ist es sogar notwendig, erheblich über diesen hinauszugehen. Daher wird bei den kommenden Modellen nicht mehr der elektrische Aufbau in der Hauptsache die Apparatklasse bestimmen, sondern das äußere Aussehen und der Klang. Präzisionsaufbau und mechanische Höchstqualität sind die selbstverständlichen Voraussetzungen der neuen Fabrikation. Da aber die Preise äußerst beschränkt sind, wird man vielfach nicht alle technischen Fortschritte bereits verwirklichen können, die inzwischen erreicht worden sind. Wenn auch nicht im äußeren, so werden die Geräte von 1949 doch im elektrischen Aufbau jene bescheidene Linie widerspiegeln, auf die der Lebensstandard unseres Volkes abgesunken ist.



## BRIEFKASTEN

Die Beantwortung von Anfragen erfolgt kostenlos und schriftlich, sofern ein frankierter Umschlag beigelegt ist. Auskünfte von allgemeinem Interesse werden an dieser Stelle veröffentlicht. Wir bitten, Einsendungen für den FT-Briefkasten möglichst kurz zu fassen.

### Das neue Telefunken-Werkstattbuch

Auf zahlreiche Anfragen nach dem Telefunken-Werkstattbuch, das im Juli d. J. neu erschienen ist, teilen wir mit, daß dieses Handbuch zur Zeit bei der Telefunken GmbH., Zentrale West, Stuttgart-O, Gänsfelder Str. 71, für DM 20,— bezogen werden kann. Es bringt in der von den früheren Werkstattbüchern her bekannten übersichtlichen Darstellung die Schaltbilder aller Telefunkengeräte, angefangen vom Veteranen T 3 (Arcolette) bis zum neuesten Exportgerät T 6546 GWK einschließlich der zugehörigen Ersatzteillisten und Abgleich-Anweisungen. Von großem Wert ist eine beigelegte eingehende Reparaturanleitung für Telefunken-Empfänger mit einer tabellarischen Fehlerübersicht. Außerdem findet der Rundfunkmechaniker eine ausführliche Röhrenbestückungsliste. Der Umfang beträgt 324 Seiten im Format DIN A 4. Vielen Instandsetzern, denen die einzelnen Hefte der Telefunken-Werkstattbücher fehlen, wird die neue Ausgabe die Arbeit sehr erleichtern, um so mehr, als heute immer noch eine große Zahl alter Geräte zur Überarbeitung abgegeben werden, die besonders den jüngeren Fachkräften unbekannt sind.

**Dielektrische Antennen**

Führt man einen etwa einen Meter langen Stab aus Isoliermaterial, z. B. Hartgummi oder Calit, in eine Ringspule ein, die mit der Antennenbuchse eines Rundfunkempfängers verbunden ist (Abb. 1), so wirkt dieser Stab wie eine Antenne. Die auf den Stab treffende elektromagnetische Strahlung ruft in diesem einen dielektrischen Verschiebungsstrom im Takte der Hochfrequenz hervor, der eine entsprechende Spannung in der den Stab umschließenden Spule induziert. Die Wirkungsweise dieser dielektrischen Stabantenne ist also ganz analog zu der einer metallischen Stabantenne, nur daß es bei der letzteren der Leitungsstrom ist, der in der umschließenden Spule die Hochfrequenzspannung erzeugt. Der dielektrische Verschiebungsstrom hängt außer von den geometrischen Abmessungen des Stabes von der Dielektrizitätskonstanten des dielektrischen Materials ab; je größer diese Konstante ist, um so höhere Werte nimmt bei gleichbleibendem auftretendem elektromagnetischem Feld der Verschie-

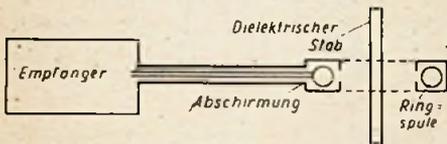


Abb. 1

bungsstrom an. Mit Wasser gefüllte Isolierstoffrohre haben eine besonders gute Antennenwirkung, da Wasser eine sehr große Dielektrizitätskonstante hat.

Die Antennenwirkung von dielektrischen Stäben kann man sich auch durch den folgenden Versuch veranschaulichen (Abb. 2): man

bringt den Empfänger in einem Abschirmgehäuse unter, dessen Oberseite eine Öffnung von einigen Zentimetern Durchmesser hat. Wenige Zentimeter unterhalb dieser Öffnung wird eine Messingplatte angebracht, die mit der Antennenbuchse des Empfängers verbunden ist. Bei richtiger Abschirmung ist kein Empfang möglich. Stellt man aber jetzt einen aus dem Abschirmgehäuse herausragenden Stab aus Isoliermaterial oder auch eine mit Wasser, Alkohol, Öl oder dgl. gefüllte Glasflasche auf die Messingplatte, so kann man lautstarken Empfang beobachten.

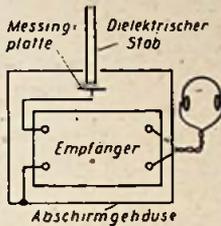


Abb. 2

Empfänger verbundene Messingplatte genau so, als ob sie die obere Belegung eines Kondensators darstellt, dessen untere Belegung durch die Messingplatte gebildet wird.

Der durch die auf den Stab auftreffende Hochfrequenzstrahlung in dem Stab erzeugte Verschiebungsstrom ist gleich der durch den Stabquerschnitt bewegten Gesamtladungsmenge und unabhängig von der Stablänge, sofern diese nur groß gegenüber dem Stabquerschnitt ist. Man kann also die Antennenwirkung eines dielektrischen Stabes nicht beliebig durch Verlängerung des Stabes verbessern.

Der geschilderte Versuch mag auch als Warnung dienen, daß die Abschirmung von Empfängern und Oszillatoren durch isolierte Bedienungsgriffe, die durch das Abschirmgehäuse herausgeführt sind, verschlechtert werden kann, da die außerhalb des Ab-

schirmgehäuses liegenden Teile der Isoliergriffe als Empfangs- oder Sendeantenne wirken können. In den Fällen, wo eine sehr sorgfältige Abschirmung gewünscht wird, muß man die Dimensionen der aus dem Abschirmgehäuse herausragenden Bedienungsgriffe möglichst klein und deren Dielektrizitätskonstante möglichst niedrig halten.  
(Wireless Engineer, August 1948.)

**Radlowellen messen hohe Flugzeuggeschwindigkeiten**

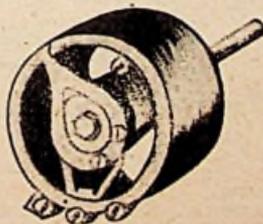
Die Messung der Flugzeuggeschwindigkeiten ist mit dem ständigen Steigen der Werte immer schwieriger geworden. Offiziell anerkannt werden gegenwärtig nur Rekorde, die mit Filmapparaturen auf einer abgemessenen Strecke ermittelt worden sind. Das setzt jedoch voraus, daß die Flugzeuge verhältnismäßig niedrig fliegen, eine Bedingung, deren Erfüllung nicht gerade ungefährlich ist. Man baut für solche Messungen zwei Kameras ein, die 500 Aufnahmen in der Sekunde machen können und hält auf dem Film gleichzeitig die Schwingungen einer kalibrierten Stimmgabel als Zeitmarke fest. Das neue Verfahren beruht auf dem 1842 von Johann Christian Doppler in Wien entdeckten Doppler-Effekt, der zunächst für Schallwellen definiert war. Sein Wesen besteht darin, daß sich die Frequenz einer sich nähernden Schallquelle scheinbar erhöht, die Frequenz einer sich entfernenden Schallquelle scheinbar verringert. Man kann das selbst beobachten, wenn man etwa an einem Bahnübergang den Pfiff einer Lokomotive verfolgt. Der gleiche Effekt gilt nun aber auch für Schwingungen jeder Frequenz, also auch für Radlowellen. Das neue Verfahren arbeitet mit Wellen von 229 MHz, erfordert nur eine einzige Bodenstation sowie im Flugzeug eine kleine Apparatur, läßt sich in jeder Flughöhe anwenden und ist — ein ganz besonderer Vorteil — um so genauer, je höher die Fluggeschwindigkeit. Die Bodenstation sendet die Radlowellen zum Flugzeug, wo sie verdoppelt und zur Bodenstation zurückgestrahlt werden. Hier werden von einem



**ROSENTHAL-ISOLATOREN**

G. M. B. H.

WIDERSTANDSFABRIK (30) SELB (OBERFR.)



**Potentiometer**

(drahtgewickelte Drehwiderstände)

10 Watt — 250 Watt

kurzfristig lieferbar in bekannt hochwertiger Ausführung

- Glasierte Widerstände
- Zementierte Widerstände
- Lackierte Widerstände
- Schicht- (Radio-) Widerstände
- Spezialausführungen aller Art

1928 — 1948



20 Jahre

Qualitäts-Lautsprecher

15 bis 25 Watt Leistung

Oszillografen gleichzeitig die in der Bodenstation selbst verdoppelte Frequenz und die im Flugzeug verdoppelte Frequenz aufgezeichnet und automatisch miteinander verglichen. Daraus ergibt sich mit einer Genauigkeit von 1/10 % die Geschwindigkeit des Flugzeugs. Sie beträgt also bei 1200 km/h 1,2 km. Man kann auch die Geschwindigkeit fortlaufend aufzeichnen. Das Verfahren wurde von der Boeing Airplane Company in Seattle (Washington) ausgearbeitet. Die gesamte Apparatur ist in einem Lastwagen eingebaut. (Nach „Neue Zürcher Zeitung“ Nr. 178 vom 30. Juni 1948.)

### Der „Magslip“

Der „Magslip“ ist nach seinem Aussehen und seinem Aufbau einem Kleinstmotor recht ähnlich und dient zur Fernanzeige und Fernsteuerung von elektrischen Geräten und Maschinen. Die Anzeige bzw. Steuerung erfolgt durch synchrone Bewegung der Rotoren von zwei „Magslips“, von denen der eine, der Sender, an der anzudeutenden Maschine, der andere, der Empfänger, an der Stelle, wo die Anzeige stattfinden soll, angebracht ist. Im Falle der Fernsteuerung sind natürlich die Orte für Sender und Empfänger miteinander vertauscht.

Der Stator des „Magslip“ besteht aus einem geschichteten Ring mit drei um je 120° gegeneinander versetzten Wicklungen; der Rotor wird von einer Wechselstromquelle gespeist. Die Statorwicklungen der beiden „Magslips“ werden „Phase für Phase“ miteinander verbunden. In der Statorwicklung des Senders wird von dem Rotor eine Spannung induziert, deren Größe von der Stellung des Rotors abhängig ist und die einen Strom durch die Statorwicklung des Empfängers verursacht.

Durch die Überlagerung der von dem Statorstrom und dem Rotorstrom in dem Empfänger erzeugten Felder entsteht ein Drehmoment, das den Empfängerrotor in die gleiche Stellung zum Stator bringt, wie sie der Senderrotor einnimmt. Die Drehung erfolgt mit einer solchen Genauigkeit, daß die Stellung der beiden Rotoren stets innerhalb von 1° übereinstimmt.

### Neue Batterien

Geraume Zeit schien die Entwicklung elektrischer Batterien zum Stillstand gekommen zu sein. Alle Bemühungen, die Leistung bei gleichzeitiger Gewichtsabnahme zu erhöhen, brachten kaum Fortschritte. Nun ist jedoch der tote Punkt anscheinend überwunden.

Nachdem erst kürzlich über neue Trockenbatterien mit Zink und Quecksilberoxyd als Elektroden berichtet wurde, erfahren wir von weiteren Neuentwicklungen in USA\*. Chemisch sehr reines Magnesium dient als negative Elektrode, während die positive Elektrode durch eine Silberfolie dargestellt wird, auf die zur Depolarisation eine Paste aus Silberchlorid aufgebracht ist. Als Elektrolyt wird reines Wasser verwendet. Eine aus zwei Zellen bestehende Batterie von zusammen rd. 1/2 Pfund Gewicht liefert 6 min lang einen Strom von 53,5 A bei 2,8 V. Eine Gegenüberstellung der Leistungen verschiedener Batterietypen mag die Überlegenheit der Neuentwicklung veranschaulichen: Je Pfund Gewicht leistet ein Kohle-Zink-Element 1,55 Ah; ein Bleisammler 5,6 Ah; ein Nickel-Eisen-Sammler 9,6 Ah und die neue Magnesium-Silberchloridzelle 12,9 Ah. Die Spannung beträgt 1,55 V je Zelle und ist, ähnlich wie beim Bleisammler, bis kurz vor der Erschöpfung konstant. (\*Wireless World, Mai 1948)

# FT NACHRICHTEN

### Einzahlung des Abonnementsgeldes

Im Hinblick auf den akuten Geldmangel, der in den ersten Wochen nach der Währungsreform eintrat, wurde das Abonnementsgeld für die FUNK-TECHNIK monatlich kassiert. Unsere Abonnenten haben dieses sehr begrüßt, da es damals nicht immer möglich war, den Betrag für drei Monate gleich auf einmal zu bezahlen.

Erfreulicherweise haben sich die Verhältnisse aber inzwischen soweit konsolidiert, daß wir dem Wunsch einer großen Anzahl unserer Abonnenten entsprechend dazu übergehen können, das Abonnementsgeld jetzt wieder vierteljährlich einziehen zu lassen. Damit werden auch diejenigen Lieferungsunterbrechungen aufhören, die dadurch entstanden, daß die Postbezugsquittung durch den Postzusteller nicht immer jeden Monat vorgelegt wurde.

Wir bitten unsere Abonnenten, sich darauf einzurichten, daß das Inkasso des Bezugs geldes für das 1. Quartal 1949 in Höhe von 12,54 DM (6 Hefte) ab 10. Dezember d. J. vorgenommen wird. Die pünktliche Bezahlung der Abonnementsgebühren sichert die regelmäßige Lieferung der FUNK-TECHNIK für das kommende Vierteljahr.

Zeichnungen nach Angaben der Verfasser vom FT-Labor: Hermann 22, Römhild 20, Trester 11.

FUNK-TECHNIK erscheint mit Genehmigung der französischen Militärregierung. Monatlich 2 Hefte. Verlag: Wedding-Verlag G. m. b. H., Berlin N 65, Müllerstr. 1a. Redaktion Berlin-Borsigwalde, Eichborndamm. Tel.: 49 66 89. Chefredakteur: Curt Rintz. Bezugspreis monatlich DM 4,-. Bei Postbezug DM 4,10 (einschließlich 9 Pf. Postgebühren) zuzüglich 8 Pf. Bestellgeld. Die Abonnementsgebühren werden innerhalb Groß-Berlins durch Filialboten monatlich kassiert. Bestellungen beim Verlag und den Postämtern aller Zonen. Der Nachdruck einzelner Beiträge ist nur mit Genehmigung des Verlages gestattet. Druck: Druckhaus Tempelhof.

## Ein schönes Geschenk für den Elektro- und Radiotechniker

Wir liefern im Dezember die im Jahre 1948 erschienenen

### 24 Hefte der FUNK-TECHNIK als Sammelband

aus. Da die Auflage beschränkt ist, erfolgt die Lieferung an Leser der FUNK-TECHNIK bevorzugt. Aufträge werden in der Reihenfolge des Einganges erledigt. Preis des geschmackvollen Halbleinenbandes mit ausführlichem Inhaltsverzeichnis einschließlich Verpackungs- und Versandkosten 50 DM.

FUNK-TECHNIK

### BESTELLSCHEIN

Vertriebsabteilung der FUNK-TECHNIK  
Berlin-Borsigwalde

Ich/Wir bestelle ...

.... Exempl. FUNK-TECHNIK SAMMELBAND 1948

zum Preis von 50 DM einschließlich Verpackungs- und Versandkosten

Name: .....

Genaue Anschrift: .....

### FARVIMETER

Universalmeßgerät: Meßsender mit 4 Bereichen, Ton-generator, Röhrenvoltmeter, Kapazitäts-, Induktivitäts- und Widerstandsmeßgerät

### FARVIPRÜFER

Modernes Röhrenprüfgerät mit automatischer Einstellung durch neues Kontaktplattensystem. Auch für Spezialmessungen



FERNSEH G.M.B.H.  
TAUFKIRCHEN / VILS, OBB.

### FARVIGRAPH

Zweistrahloszillograph mit 2-fach-Breitbandverstärker (5 Hz — 3 MHz) und Wobbler

### Z. & Co.-Groß-Sicht-Skala „TRUXA“

für Super. Mit Ritscher-Drehko u. Götler-Spulensatz geeicht. Störfreie Halterungen u. einfache Montage des Drehko erleichtern und verbilligen den Gesamtaufb.

Kurzw.: Grün in Mel., Mittelw.: Schwarz 83 Stat., Langw.: Rot 12 Stat., Scheib.: 250x95mm, Skala: 225 x 87 mm Ausschn. Gesamtgewicht ca. 650 g



RADIOTECHNISCHE WERKSTÄTTEN

**ZIEBARTH & CO.** Inhaber: Konstr. M. Ziebarth  
Berlin-Neukölln, Sanderstraße 22, Fernruf: 66 44 45

Als Restposten gegen Gebot sofort ab Lager lieferbar:

26 Telefunken Röhren EB 11  
200 Telefunken Oszillographen-Röhren LB 1  
100 Telefunken Oszillographen-Röhren LB 2  
200 Siemens-Telegraphenrelais Tris 54a nach TBv 4/722

Außerdem bieten wir aus unserem Lieferprogramm zu günstigen Preisen an:

1. Radio-, Verstärker- und Beleuchtungszubehör
2. Telefonapparate nebst Zubehör
3. Geräte und Zubehör für Alarmanlagen
4. Ladegleichrichter
5. Elektrische Bauelemente und Einzelteile

Fordern Sie unverbindlichen Vertreterbesuch!

**KOSTKA & VOFFREY G.M.B.H.**

Fabrikation und Vertrieb elektromech. Erzeugnisse

BERLIN - WILMERSDORF · KAISERALLEE 186/187 · TELEFON: 87 25 61  
AB 1. JANUAR 1949: BERLIN W 35, SCHÖNEBERGER UFER 65

**Der Funkberater**

Verkauf und Ankauf von Rundfunkgeräten, Schallplatten, Tonmöbeln, Rundfunk-Reparaturwerkstatt mit modernen Meßeinrichtungen

**MAX HERRMANN**

RUNDFUNKMECHANIKERMEISTER

Spezial-Reparaturabteilung für Lautsprecher aller Typen - Kino-Verstärker u. Lautsprecher, Kondensator-Mikrophone

Der Fachmann für Elektro-Akustik

BERLIN N 58, CANTIANSTR. 21, TEL. 42 63 89  
Nähe S- und U-Bahn Schönhauser Allee

**TRV 2** Tonfrequenz-Röhrevollmeter für Labor, Fertigung u. Reparaturolektroakustischer Anlagen

**EPG 2** Der Empfänger-Prüfgenerator für die Werkstatt

**DKM 1** Direkt anzeigendes Kapazitäts-Meßgerät für Fertigung und Labor

Verlangen Sie unser unverbindliches Angebot

Wolfgang Assmann G.m.b.H., Bad Homburg v.d. Höhe, Industriestr. 3

**DX SPULEN UND SCHALTER**

FÜR DIE RUNDFUNKTECHNIK

Einkreis-Zweikreis-Spulenansätze mit dazu passendem Wellenschalter, Sonderausführungen u. Musterbau-Liste Nr. 8 bitte anfordern

Fabrik für Hochfrequenzbauteile  
Ing. Heinz Käramerer  
Berlin - Neukölln, Karl-Marx-Straße 176 · Ruf: 62 37 97

**WOBLA - Kombinations-Schraubenzieher**



Das Werkzeug für den Elektro-Fachmann!

**ELEKTRO-GERÄTE-BLAUERT**

HALLE/SAALE | GÖTTINGEN  
Hallenring 1-2 | Galsmar-Landstr. 59

Verkauf nur durch den Fachhandel / Schutzrechte hinterlegt!

**OTTO DRENKELFORT**

Industriervertretung · Elektro-Radio-Großhandel  
Technischer Kundendienst u. Wartung v. elektro-medizin. Geräten · Zweigniederlassungen in Husum und Leipzig



Generalvertreter für Feinwerk G.m.b.H., Berlin-Steglitz  
Kino Service K.-G. K.H.v. Risseimann & Co.

Verwaltung: Berlin-Charlottenburg 2 · Schliüterstraße 12 · Tel.: 32 22 16  
Stadtverkauf: Berlin-Charlottenburg 2 · Bismarckstraße 7 · Tel.: 32 46 24

1907 SEIT 40 JAHREN 1947

**ELTAX ELEKTRO**

KRAUSHAAR & CO.

JETZT: Berlin-Zehlendorf, Klopstockstraße 19, S-Bahn Zehlendorf West  
U-Bahn Krumme Lanke · Ruf: 84 59 72 · FRÜHER: Berlin SW 68, Ritterstr. 90

Elektro- und Rundfunk-Artikel · Reparaturwerkstatt  
Ankauf auch größerer Posten · Verkauf · Röhren-Tausch

**Ontra - Prüfgeräte**

Präzisions-Röhrenmeßgeräte und Prüfgeneratoren für Industrie und Handwerk lieferbar

**ONTRA-WERKSTÄTTEN**

TECHNISCHES BÜRO: BERLIN SO 36, KOTTBUSSE UFER 41

Der unentbehrlichste Helfer im gesamten Gebiete der HF- und NF-Technik ist der neuartige, hochempfindliche und zuverlässige

**Audion - Resonanzfrequenzmesser RFM 100**

7 direkt geeichte Frequenzbereiche von 33 kHz ... 100 MHz. Eingebautes, kompens. Audion-Röhrevollmeter. Formschönes u. handl. Ganzmetallgehäuse, 180 x 125 x 80 mm. Preis DM 185,- ohne Röhre (EF 12) ab Werk

Anwendungsgebiete: Entwicklung, Bau, Wartung und Reparatur von HF- und NF-Generatoren, Verstärkern und sonstigen Einrichtungen der gesamten Sende-, Empfangs- und Ultraschalltechnik. Bitte Listen anfordern

Heinz Evertz, Plezoelektrische Werkstätte, (13b) Stockdorf bei München, Gautlinger Straße 3



**Über 20000 Bauteile seit 1945 geliefert:**



- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| Einkreiser Kurz, M., Lg. 7.50 | ZF-Saugkreis . . . . . 3,-             |
| Zweikreiser .. .. 18,-        | Ortsender-Sperrkreis .. . . . . . 3,50 |
| 8F-Zweikr. .. .. 12,-         | Flüchlskala .. . . . 14,-              |
| 4-Kr.-Kleinsuper .. 32,-      | Gitterkappen .. . . . 75               |
| 6-Kr.-Super KML .. 45,-       | Drehknöpfe usw. . . . 60               |
| 7-Kr.-Super .. .. 45,-        |  |

Angebot u. Rabatte durch W. Hütter, Nürnberg, Am Maxfeld



**REINFRANK**

Radio- und elektrotechnische Fabrik  
LANDAU/PFALZ · GERBERSTRASSE 4-8

FABRIKATIONSPROGRAMM

EINKREIS-EMPFÄNGER

KLEIN-SUPER

LUXUS-SUPER in Edelholzgehäuse

Spulensätze für Einkreiser  
Super-Spulensätze · Gitterkappen



**Feho - LAUTSPRECHER**

für alle Verwendungszwecke

**Feho - RICHT- UND RUNDSTRAHLER**

für Raum- und Freianlagen

(Lieferungsmöglichkeit z. Z. beschränkt!)

LEIPZIGER LAUTSPRECHER- UND METALLWARENFABRIK

**FISCHER & HARTMANN**

LEIPZIG S 3 · SCHLISSFACH 60

RADIO- und ELEKTRO-GROSSVERTRIEB

**KARL MOROFF** Bln.-Reinickendorf Ost  
Verl. Koloniestr. 7-12

Ruf-Nr.: 49 52 12 - Nach Dienstschluß Ruf-Nr.: 46 30 57  
Drahtanschrift: Radiomoroff, Berlin

1) Anlieferung in Berlin: durch eigene Boten  
2) Lieferung nach auswärts: Post- und Bahnversand  
Geschäftszeit: 8-16 Uhr, sonnabends 8-13 Uhr

Ankauf  
Verkauf

EIN BESUCH LOHNT SICH IMMER -  
BEI DER BEKANNTEN

Radio- u. Elektro-Großhandlung

*Radiozentra*

KURT PIETZSCH

IN LEIPZIG C1, RITTERSTRASSE 7-13, RUF: 36629

Wir reparieren

**Lautsprecher und Tonarme**

aller Fabrikate

auch schwierige Fälle an Rundfunkgeräten



DRESDEN-A 45 - SCHLIESSF. 1  
Ruf: 55721

ANLIEFERUNG: Post Dresden-A 45  
Bahnextreß: Bahnhof Niedersedlitz

**Radio-, Elektro- und Phono-Großhandlung**  
und Generalvertretungen

Reichhaltiges Lager in allen rundfunk- u. elektrotechnischen  
Artikeln. Lagerliste anfordern. Versand nach allen Zonen.

FIRMA PAUL KOLBE

(10a) DRESDEN - A 49, BRENTANOSTRASSE 33, TELEFON 41984

25 Jahre

**KURSE FÜR RUNDFUNKTECHNIK**

(auch Fernkurse) unter Leitung bewährter Fachkräfte

Private Technische Fachschule für das Handwerk  
Bautechnik · Elektrotechnik · Kraftfahrzeugtechnik

BERLIN-WILMERSDORF, Kaiserallee 187 (Volkshaus) · Fernruf: 87 10 18  
Anmeldungen täglich von 8-19 Uhr

**„FEMEG“**

Fabrik elektrischer u. mechanischer Einzelteile u. Geräte  
Günter Pott, Bln.-Friedenau, Rubensstr. 3 u. 3a, Tel. 71 15 54

übernimmt noch Dreh-, Bohr-,  
Stanz- und Montagearbeiten



Großauswahl aller Bastlerteile

Einzelteile zu den Baubeschreibungen  
in der „Funk-Technik“

Fachliteratur · Röhrentausch

Bitte Sonder-Listen anfordern

Versand in alle Zonen

**Metallwarenfabrik**

bisher Drahtwarenfabrikation  
und Punktschweißbetrieb

sucht Neufertigung  
auf rundfunktechnischem Gebiet

Fabrikationsreife Vorschläge erb. unter  
FN 6052 an „Funk-Technik“ Anzeigen-  
verwaltung, (1) Bln. N65, Chausseestr. 72



**Radio-Röhren**

ANKAUF · VERKAUF

M. SCHMIDT, Bln. N 31, Brunnenstr. 137  
Tel.: 46 39 18 · U-Bahn Bernauer Straße

**Radio-Hintze**  
INHABER: ERWIN HINTZE

Die Bastlerquelle des Nordens

BERLIN N 113

Schönhauser Allee 82 - Ecke Wichert-Str.  
am S- und U-Bahnhof · Telefon: 42 88 55

\*

**Widerstände**

zu günstigen Preisen abzugeben:

1/4 Watt in 50, 200, 250, 350, 400,  
500, 600, 1000 Ohm, 1,2, 2,5, 3, 5, 6,  
10, 16, 20, 25, 30, 50, 60, 100 kOhm,  
0,25, 0,3, 0,35, 0,7 MOhm

1/2 Watt in 45, 80, 200, 500, 600,  
1600, Ohm, 5, 6, 10, 100, 130, 200,  
300, 400 kOhm, 1,5, 1,6 MOhm

1 Watt in 20, 190, 200, 2000 Ohm,  
20, 25, 30, 60, 70, 200 kOhm

2 Watt in 0,8, 2,1, 10, 100, 170, 500,  
2000, 2500 Ohm, 5, 10, 12, 18, 20,  
25, 30, 40 kOhm

RADIO-GROSSHANDLUNG



Berlin N 31, Brunnenstraße 67, Ruf: 46 16 14

**LAUTSPRECHER-KLINIK**

für Rundfunk- und Großlautsprecher  
jeder Größe, auch Tonarme, Mem-  
branen, Feldspulen, Ausgangsübertrager  
und alle anderen Schäden werden kurz-  
fristig repariert

KURT TRENTZSCH

Werkstätten für Elektro-Akustik  
DRESDEN A 39, BRÜCKENSTRASSE 7  
Bahnextreß Dresden-Kemnitz

Alleingeführtes Unternehmen, sucht  
Aufträge für

**Kreuzspulenwickelarbeiten**

Angebote u. FL 6050 an „Funk-Technik“  
Anzeigenverwaltung, (1) Berlin N 65,  
Chausseestraße 72

Preiswertes

**BASTLER-GEHÄUSE**

kompl. mit eingebauter Skala u. Chassis.  
Gehäuse ca. 43x24x19,5 cm Eiche o. Nuß-  
baum furniert. Skala für 500 Drehko,  
b.a.w. kurzfr. lieferbar nur an den Fach-  
handel. Musterbest. bzw. Anfragen erb.

FRANZ NEUBAUER

NÜRNBERG · SCHREYERSTRASSE 18

**Bastler-Material**

jeder Art  
für Radio-Geräte u. elektr. Kocher liefert

Berliner Rundfunk-Werkstätten  
Berlin NO 18, Palisadenstraße 16

**„Südost“**

INH. OTTO ENGEL

ELEKTRO- UND RADIO-GROSSHANDEL  
Bln.-Adlershof, Zinsgutstr. 65, Tel. 63 18 23

**Lieferfähig in vielen Artikeln  
der Branche**

Fordern Sie bitte Liefer- und Preisliste

**Edgar Reiljahns**

BERLIN-HALENSE E, KURFÜRSTENDAMM 132 · TEL: 97 87 21

RADIO · ELEKTRO · EINZELTEILE · GROSSHANDEL  
AUTORISIERTE STAHLTON · REPARATURWERKSTATT  
LEITUNG: ING. RAMM

23

**Bestellschein**

VERTRIEBSABTEILUNG DER FUNK-TECHNIK  
BERLIN - BORSIGWALDE

Ich/Wir bestelle \_\_\_\_\_ ab Heft \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Exemplar \_\_\_\_\_ der

**FUNK-TECHNIK**

bis auf weiteres zu den Abonnementsbedingungen

Name: \_\_\_\_\_

Genaue Anschrift: \_\_\_\_\_



**SPULENSÄTZE** mit Wellenschalter  
**SKALEN** mit farb. Glas-(Skalen)scheibe  
**WELLENSCHALTER**

TRUMPF-RADIO, DRESDEN A 16, BLUMENSTRASSE 80

**CHIFFREANZEIGEN**  
 Adressierung wie folgt: Chiffre . . .  
 Funk-Technik, Berlin N 65, Chaussee-  
 straße 72

Zeichenerklärung: (US) = amer. Zone,  
 (Br.) = engl. Zone, (F) = franz. Zone,  
 (SR) = russ. Zone, (B) = Berlin

**Stellenanzeigen**

Ingenieur für die Entwicklung von Eis-  
 und Tonhilmanlagen, mit guten Kennt-  
 nissen auf diesem Gebiet, wird zum bal-  
 digen Eintritt in unser Werk, Ostzone,  
 Mitteldeutschland, gesucht. Bewerbun-  
 gen m. entsprechenden Zeugnissen sind  
 zu richten an Funkwerk Kölleda, VEB.

Suche älteren Monteur und Mechaniker  
 (a. W. Heimarb.) für Elektro-Meß. P.  
 Blech, Berlin NO 55, Södtkestr. 18. Tel.:  
 51 58 16

Rundfunkmechaniker-Meister, Schlesier,  
 firm in Reparatur, Um- und Neubauten,  
 z. Z. in ungekündigter, leitender Stel-  
 lung, sucht passenden Wirkungskreis in  
 den Westzonen. Angebote erbeten unt.  
 (SR) F. J. 6045

**Tausch-Dienst**

Siemens-Meßsender, 1a Taströhrenvolt-  
 meter UTKT, Zierold- oder Siemens-  
 Outputmeter, Barkhausen Elektronen-  
 röhren, Feldkeller Vierpoltheorie. An-  
 gebote, auch Tausch, unter N. H. O. 1033  
 Berliner Werbedienst, Filiale Berlin-Neu-  
 kölln, He. mannstraße 162/63

Biete: 1,5 kg Kupferlackdraht von  
 0,06 mm Ø, 2 Stück P 35. Suche: Seilen,  
 30-70 mA, 250 Volt oder perm. dyn.  
 Lautsprecher, bis 2 Watt, oder sonstig.  
 Angebot: Jakob Kaufmann, Nanzdier-  
 weiler (Pfalz), Post Dietschweiler

Bieten Gleichstrom-Generator für Galv.-  
 Zwecke, 15/50/65 Volt, 225-650 Watt,  
 3000 U/min., Schrauben, M 2,6x10, Dural-  
 nieten, 3x7, Masch.-Schrauben, M 6x20,  
 u. Muttern, Dynamoblechabfälle, 27x370.  
 Suchen: Installationsmaterial, Röhren,  
 Kondensatoren, 4-16 uF, Heizspiralen,  
 125 V, Holzschrauben oder Angebot an  
 (SR) F. F. 6044

Biete: Kupferlackdraht, alle Stärken,  
 Handbohrmaschine mit Ständer, Not-  
 stromaggregat, 220 Volt, 6 Amp., mit ge-  
 pulstem DKW-Motor. Suche: Eikos in  
 allen Werten, oder Mech.-Drehbank od.  
 Wickelmaschine, evtl. Verkauf. (SR)  
 Funk 632

Biete: Röhrenprüfgerät, Fabrikat Bittorf  
 u. Funke, Weida, fabriknue, neuestes  
 Modell, mit 42 Prüfsockeln und Prüf-  
 karten, für alle in- und ausländischen  
 Röhren, inkl. kommerz. Röhren. Suche:  
 Autosuper, mögl. Fabr. Körting. Nur  
 betriebsklares und vollständiges Gerät  
 tauschbar. Ing. Walter Gärtner, (10a)  
 Sebnitz/Sa., Thälmannstraße 8a

Suche: 1 Görler-Spulenatz F 271. Biete  
 A-Röhren oder nach Vereinbarung. (SR)  
 F. H. 6046

Verkaufe oder tausche div. Braun'sche  
 Röhren, DG 9-3, fabriknue, sowie 2 Strahl-  
 röhren, AEG HR 2/100/1,5 A, geg. gängige  
 Radioröhren; weiter ca. 65 kg CuL  
 0,25 und 0,30 gegen CuL 1x5 0,15.  
 Radio-Elektro-Bedarf, G.m.b.H., Bln.-Zeh-  
 dendf., Fischerhüttenstr. 85, Tel. 84 50 65

Suche dringend: Hochwert. Meß-Sender.  
 Biete: Groß-Super, Wechselstrom und  
 Siemens-Kabelsuchgerät, 11 Rel.-Verst.  
 191a. (SR) F. G. 6045

**Kaufgesuche**

All-Trafos und Drosseln jeder Art, auch  
 einzelne Blechpakete, kauft jede Menge  
 64 83 64

Trafo-Wickelmaschine, Hand oder elek-  
 trisch, kauft Nadler & Heller, Berlin-  
 Friedenau, Stierstr. 20, Telefon: 24 26 47

Radio-Geschäft, Reparatur-Werkstatt in  
 den Westzonen zu pachten oder kaufen  
 gesucht für einen Verwandten, Elektro-  
 ingenieur, Radiofachmann aus US-Zone.  
 F. M. 6051

Suche: Braunsche Röhre GO 3-2 zu kaul  
 oder zu tauschen. Behrat, Leipzig N 22,  
 Bothstraße 2

Zum Ausbau meines Betriebes suche  
 tat. Teilhaber m. 20 000-50 000 DM. Nur  
 wirkl. Fachleute für Alarm- u. Signalbau  
 mit nachweisbarem Kapital wollen An-  
 gebote einreichen unter (B) F. D. 6056

**Verkäufe**

Größ. Posten Sicherungen, 10 A, Röhren-  
 sockel für P 2000, P 4000, P 10, P 000 und  
 LD 1, Drahtwiderstände 25 Ohm, 50 Ohm,  
 60 Ohm, 80 Ohm, 100 Ohm, 250 Ohm,  
 300 Ohm, 400 Ohm, 500 Ohm, 600 Ohm und  
 2000 Ohm, äußerst preiswert abzugeben.  
 Angebote unter D. A. D. 924 Berliner  
 Werbedienst, Filiale Berlin N 58, Schön-  
 hauser Allee Ecke Danziger Straße

Verkaufe Röhrenprüfgerät RP 1, Prenß-  
 ler & Bähler, Elektro-Mechanik mit Kar-  
 ten, Manfred Domer, Lübtheen/Meckl.,  
 Paulstraße 11

Multizet zu verkaufen. O T G 1017 Ber-  
 liner Werbedienst, Berlin N 4, Oranien-  
 burger Straße 34

Typenschilder (Abziehbild) für Radio-  
 Rückwände, wie Antenne, Erde usw.,  
 liefert prompt V. KnöB, Frankfurt/M.,  
 Postfach

Zu verkaufen: 500 Stück Selengleich-  
 richter 30 mA, 250 V, 200 Stück Becher-  
 kondensatoren 4 µF, 350/550 V, 200 Stk.  
 Becherkondensatoren 2 µF, 550/1500 V,  
 300 Stück Becherkondensatoren 1 µF,  
 550/1500 V, 200 Katodenstrahlröhren LB 1.  
 Potentiometer: 1 MΩ, 0,5 MΩ, 0,1 MΩ,  
 10 KΩ, 4 x 100 KΩ. Je 300 Röhren CF 3,  
 CF 7, LV 1, CL 4, RV 12 P 2000, mit  
 Sockel. (Br) F. L. 6028

Langwellen-Telegrafie-Empfänger Lo 6  
 L 39, sehr wenig gebraucht, zu günstigen  
 Bedingungen sofort zu verkaufen. West-  
 fälische Verlagsgesellschaft G.m.b.H.,  
 Werl / Kr. Soest (Westfalen)

Schaltzentralen für Alarm- und Feuer-  
 meldeanlagen sowie für sämtl. anderen  
 Schwachstrom-Steuervorgänge, in allen  
 Preislagen kurzfristig lieferbar. Wilde &  
 Gerth, Berlin-Tempelhof, Bostestraße 47.  
 Tel.: 75 32 14 und 75 45 75

Kathodenstrahl-Oszillograph, Philips,  
 Type GM 3152 (Kartograph I), verkauft  
 Nadler und Heller, Berlin-Friedenau,  
 Stierstraße 20

Röhren-Meß- und Laborgerät, Type 03,  
 wieder beschränkt lieferbar. Dr. F. Kohel,  
 Berlin-Tempelhof, Ottokarstr. 5a

**Meine Standard-Typen  
 Hochkonstant-Netzgeräte**

Type N 165 0-160 V, 50 mA DM 285.- netto  
 Type N 415 130-400 V, 120 mA DM 385.- netto  
 Type H 1010 600-1000 V, 100 mA DM 650.- netto  
 15 Watt-Verstärker DM 450.- netto  
 Röhren-Vollmeter DM 250.- netto

liefert:  
**PETER STEINLEIN**  
 Regel-Meß- und Verstärkertechnik  
 Stromversorgungsgeräte  
 DÜSELDORF  
 Erkräther Straße 120 • Telefon: 11781

Sofort ab Lager, solange Vorrat reicht:  
 Ersalröhre für  
**RES 164**

**RV 2 P 800** mit Spoligem Stift-  
 sockel und 2 symmetrisch eingebauten  
 Widerständen von je 5,5 Ohm, netto  
 DM 7,50 pro Stück. Mindestabnahme  
 10 Stück gegen Nachnahme. Bei Ab-  
 nahme von mindestens 50 Stück porto-  
 und verpackungsfrei.

HEINRICH ALLES, Rundfunk-Großhandlung  
 Frankfurt/Main, Elbestr. 10, Tel.: 33506/07

**Gottfried Heidrich**  
 Ingenieur

GROSSHANDEL FÜR  
 RUNDFUNK- UND  
 ELEKTROBEDARF  
 APPARATEBAU

BAMBERG, LICHTENHAIDESTRASSE 3  
 Telefon 510



**HOCHFREQUENZBAUTEILE**  
 SPULEN UND WELLENSCHALTER

**Gerd Siemann**  
 BERLIN - REINICKENDORF OST  
 FLOTTENSTRASSE 28-42

Für den Fachmann liefert:  
**UP-HUS**  
 Stuttgart-Unterföhrkeim 6

Sämtliche Rundfunk-  
 schaltungen in Fabrik-  
 sätzen, Einzelschaltungen  
 od. ganzen Sammlungen.  
 Ferner: Deutsche und  
 amerikanische Röhren-  
 tabellen, Regenerier- u.  
 Superabgleichvorschrif-  
 ten, Röhrenaustauschlexi-  
 kon mit üb. 2500 Röhren-  
 austauschmöglichkeiten.



**Brauchen Sie Federn?**  
 Fragen Sie an: über 500 Sorten am Lager

**A. KARCH, ZEITZ 121**

**SPULENVERSAND**  
 1- und 2-Kreiser, Supersätze  
 Kurz-Mittel-Langwelle, Sperrkreise

**APPARATEBAU G. F. SCHULZE**  
 Berlin-Charlottenburg, Pestalozzi-  
 straße 9. Tel. 32 27 17 • Telegr.-Adr.:  
**MIRASPULE BERLIN** Rückporto  
 erbeten

**FUNKGROSSHANDEL**  
 Michael & Wilker

(19b) DESSAU, ZERBSTER STRASSE 71  
 Lieferung von Rundfunk-Zubehör- und  
 Ersatzteilen an Wiederverkäufer

**GRAVIERUNGEN**  
 von  
 Skalen (außer Rundfunkskalen)  
 Schildern  
 Frontplatten

Einzel- und Massenanfertigung.  
 H. PREUSS, Berlin-Pankow, Weilandstr. 126

**RADIO - MELTERS**  
 SEIT 1928

Radiogeräte, Radiosubehör  
 Bastelmaterial  
 Röhren, Lautsprecher

AN- UND VERKAUF  
 KÖLN-NIPPES, NEUSSER STR. 239

Führende Elektro-  
 und Rundfunk-Großhandlung  
 sucht noch einige gängige Artikel und  
 bietet um Angebote von Herstellerfirmen

„MERI“ Mitteldeutscher Elektro-  
 Rundfunk- und Industriebedarf  
 GERA, GARTENSTRASSE 5

Aus laufender Fertigung  
 Röhren-Repariergeräte  
 Windungsschlupprüfer

Hescho- und Siemens-Sikatrop  
 Kondensatoren div. Werte

Restposten:  
 Spulen, Widerstände, Kondensat. usw.

**WILLY BITTORF, Dipl.-Ing.**  
 DRESDEN - A 36, Rennplatzstraße 39  
 Betrieb: Spenerstraße 38

**VERSTÄRKER**  
 Fabrikat „Mirva“ für Radio, Mikrofon  
 und Lautsprecher, 6 Röhren, Endlei-  
 stung 20 Watt mit dyn. Lautsprecher  
 Anton Münstermann, Leipzig C1, Lagerhofstr. 2

**Fadenkontakte**  
 auf Zug und Druck ansprechend  
 für Alarmanlagen

Casp. Arn. Winkhaus G. m. b. H.  
 Büro Berlin, Berlin-Neukölln, Finow-  
 straße 21. Telefon: 62 16 21



**Werner & Löttiger**  
 PAWERPHON

BERLIN SO 36 ORANIENSTR. 23  
 RUB: 66 83 61 u. 66 60 55 GEGE 1922

**Achtung! Achtung!**

Die bisher nur in der Ostzone lieferbaren  
 25 HERNASCHALTUNGEN UND  
 GRUNDLAGEN DER HF-TECHNIK

1. Band (2. im Druck) jetzt auch in der  
 Trizone durch ING.-BÜRO DARMSTADT,  
 FRANKENSTEINSTRASSE 63, austiefbar

**Wir reparieren**  
 elektr. Meßinstrumente und Be-  
 leuchtungsmesser

VERKAUF ANKAUF  
**Kolbow und Steinberg**  
 Berlin SW 61, Tempelhofer Ufer 11  
 U-Bahnhof Hallesches Tor



**Radio-Röhren**  
 ANKAUF - TAUSCH - VERKAUF  
 Rundfunk-u. Röhren-Vertrieb

**WILLI SEIFERT**  
 Berlin SO 36, Waldemarslr. 5  
 Telefon: 66 40 28

Verlangen Sie Tauschliste!

Regeneration von  
**Elektrolyt-  
 Kondensatoren**

Radiotechnische Werkstatt  
**KURT SCHELLENBERG**  
 LEIPZIG C 1  
 Goldschmidtstraße 22 • Ruf: 6 33 17

**BASTLER!**

Meine Lagerliste C bietet Ihnen  
 große Auswahl an Radio-Ersatz-  
 teilen für Neubau und Reparatur

**RADIO-VERSAND G. MENDE**  
 Berlin W 30, Golzstr. 52 • Tel.: 24 42 46

**Elektr. Meßinstrumente**  
 repariert  
**DENNERLEIN**  
 Erlangen 6 • Schuhstr. 37

# SCHNEIDER-OPEL



bietet an

## RUNDFUNKEINZELTEILE

Spulensätze für Einkreiser, 2-Kreis-Bandfilter nach O. Limann, 2-Kreiser Kurz-Mittel u. Kurz-Mittel-Lang, 4-Kreis-Super mit Bandfilter, 6-Kreis-Super mit Schalter KML, Spulenkoppler KML, Detektor- und Sperrkreisspulen, Kurzwellenspulen, Kurzwellenvorsatzgeräte für VE Dyn. Wechsel- und Allstrom sowie für Geradeausempfänger, Wellenschalter, Kippschalter, Trimmer 15-85 pF, Drehkondensatoren, Quetscher, Widerstände, Kondensatoren, Röhrenfassungen, Wechsel-Gleichrichter 2,4a mit Fassung, Antriebe, Skalen, Selengleichrichter, Lautsprecher

## TONFILM- UND KRAFTVERSTÄRKER

von 10 bis 300 Watt

## MIKROPHONE

für jeden Zweck

## LAUTSPRECHER-KOMBINATION 20 WATT

Hoch - Tieftön

## GROSSLAUTSPRECHER 300 WATT

## ELEKTRO-MOTOREN

4 Watt, 24 Volt; 8 Watt, 24 Volt; 2 kW und 3,5 kW, 220/380 Volt; 50 Watt, 220 Volt, Allstrom

## BAUKASTEN „SCHNOPEL I“

das ideale Weihnachtsgeschenk für große und kleine Kinder, die sich mit den Grundsätzen der Elektrotechnik vertraut machen wollen und sich damit eine eigene Antriebsquelle schaffen können. Der Baukasten enthält unter anderem einen Elektro-Motor von 4,5 Watt, 24 Volt mit Transformator und Selenzelle zum Anschluß an 110/220 Volt Wechselstrom sowie weitere Bauteile

## FEUER- UND GEFAHRENMELDER

ein rechtzeitiger Warner vor Frost- und Feuerschäden

**SCHNEIDER-OPEL**, BERLIN-NIEDERSCHÖNHAUSEN, BISMARCKSTRASSE 44, TELEFON: 482287

**SCHNEIDER-OPEL**, BERLIN-TEMPELHOF, RINGBAHNSTRASSE 98, TELEFON: 752651

**SCHNEIDER-OPEL**, LEIPZIG W 31, EDUARDSTRASSE 12, TELEFON: 41020

VERTRETER: **ERICH SCHOLZE**, DRESDEN-A 36, BORTHENER STRASSE 8b