

1. SEPTEMBERHEFT

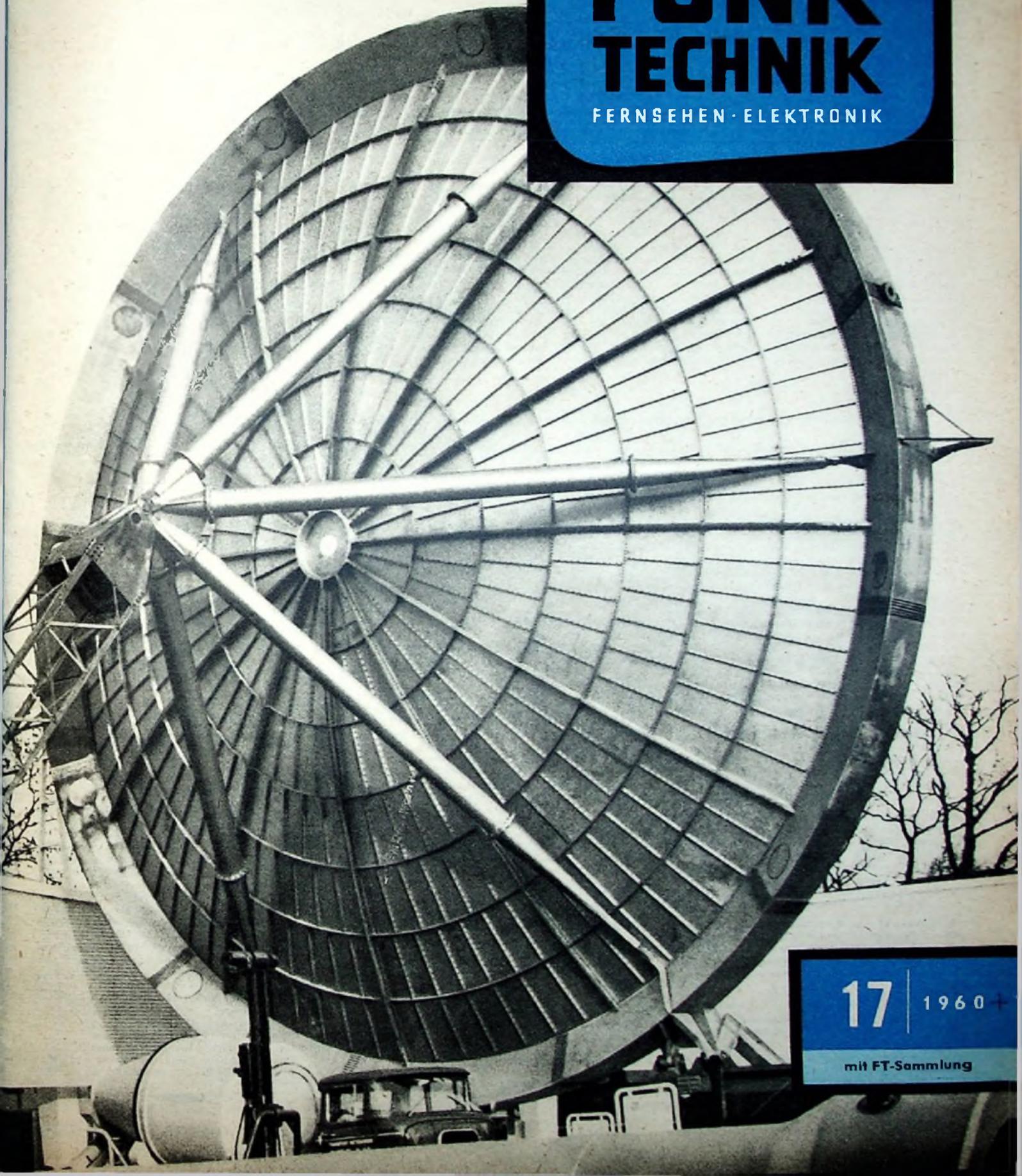
BERLIN

# FUNK- TECHNIK

FERNSEHEN · ELEKTRONIK

17 | 1960

mit FT-Sammlung



1. SEPTEMBERHEFT 1960

### Erfolg der Funkausstellung 1961 zeichnet sich bereits heute ab

Wenn vom 25. August bis 3. September 1961 die Deutsche Rundfunk-, Fernseh- und Phonoausstellung nach 22 Jahren zum ersten Male wieder in Berlin stattfindet, wird dieses Ereignis zu einem Höhepunkt des Berliner Veranstaltungsjahres werden. Der Platz auf dem Messegelände am Funkturm wird kaum ausreichen, um alle Ansprüche der Industrie zu befriedigen, nachdem schon jetzt die Voranmeldungen den Stand der Beteiligung an der letzten Funkausstellung übertrafen haben. Wie auf der zweiten Sitzung des Ausstellungsausschusses in Berlin bekannt wurde, wird der SFB in den Hallen IX und IXa des Messegeländes während der Ausstellung Fernsehstudios einrichten und in einem der Pavillons am Platz der Nationen eine Sonderschau unter dem Motto „Fernsehen müßte man haben“ zeigen. Weitere große Sonderschauen haben die Schallplattenindustrie und die Bundespost angekündigt, die auf die historische Entwick-

lung von Rundfunk und Fernsehen einzugehen gedenken. Die Bundespost wird die Werbung für die Ausstellung außerdem mit einer Sonderbriefmarke unterstützen.

### NSF-Nürnberg aufgeteilt

Die Telefunken-GmbH hat das Arbeitsgebiet der NSF-Nürnberg Schraubfabrik und Elektrowerk GmbH, einer hundertprozentigen Tochter der Gesellschaft, aufgeteilt. Sie hat die Schraubfabrik mit Wirkung vom 1. 7. 1960 an die Gutehoffnungshütte Aktienverein Nürnberg/Oberhausen übertragen. Diese Maßnahme dient der Rationalisierung von Entwicklung, Fertigung und Vertrieb und gestattet es, die ihrer Natur nach nicht zueinander gehörenden Produktionsprogramme der Schraubfabrik und des Elektrowerks in getrennten Werkstätten fortzusetzen. Die Gutehoffnungshütte wird das von ihr übernommene Werk mit seinem vollständigen bisherigen Fertigungsprogramm unter dem Namen „Nürnberg Schraubfabrik GmbH“ weiterführen. Der Firmenname des bei Te-

lefunken verbliebenen Elektrowerkes mit seinen Betrieben in Nürnberg, Ingolstadt, Gräfenberg und Zeil ist in „Nürnberg Schwachstrombauelemente-Fabrik GmbH“ geändert worden.

### Neues Nordmende-Werk in Bremen-Hemelingen

Anfang August liefen in einer neuen zweistöckigen Halle, die in Bremen-Hemelingen auf dem Gelände des Nordmende-Fernsehwerkes in 6 Monaten errichtet wurde, die Fertigungsbänder an. Die Herstellung der Nordmende-Konzertschränke und Fernseh-Rundfunk-Phono-Kombinationen wird in dieser fast 60 m langen Spannbetonhalle zusammengefaßt.

### Kofferempfänger von Schaub-Lorenz

Die Preise der drei Kofferempfänger „Polo T 10“, „Weekend T 10“ und „Touring T 10“ sowie der Autohalterungen für die letztgenannten beiden Geräte sind gebundene Festpreise und nicht entgegen anderslautenden Angaben unverbindliche Richtpreise.



### Neue Fernsehempfänger mit 59-cm-Bildröhre

... als Paralleltypen zu 53-cm-Empfängern bald lieferbar

Die Fernseh-Bildröhre mit einer Diagonale des Bildschirms von 59 cm (s. S. 608) ist jetzt auch bei den deutschen Röhrenherstellern da. In den letzten Tagen häufen sich die Meldungen der Empfängerfabriken, die ab 1. 9. 1960 einige ihrer Fernsehempfänger wahlweise auch mit dieser Röhre ausrüsten. Die neue Röhre wird werbemäßig mit verschiedenen Schlagwörtern angekündigt (59-cm-Bildröhre, Panorama-Bildröhre, Großformat-Bildröhre usw.). Sie verdrängt die bewährte 53-cm-Bildröhre keineswegs; nach wie vor werden die bisher mit 53-cm-Bildröhre bestückten Empfänger geliefert. Hinzugekommen sind jetzt hauptsächlich Paralleltypen von Empfängern mit Chassis der höheren Preisklassen.

Die Firmen Imperial, Kuba und Powerphon hatten bereits angekündigt, daß ihre Empfänger zum Teil eine 59-cm-Bildröhre erhalten. Bis Redaktionsschluß (19. 8. 1960) liegen jetzt noch nachstehende Hinweise auf neue Empfänger mit 59-cm-Bildröhre vor (soweit bekannt, ist unten angegeben, welchem Empfänger mit 53-cm-Bildröhre der neue 59-cm-Empfänger jeweils technisch entspricht). Auf der Deutschen Industrieausstellung Berlin 1960 (10. 9. — 25. 9. 1960), auf der die meisten Gerätehersteller vertreten sind, werden die neuen Geräte voraussichtlich dem großen Publikum vorgestellt.

**AEG** (3 neue Empfänger): Standgerät „Visavox 1759 S“, Tischgerät „Visavox 1859 T“, Standgerät „Visavox 1859 St“ (Geräte entsprechen den 53-cm-Empfängern mit der gleichen Typenbezeichnung der ersten beiden Ziffern und des letzten Buchstabens; in der neuen Typenbezeichnung wurden nur die die Bildröhrendiagonale kennzeichnenden dritten und vierten Ziffern „53“ durch „59“ ersetzt).

**Blaugunkt** (4 neue Empfänger): Tischgerät „Savilla 59 cm“, Standgerät „Manila 59 cm“, Standgerät „Tiro 59 cm“, Kombinationstruhe „Arkona Stereo 59 cm“ (Geräte entsprechen den 53-cm-Empfängern gleichen Namens; die Bezeichnungen der neuen Empfänger erhielten nur den Zusatz „59 cm“).

**Graetz** (5 neue Empfänger): Komfort-Fernseh-Tischgerät „Gouverneur“ (F 323), Komfort-Fernseh-Standgerät „Ezzellenz“ (F 333), Luxus-Fernseh-Tischgerät „Burggraf“ (F 343), Luxus-Fernseh-Standgerät „Kalif“ (F 353), Luxus-Fernseh-Stereo-Musiktruhe „Maharani“ (F 393) (Geräte entsprechen bis auf die Zeilenendstufe den 53-cm-Geräten gleichen Namens; bei der Bezeichnung wurde nur die Typennummer geändert).

**Grundig** (5 neue Empfänger): Tischgerät „Zauberspiegel 59 T 20“, Tischgerät „Zauberspiegel 59 T 50“, Standgerät „Zauberspiegel 59 S 22“, Standgerät „Zauberspiegel 59 S 50“, Kombinationstruhe „Zauberspiegel 59 M 50“ (Geräte entsprechen im allgemeinen den 53-cm-Empfängern mit der gleichen Typenbezeichnung der letzten beiden Ziffern und des davorstehenden Buchstabens; in der neuen Typenbezeichnung wurden nur die die Bildröhrendiagonale kennzeichnenden beiden Ziffern „53“ durch „59“ ersetzt).

**Laewa Opta** (4 neue Empfänger): Tischgerät „Optalux 686“ (entspricht „Optimal 676“), Tischgerät „Ariadne 688“ (entspricht „Arena 678“), Standgerät „Thalia 1688“ (entspricht „Stadion 1678“), Kombinationstruhe „Trianon 2686“ (neue Konstruktion).

**Metz** (sieben neue Empfänger): Tischgerät „968 R“, Tischgerät „968 E“, Tischgerät „969“, Standgerät „1023“, Standgerät „1024“, Standgerät „1074“, Tonmöbel-Anbauwand „9000“ (die Geräte „969“ und „1074“ ersetzen die bisherigen Empfänger „967“ und „1073“; die Geräte „968“, „1023“ und „1024“ entsprechen technisch den nach wie vor lieferbaren 53-cm-Empfängern „966“, „1021“ und „1022“; die Tonmöbel-Anbauwand gibt es ebenfalls nach wie vor auch mit 53-cm-Bildröhre).

**Nordmende** (drei neue Empfänger): Tischgerät „Präsident“, Standgerät „Souverän“, Standgerät „Exquisit-Stereo“ (ersetzen die 53-cm-Geräte gleichen Namens).

**Philips** (1 neuer Empfänger): Tischgerät „Leonardo Luxus“ (23 TD 293).

**Schaub-Lorenz** (5 neue Empfänger): Tischgerät „Wellspiegel 1059“, Standgerät „Illustraphon 1059“, Tischgerät „Wellspiegel 1059 Luxus“, Standgerät „Illustraphon 1059 Luxus“, Kombinationstruhe „Trilogie 1059 Stereo“.

**Telefunken** (3 neue Empfänger): Standgerät „FE 24/59 S“ (entspricht „FE 24 S“), Tischgerät „FE 25/59 T“ (entspricht „FE 25 T“; wird jetzt ausschließlich mit 59-cm-Bildröhre geliefert); Standgerät „FE 25/59 St“ (entspricht „FE 25 St“; wird jetzt ausschließlich mit 59-cm-Bildröhre geliefert).

**Waga** (zwei neue Empfänger): Tischgerät „Vision 721“, Tischgerät „Vision 722“.

|   |     |
|---|-----|
| FT-Kurznachrichten .....  | 600 |
| Neue Fernsehempfänger mit 59-cm-Bildröhre .....   | 600 |
| Paul Nipkow zum 100. Geburtstag .....   | 603 |
| Über den Einfluß von Fehlanpassungen auf die Bildqualität von Fernsehbildern in Einzel- und Gemeinschafts-Antennenanlagen ..... | 604 |
| AW 59-90 Rechteckige Fernseh-Bildröhre .....  | 608 |
| Stereo-Magnetongerät »MT 158« mit Vielfach-Überspieltechnik .....   | 609 |
| Von Sendern und Frequenzen .....  | 611 |
| Prüfergeräte für die Rocktasche Multivibrator und Tonfrequenzgenerator im Tosikopl-Format .....                                 | 612 |
| <b>FT-SAMMLUNG</b>  |     |
| Schaltungstechnik   |     |
| Halbleiter-Dioden - Wirkungsweise und Schaltungstechnik ① .....   | 615 |
| Für den KW-Amateur  |     |
| Transistorisierter KW-Zweikreis für Lautsprecherempfang .....   | 621 |
| Die Anwendung elektronischer Meßtechnik in der Kfz-Branche .....  | 622 |
| Selbstbau eines Studio-Magnetongerätes .....  | 624 |
| Persönliches .....  | 626 |
| Schallplatten für den Hi-Fi-Freund .....  | 628 |
| FT-Zeitschriftendienst  |     |
| Transistorverstärker für Tonbandgeräte .....  | 629 |
| Aus dem Ausland .....   | 631 |

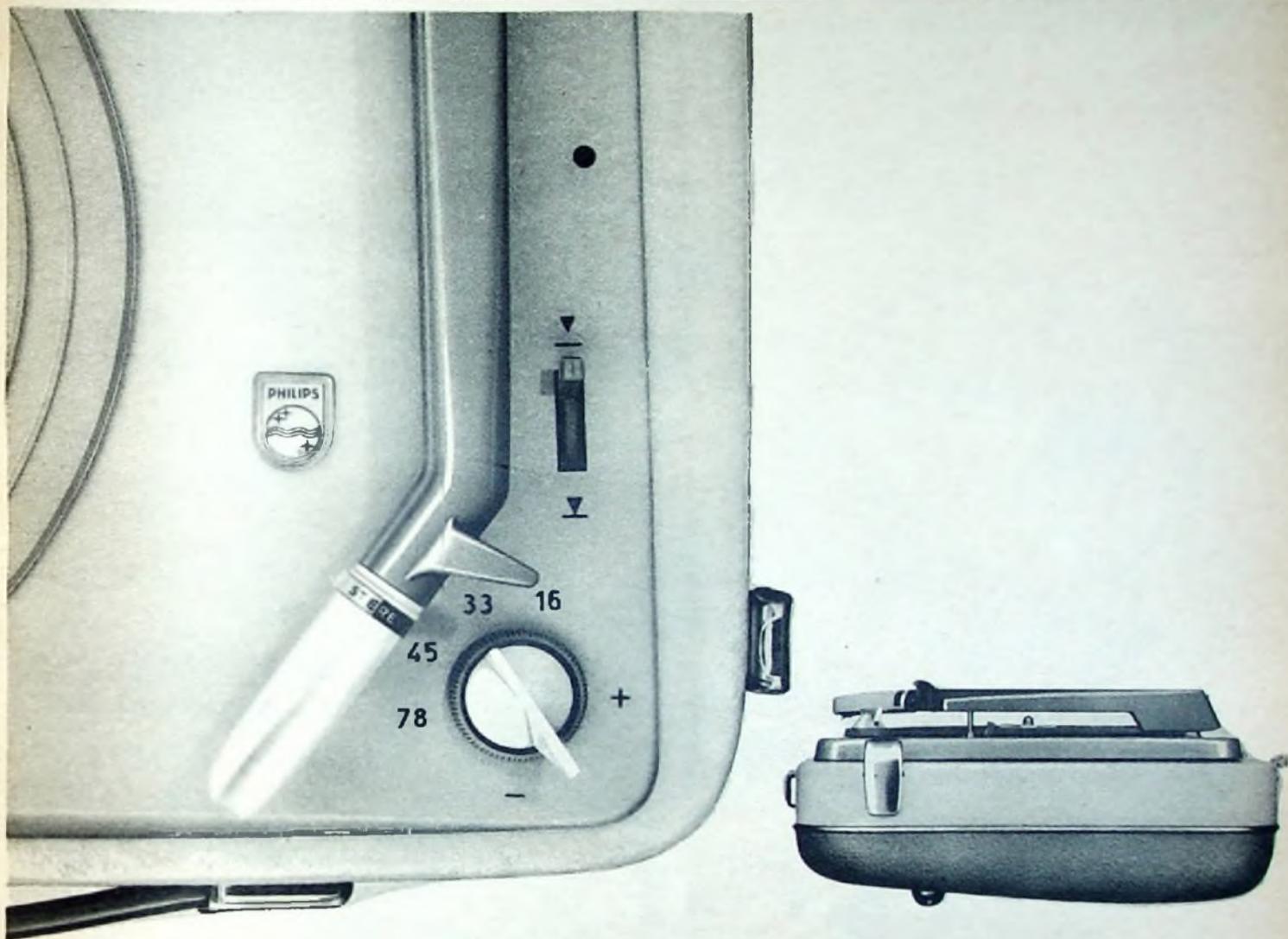
Unser Titelbild: Reflektorantenne mit 18 m Durchmesser für ein drahtloses Telefontetz in Europa. Für das 10000 km lange Netz werden 160 solcher Antennen mit 18 oder 9 m Durchmesser von der Firma Krupp gebaut. Aufnahme: FT-Schwahn

Aufnahmen: FT-Schwahn, Verfasser, Verkaufnahmen Zeichnungen vom FT-Labor (Bartsch, Kuch, Neubauer, Schmichl, Straube) nach Angaben der Verfasser. Seiten 601, 602, 613, 614, 619, 620, 625, 627, 632 bis 634 ohne redaktionellen Teil

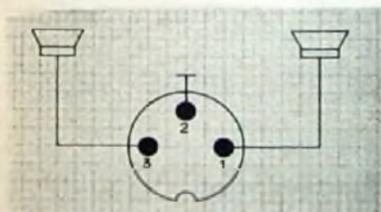
VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde, Eichbarndamm 141-167. Telefon: Sammel-Nr. 492331 (Ortskennzahl im Selbstwählferndienst 0311). Telegrammschrift: Funktechnik Berlin. Fernschreib-Anschluß: 0164352 fachverlage bin. Chateaufaktour: Wilhelm Rath, Berlin-Frohau; Stellvertreter: Albert Jänicke, Berlin-Hoselhorst; Chefredakteur: Werner W. Diefenbach, Berlin und Kempton/Allgäu, Postfach 229. Telefon: 6402. Anzeigenleitung: Walter Bartsch, Berlin. Postcheckkonto: FUNK-TECHNIK, Postcheckamt Berlin West Nr. 2493. Bestellungen beim Verlag, bei der Post und beim Buch- und Zeitschriftenhandel. Für Einzelhefte wird ein Aufschlag von 10 Pf berechnet. FUNK-TECHNIK erscheint zweimal monatlich; sie darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Satz: Druckhaus Tempelhof, Berlin; Druck: Eisnerdruck, Berlin SW 68.



# So verkaufen Sie mehr Phonokoffer



Wenn Ihr Kunde nach einem Plattenspieler für höchste Ansprüche fragt, zeigen Sie ihm den Philips Phonokoffer I SK 45 mit diesen Verkaufs-Argumenten:



Alle Philips Phonogeräte sind für die Qualitäts-Wiedergabe von Stereo-Schallplatten geschaffen.

- 1** Mit der Aufsetzmechanik kann man den Tonarm auf jede beliebige Stelle der Platte aufsetzen, ohne die Tonrillen zu gefährden.
- 2** SK 45 ist mit dem Philips Diamant-Tonkopf ausgestattet (10 fache Lebensdauer gegenüber einem normalen Saphir).
- 3** Durch die Drehzahl-Feineinstellung läßt sich die Umdrehungsgeschwindigkeit haargenau regulieren und gewährleistet so eine völlig verzerrungsfreie Tonwiedergabe.



Fortschritt für alle

...nimm doch **PHILIPS**

# SIEMENS RÖHREN



Wir liefern Röhren  
für alle  
Spezialgebiete  
der Nachrichtentechnik  
und industriellen  
Elektronik.

- Regel- und Schaltungsgeräte
- Signal- und Steueranordnungen
- Industrielle Fernschaltungen
- Antennen-Verstärker
- Bewegliche Funkanlagen
- Medizintechnik
- Elektromechanische Geräte
- Qualität NF-Verstärker
- Studiogeräte
- Rechengeräte

Verlangen Sie bitte  
Druckschriften  
und ausführliche Unterlagen  
bei unseren  
Zweigniederlassungen.



Chefredakteur: WILHELM ROTH · Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH



Ein Pionier der Fernsehtechnik

## Paul Nipkow zum 100. Geburtstag

Als Paul Nipkow, dessen 100. Geburtstag am 22. August 1960 nicht nur die Fachwelt gedachte, mit der klassischen Bildzerlegung das Prinzip der Fernsehübertragung fand, eilte er dem damaligen Stand der Technik um Jahrzehnte voraus. Damals interessierte sich niemand für seine Entdeckung. Nipkow teilte damit zunächst das Schicksal manch bedeutenden Erfinders. Er konnte aber später die Verwirklichung seiner Idee noch erleben. Mancher Erfindergedanke entspringt dem Zufall. Nipkow zog Parallelen aus einer anderen grundlegenden Erfindung der damaligen Zeit und leistete für sein „Elektrisches Teleskop“ jahrelange Entwicklungsarbeit.

Es war an einem Spätnachmittag des Jahres 1880. Zu dieser Zeit erhielt der Eleve beim Postamt des pommerschen Städtchens Lauenburg den Besuch eines Primaners vom Königlichen Vollgymnasium in Neustadt (Westpreußen). Der Schüler hatte davon gehört, daß der Staatssekretär im damaligen Reichs-Postamt, Dr. Stephan, bei kleinen Telegrafenanstalten den unhandlichen Morse-Apparat durch den soeben von Graham Bell in Amerika entwickelten Fernsprecher ersetzen wolle. Ob man ihm nicht einmal ein solches Telefon zum Experimentieren leihen könne, fragte der Primaner, wenn auch nur für eine Nacht. Einen Dienstapparat so einfach aus der Hand zu geben, erschien dem Post-Eleven zwar bedenklich; der junge Mann war jedoch der Sohn des angesehenen Bäckermeisters, Stadtverordnetenvorstehers und Landtagsabgeordneten Paul Nipkow und eine Ausnahme wert.

In jener Nacht, in der der junge Nipkow mit dem ausgeliehenen Telefon eifrig probierte, kam ihm zum ersten Male der Gedanke, einen Apparat zu schaffen, der, in ähnlicher Weise wie das Telefon dem Ohr, dem Auge die Möglichkeit gibt, Dinge außerhalb seines natürlichen Wirkungskreises wahrzunehmen. Dieses Problem beschäftigte Nipkow auch in den nächsten Jahren in Berlin. Dort studierte er an der Universität Naturwissenschaften und bereitete sich für das höhere Lehrfach vor. Die Verwirklichung seiner Idee, ein zweidimensionales Bild zu übertragen, war aber nicht so einfach wie die Übermittlung von Tönen oder Sprache.

Schon 1843 hatte der schottische Uhrmacher Alexander Bain gezeigt, daß man das Schriftbild metallischer Druckbuchstaben telegrafisch übertragen konnte, wenn man es mit einer Kontaktbürste in einzelnen Zeilen abtastete. Genau 30 Jahre später beobachtete der englische Ingenieur Willoughby Smith zufällig bei Seekabel-Messungen, daß das Halbleiterselen den elektrischen Strom um so besser leitet, je stärker es beleuchtet wird. Und auf der Pariser Weltausstellung 1881 führte Thomas Alva Edison zum ersten Male in Europa seine elektrische Glühlampe vor.

Am Weihnachtsabend des Jahres 1883 kam dem 23-jährigen Studenten Paul Nipkow der Gedanke, daß sich aus diesen Elementen ein „Telefotograf“ zur elektrischen Übermittlung von Bildern und zu ihrer fotografischen Aufzeichnung am Empfangsort bauen ließe. Man kann aber auch das Auge als eine Art Fotoapparat ansehen, der Lichteindrücke auf der Netzhaut für Bruchteile einer Sekunde festhält. Wenn man dem Auge die einzelnen Punkte eines beliebigen optischen Bildes zehnmal in der Sekunde Zeile für Zeile anbieten würde, so folgerte Nipkow weiter, müßte im Bewußtsein aus diesem Mosaik heller und dunkler Lichteindrücke die Vorstellung eines einheitlichen Bildes entstehen. Man könnte dann auch Bewegungen der gesehenen Objekte verfolgen, denn eine Reihe von schnell aufeinander folgenden Bildern, deren jedes das Objekt in einer anderen Lage zeigt, erweckt im Beobachter die Vorstellung, als sehe er eine kontinuierliche Bewegung. Diese Grundidee des Fernsehens

hatte Paul Nipkow bereits zehn Jahre vor der Erfindung der Kinematografie. Sie ist auch heute noch die Grundlage aller Fernsehgeräte.

Wie der Nipkowsche Fernseher aufgebaut ist, geht aus seiner Patentanmeldung vom 6. Januar 1884 hervor. Zur Zerlegung des Bildes auf der Sendeseite sollte eine rotierende Blendscheibe dienen, die für jede Bildzeile eine Blendenöffnung enthielt. Bei einer Umdrehung der Scheibe hatte jedes der auf einer Spirallinie angeordneten Löcher das Bildfeld einmal längs einer Zeile abzutasten. Mit einer Selenzelle sollten die Helligkeitswerte der einzelnen Bildpunkte in entsprechende Stromwerte umgewandelt werden. Mit diesen Bildströmen wollte Nipkow dann auf der Empfangsseite ein trägheitslos arbeitendes, bereits von Faraday angegebenes Lichtventil steuern. Bei einem Blick durch eine zweite, mit der Abtastscheibe synchron laufende Spirallachscheibe auf den Lichtquerschnitt des Ventils sah man stets nur durch ein einziges Loch die leuchtende Fläche als Lichtpunkt, der nach Lage und Helligkeit dem gerade abgetasteten Punkt des Originalbildes entsprach. Man erhielt also ein aus hellen und dunklen Punkten synthetisch zusammengesetztes Bild des Originals.

Nipkows Erfindung war grundlegend neu. Das Kaiserliche Patentamt konnte daher schon ein Jahr später ohne irgendwelche Einsprüche das DRP 30105 erteilen. Das „Elektrische Teleskop“ war aber noch nicht zu verwirklichen, denn es fehlten Verstärker für die geringen Bildströme. Nipkow mußte sein Patent verfallen lassen.

In den frühen zwanziger Jahren bot jedoch die Verstärkung schwächster Bildsignale keine Schwierigkeiten mehr. Nun begann die eigentliche Fernsehentwicklung. 44 Jahre nach der Patentierung der Nipkowschen Bildzerlegung Auf der Großen Deutschen Rundfunkausstellung 1928 erlebte der damals 68jährige Erfinder die Vorführung eines 30zeiligen Fernsehbildes. In allen Ländern übernahm jetzt die Industrie die Weiterentwicklung. Als erste Fernmeldebehörde bekannte sich die Deutsche Reichspost vorbehaltlos zum Fernsehen. Sie schuf die Normen und förderte die Fernsehentwicklung durch eigene Entwicklungen und verständnisvolle Unterstützung der Industrie. Nur wenige Jahre später konnte am 22. März 1935 in Berlin der erste Versuchs-Fernseh-Rundfunk der Welt mit einem Nipkow-Scheiben-Sender eröffnet werden. 1939 folgte der moderne Fernseh-Rundfunk in Berlin mit der Einführung der 441-Zeilennorm (230000 Bildpunkte, 2 MHz Bandbreite). Nach der Unterbrechung durch den Krieg wurde 1950 die Fernsehentwicklung in Deutschland wieder aufgenommen. Die wichtigsten Fernsehereignisse des Jahres 1951 waren die Fernsehstraße auf der Berliner Industrie-Ausstellung, auf der 15 Hersteller ihre neuen Empfängermodelle vorstellten, und die Eröffnung eines 1-kW-Fernsehenders in Hamburg.

Den Triumph seiner Idee konnte Nipkow noch miterleben. Zu seinem 75. Geburtstag verlieh ihm die Johann-Wolfgang-Goethe-Universität als dem Schöpfer grundlegender Gedanken für die Fernsehverfahren ehrenhalber Titel und Würde eines Doktors der Naturwissenschaften, und seine Vaterstadt Lauenburg zeichnete ihn mit dem Ehrenbürgerrecht aus. Zwei Tage nach seinem 80. Geburtstag, am 24. August 1940, starb Paul Nipkow in Berlin. Sein Vaterland bereitete ihm ein Staatsbegräbnis, das erste, das einem Ingenieur bewilligt wurde.

Nipkow erlebte zwar die Anfänge des deutschen Fernsehens. Welche Rolle das Fernsehen aber in weltweiter Sicht einmal spielen würde, war damals noch nicht vorauszusehen. Heute versorgen 1768 Fernsehsender in 72 Ländern der Welt 85 Millionen Fernsehteilnehmer.

Werner W. Diefenbach

# Über den Einfluß von Fehlanpassungen auf die Bildqualität von Fernsehbildern in Einzel- und Gemeinschafts-Antennenanlagen

DK 621.396.67:621.397.62

Die richtige Anpassung der Antenne und des Empfängereingangs an die Antennenleitung ist aus folgenden Gründen wichtig: Durch die Fehlanpassung an einem oder an beiden Enden der Leitung können Leistungs- und damit Spannungsverluste auftreten, und außerdem können Fehlanpassungen an beiden Leitungsenden zur Verschlechterung der Bildqualität führen (Verstimmung des Empfängereingangs und dadurch Veränderung der Gesamtdurchlaßkurve).

## Leistungsverluste

Die Leistungsverluste auf diesem Übertragungsweg setzen sich aus den Verlusten durch die Kabeldämpfung und durch Fehlanpassung der Antenne an die Leitung und der Leitung an den Empfängereingang zusammen. Der maximale Leistungsstrom vom Generator (Antenne) über die Leitung zum Verbraucher (Empfänger) und damit der geringste Verlust ergibt sich im Anpassungsfall, also wenn entweder der Antennen-Fußpunkt-Widerstand gleich dem Leitungs-Wellenwiderstand und dem Empfänger-Eingangswiderstand ist oder wenn die Widerstände zueinander konjugiert komplex sind, d. h., wenn ihre Wirkkomponenten gleich groß sind und sich ihre Blindkomponenten gegenseitig aufheben. In diesem Fall bleiben nur noch die Verluste durch Kabeldämpfung übrig. Im folgenden werden zunächst die Widerstände, also Antennen-Fußpunkt-Widerstand, Kabel-Wellenwiderstand und Empfänger-Eingangswiderstand, betrachtet, und dann soll das Zusammenwirken dieser Widerstände untersucht werden.

Die Antenne hat einen Innenwiderstand, der sich je nach ihrem Aufbau durch ein einfaches oder zusammengesetztes Netzwerk darstellen läßt. Der Ausgangswiderstand dieser Schaltung, die dem Fußpunkt-Widerstand der Antenne gleichzusetzen ist, hat daher einen von der Frequenz abhängigen Verlauf. Dieser komplexe Widerstand oder Leitwert wird wegen der besseren Übersichtlichkeit und Auswertungsmöglichkeit im Smith-Diagramm dargestellt. Häufig gibt man aber an Stelle dieses Diagrammes nur die Welligkeit ohne Berücksichtigung des Betrages und der Richtung der Blindkomponenten in Rechteckkoordinaten an. Der Fußpunkt-Widerstand von Fernsehantennen läßt sich nur durch das Ortsdiagramm vollständig beschreiben; die Angabe des Widerstandswertes (zum Beispiel 120 oder 240 Ohm) kennzeichnet ihn nur sehr ungenügend. Um bei der Berechnung der Verluste durch Fehlanpassungen die langwierige Rechnung mit komplexen Zahlen zu vermeiden, sind hier die Widerstände rein ohmsch, also ohne Blindkomponenten, angenommen.

Der Empfänger-Eingangswiderstand ist ebenso wie der Antennen-Fußpunkt-Widerstand ein komplexer Widerstand. Grundsätzlich könnte man beide Widerstände bei höherem Aufwand auch mit engeren Toleranzen verwirklichen. Hier kommen aber, wenn man von wirtschaftlichen Ge-

sichtspunkten absieht, noch erhebliche Schwierigkeiten hinzu, die vor allem in der Notwendigkeit der Regelung der Eingangsstufe des Empfängers begründet sind. Dadurch können beträchtliche Fehlanpassungen entstehen, die nach den Erfahrungen der Praxis im Durchschnitt etwa bei 2...3, in Ausnahmefällen sogar bei 5...6 liegen [1].

Die elektrischen Kennwerte des Kabels sind, gleichgültig, um welchen Typ es sich handelt, durch den Wellenwiderstand und die Eigendämpfung gekennzeichnet. Bei Abschluß des Kabels mit seinem Wellenwiderstand ist der Spannungsverlauf auf dem Kabel allein durch die Kabeldämpfung bestimmt. Da aber Empfänger-Eingangswiderstand und Antennen-Fußpunkt-Widerstand komplex sind und von dem Kabel-Wellenwiderstand mehr oder weniger abweichen können, müssen diese berücksichtigt werden. Eine von der Antenne in das Kabel hineinlaufende Welle wird zunächst in ihrer Amplitude entsprechend der Fehlanpassung zwischen Antenne und Kabel vermindert und am Empfängerende entsprechend der dort auftretenden Fehlanpassung reflektiert. Sie läuft zur Antenne zurück, wo sie teilweise über die Antenne wieder ausgestrahlt und teilweise erneut reflektiert wird. Das führt zur Ausbildung von stehenden Wellen auf der Leitung. Die Höhe der Spannungsbüchse ( $U_{max}$ ) und der Spannungsknoten ( $U_{min}$ ) hängt von der Fehlanpassung des Verbrauchers und des Generators ab. Dagegen bestimmen die Blindkomponenten der Widerstände die Lage der Spannungsmaxima und -minima auf dem Kabel. Unter dem Einfluß der Kabeldämpfung nehmen die Werte  $U_{max}$  und  $U_{min}$  zum Kabelende hin ab.

Die Berechnung des vollständigen Spannungsverlaufs in einem Kabel mit komplexer Fehlanpassung von Generator und Verbraucher läßt sich zwar mit Hilfe der

Leistungstheorie durchführen, sie ist jedoch sehr umständlich und zeitraubend. Da aber in der Praxis der genaue Spannungsverlauf nicht interessiert, reicht es aus, hier nur die Grenzfälle zu betrachten. Hierfür kann aber die Rechnung wesentlich vereinfacht und den Erfordernissen der Praxis angepaßt werden.

Betrachtet man zunächst die Übergangsstelle von der Antenne (Generator mit dem Innenwiderstand  $R_g$ ) zum Kabel und sieht man das Kabel als Verbraucher mit dem Innenwiderstand  $R_n$  an, so läßt sich zeigen, daß dann die maximale Leistung von  $R_g$  an  $R_n$  abgegeben wird, wenn  $R_g = R_n$  ist. Setzt man  $\frac{R_n}{R_g} = m$ , dann ergibt sich der Leistungswirkungsgrad

$$\eta_L = \frac{N_A}{N_{A \max}} = \frac{4}{2 + m + \frac{1}{m}} \quad (1)$$

Darin bedeutet  $N_A$  die von der Antenne an das Kabel bei der Fehlanpassung  $m$  abgegebene Leistung und  $N_{A \max}$  die maximale von der Antenne an das Kabel abgebbare Leistung (im Anpassungsfall  $m = 1$ ). Bild 1 zeigt den aus dem Leistungswirkungsgrad berechneten Leistungsverlust in dB für verschiedene Fehlanpassungen  $m$ . Die Kabeldämpfung für den Anpassungsfall kann man den Katalogangaben der Hersteller entnehmen; sie darf also als bekannt vorausgesetzt werden.

Durch Fehlanpassungen an beiden Enden des Kabels entstehen zusätzliche Verluste, die sich folgendermaßen berechnen lassen: Setzt man den Wellenwiderstand des Kabels  $Z = R_g$  und den Empfänger-Eingangswiderstand  $R_e = R_n$ , dann ist

$$\frac{R_n}{R_g} = \frac{R_e}{Z} = m \quad (2)$$

An Stelle von  $m$  kann auch der Reflexionsfaktor  $\rho$  eingeführt werden, der als das Amplitudenverhältnis der rück- und der hinlaufenden Welle definiert ist. Dann wird

$$\rho = \frac{m - 1}{m + 1} \quad (3)$$

Stellt  $\rho_E$  den Reflexionsfaktor am Empfängerende und  $\rho_A$  den Reflexionsfaktor am Antennenende des Kabels dar, so gilt

$$\rho_A = \rho_E \cdot e^{-2\alpha \cdot l} \quad (4)$$

Dabei ist  $\alpha$  die Kabeldämpfung und  $l$  die Kabellänge.

Für die von dem Kabel an den Empfänger abgegebene Leistung ergibt sich der Kabelwirkungsgrad

$$\eta_K = \frac{1 - \rho_E^2}{1 - \rho_E^2 \cdot e^{-4\alpha \cdot l}} \cdot e^{-2\alpha \cdot l} \quad (5)$$

Für den praktischen Gebrauch ist es jedoch zweckmäßig, an Stelle des Kabelwirkungsgrades  $\eta_K$  die Leistungsämpfung  $D_p$  zu berechnen, die bei gegebener Kabeldämpfung zusätzlich durch die Feh-

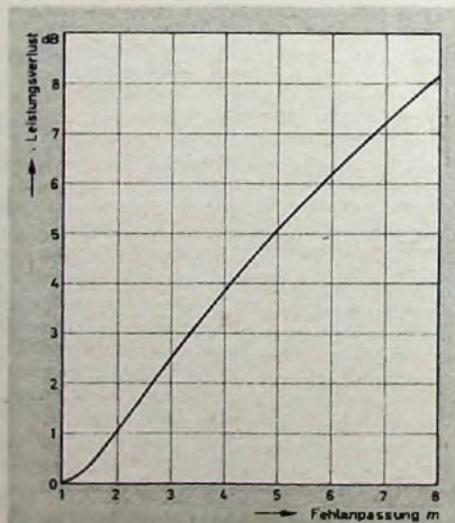


Bild 1. Abhängigkeit der Leistungsverluste von der Fehlanpassung

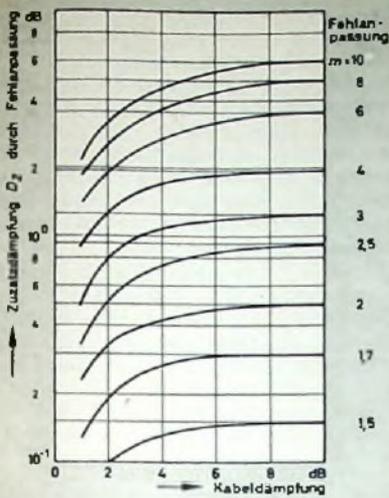


Bild 2. Zusatzdämpfung  $D_Z$  durch Fehlanpassung  $m$  als Funktion der Kabeldämpfung (Parameter  $m$ )

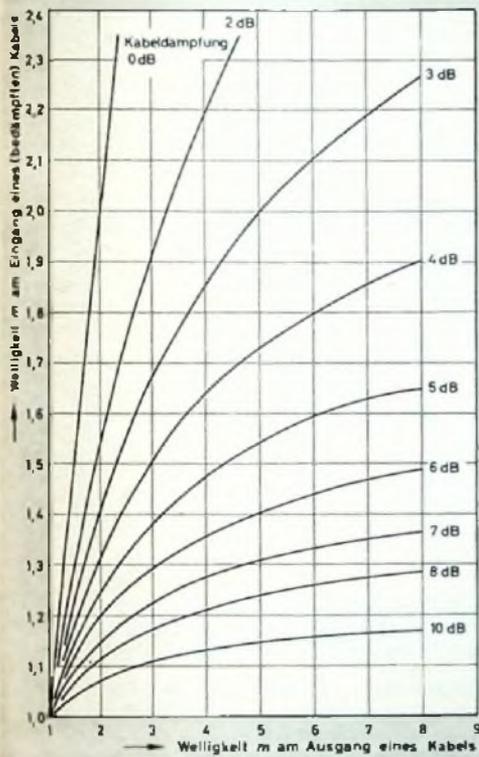


Bild 3. Welligkeit am Verbraucherende eines Kabels in Abhängigkeit von der Fehlanpassung am Eingang des Kabels bei verschiedenen Kabeldämpfungen

anpassung  $m$  verursacht wird. Im Bild 2 sind diese zusätzlichen Kabelverluste  $D_Z$  in Abhängigkeit von der Kabeldämpfung für verschiedene Fehlanpassungen  $m$  aufgetragen.

Bei einseitiger Fehlanpassung (nur am Empfängerende) ist nur  $m_E$  mit seinem vollen Betrag einzusetzen und die dafür gültige Zusatzdämpfung aus Bild 2 zu entnehmen. Ist aber auch die Antenne fehlangepasst, dann erscheint  $m_A$  wegen des Einflusses der Kabeldämpfung am Empfängerende nicht mit seinem vollen Betrag, sondern mit dem Wert

$$m_A' = \frac{N_A}{N_E} (m_A + 1) + (m_A - 1) \quad (8)$$

$$m_A' = \frac{N_A}{N_E} (m_A + 1) - (m_A - 1)$$

( $N_A$  = Leistung an der Antenne [Generator],  $N_E$  = Leistung am Empfänger [Verbraucher] bei Anpassung).  $\frac{N_A}{N_E}$  läßt

sich durch die Kabeldämpfung ausdrücken, die ihrerseits von der Kabellänge abhängt. Bild 3 zeigt die Welligkeit am Verbraucherende eines Kabels bei verschiedenen Kabeldämpfungen in Abhängigkeit von der Fehlanpassung am Eingang. Dieser Wert ist immer kleiner als der Wert  $m_A$  am Eingang und kann bei großen Dämpfungen oder Kabellängen vernachlässigt werden.

Bei beiderseitiger Fehlanpassung muß man also zur Ermittlung der Zusatzdämpfung für  $m$

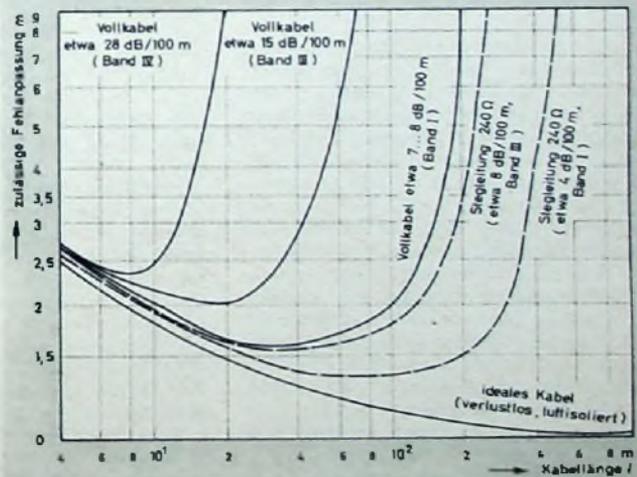
$$m = m_A' \cdot m_E \quad (7)$$

einsetzen. Für die Übergangsstelle Kabel-Empfänger gilt sinngemäß das gleiche wie für die Übergangsstelle Antenne-Kabel. Die dabei auftretenden Leistungsverluste sind ebenfalls Bild 1 zu entnehmen.

Die Ermittlung der gesamten Leistungsverluste erfolgt zweckmäßigerweise nach folgendem Schema: Die Fehlanpassung an der Antenne ( $m_A$ ), am Empfängereingang ( $m_E$ ) und die Kabeldämpfung ( $D_K$ ) werden als bekannt vorausgesetzt. Zunächst entnimmt man Bild 1 die Leistungsämpfung  $D_{FA}$  für die Übergangsstelle Antenne-Kabel, dann ermittelt man aus Bild 3 die auf den Empfängereingang reduzierte Fehlanpassung  $m_A'$  an der Antenne und multipliziert sie mit der Fehlanpassung  $m_E$  am Empfängereingang. Aus Bild 2 ergeben sich dann für dieses Produkt der Fehlanpassungen die dadurch zusätzlich verursachten Leistungsverluste  $D_Z$ . Schließlich entnimmt man aus Bild 1 noch die Leistungsverluste  $D_{FE}$  für die Übergangsstelle Kabel-Empfänger. Die Summe sämtlicher Verluste ( $D_{FA} + D_{FE} + D_K + D_Z$ ) stellt die gesamten Leistungsverluste dar.

Eine numerische Rechnung mit den in der Praxis auftretenden Fehlanpassungen an der Antenne ( $m_A = 2$ ) und am Empfängereingang ( $m_E = 5$ ) und handelsüblichen Antennenkabeln zeigt, daß diese Fehl-

Bild 4. Reflexionsdämpfung als Funktion der Fehlanpassung



anpassung an der Antenne nur einen Leistungsverlust von etwa 1 dB verursacht. Eine Beseitigung der Fehlanpassung durch Transformation und Kompensation von Blindwiderständen an der Antenne, um die Verluste zu verringern, lohnt sich daher nur in sehr kritischen Grenzfällen. Durch Anpassung an den tatsächlichen Empfänger-Eingangswiderstand können jedoch die Leistungsverluste in bestimmten Fällen wesentlich verringert werden.

## Reflexionen

Wenn jeweils nur die Antenne oder das Kabel fehlangepasst ist, wird im Fernsehbild keine Störung durch Leitungsreflexionen festzustellen sein. Bei Fehlanpassungen an beiden Kabelenden wird das Bildsignal jedoch zweimal reflektiert. Das reflektierte Signal durchläuft im Gegensatz zum Hauptsignal die Kabellänge zweimal. Sein Betrag und seine Phase hängen von den Fehlanpassungen am Empfängereingang und am Antennenfußpunkt sowie von der Kabellänge ab. Wegen der doppelten Laufzeit auf dem Kabel trifft es am Empfänger mit einer Zeitdifferenz gegenüber dem Hauptsignal ein und erscheint dann auf dem Bildschirm als zweites Bild. Wie stark dieses reflektierte Signal stört, hängt daher nicht nur von seiner Amplitude, sondern auch von der Laufzeitdifferenz zum Hauptsignal ab. Auch hier soll versucht werden, die Größe und die Laufzeit des reflektierten Signals auf einfache Weise zu ermitteln und seinen Einfluß auf die Bildgüte zu beurteilen.

Ihrer Natur und ihrer Auswirkung nach entsprechen die Leitungsreflexionen den Geländereflexionen. Während aber bei letzteren die unbekanntesten Faktoren des Geländes meistens eine Berechnung sehr schwierig oder unsicher machen, ist der Weg der Leitungsreflexionen bekannt und daher exakt erfassbar. Das Verhältnis des hin- und rücklaufenden Signals bezeichnet man als Reflexionsfaktor  $\rho$

$$\frac{U_r}{U_b} = \rho = \frac{m - 1}{m + 1} \quad (8)$$

Um die Rechnung besser verwenden zu können, stellt man hier jedoch nicht den Reflexionsfaktor  $\rho$ , sondern

$$20 \lg \frac{U_b}{U_r} = 20 \lg \frac{1}{\rho} = 20 \lg \frac{m + 1}{m - 1} \quad (8a)$$

als Funktion von  $m$  dar. Bild 4 gibt also an, welcher Anteil (in dB) einer gegebenen Signalspannung bei verschiedenen Fehlanpassungen reflektiert wird. Bei zunächst

verlustlos angenommener Leitung ist wegen der zweimaligen Reflexion das Produkt aus beiden Reflexionsfaktoren anzusetzen, also

$$\frac{U_r'}{U_b'} = \rho_A \cdot \rho_E \quad (9)$$

Berücksichtigt man die Kabeldämpfung, so ergibt sich

$$\frac{U_r'}{U_b'} = \frac{\rho_A \cdot \rho_E}{e^{\alpha \cdot l}} \quad (10)$$

es wird zweckmäßigerweise durch die Dämpfung  $D_K$  für die (einfache) Kabellänge in dB ausgedrückt. Das reflektierte Signal ist dann gegenüber dem Hauptsignal um  $\varrho_A \cdot \varrho_E + 2 D_K$  (in dB) gedämpft.

Wenn man beurteilen will, wie stark dieses reflektierte Signal stört, dann muß außer der Amplitude auch die Laufzeitdifferenz zum Hauptsignal berücksichtigt werden. Eine geringe zeitliche Verschiebung, die so kurz ist, daß sie noch innerhalb eines Bildpunktes (etwa  $0,1 \mu s$ ) liegt, bewirkt nur eine Plastik oder Unschärfe, also eine verminderte Auflösung. Je größer aber die Zeitdifferenz wird, um so deutlicher tritt das reflektierte Signal in Erscheinung, und schließlich ergibt sich

$$\left( \Delta t = \frac{2l}{c} \right), \text{ Praktisch ausgeführte Kabel}$$

haben jedoch ein Dielektrikum mit einer Dielektrizitätskonstante  $> 1$ . Die Laufzeit in diesen Kabeln ist daher um  $\frac{1}{\sqrt{\epsilon}}$  größer als in Luft.

Aus der Kurve für die erforderliche Dämpfung des reflektierten Signals bei verschiedenen Laufzeitdifferenzen und dem Reflexionsfaktor läßt sich sehr einfach die für ein gegebenes Kabel von bestimmter Länge zulässige Fehlanpassung an beiden Kabelenden ermitteln. Für ein verlustloses und luftisoliertes (ideales) Kabel nimmt die zulässige Fehlanpassung

Stammleitung bei Gemeinschaftsantennen vorkommen, ist aber dort mit ihrem Wellenwiderstand abgeschlossen, also nicht fehlengedämpft. Stegleitungen von etwa 100 m Länge werden für Einzelanlagen wohl ebenfalls kaum, für Gemeinschaftsanlagen aber sicher nicht verwendet. Daraus folgt, daß im Band III Leitungsgeister praktisch nicht auftreten. Geisterbilder sind hier fast ausnahmslos durch den Ausbreitungsweg zwischen Sender und Empfänger bedingt.

Im Band I dagegen können Leitungsgeister wegen der geringen Kabeldämpfung durchaus auftreten. Hier sind außerdem Blindwiderstände, die sich von der Antenne über das Kabel an den Empfänger eingang transformieren, besonders gefährlich, weil sie die Gesamtdurchlaßkurve des Empfängers erheblich verändern und starkes negatives oder positives Überspringen verursachen. Das ist im Testbild an schwarzen Strichen hinter den Kanten von Weiß zu Weiß beziehungsweise an hellen Strichen hinter den Kanten von Weiß zu Schwarz zu erkennen [1].

Die vorstehenden Überlegungen gelten sinngemäß auch für Gemeinschaftsantennen. Dabei ist jedoch folgendes zu beachten: Bei einer Gemeinschafts-Antennenanlage ordnet man die Teilnehmer üblicherweise im Zuge einer Stammleitung an, die mit ihrem Wellenwiderstand ab-

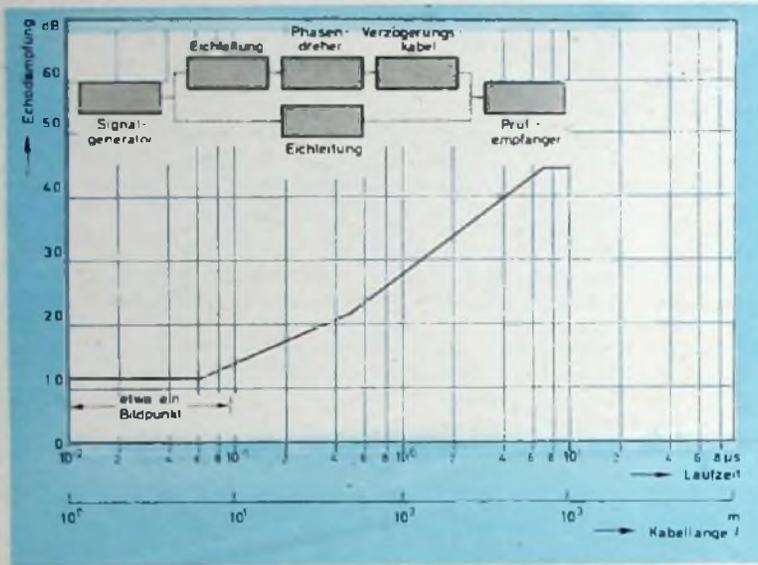
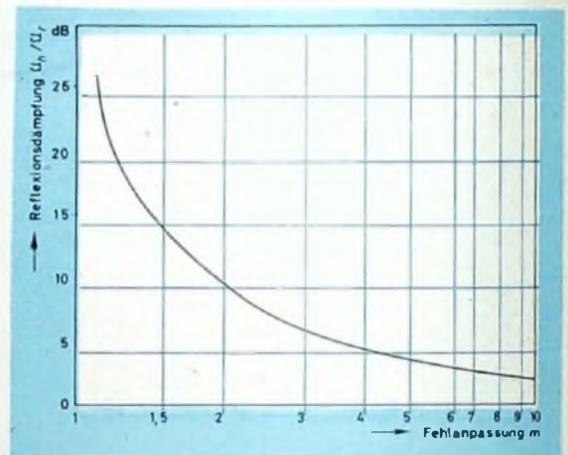


Bild 5. Erforderliche Mindest-Echodämpfung in Abhängigkeit von der Laufzeit (Kabellänge). Die eingetragene Kabellänge gilt für Vollkabel; bei idealem Luftkabel ist  $l$  mit dem Faktor 1,55 und bei Stegleitungen mit 1,25 zu multiplizieren.

Bild 6. Abhängigkeit der zusätzlichen Fehlanpassung von der Kabellänge.



ein getrenntes Geisterbild. Bei kurzen Laufzeitdifferenzen wird man also für gleiche Bildgüte ein erheblich größeres reflektiertes Signal zulassen können als bei größeren Laufzeitdifferenzen, d. h., die Reflexionsdämpfung kann bei kurzen Kabeln geringer sein als bei längeren. Der Wert, den man im einzelnen bei verschiedenen Laufzeitdifferenzen zulassen kann, hängt weitgehend von der subjektiven Beurteilung durch den Zuschauer und außerdem von dem zufälligen Bildinhalt ab. Es liegen umfangreiche Testversuche [2, 3] mit verschiedenartigen Fernseh-Testbildern sowie feststehenden und bewegten Bildern verschiedenen Inhalts vor, bei denen sowohl der Reflexionsfaktor als auch die Laufzeitdifferenz stetig geändert wurden und mit denen ein „fernsehremder“ Personenkreis daraufhin getestet wurde, wann jeweils die reflektierten Signale gerade wahrnehmbar beziehungsweise noch erträglich sind. Das Ergebnis der statistischen Auswertung dieser Versuche und die Versuchsanordnung zeigt Bild 5, in dem die mittlere erforderliche Dämpfung des reflektierten Signals (Echodämpfung) in Abhängigkeit von der Laufzeitdifferenz aufgetragen ist. Innerhalb einer Bildpunktdauer, also bei  $0,1 \mu s$  Laufzeitdifferenz, sind Reflexionsdämpfungen von nur 10 ... 12 dB durchaus zulässig. Das reflektierte Signal kann sogar fast so groß sein wie das Hauptsignal, ohne daß es stört. Mit wachsender Laufzeitdifferenz wächst auch die erforderliche Reflexionsdämpfung; sie beträgt bei  $1 \mu s$  etwa 25 bis 30 dB und steigt auf 40 ... 50 dB bei  $10 \mu s$ . Die Laufzeit ist bei einem idealen (luftisolierten) Kabel ebenso wie bei der Ausbreitung im freien Raum zu berechnen

mit wachsender Kabellänge stetig ab (Bild 6). Praktisch sind jedoch die Verluste nicht zu vernachlässigen. Mit wachsender Kabellänge wird ihr Einfluß immer deutlicher. Er wirkt sich so aus, daß die errechnete zulässige Fehlanpassung bei kurzen Kabeln (etwa 5 m) bei 2,5 liegt und mit wachsender Kabellänge ein flaches Minimum durchläuft. Schließlich überwiegt die Dämpfung so sehr, daß die Fehlanpassung jeden beliebigen Wert erreichen kann, ohne daß Leitungsreflexionen das Bild stören können. Es existiert also eine Grenzlänge, von der ab Fehlanpassungen jeder Größe für die Reflexionen bedeutungslos sind. Für die Fehlanpassung muß man das Produkt  $m_A \cdot m_E$  einsetzen.

Von praktischer Bedeutung ist vor allem folgendes: Im Band III liegt die Grenzlänge für Vollkabel mit etwa 15 dB/100 m bei 70 ... 80 m und für 240-Ohm-Steagleitung mit etwa 8 dB/100 m bei 200 ... 300 m. Geisterbilder sind erst bei Laufzeiten von mehr als  $1 \mu s$  möglich. Das entspricht bei Vollkabeln einer Kabellänge von etwa 100 m. In der Praxis wird schon wegen der hohen Dämpfung eine so lange Zuleitung zu einem Einzelempfänger kaum verwendet werden. Sie kann allenfalls als

geschlossen ist. Dabei sind die Teilnehmer von der Stammleitung entkoppelt, um eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Antennenspannung ohne gegenseitige Störungen und Rückwirkungen zu erreichen. Zwangsläufig ergeben aber die Anschlußstellen der Teilnehmer auf der Stammleitung je nach dem Grad der Entkopplung mehr oder weniger große Abweichungen vom Wellenwiderstand der Leitung, also Störstellen, die im allgemeinen komplexe Widerstände haben. Die Entkopplung in den Betriebsbereichen ist im allgemeinen aperiodisch (Widerstände oder Kondensatoren in den Antennensteckdosen). In den Sperrbereichen, d. h. zur Unterdrückung der gegenseitigen Störungen, werden dagegen meistens Filter mit entsprechender Sperrdämpfung für die Störbereiche benutzt, die sehr oft in die Empfängeranschlußkabel eingebaut sind.

Wenn die (aperiodische) Entkopplung zu gering ist, wird die Belastungsdämpfung zu hoch und damit die Spannungsverteilung infolge stehender Wellen auf der Stammleitung sehr ungleichmäßig, und der letzte Teilnehmer erhält eine zu niedrige Spannung. Gleichzeitig nehmen die gegenseitigen Rückwirkungen auf die Höhe der Empfangsspannung bei den verschiede-

denen Betriebszuständen der angeschlossenen Empfänger zu. Dabei müssen auch die Grenzfälle, zum Beispiel Kurzschluß an der Anschlußstelle, eingeschlossen werden. In der Praxis ist es durchaus möglich, daß ein sehr niedriger, einem Kurzschluß nahekommender Widerstand über das Empfängeranschlußkabel bei bestimmten Frequenzen an den Stammlenungsanschluß transformiert wird, wenn das Empfängeranschlußkabel nicht mit den Antennenbuchsen des Fernsehempfängers verbunden ist oder wenn das Gerät auf einen anderen Kanal abgestimmt oder gar nicht eingeschaltet ist.

Bei zu hoher Entkopplung sinkt die dem Empfängereingang angebotene Eingangsspannung zu stark ab. Da man dann den Antennenaufwand erhöhen oder Antennenverstärker einsetzen muß, um auch für den letzten Teilnehmer eine ausreichend hohe Antennenspannung zur Verfügung zu stellen, wird die Anlage unwirtschaftlich.

Bei der Festlegung der Entkopplung muß man schließlich aber auch berücksichtigen, daß jede Anschlußstelle eines Teilnehmers Reflexionen auf der Stammlenung bewirken kann, die als Bildstörungen sichtbar werden. Diese Mehrfachreflexionen dürfen ebenso wie die Einzelreflexionen auf dem Antennenkabel einer Einzelanlage bestimmte Stärken, die von ihrer Laufzeitdifferenz gegenüber dem Hauptsignal abhängen, nicht überschreiten, wenn sie nicht im Fernsehbild wahrnehmbar sein sollen. Ein Mittelwertverfahren zur Ermittlung der zulässigen Mehrfachreflexionen, das sich auf die Arbeiten von Mertz stützt, wurde von Fowler und Christopher angegeben [4].

Danach kann die Stärke und Laufzeitdifferenz eines einzelnen äquivalenten Echos ermittelt werden, das die gleiche Störwirkung hat wie mehrere (bis zu acht) verschieden starke Echos mit unterschiedlicher Laufzeitdifferenz gegenüber dem Hauptsignal. Dazu addiert man die Reflexionen nach folgender Formel:

$$V_0 = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_n^2} \quad (11)$$

In Gl. (11) ist  $V_0$  die Stärke (Amplitude) der äquivalenten Reflexion. Die Laufzeit ist das arithmetische Mittel der Laufzeiten der störenden Reflexionen. Hier werden nicht die tatsächlichen Amplituden der Reflexionen eingesetzt, sondern es wird berücksichtigt, daß ihre Störwirkung von der Laufzeit abhängt. Daher setzt man nur die Reflexion mit ihrer vollen Amplitude ein, die eine mittlere Laufzeit hat. Dagegen werden die Amplituden der anderen Reflexionen mit einem größeren oder kleineren Wert eingesetzt, je nachdem, ob die Laufzeit nach Bild 5 mehr oder weniger stören würde. Dabei bezieht man die Amplituden auf die derjenigen Reflexion, die eine mittlere Laufzeit hat. Der Exponent  $n$  hängt von der mittleren Laufzeitdifferenz zwischen den Mehrfachreflexionen und der Größe der äquivalenten Reflexion ab. Bei einer mittleren Laufzeitdifferenz von 0,1 ... 0,2  $\mu$ s (das ist in Verteilersystemen meistens der Fall) wird  $n = 1$ , und dann kann man die wirksamen Amplituden der Mehrfachreflexionen addieren. Für größere Laufzeiten wird  $n$  größer als 1. Um die Berechnung in diesen Fällen zu erleichtern, enthält die Arbeit von Fowler und Christopher verschiedene Kurven.

Die angegebene Methode ist nur bis zu acht Reflexionen anwendbar, wobei ihre Störwirkungen, d. h. ihre „wirksamen“

Amplituden, nicht mehr als etwa 6 dB voneinander abweichen dürfen. Das Resultat der Berechnung ergibt jedoch keinen exakten Ausdruck für die Störwirkung durch die Reflexionen, da sie vom Bildinhalt und anderen unberechenbaren Faktoren abhängt. Man erhält aber einen Anhaltspunkt dafür, welche Reflexionen an jeder Anschlußdose zugelassen werden können und welche Belastungsdämpfungen nicht überschritten werden sollten.

Ein Beispiel mit acht Teilnehmern, die in gleichmäßigen Abständen (etwa 10 m) auf einer Stammlenung verteilt sind, ergibt folgendes: Für ein Kabel mit 60 Ohm Wellenwiderstand und 18 dB/100 m Dämpfung bei 200 MHz muß die Reflexionsdämpfung 19 dB und für ein Kabel mit 6 dB/100 m bei 50 MHz 27 dB betragen. Das entspricht nach Bild 4 einer Fehlanpassung von 1,25 beziehungsweise 1,086. Der kleinste zulässige Wert des Nebenschlusses, mit dem die Stammlenung belastet werden darf, ist dann

$$\frac{60 \cdot 48}{60 - 48} = 240 \text{ Ohm}$$

beziehungsweise

$$\frac{60 \cdot 55,2}{60 - 55,2} = 690 \text{ Ohm}$$

Die Belastungsdämpfung darf also nicht größer als 1,1 beziehungsweise 0,5 dB sein. Der notwendige Entkopplungswiderstand und damit die Entkopplungsdämpfung wird meistens einfach als Differenz zwischen dem oben berechneten Wert (zum Beispiel 690 Ohm) und dem mit 240 Ohm (ohmisch) angenommenen Empfänger-Eingangswiderstand berechnet. In der Praxis sind die Verhältnisse jedoch wesentlich komplizierter, selbst wenn man den angenommenen Empfänger-Eingangswiderstand voraussetzt, was aber selten zutrifft.

#### Empfängeranschlußkabel

Die Verbindung zwischen den Antennenanschlußdosen und den Antennenbuchsen des Fernsehempfängers wird durch flexible Empfängeranschlußkabel hergestellt. Hierzu werden abgeschirmte Kabel mit Wellenwiderständen zwischen 60 und 150 Ohm für konzentrische sowie zwischen 120 und 240 Ohm für symmetrische Ausführungen verwendet. Die bei Verteilersystemen mit konzentrischen Stammlenungen notwendige Umsymmetrierung auf den symmetrischen Empfänger-Eingangswiderstand erfolgt je nach Fabrikat entweder an der Antennenanschlußdose oder unmittelbar vor dem Empfängereingang über geeignete Breitband-Symmetriertransformatoren.

Das Empfängeranschlußkabel einschließlich Symmetriertransformator und die Entkopplung müssen so bemessen sein, daß

- 1) die Anschlußimpedanz für den Fernsehempfänger innerhalb gewisser Toleranzen bleibt (Fehlanpassung möglichst  $\leq 1:2$  bezogen auf 240 Ohm) und
- 2) die Belastungsimpedanz für die Stammlenung möglichst gering gehalten wird.

Beide Forderungen sind vor allem wegen der praktisch vorgegebenen Wellenwiderstände der Anschlußkabel gleichzeitig nur schwer zu erfüllen. Das Empfängeranschlußkabel ist (vom Empfängeranschluß her gesehen) an der Antennenanschlußdose mit der Serienschaltung aus dem Entkopplungswiderstand und der Impedanz der Stammlenung an der Anschlußstelle abgeschlossen. Dabei muß beachtet werden, daß ein ohmscher Entkopplungswiderstand

mit wachsender Frequenz komplex wird. Der tatsächliche Abschluß des Empfängeranschlußkabels am dosenseitigen Ende hängt daher besonders bei höheren Frequenzen (Band III) stark vom verwendeten Widerstandstyp und vom konstruktiven Aufbau der Antennensteckdosen und der Stecker der Empfängeranschlußkabel ab. Dieser komplexe Widerstand wird über die Länge des Empfängeranschlußkabels und gegebenenfalls noch über den Symmetriertransformator an die Antennenbuchsen des Fernsehempfängers transformiert. Der Wellenwiderstand und die elektrische Länge des Empfängeranschlußkabels müssen so bemessen werden, daß der von der Antennensteckdose an die Empfängerbuchsen transformierte Widerstand die Forderung nach 1) wenigstens annähernd im Band I und im Band III erfüllt. Das erfordert zwangsläufig einen Kompromiß, weil unter anderem die relative Breite des Bandes I wesentlich größer ist als die des Bandes III und weil die beiden Bänder nicht in allen Kanälen harmonisch zueinander liegen. Der Empfänger-Eingangswiderstand wird über die Länge des Empfängeranschlußkabels und des Symmetriertransformators an den Eingang des Empfängeranschlußkabels an der Antennensteckdose transformiert und belastet dort die Entkopplung der Stammlenung.

In der Praxis werden für das Empfängeranschlußkabel alle angeführten Kabeltypen und zur Entkopplung Widerstände zwischen 150 und 180 Ohm verwendet. Teilweise arbeitet man aber auch mit Entkopplungskondensatoren, unter anderem wegen der dann geringeren Belastungsdämpfung für die Rundfunkbereiche (LMKU). Die Fehlanpassung für die Anschlußimpedanz läßt sich  $\leq 1:2,5$  halten. Die (gemessene) Belastungsdämpfung liegt dann bei 0,5 ... 1 dB und die Entkopplungsdämpfung bei etwa 12 dB.

Da das Empfängeranschlußkabel verhältnismäßig kurz und daher die Laufzeit von Reflexionen zwischen Empfängereingang und Antennensteckdose sehr gering ist, werden dadurch keine Bildstörungen verursacht. Dagegen ist es möglich, daß über das Empfängeranschlußkabel an den Empfängereingang Blindwiderstände transformiert werden, die besonders im Band I Verstimmungen des Empfänger-Eingangskreises und damit Veränderungen der Durchlaßkurve bewirken können, die recht starke Bildfehler zur Folge haben. Das ist besonders im Band I dann der Fall, wenn man zur Entkopplung Kondensatoren mit kleinen Kapazitätswerten verwendet. Dann muß beispielsweise durch entsprechende Parallelwiderstände oder Dämpfungsglieder für eine annähernde Anpassung gesorgt werden.

#### Schrifttum

- [1] Förster, G.: Fernseh-Bildstörungen durch Fehlanpassung und Verstimmung des Tuners. Funkschau Bd. 29 (1957) Nr. 3, S. 67-70, u. Nr. 5, S. 123-125
- [2] Mertz, P.: Influence of echoes on television transmission. Bell Telephone System. Monograph 2144, u. J. Soc. Motion Picture Televis. Eng. Bd. 60 (1953) Nr. 5, S. 572-596
- [3] Bödeker, H.: Zwei Verfahren zur Ermittlung der Nutz- und Störfeldstärke des Fernsehempfangs in Gegenden mit Mehrwege-Empfang. Nachr.-Techn. Z. Bd. 13 (1960) Nr. 5, S. 213
- [4] Fowler, A. D. und Christopher, H. N.: Multiple echoes in television. J. Soc. Motion Picture Televis. Eng. Bd. 58 (1952) Nr. 6, S. 491-500

## Rechteckige Fernseh-Bildröhre

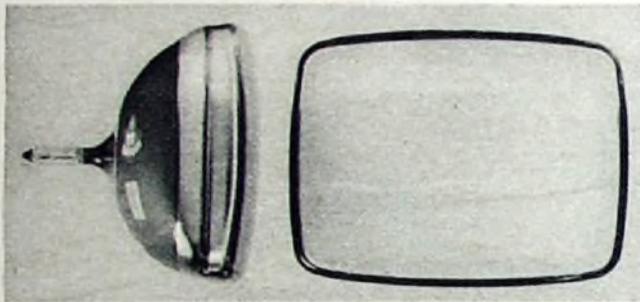
110° Ablenkung · Elektrostatische Fokussierung · Allglas  
Ohne Ionenfalle · Metallhinterlegter Grauglasschirm

Ab 1. September 1960 werden von verschiedenen Firmen einige Gerätetypen der Fernsehempfänger (s. S. 600) auch mit der neuen Bildröhre AW 59-90 ausgerüstet. Es handelt sich dabei um eine Bildröhre, die von *Lorenz, Siemens, Telefunken* und *Valvo* gefertigt wird. Die Schirmdiagonale dieser Bildröhre ist 59 cm. In ihren elektrischen Eigenschaften gleicht die Bildröhre der bekannten AW 53 88. Der wesentlichste Unterschied zwischen den beiden Typen besteht in der äußeren Form des Kolbens. Dem Bildschirm wurde eine mehr rechteckige Form gegeben,

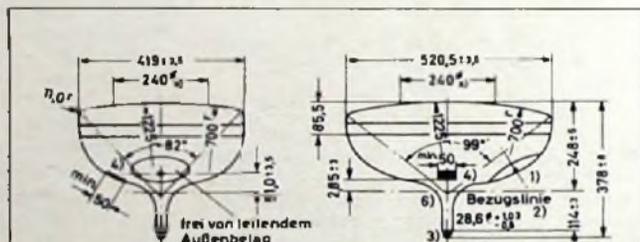
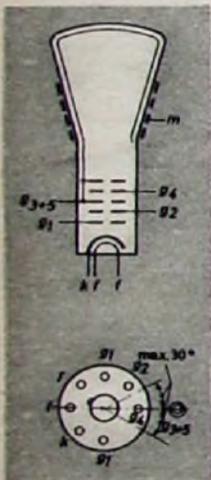
außerdem verringerte man die Krümmung des Bildschirms. Die AW 59-90 ist für Montage mit getrennter Schutzscheibe vorgesehen. Dadurch hat der Gerätekonstrukteur die Möglichkeit, das Schutzglas in seiner Form und seinen optischen Eigenschaften dem jeweiligen Gerät individuell anzupassen. Die neue Fernseh-Bildröhre wird (wie dies überall in der Welt, insbesondere in den USA <sup>1)</sup>, erfolgt) neben der bekannten und viel verwendeten 53-cm-Bildröhre (21") geliefert.

1) Die 23"-Rechteckbildröhre Funk-Techn. Bd. 15 (1960) Nr. 16, S. 580

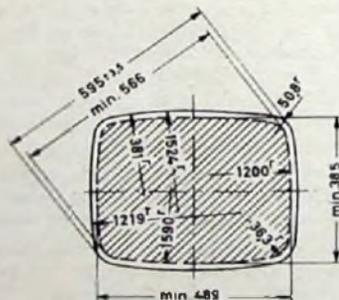
Sockel: Spezial 7 p  
Einbau: beliebig  
Gewicht: ≈ 12 kg



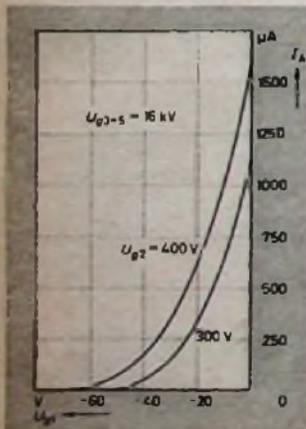
Ansicht (oben) und Maße in mm (unten) der neuen rechteckigen Bildröhre AW 59-90



1) Radius 1225 gilt für den angegebenen Bereich



- 1) Hohlkontakt DIN 41543
- 2) Die Bezugslinie wird durch die Flanschebene der Bezugslinienlehre bestimmt, wenn diese auf dem Konus der Röhre aufsteht.
- 3) Fassung nicht starr, sondern mittels flexibler und frei beweglicher Leitungen anschließen; Streukreis für Exzentrizität des Sockels max. 46 mm Ø, bezogen auf die Röhrenachse.
- 4) Die Röhre ist mit einer ringförmigen Außenquadratur versehen, die geerdet werden muß; die Erdungsfeder soll in dem angegebenen Feld anliegen.
- 5) Diese Fläche ist sauberzuhalten.
- 6) Der Abstand von der Bezugslinie zum Zentriermittelpunkt soll 57 mm nicht überschreiten.



— $U_{G1}$  -  $I_A$ -Kennlinien für  $U_{G3+4} = 300$  und  $400$  V;  $U_{G4+5} = 16$  kV

**Heizung:**

indirekt durch Wechsel- oder Gleichstrom.  
Parallel- oder Serienschaltung  
 $U_H = 6,3$  V  $I_H = 300$  mA

**Kapazitäten:**

$C_{G1} \approx 6$  pF  $C_k \approx 5$  pF  
 $C_{G3+4/M} = 1200 \dots 2500$  pF

**Schirm:**

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| Form                      | sphärisch  |
| Farbe                     | weiß       |
| Absorption des Grauglases | ≈ 25%      |
| Nutzbare Schirmdiagonale  | min 500 mm |
| Nutzbare Schirmbreite     | min 480 mm |
| Nutzbare Schirmhöhe       | min 385 mm |

**Ablenkung:**

|                         |            |
|-------------------------|------------|
|                         | magnetisch |
| Ablenkwinkel diagonal   | 110°       |
| Ablenkwinkel horizontal | 90°        |
| Ablenkwinkel vertikal   | 82°        |

**Fokussierung:**

elektrostatisch

**Strahlzentrierung:**

|   |                         |
|---|-------------------------|
|   | magnetisch              |
| Feldstärke senkrecht zur Röhrenachse    | 0 ... 10 G              |
| Abstand Bezugslinie Zentriermittelpunkt | max 57 mm <sup>1)</sup> |

**Betriebsdaten:**

|            |           |                 |                 |
|------------|-----------|-----------------|-----------------|
| $U_{G3+4}$ | 16        | kV              |                 |
| $U_{G4}$   | 0 ... 400 | V <sup>2)</sup> |                 |
| $U_{G1}$   | 300       | 400             | V               |
| $-U_{G1}$  | 30 ... 72 | 38 ... 84       | V <sup>3)</sup> |

**Grenzdaten:**

|            |          |                              |
|------------|----------|------------------------------|
| $U_{G3+4}$ | max.     | 16 kV <sup>4)</sup>          |
| $U_{G4}$   | min      | 13 kV                        |
| $U_{G3}$   | max.     | 600 V                        |
| $U_{G2}$   | min.     | 200 V                        |
| $+U_{K4}$  | max.     | 1000 V                       |
| $-U_{K4}$  | max.     | 500 V                        |
| $-U_{K1}$  | max.     | 150 V                        |
| $-U_{G1S}$ | max.     | 400 V <sup>1)</sup>          |
| $+U_{G1}$  | max.     | 0 V                          |
| $+U_{G1S}$ | max.     | 2 V                          |
| $U_{Ik}$   | (k neg.) | max. 125 V <sup>1)</sup>     |
| $U_{Ik}$   | (k pos.) | max. 200 V <sup>1), 2)</sup> |
| $U_{IkS}$  | (k pos.) | max. 280 V                   |
| $R_{Ik}$   |          | max. 1,0 MΩ <sup>4)</sup>    |
| $Z_{Ik}$   | (50 Hz)  | max. 0,1 MΩ <sup>4)</sup>    |
| $R_{G1}$   |          | max. 1,5 MΩ                  |
| $Z_{G1}$   | (50 Hz)  | max. 0,5 MΩ                  |
| $R_{G2}$   |          | max. 2,5 MΩ                  |

**Berechnungsdaten für die Schaltung:**

$I_{G1} \leq \pm 16$  μA  $I_{G4} \leq \pm 25$  μA

- 1) Der Zentriermagnet soll so nah wie möglich an der Ablenkeinheit angebracht sein.
- 2) Für Allgemeincharfe; abweichende Einstellungen sind im Rahmen der Grenzdaten zulässig.
- 3) Fokussiertes Raster verchromt; um einen fokussierten und unabgelenkten Leuchtfleck verschwinden zu lassen, muß an das Gitter  $G_1$  eine um etwa 5 V höhere negative Vorspannung gelegt werden.
- 4) Für  $I_{G3+4} = 0$
- 5) Max. Dauer 22% einer Periode (horizontal) bzw. 1,5 ms (vertikal)
- 6) Zur Vermeidung von Brummstörungen soll die Wechselspannungskomponente von  $U_{Ik}$  so klein wie möglich sein und darf einen Effektivwert von 20 V nicht überschreiten
- 7) Während der Anheizzeit (max. 46 s) darf  $U_{Ik}$  (k pos.) auf max 410 V ansteigen
- 8) Bei Speisung des Heizfadens aus einem getrennten Transformator
- 9) Bei Serienheizung oder für Wechselstrom getriebenem Heizfaden. Bei Speisung des Heizfadens aus einem getrennten Transformator darf  $Z_{Ik}$  (50 Hz) max. 1 MΩ betragen

# Stereo-Magnetongerät »MT 158« mit Vielfach-Überspieltechnik

Der Aufsatz zeigt, welche neuen aufnahmetechnischen Möglichkeiten mit einem Vollstereo-Magnetongerät bei Verwendung getrennter Viertelspur-Stereo-Köpfe für Aufnahme und Wiedergabe erreicht werden können. Insbesondere wird die neuartige Vielfach-Überspieltechnik beschrieben, mit der es gelingt, eine Vielzahl synchroner Aufnahmen auf einer einzigen Spur unterzubringen. Außerdem werden die Vorteile der mit diesem Gerät bei allen Mono-Aufnahmen möglichen Über-Band-Kontrolle und die angewendete künstliche Nachhall-Erzeugung (regelbarer Echo-Trick) erläutert.

## Technische Daten

Bandgeschwindigkeiten: 9,5 und 19 cm/s  
Spurlage: Vierspur international

Frequenzumfang:  
40...15000 Hz  $\pm$  3 dB bei 9,5 cm/s  
30...20000 Hz  $\pm$  3 dB bei 19 cm/s

Störabstand: > 40 dB

Übersprechdämpfung: > 46 dB

Gleichlauf:  $\pm$  0,2% bei 19 cm/s

Klirrfaktor über Band:  
gemessen am Rundfunk-Ausgang bei Bezugspegel (EAM 86 schließt)  $f = 1000$  Hz:  
< 2,5% ( $k_2 + k_3$ )

Empfindlichkeiten (Mono und Stereo):  
Rundfunk (über Teiler 2 MOhm/50 kOhm im Rundfunkgerät): 200 mV  
Phono: 100 mV  
Mikrofon: 0,07 mV

Ausgangsleistung: Mono 4 W,  
Stereo 2 x 2 W

Netzanschluß: Wechselstrom  
(60 Hz, 117 V)

Leistungsaufnahme:  $\approx$  65 W

Bestückung: OC 44, OC 44, ECC 85,  
ECC 85, EL 95, EL 95, EL 95,  
EAM 86, B 250 C 75, E 25 C 5,  
E 25 C 5

## 1. Trickaufnahmen

### 1.1 Bisher übliche Verfahren

#### 1.1.1 Tricktaste

Bei älteren Geräten wird üblicherweise durch Betätigung der „Tricktaste“ der Löschkopf abgeschaltet, wodurch auf eine bereits bestehende Aufnahme eine zweite übersprochen werden kann. Dabei ergeben sich jedoch zwei wesentliche Nachteile:

a) Durch die auch bei der zweiten Aufnahme erforderliche HF-Vormagnetisierung des Sprechkopfes erfolgt eine Teillöschung der ersten Aufnahme um etwa 6 dB. Die Höhen werden fast ganz gelöscht.

b) Ein gleichzeitiges Abhören der ersten Aufnahme ist nicht möglich. Die Zweitaufnahme muß nach der Zählwerkanzeige erfolgen und ist daher nicht synchron.



Stereo-Magnetongerät „MT 158“ von Körting

### 1.1.2 Playback

Mit Einführung der Stereo-Technik in Tonbandgeräten ergab sich durch die dabei vorhandenen zwei getrennten Verstärker auch die Möglichkeit, eine auf der einen Spur vorhandene Aufnahme wiederzugeben und zugleich auf der anderen Spur eine zweite Information synchron aufzunehmen. Durch anschließende Wiedergabe beider Spuren gleichzeitig war damit eine qualitativ einwandfreie Trickmischung möglich.

Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, daß nur zwei Informationen synchron gemischt werden können.

## 1.2 Die neuen aufnahmetechnischen Möglichkeiten

### 1.2.1 Vielfach-Überspieltechnik

Das Körting-Magnetongerät „MT 158“ bietet gegenüber den bisher gebräuchlichen Verfahren die Möglichkeit, synchrone Trickaufnahmen durch mehrfaches Überspielen – bei jeweils gleichzeitiger Aufnahme einer neuen Information – ohne Qualitätsminderung durchzuführen.

### 1.2.2 Echo-Trick und Über-Band-Kontrolle

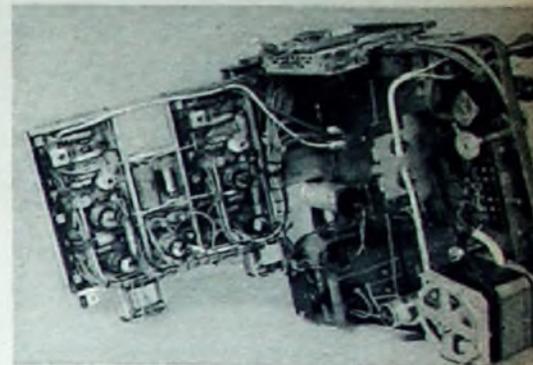
Durch die Anwendung zweier getrennter Stereo-Köpfe und Ausnutzung je eines Verstärkers zur gleichzeitigen Aufnahme und Wiedergabe ist es möglich (neben der sofortigen Über-Band-Kontrolle) eine regelbare Verhallung der Aufnahme mit 0,2s Laufzeit bei 9,5 cm/s und mit 0,1s bei 19 cm/s Bandgeschwindigkeit vorzunehmen.

## 2. Aufbau des Chassis

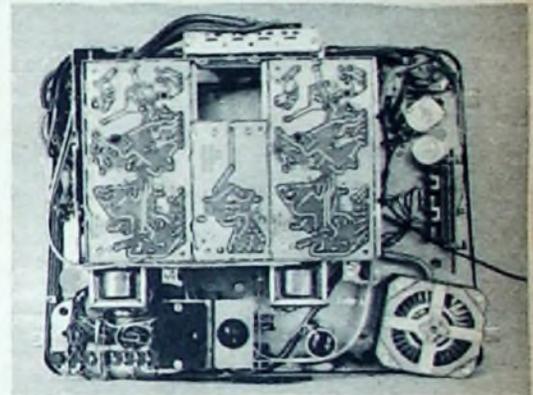
Das aus 1,5 mm dickem Eisenblech bestehende, an allen vier Seiten nach unten abgewinkelte stabile Chassis trägt die gesamte Mechanik des Laufwerkes. In die Vorderseite eingelassen liegt der mechanische Tastenschalter für Stop, Start, Rück- und Vorlauf, davor – auf diesem befestigt – der Drucktastenschalter für Abhören (Mono links, Stereo, Mono rechts).

Die linke Chassisseite trägt an ihrer Außenseite den Drucktastenschalter für Aufnahme links und rechts mit den zugehörigen Eingangswahlschaltern für Rundfunk, Phono und Mikrofon (Schalterkontakte A...H). Daneben befinden sich auf einer Lötösenleiste die Schalteile für die Rundfunkausgänge und die Aussteuerungsanzeige.

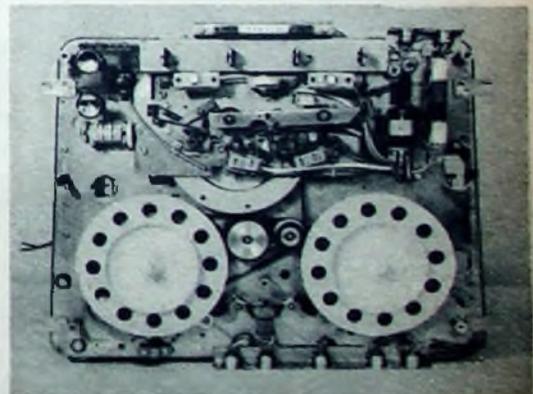
An der unteren Kante der linken Chassisseite ist der Rahmen für die gedruckten Platinen (linker Kanal, HF-Oszillator mit Siebketten für die Spannungsversorgung der Entzerrer und rechter Kanal) drehbar aufgehängt. Durch Abheben von zwei Haltefedern an der rechten Seitenwand kann dieser Rahmen nach unten gedreht werden, so daß jedes Teil des Gerätes leicht zugänglich ist. Die gedruckten Platinen für die beiden Kanäle sind gleichmäßig ausgeführt und enthalten die gesamten Teile der Verstärker vom Kopplungselko C 201 (5  $\mu$ F) bis zu den Ausgangs-



Chassisansicht des „MT 158“ von unten, mit herausgeklapptem Verstärkerahmen



Blick auf die gedruckte Schaltung



Oberseite des Chassis

übertragern (an der hinteren Seitenwand des Rahmens). Die auf den Platinen sitzenden Schalteile mit Umschaltkontakten (auf dem Schaltbild mit V und W bezeichnet) sind durch stabile Umlenkhebel und Bowdenzüge mit den Aufnahmebetätigungen an der linken Chassisseite verbunden.

An der rechten Seite des Chassis befinden sich die getrennten Aussteuerungs-Lautstärkeregler für den rechten Kanal (vorn; kombiniert mit Netzschieschalter) und den linken Kanal (dahinter; kombiniert

mit Kurzhubschalter für den eingebauten Lautsprecher).

Zur Bedienungserleichterung sind die Bedienungsorgane für Aufnahme, Aussteuerungs-Lautstärkeregelung und Abhören für den rechten Kanal rot und für den linken Kanal grün gekennzeichnet.

Zwischen den Reglern liegt die Fortschalttaste für Schnellstop. Hinter dem Bandlängenzählwerk befindet sich der Geschwindigkeitsumschalter für den polumschaltbaren Antriebsmotor. Dieser Umschalter betätigt wiederum über einen Bowdenzug den Umschalter U für die Entzerrung, der auf der abgewinkelten linken Chassisseite sitzt.

### 3. Arbeitsweise des „MT 158“

#### 3.1 Wiedergabe

Das vom Wiedergabekopf (120 mH) kommende Signal (0,2 mV bei 166 Hz und 160 mM) gelangt über C 201 zur Basis der in Emitterschaltung arbeitenden Transistor-Eingangsstufe (1).

Die Strom-Stabilisierung erfolgt in üblicher Weise durch R 203, die Arbeitspunkteinstellung durch R 201, R 202 bei einem für minimales Transistorrauschen günstigen Kollektorstrom ( $-I_C \approx 0,15 \text{ mA}$ ) (2). Da die nachfolgende Stufe mit einer Röhre bestückt ist, kann der Außenwiderstand im Kollektorkreis des Transistors hoch gewählt werden (51 kOhm). Allerdings kann die auf diese Weise erreichbare hohe Verstärkung ( $V_a \approx 220$ ) des Transistors

nur dann ausgenutzt werden, wenn ein HF-Transistor mit kleiner Kollektorkapazität ( $C_{CB}$ ) zur Anwendung kommt, da bei Verwendung eines gewöhnlichen NF-Transistors bereits ab 10 kHz ein Verstärkungsabfall durch die über  $C_{CB}$  gegebene Gegenkopplung eintreten würde. Der HF-Transistor wird zusätzlich auf minimales NF-Rauschen ( $F < 5 \text{ dB}$ ) ausge sucht. Durch die hohe Verstärkung des Transistors ist mit den zwei nachfolgenden Triodenstufen ( $V_1 \cdot V_2 \approx 1000$ ) die volle Aussteuerung der Endröhre EL 95 gewährleistet.

Die Entzerrung des Wiedergabefrequenzganges erfolgt durch die Gegenkopplungsglieder R 307, R 304, R 305 und C 303 ( $\tau \approx 150 \mu\text{s}$ , Baßentzerrung) sowie C 304 und „BV 780“ für die Höhenanhebung bei 9,5 cm/s. Durch R 3 erfolgt der Abgleich bei 15,5 kHz. Bei 19 cm/s wird die Entzerrung durch Parallelschalten von R 308 zu R 307 ( $\tau \approx 75 \mu\text{s}$ ) geändert. C 305 legt die Resonanzfrequenz des Saugkreises auf 23 kHz. R 306 bedämpft diesen für die bei Aufnahme wie auch bei Wiedergabe erforderliche flache Höhenanhebung. Der parallel zum Wiedergabekopf liegende Saugkreis „BV 880“, C 205 unterdrückt die bei Aufnahme der anderen Spur auf den Wiedergabekopf einströmende HF.

Von der Anode der dritten Stufe gelangt nun je nach Wahl der Taste „Abhören“ das Signal des linken oder rechten Kanals zu den - bei Mono parallelgeschalteten - Endstufen und über die Spannungsteiler

R 108 (R 109), R 106 (R 107) zu den Rundfunk- und Ela-Wiedergabe-Anschlüssen. Arbeitet ein Kanal auf Aufnahme, dann sind die Rundfunk-Wiedergabe-Ausgänge zur Vermeidung einer Rückkopplung (über die Kontaktkapazität der Rundfunk-Anschlußbuchse) kurzgeschlossen.

#### 3.2 Aufnahme

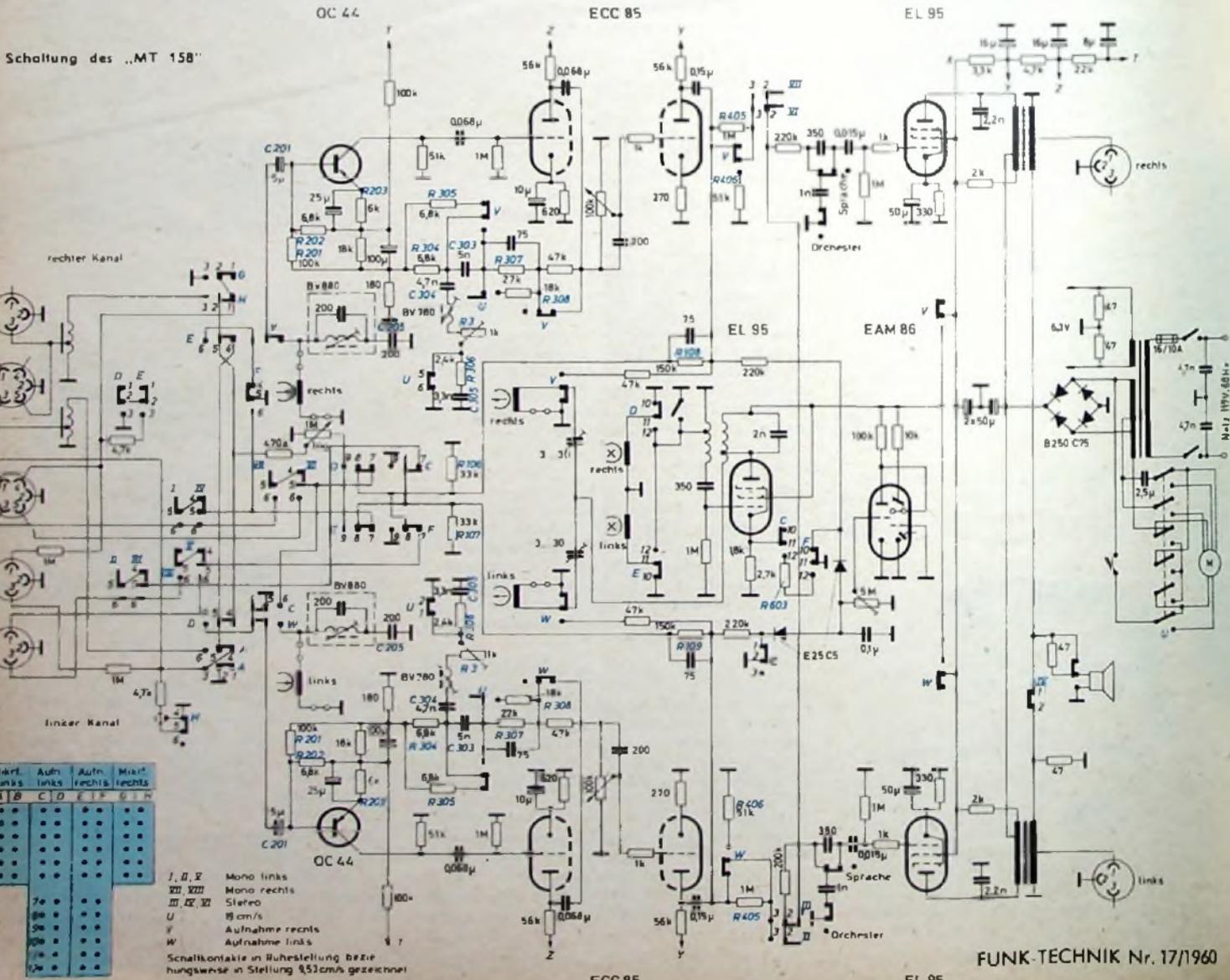
Um ein lästiges Umstecken zu vermeiden, sind die Eingänge beider Kanäle bei Aufnahmestellung eines Kanals (Mono-Betrieb) miteinander verbunden (E 4-5, D 4-5).

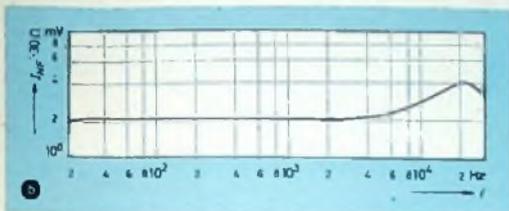
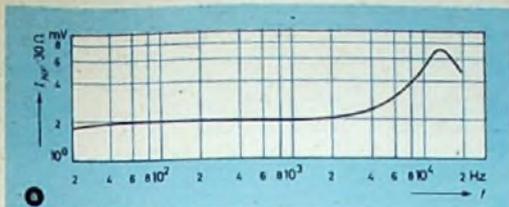
Das Signal gelangt über den auf Aufnahme geschalteten Verstärker zur zugehörigen Spule des Aufnahmekopfes. Beide Endstufen liegen parallel und können nun wahlweise durch die Abhörerschalter zum leisen Mithören der Aufnahme (reduziert durch Teiler R 405, R 406) oder ungeschwächt an den auf Wiedergabe geschalteten Kanal geschaltet werden.

Bei Stereo-Betrieb arbeiten beide Kanäle bei Aufnahme und Wiedergabe voneinander getrennt. Die Übersprechdämpfung ist fast 50 dB.

#### 3.3 Vielfach-Überspiel-Trickaufnahme

Zu diesem Zweck wird die erste Information auf eine Spur (zum Beispiel „Kanal links“) aufgenommen. Nach Rückspulen wird „Kanal rechts“ auf Aufnahme geschaltet und die zweite Information durch den zugehörigen Regler so eingepegelt, daß das Magische Band fast





Aufnahme-Frequenzgänge bei 9,5 (a) und 19 cm/s (b) Bandgeschwindigkeit

schließt. Dann folgt die Einpegelung der ersten Information, die sich auf der linken Spur befindet, bei laufendem Band mit dem Überspielregler. Nach der Einpegelung der ersten Information wird wieder zurückgespult und die Synchron-Trickaufnahme beginnt, d. h., es wird zur ersten Information, die durch Drücken der Abhörtaste „Mono links“ abgehört werden kann, die zweite Information hinzugesprochen. Beide Informationen befinden sich dann auf der rechten Spur, so daß die linke Spur für eine weitere Überspielung zur Verfügung steht, wobei die nicht mehr benötigte erste Aufnahme der linken Spur gelöscht wird. Ist die Trickaufnahme der beiden Informationen auf der rechten Spur nicht gelungen, dann kann diese, wie auch jede weitere Überspielung, beliebig oft wiederholt werden, solange die erste Aufnahme auf der linken

auf der rechten Spur befindliche Aufnahme der ersten und zweiten Information zur Überspielung bei laufendem Band mit dem Überspielregler eingepgelt („Mono rechts“-Taste zum Abhören drücken). Nach nochmaligem Rückspulen beginnt diese Trickaufnahme, d. h., die dritte Information wird mit der ersten und zweiten auf der linken Spur aufgenommen. Nun wird die rechte Spur wieder frei für eine weitere Überspielung. Bei ordnungsgemäßem Einpegeln und einiger Übung kann der Vorgang bei einwandfreier Wiedergabequalität noch mehrmals wiederholt werden. Eine fünfmalige Überspielung bringt praktisch noch keine Qualitätsminderung.

Hat die letzte Überspielung stattgefunden, dann befinden sich alle Informationen auf einer Spur, so daß die andere Spur noch für eine beliebige Mono-Aufnahme verwendet werden kann.

### 3.4 Mithören über Band bei Mono-Aufnahme

Werden nach Abhebung der Kopfabdeckung die beiden Stecker der Wiedergabekopf-Anschlußleiste um 90° verdreht eingesteckt (Pfeile waagrecht), dann werden die Verstärker bei Wiedergabe vertauscht. Dadurch kann eine laufende Mono-Aufnahme unmittelbar hinter Band über den auf Wiedergabe geschalteten Verstärker abgehört werden. Somit besteht die Möglichkeit der sofortigen Qualitätskontrolle einer Aufnahme mit optimaler Aussteuerung der verschiedenen Bandtypen, ungeachtet der Aussteuerungsanzeige des Magischen Bandes. Es läßt sich damit durch den erhöhten Aufspeicherpegel zum Beispiel der Störabstand bis zu +8 dB vergrößern.

### 3.5 Echo-Trick

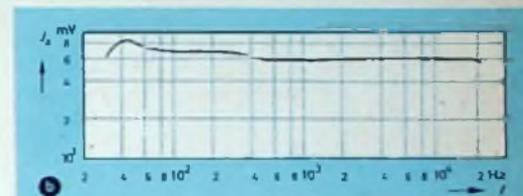
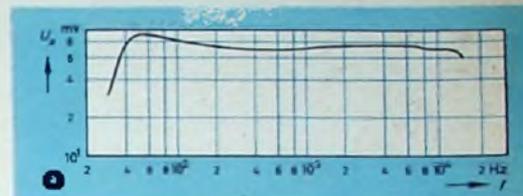
Durch den Abstand von etwa 20 mm zwischen Aufnahme- und Wiedergabekopf ergibt sich eine Laufzeitdifferenz von etwa 0,2 s bei 9,5 cm/s Bandgeschwindigkeit.

Wird nun bei Mono-Aufnahme mit Überband-Kontrolle (s. 3.4) das Wiedergabesignal durch den Überspielregler in den Aufnahmeingang eingeblendet, dann erfolgt eine Verhallung der laufenden Auf-

nahme. Der Überspielregler übernimmt dabei die Regelung der Echoamplitude, so daß der Effekt nach Wunsch dosiert werden kann. Nach Umstecken der Stecker der Wiedergabekopf-Anschlußleiste (Pfeile senkrecht) ist eine Vielfach-Trickaufnahme (s. 3.3) möglich, bei der dann die erste Information durch den Echo-Trick verhallt ist.

### 3.6 HF-Oszillator

Zur Erzeugung der HF für die Löschung und Vormagnetisierung wird eine EL 95 in Meissner-Schaltung verwendet. Die hohe Leistungsreserve der EL 95 erlaubt

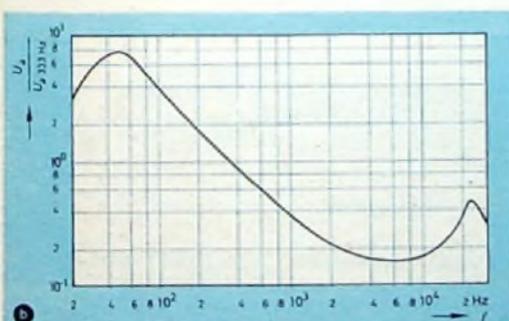
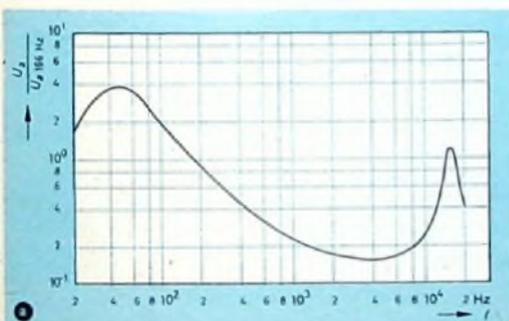


Frequenzgänge über Band bei 9,5 (a) und 19 cm/s (b) Bandgeschwindigkeit (aufgenommen mit „LGS 26“-Band,  $U_e = -14$  dB)

eine hohe Stromgegenkopplung, so daß eine gute Symmetrie der HF-Kurven gewährleistet ist. Die durch die unterschiedliche Löschstrombelastung zwischen Mono- und Stereo-Betrieb auftretende Spannungsdifferenz wird durch Zuschalten von R 603 ausgeglichen.

### Schrifttum

- [1] Dimensionierung rauscharmer Eingangsstufen von NF-Verstärkern. Telefunken-Röhrenmittellung Nr. 570 927
- [2] Schubert, J.: Transistorrauschen im NF-Gebiet AEU Bd. 11 (1957), Nr. 8, S. 331-340 und Fortsetzungen



Wiedergabe-Frequenzgänge bei 9,5 (a) und 19 cm/s (b) Bandgeschwindigkeit

Spur beziehungsweise die vorhergehende Überspielung nicht gelöscht ist. Die weitere Aufnahme einer dritten Information erfolgt in gleicher Weise wie zuvor beschrieben. Es wird zunächst die dritte Information bei stehendem Band auf der linken Spur (Aufnahme links, Regler links) eingepgelt. Dann wird wieder die

## Von Sendern und Frequenzen

► Am 4.8.1960 hat auf dem Katharinenberg bei Wunsiedel ein Fernsehumsatzer des Bayerischen Rundfunks den Versuchsbetrieb aufgenommen. Die Station arbeitet zunächst im Kanal 10 (Bildfrequenz: 210,25 MHz; Tonfrequenz: 215,75 MHz). Die Strahlung ist horizontal polarisiert; die Strahlungsleistung ist 10 Watt. Gelegentliche Abschaltungen können im Rahmen des Versuchsbetriebs eventuell nötig werden. Es muß dabei auch mit der Möglichkeit einer Umstellung von Kanal 10 auf Kanal 11 gerechnet werden.

► Der Frequenzplan für die 28 Sender der ersten Ausbaustufe des Band-IV-Netzes der Deutschen Bundespost für das zweite Fernsehprogramm wurde jetzt bekanntgegeben. Die Sender sollen nach in diesem Jahr betriebsbereit sein. Sie arbeiten in den Kanälen 16-30. Der Wert der wirksamen Strahlungsleistung liegt je nach den örtlichen Erfordernissen zwischen 100 und 500 kW.

► Nach der vorliegenden Planung soll der Münchener Strahler der Bundespost-Senderkette für das zweite Fernsehprogramm am 15. November mit Versuchssendungen beginnen. Auch für den Sender Herlesried bei Augsburg wird ebenso wie für die Richtfunkverbindung München-Augsburg-Frankfurt mit einer Aufnahme des Probebetriebes am 15. November gerechnet.

► Im Monat Juli 1960 konnte der Süddeutsche Rundfunk in Lauda und Bad Mergentheim neue Fernsehumsatzer

in Dienst stellen. Sie arbeiten mit Strahlungsleistungen von je 1 Watt für Bild und je 0,2 Watt für Ton. Während der Umsatzer Lauda auf Kanal 5 horizontal polarisiert strahlt, benutzt der Umsatzer Bad Mergentheim vertikale Polarisation in Kanal 11.

► Seit kurzem strahlt in Bamberg auf der Altenburg ein Fernsehumsatzer versuchsweise das Programm des Deutschen Fernsehens und die bayerischen Regional-sendungen aus. Er soll innerhalb Bambergs die bisher durch benachbarte Stationen nicht genügend erlaubten Zonen versorgen. Die neue Anlage arbeitet in Kanal 11 mit polarisierter Strahlung und einer Strahlungsleistung von 20 Watt in der Hauptstrahlrichtung Nordost.

► Der neue Fernseh-Großsender Brodjackriegel im Bayrischen Wald wird seine Versuchssendungen voraussichtlich erst im Spätherbst dieses Jahres aufnehmen können, da sich seine Fertigstellung verzögert hat.

► Auf dem Halberg bei Saarbrücken entsteht das künftige Rundfunkhaus des Saarländischen Rundfunks. Es wird einen Hörspielltrakt und einen Musiktrakt enthalten. Im Hörspielltrakt sind vier große Produktionsstudios und die Werbelunktstudios geplant. Der Musiksektor soll für spätere stereophonische Aufnahme-technik eingerichtet werden. Mit der Inbetriebnahme rechnet man im Frühjahr 1961.

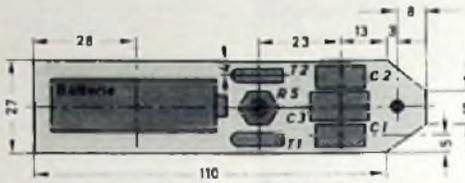
# Multivibrator und Tonfrequenz-generator im Tastkopf-Format

Die Fehlersuche in NF-Teilen von Rundfunk- und Fernsehempfängern wird durch die Verwendung eines Tonfrequenzgenerators oder Multivibrators wesentlich erleichtert. Der Multivibrator hat noch den Vorteil, daß er bei AM-Empfängern im HF-, ZF- und NF-Teil verwendet werden kann.

Macht man sich die Transistor-Technik zunutze, dann kommt man bei einem günstigen Aufbau zu sehr kleinen Abmessungen. Als Gehäuseform erwies sich ein Tastkopf als äußerst praktisch.

### Gehäusekonstruktion

Da die Einzelteile der beiden Schaltungen – des Tonfrequenzgenerators sowie des Multivibrators – ungefähr gleiche Montagefläche benötigen, liegt es nahe, die Abmessungen für beide Geräte gleich groß zu wählen. Das zylinderförmige Gehäuse



Anordnung der Einzelteile des Multivibrators

### Hinweise zum Aufbau des Multivibrators und Tونغenerators

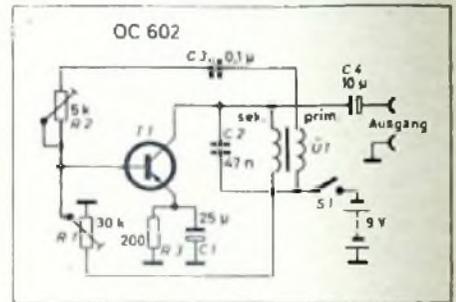
Die Art des Zusammenbaues und die gesamte Einzelteilanordnung ist in den Skizzen dargestellt. Bauteile, die nicht in der Montageskizze dargestellt sind, werden auf der Rückseite der Montageplatte direkt in die Verdrahtung eingelötet. Die Verbindungen zu den Schalteranschlüssen und zur Tastkopfspitze bestehen aus flexibler Cu-Litze.

### Schaltung des Multivibrators

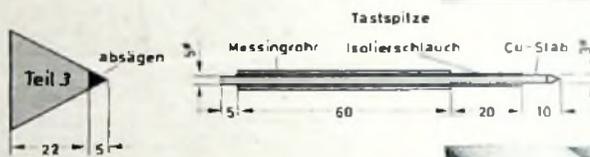
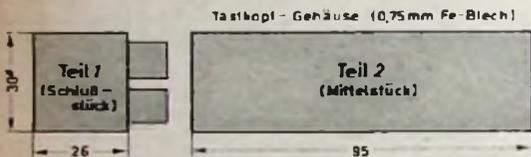
Die Schaltung des Multivibrators wurde so ausgelegt, daß sein Frequenz-Spektrum vom Tonfrequenzbereich bis etwa 10 MHz reicht. Die beiden Kondensatoren C1 und C2 wurden so bemessen, daß die Grundfrequenz im Tonfrequenzbereich liegt. Die Schwingung entsteht durch das gegenseitige Laden und Entladen dieser beiden Kondensatoren. Die beiden Transistoren steuern sich gegenseitig. Der Arbeitspunkt der Transistoren ist mit R5 so einzustellen, daß im NF- und HF-Bereich ein für unser Gehör angenehmer Ton entsteht. Die Betriebsspannung liefert eine 9-V-Batterie.

### Schaltung des Tonfrequenzgenerators

Zur Erzeugung der Tonfrequenzschwingung wird eine einfache Rückkopplungs-



Tongenerator-Schaltung



Maßskizzen für das Tastkopfgehäuse mit Spitze und Gesamtansicht des Tongenerators im Tastkopf-Format

hat einen Durchmesser von 30 mm. Die Länge ist ohne Spitze 143 mm.

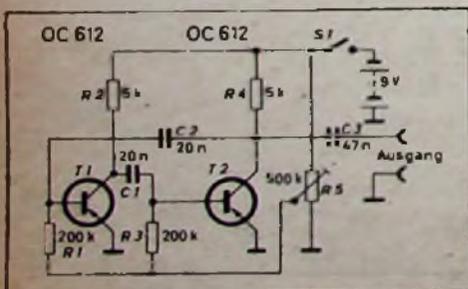
Der Tastkopf besteht aus vier Teilen. Spitze, Kopf- und Mittelstück werden zusammengelötet. Das Schlußstück (Teil 1) ist ebenfalls wie die anderen Teile aus 0,75 mm dickem Fe- oder Cu-Blech zu biegen.

Ferner werden noch vier abgerundete Laschen eingelötet, die etwa 10 mm aus dem Schlußstück herausragen. Diese haben zwei Aufgaben. Sie dienen zum Einführen der Montageplatte und zum Befestigen des Schlußstückes am Mittelstück. In dem Schlußstück wird noch der Betriebsspannungs-Schalter S1 untergebracht. Daneben ist noch ein Loch für die Einführung der Masseverbindung zu bohren.

Die handliche Form des Gerätes ist für den Service sehr vorteilhaft. Mit der langen Spitze lassen sich alle Punkte der Verdrahtung leicht und ohne unerwünschte Kurzschlüsse erreichen. Das Gerät kann man außerdem sehr gut in die Tasche stecken, denn Gewicht und Abmessungen sind ziemlich gering.

### Einzelteilliste des Multivibrators

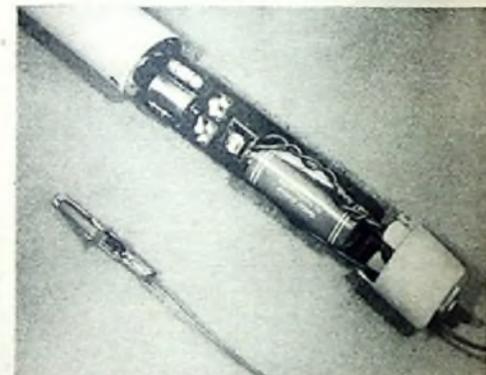
|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| Transistoren OC 612           | (Telefunken) |
| Tropfyal-Kondensatoren        | (Wima)       |
| Widerstände, 0,3 W            | (Resista)    |
| Einstellpotentiometer „54 ZP“ | (Draluid)    |
| Mikrodyn-Batterie „438“, 9 V  | (Pertriz)    |
| Ausschalter „100“, einpolig   | (Marquardt)  |



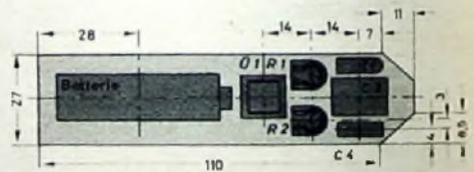
Schaltung des Multivibrators

### Einzelteilliste des Tonfrequenzgenerators

|   |                         |
|---|-------------------------|
| Transistor OC 602                         | (Telefunken)            |
| Widerstand, 0,3 W                         | (Resista)               |
| Tropfyal-Kondensatoren                    | (Wima)                  |
| Elektrolytkondensatoren                   | (NSP)                   |
| Eingangübertrager „TS 602, Bv. 2 l. - 68“ | (Sennheiser electronic) |
| Ausschalter „100“, einpolig               | (Marquardt)             |
| Mikrodyn-Batterie „438“, 9 V              | (Pertriz)               |
| Trimmerwiderstände „WT“                   | (Draluid)               |



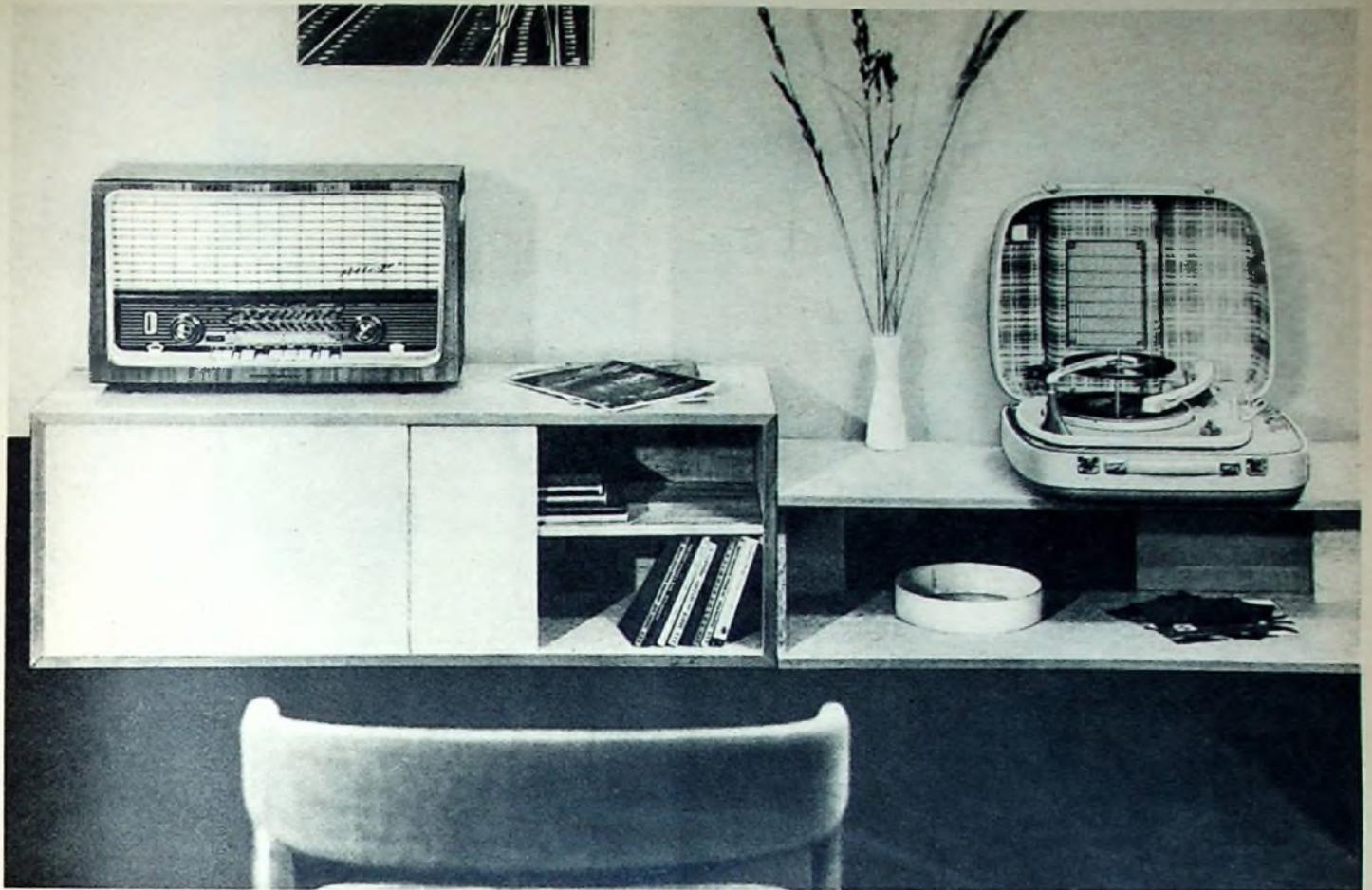
Innenansicht des Tongenerators



Montageplatte des Tongenerators

schaltung verwendet. Der Schwingkreis (er besteht aus der Sekundärwicklung eines Miniatur-Eingangsübertragers und dem 47-nF-Kondensator C2) ist so bemessen, daß er eine Schwingung von etwa 800 Hz erzeugt. Die genaue Einstellung einer bestimmten Frequenz ist mit dem Regler R1 möglich. Der Rückkopplungsgrad läßt sich ebenfalls mit einem Einstellregler (R2) verändern. Die Ausgangsspannung des Generators wird über den Kondensator C4 abgenommen. Die Betriebsspannung liefert eine 9-V-Batterie, die ganz besonders für Transistorgeräte geeignet ist.

Werner W. Diefenbach



## Ein Handgriff gilt für 2 Geräte...



Die Stereo-Wiedergabe ist mit den Verstärkerkoffern  
Musikus 5 V oder Musikus 501 V

und einem dazugeschalteten Rundfunkgerät  
sehr einfach geworden:

gleich stark auf beiden Kanälen regelt  
der Tandemregler die gemeinsame Lautstärke.

Die Regelkurve paßt sich dabei weitgehend  
dem Höreindruck des menschlichen Ohres an.

Dieser zusätzliche

Schaltungsaufwand sorgt für naturgerechte Wiedergabe –  
unabhängig von der Lautstärke.

Verstärker-Phonokoffer von TELEFUNKEN vermitteln  
echtes Stereo-Hören!

Wer Qualität sucht - wählt

# TELEFUNKEN



**hören Sie jedes Instrument heraus**

Nur die stereophonische Wiedergabe kann Ihnen auch zu Hause ein Musikerlebnis bieten, wie Sie es aus dem Konzertsaal kennen. Als Musikfreund werden Sie sich früher oder später doch für eine Stereo-Anlage entscheiden. Deshalb ist es am besten, Sie informieren sich gleich über den

**Stereo-Verstärker VKS 203.**

Die Spitzenleistung von 2x10 Watt bringt Ihnen die Dynamik des Orchesters ins Heim. Übrigens lässt sich der VKS 203 mit seiner bequemen Drucktastensteuerung auch zur Wiedergabe normaler Schallplatten einsetzen. Durch die räumliche Abstrahlung der verschiedenen Lautsprecher wird auch Ihre alte Schallplattensammlung zu einem neuen Klangerlebnis.

Bitte schreiben Sie uns eine Karte, damit wir Sie eingehender über diesen Verstärker informieren können.



**SENNHEISER**  
*electronic*

BISSENDORF/HANNOVER

Tab. 1. Schleusenspannungen der wichtigsten Halbleiter

| Halbleiter   | Schleusenspannung [V] |
|--------------|-----------------------|
| Kupferoxydul | + 0,2                 |
| Germanium    | + 0,5                 |
| Selen        | + 0,6                 |
| Silizium     | + 0,7                 |

(Bild 4) ist der Kupferoxydul-Gleichrichter anderen Gleichrichterarten bei der Gleichrichtung sehr niedriger Wechselspannungen überlegen. Ein Vergleich der Schleusenspannungen wichtiger Halbleiter zeigt dies deutlich (Tab. 1).

### 2.1.1 Die Technologie des Kupferoxydul-Gleichrichters

Das Rohkupfer wird durch einen elektrolytischen Prozeß gewonnen und dann im Vakuum umgeschmolzen. Die Herstellung der Kupferbänder, aus denen die Kupferscheiben gefertigt werden, erfolgt im Walzwerk nach besonderen Vorschriften, um Reinheit und Kristallstruktur des Ausgangsmaterials zu erhalten. Aus diesen etwa 1,2 mm dicken Bändern stellt man in einem besonderen Arbeitsgang grafitfreie Scheiben. Die Dicke von rund 1,2 mm sichert bei der nachfolgenden Glühbehandlung die ebene Form der Scheiben, die sonst wegen der sehr verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten von Kupfer und Kupferoxydul (etwa 16:1) verlorengehen würde. Vor dem Brennprozeß müssen die Scheiben sorgfältig gereinigt werden, und dann brennt man sie einige Minuten lang in einer definierten Sauerstoff-Atmosphäre unter gleichzeitiger genauer Kontrolle der Temperatur. Hierbei entsteht zuerst eine schwarze Kupferoxydschicht, unter der sich dann die polykristalline Oxydulschicht auf dem Mutterkupfer aufbaut. Dicke und Reinheit dieser Schicht bestimmen den Widerstand in Durchlaßrichtung. In einem nachfolgenden Wärmebehandlungsprozeß an Luft baut man den überschüssigen Sauerstoff in das Kupferoxydulgitter ein. Durch plötzliches Abschrecken in Wasser wird der an sich labile Zustand des eingebauten Sauerstoffes fixiert.

Um die Kupferoxydulkristalle freizulegen, muß die schwarze Kupferoxydschicht durch Ätzen entfernt werden. Die rubinrote, polykristalline Oxydulkristall-Oberfläche hat aber noch keineswegs zufriedenstellende Eigenschaften. Auf den Kristallen bildet sich nämlich durch den Ätzwang eine zweite Sperrschicht aus, die beim Aufbringen der Abnahmekathode hier unerwünscht gleichrichtende Eigenschaften hat und der ersten Sperrschicht (Kupferoxydul-

Kupfer) entgegengesetzt geschaltet ist. Im Labor kann man an derartigen Elementen sogar einen Transistoreffekt nachweisen. Diese unerwünschte Sperrschicht beseitigt man auf mechanischem Wege. Um sichere Abnahmekontakte herzustellen, werden auf die Scheiben im Hochvakuum Silberkontakte aufgedampft.

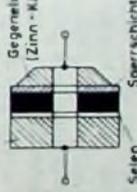
Die Aufbereitung der Gleichrichterscheiben ist damit beendet, jedoch sind die elektrischen Eigenschaften noch immer nicht zufriedenstellend. Die Kupferoxydulschicht hat zwar einen niedrigen spezifischen Widerstand, der aber noch unabsitzig ist. Zur endgültigen Stabilisierung der Kupferoxydulkristalle und der Sperrschicht (das entspricht der Stabilisierung des Durchlaß- und Sperrwiderstandes) werden die Scheiben noch 15 Minuten lang einer Alterung bei erhöhter Temperatur unterworfen.

Aus langjährigen Erfahrungen mit Kupferoxydul-Gleichrichtern läßt sich mit Sicherheit schließen, daß ihre Lebensdauerwirkung keiner zeitlichen Begrenzung unterliegt, sie arbeiten also praktisch ohne Abnutzung. Nach Einbau der Scheiben in Gehäuse erhalten die zusammengebauten Teile einen Schutzüberzug, der die Elemente gegen äußere Einflüsse unempfindlich macht.

### 2.2 Selen-Gleichrichter

Ein anderer Halbleiter, das Selen, wird ebenfalls seit längerer Zeit zur Gleichrichtung von Wechselspannungen verwendet. Den Aufbau eines Selen-Gleichrichters zeigt Bild 5. Die

Bild 5. Aufbau eines Selen-Gleichrichters



Grundplatte besteht aus auf der Innenseite vernickeltem Eisen- oder Aluminiumblech. Darauf folgen eine Selen-schicht, dann die Sperrschicht, die aus einer Legierung von Selen und Nickel oder aus einer Wismut-Zwischenschicht besteht, und zum Schluß die Gegenelektrode aus Zinn-Kadmium.

Die Selen-schicht wird entweder im Vakuum auf die Grundplatte aufgedampft oder in geheizten Pressen aufgepreßt. Dem Selen zugesetzte geringe Mengen von Halogenen sorgen für ausreichende elektrische Leitfähigkeit der Selen-schicht. Durch eine thermische Formierung bei etwa 200°C werden genügend große Kristallite gebildet, durch die sich die Leitfähigkeit des Selen weiter verbessert. Die Zinn-Kadmium-Gegenelektrode besteht aus einem kadmiumhaltigen niedrigschmelzenden Lot, das man im

# Halbleiter - Dioden

## Wirkungsweise und Schaltungstechnik

### 1. Grundlagen der Physik der Halbleiter

Außer den Halbleitern Germanium, Silizium und den innermetallischen Verbindungen aus den Elementen der dritten und fünften Gruppe des periodischen Systems, zum Beispiel Indium, Antimon, Gallium, Arsen, Aluminium, Phosphor usw., gibt es noch eine weitere Gruppe von Halbleitern, die technische Bedeutung erlangte. Es sind dies Metalloxyde, wie Kupferoxydul, Titanoxyd, Zinkoxyd und die Erdalkalioxyde. Alle diese Halbleiter haben, elektrisch betrachtet, die Eigenschaft, daß ihr Widerstand einerseits so groß ist, daß man nicht mehr von Leitern groß genug, um sie zu den Isolatoren zu zählen.

Interessant ist der Einfluß der Temperatur auf das Verhalten der Halbleiter. So stellt zum Beispiel Germanium einen absoluten Isolator dar, wenn man es auf eine Temperatur von etwa  $-273^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{K}$ ) bringt, weil dann sämtliche Ladungsträger gebunden sind. Bei Erhöhung der Temperatur lösen sich die Elektronen aus den atomaren Bindungen. Dieser Vorgang erfolgt etwa proportional der Temperaturerhöhung. Bei Silizium ist die Temperaturerhöhung wesentlich geringer, so daß man dort, wo Dioden unter stark wechselnden Temperaturen arbeiten müssen, immer mehr zu Silizium als Ausgangsmaterial für diese Bauelemente übergeht.

Am einfachsten übersieht man die sich bei der Gleichrichtung abspielenden physikalischen Vorgänge beim Germanium<sup>1)</sup>. Wenn man ein kleines Stück *n*-Germanium mit einem Stück *p*-Germanium zusammenfügt, so entsteht eine *np*-Verbindung (*n* = negativ, *p* = positiv). Nach außen ist die *np*-Verbindung elektrisch neutral. Es diffundieren zwar einige Elektronen aus der *n*- zur *p*-Schicht und ebenso einige Defektelektronen (Löcher) vom *p*- zum *n*-Germanium, doch diese Vorgänge heben sich in ihrer Wirkung nach außen auf. Legt man nun an die *np*-Verbindung eine Gleichspannung so an, daß der Pluspol der Batterie am *n*-Germanium und der Minuspol am *p*-Germanium liegt, so werden

die Elektronen aus der *n*-Schicht zum Pluspol und die Löcher aus der *p*-Schicht zum Minuspol der Batterie gezogen. An der Trennschicht (Sperrschicht) zwischen *n*- und *p*-Germanium tritt dann eine starke Abnahme von Ladungsträgern ein. Man hat also einen sehr hohen ohmigen Widerstand, durch den nur ein sehr niedriger „Sperrstrom“ fließt. Bei dieser Polung der Batterie ist der Gleichrichter in „Sperrrichtung“ geschaltet. Bei umgepolter Batterie (Pluspol am *p*-Germanium, Minuspol am *n*-Germanium) werden sowohl die Elektronen als auch die Defektelektronen zur Sperrschicht befördert, die sich dadurch mit Ladungsträgern anreichert und daher den Strom gut leitet. Der jetzt fließende Strom heißt „Durchlaßstrom“, und der Gleichrichter arbeitet bei dieser Polung in „Durchlaßrichtung“.

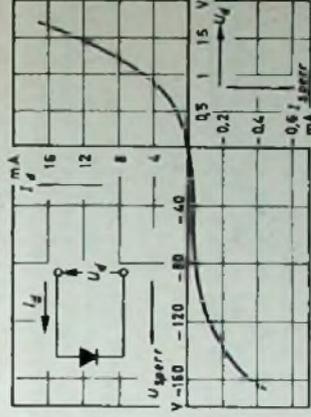


Bild 1. Kennlinie der Germaniumdiode DA 161 (Telefunken)

Trägt man zu jeder positiven oder negativen Spannung an der *np*-Verbindung den durch die Sperrschicht fließenden Strom auf, so erhält man die Kennlinie der Diode (Bild 1). Beim Anlegen einer positiven Spannung  $U_d$  (Spannung in Durchlaßrichtung) fließen erhebliche Durchlaßströme  $I_d$ , beispielsweise ist bei  $U_d = 1,5 \text{ V}$  der Strom  $I_d = +13,5 \text{ mA}$ . Die bei umgekehrter Polung fließenden Sperrströme  $I_{\text{sperr}}$  sind dagegen sehr niedrig: bei  $U_{\text{sperr}} = -140 \text{ V}$  fließt der Strom  $I_{\text{sperr}} = -0,2 \text{ mA}$  (man beachte die unterschiedliche Einteilung der positiven und negativen Abszissen- und Ordinatenachsen). Legt man an Stelle der Gleichspannung

<sup>1)</sup> s. Noll, K.-L.: Vereinfachte Darstellung physikalischer Vorgänge in Halbleitern. Funk-Techn. Bd. 15 (1960) Nr. 6, S. 193 - 194

eine Wechselspannung an die np-Verbindung, so tritt ein Gleichrichtereffekt auf. Die negative Halbwelle wird unterdrückt und nur die positive hindurchgelassen. Durch einen in den Stromkreis geschalteten Verbraucher fließt dann ein (ohne weitere Siebmittel pulsierender) Gleichstrom. Eine derartige einfache Gleichrichterschaltung zeigt Bild 2a, den Stromverlauf im Kreis Bild 2b.

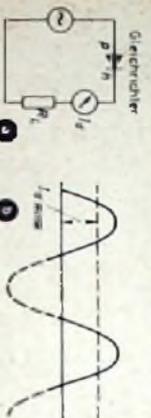


Bild 2. a) Einfache Gleichrichterschaltung, b) Verlauf des Stroms im Gleichrichterkreis.

entsprechende Schaltungsauslegung begehen. Nennt man den Sättigungsstrom in Sperrrichtung  $I_s$  und die angelegte Spannung  $U$ , so ist der tatsächlich fließende Strom

$$I = I_s \left( e^{\frac{e \cdot U}{k \cdot T}} - 1 \right) \quad (1)$$

( $e$  = Elementarladung =  $1,591 \cdot 10^{-19}$  As,  $k$  = Boltzmannsche Konstante =  $1,38 \cdot 10^{-23}$  VAs/ $^{\circ}$ K,  $T$  = absolute Temperatur in  $^{\circ}$ K). Mit  $k/e = 86 \cdot 10^{-4}$  V/ $^{\circ}$ K läßt sich dafür schreiben

$$I = I_s \left( e^{\frac{U}{86 \cdot T} \cdot 10^4} - 1 \right)$$

Das Produkt  $86 \cdot 10^{-4} \cdot T$  nennt man die Temperaturspannung  $U_T$ ; sie ist für Zimmertemperatur ( $25^{\circ}$ C  $\approx$   $300^{\circ}$ K)  $U_T = 258 \cdot 10^{-4}$  V

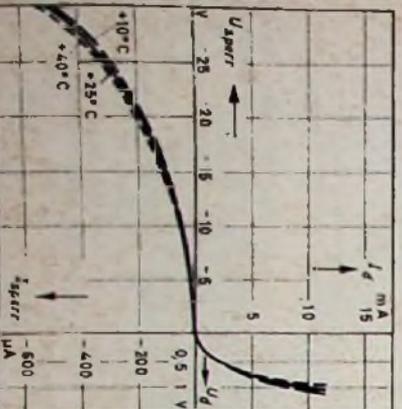


Bild 3. Temperaturabhängigkeit der Stromspannungskennlinie einer Zenerdioden (TeKaDe)

= 25,8 mV = 26 mV. In Abhängigkeit von der angelegten Spannung allein lautet dann die Beziehung für den Diodenstrom

$$I = I_s \left( e^{\frac{U}{U_T}} - 1 \right) = I_s \left( e^{30 U} - 1 \right) \quad (2)$$

Der Einfluß der Temperatur auf den Diodenstrom ist im Bild 3 für die TeKaDe-Germanium-Spitzendiode GSD 5/4 dargestellt.

Einen wichtigen Aufschluß über den Verlauf der Kennlinie einer Diode vermittelt Gl. (2), wenn man die folgenden drei charakteristischen Bereiche betrachtet:

a) Bei höheren Spannungen ( $U_d > 0,1$  V) ist der erste Summand in der Klammer von Gl. (2) erheblich größer als 1, so daß der zweite Summand vernachlässigt werden kann. Für diesen Bereich, den „Durchlaßbereich“, gilt also

$$I = I_s \cdot e^{30 U} \quad (3)$$

Weigen des endlichen Bahnwiderstandes im Inneren des Halbleitermaterials und der Widerstände zwischen der Sperrschicht und den Anschlüssen liegt die tatsächliche Kennlinie im Durchlaßbereich stets unterhalb der durch Gl. (3) bestimmten idealen Kurve.

b) Im Bereiche niedriger Spannungen — etwa zwischen  $-0,1$  und  $+0,1$  V — hat die Kurve angenähert den durch Gl. (2) beschriebenen Verlauf. Man nennt diesen Bereich den „Nullbereich“.

c) Für negative Spannungen ( $U_d > -0,1$  V) kann man in Gl. (2) den Summanden  $e^{-30 U}$  gegen 1 vernachlässigen. Theoretisch wäre dann der Diodenstrom in diesem Bereich, dem „Sperrbereich“, durch die Beziehung

$$I = -I_s \quad (4)$$

gegeben. Der Sättigungsstrom  $I_s$  ist aber stark temperaturabhängig, so daß die Sperrkennlinie nur im Bereich niedriger Sperrspannungen (im Bild 1 von  $-20 \dots -50$  V) etwa horizontal verläuft. Bei höheren Sperrspannungen biegt die Sperrkennlinie nach unten ab.

Beim Überschreiten einer bestimmten Sperrspannung schlägt die Sperrschicht infolge der hohen Feldstärke durch, und der Strom steigt lawinenartig an. Daher kommen für die Beurteilung eines Gleichrichters vor allem folgende statische Größen in Betracht: Durchlaßwiderstand, Sperrwiderstand und Durchbruchspannung.

## 2. Halbleiter-Ventile

Im Gegensatz zu Metallen, die bei allen Temperaturen eine gute elektrische Leitfähigkeit aufweisen, sind Metalloxyde oft nur schlechte Leiter, wenn nicht sogar Isolatoren. Die meisten

Metalloxyde zeigen bei steigender Temperatur abnehmenden Widerstand, der häufig vom Sauerstoffdruck im Kristall abhängt. Metalloxyde mit diesen Eigenschaften nennt man Halbleiter. Die metalloxydischen Halbleiter teilt man ein in:

1) Elektronendefektlier (Lochleiter), wie Kupferoxyd, Nickeloxyd, Eisenoxyd, Wismutoxyd u. a., bei denen Sauerstoff im Überschuß im Kristallgitter vorhanden ist. Hier erfolgt der Leitungsvorgang über die im Kristallgitter vorhandenen Löcher (man vergleiche damit p-gedopptes Germanium).

2) Elektronenüberschußleiter, zum Beispiel Zinkoxyd, Cadmiumoxyd und Titanoxyd, bei deren Mangel an Sauerstoff im Kristallgitter besteht. Hier wird die elektrische Leitfähigkeit durch die im Kristallgitter vorhandene quasi-freien Elektronen verursacht (vergleiche n-gedopptes Germanium).

Der Vollständigkeit halber seien außerdem noch erwähnt

3) Eigenstorstellen-Halbleiter, beispielsweise Chromoxyd, und

4) Halbleiter, wie Bar umoxyd, Calciumoxyd und Strontiumoxyd, die erst unter besonderen Temperaturbedingungen leitend werden (zum Beispiel als Oxykathoden in Elektronenröhren).

## 2.1 Kupferoxydul-Gleichrichter

In diesem Abschnitt sollen die Vorgänge im Kupferoxydul-Gleichrichter untersucht werden. Der Leitungsmechanismus wird nach den heutigen Vorstellungen der Physik durch den Einbau von zusätzlichen Sauerstoffatomen in dem Kristallgitter bestimmt. Neben dem an das Metall gebundenen Sauerstoff sind nämlich sehr geringe Mengen überschüssigen Sauerstoffs in negativ ionisierter Form im Kristallgitter nachzuweisen. Zur Kompensation dieser Sauerstoffionen müssen an einer Stelle im Kristallgitter Elektronenlücken, sogenannte Löcher, gebildet werden. Diese gewissermaßen positiv geladenen Löcher sind für den Leitungsmechanismus im Kupferoxydul verantwortlich. Können sich das Sauerstoffatom neutral einbauen, so wäre keine Lochleitung zu erwarten. Der für den Leitungsvorgang im Kupferoxydulkristall erforderliche Sauerstoff wird beim Brennen und Tempern des Kupfers eingebracht.

Bringt man nun derartige Kupferoxydulkristalle mit Kupfer in Berührung, so bildet sich an der Grenze zwischen Kupferoxydul und Kupfer eine dielektrische Randschicht von weniger als  $1 \mu$  Dicke aus, in der sich der Gleichrichtungs-Mechanismus abspielt. Es tritt eine bevorzugte Leitung des Stromes an dieser Grenzschicht in einer Richtung auf. Liegt die negative Halbwelle einer Wechselspannung an

der Kupferoxydulschicht, dann verortet die dielektrische Randschicht an Ladungsträgern, das heißt an positiv geladenen Löchern. Der Leitungsvorgang wird dadurch praktisch unterbrochen, und es fließt nur ein sehr geringer Sperrstrom. Legt man dagegen die positive Halbwelle an die Kupferoxydulschicht, so überschreiten die positiv geladenen Löcher die Randschicht zum Kupfer. Sie werden von dem auf negativem Potential liegenden Kupfer angezogen, und entsperren der Höhe dieses Potentials wird die Sperrwirkung der Randschicht abgebaut, bis als Strombegrenzung nur noch der Widerstand der Kupferoxydulschicht, der sogenannte Bahnwiderstand, wirksam ist. In Wirklichkeit sind die Vorgänge bei dieser Stromleitung jedoch wesentlich komplizierter, weil man es beim Kupferoxydul nicht mit einem Einkristall, wie zum Beispiel bei Germanium und Silizium, sondern mit einem polykristallinen Gefüge zu tun hat.

Von den ersten Kupferoxydul-Ventilen bis zu den heutigen Gleichrichtern war ein weiter Weg zurückzulegen. Im Laufe der Entwicklung wurde erkannt, daß zum Beispiel die elektrischen Werte des Kupferoxydul-Gleichrichters auch auf Spuren von Fremdstoffen zurückzuführen sind. Damit ergab sich für die Fabrikation die Forderung, die Konzentration dieser Fremdstoffe nachzukupfen. Längere Zeit glaubte man, daß sich nur aus Chile-Kupfer (CCC-Kupfer) brauchbare Gleichrichter herstellen lassen, bis schließlich in den letzten Jahren auch dieses Material Schwierigkeiten bereitete. Untersuchungen ergaben, daß zwar die Kupfererze noch aus den gleichen Gruben stammen, die Zusammensetzung der Spuren sich jedoch

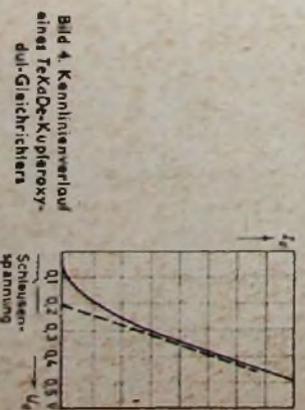


Bild 4. Kennlinienverlauf eines FeKdO-Kupferoxydul-Gleichrichters

mit dem Vordringen in andere Erzschnitten grundlegend geändert hat. Heute ist man durchaus in der Lage, auch heimische Kupfersorten nach entsprechender elektrischer Konnotation zu verwenden.

Gleichrichter aus dem so gewonnenen Kupfer haben einen erheblich höheren Wirkungsgrad als die aus Chile-Kupfer gefertigten. Daher und wegen der günstigen Schwellenspannung

Die Trägerfrequenz steuert die Dioden so, daß während einer Halbperiode der Trägerfrequenz D1 und D3 in Durchlaßrichtung, D2 und D4 dagegen in Sperrrichtung liegen. Bei der nächsten Halbperiode sind D2 und D4 durchlässig und D1 und D3 gesperrt. Bei idealen Ventilen, die einen unendlich kleinen Durchlaßwiderstand und unendlich großen Sperrwiderstand haben, sind dann die Sekundärwicklung in der Überfrager einmal direkt und einmal kreuzweise miteinander verbunden. Nun hat aber eine Diode sowohl einen endlichen Durchlaßwiderstand ( $R_d > 0$ ) als auch einen endlichen Sperrwiderstand ( $R_{sperr} < \infty$ ). Solange der Sperrwiderstand sehr groß gegen den Durchlaßwiderstand und die Anpassungswiderstände des Modulators ist, kann er bei den Symmetrieüberlegungen unberücksichtigt bleiben. Der Durchlaßwiderstand  $R_d > 0$  bewirkt dagegen eine Dämpfung der Modulationsspannung, die die Unterdrückung des Trägers nur dann nicht beeinflußt, wenn sie bei allen vier Dioden und bei allen Modulationsspannungen gleich groß ist. Eine vollkommene Trägerunterdrückung erfordert daher vier Dioden, die einen genau übereinstimmenden Kennlinienverlauf im Durchlaßbereich aufweisen.

Bei dem Dioden-Quartett OA 154 Q sind die vier Germaniumdioden so abgeglichen, daß ihr Durchlaßstrom bei einer Durchlaßspannung von 1 V maximal um 3% vom gemessenen niedrigsten Stromwert abweicht. Da das auch gleichzeitig für 0,2 V Durchlaßspannung gilt, ist gewährleistet, daß die Gesamtkennlinie ein bestimmtes Streugebiet nicht verläßt. Daher bleibt bei allen Modulationsspannungen die für völlige Trägerunterdrückung geforderte Symmetrie der Anordnung gewahrt. Außerdem werden die Germaniumplättchen dieser Dioden einem bestimmten Kristallbereich entnommen, wodurch ein einheitlicher Temperaturgang aller vier Dioden sichergestellt ist. Auch während der Lebensdauer können sich die Diodenkennlinien daher nicht verändern.

Die vier Dioden eines Ringmodulators werden auf einem gemeinsamen Sockel montiert und mit sechs Sockelstiften verbunden. Sie bilden dann eine Einheit und sind mechanisch geschützt untergebracht. Bei  $U_{sperr} = -40$  V ist die Kapazität etwa 0,5 pF. Der Temperaturbereich liegt zwischen  $-50$  und  $+60^\circ\text{C}$ . Der Richtstrom ist 20 mA und der Durchlaßstrom bei Frequenzen über 25 Hz  $I_{l, \max} = 75$  mA.

Ähnliche Forderungen werden auch an Diodenpaare für Diskriminator- und Radiodetektorschaltungen gestellt. Bei den hierfür in Betracht kommenden Frequenzen von 3,5 und 10,7 MHz müssen die beiden Dioden in ihren dynamischen

schon Durchlaßstrom-, Sperrwiderstands- und Kapazitätswerten sowie deren Änderungen in Abhängigkeit von der Sperrspannung weitgehend übereinstimmen. Da der Gleichrichterwirkungsgrad mit zunehmender Frequenz

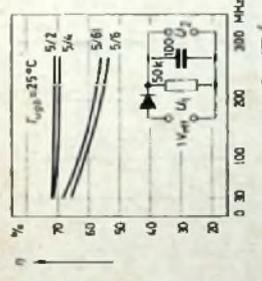


Bild 11. Gleichrichterwirkungsgrad verschiedener TeKaDe-Dioden in Abhängigkeit von der Frequenz

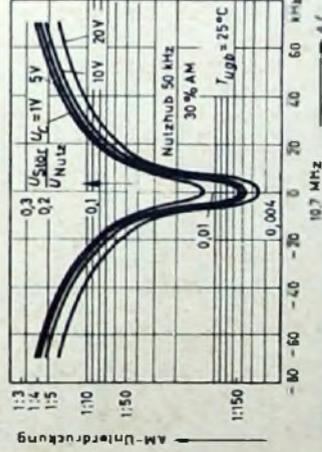


Bild 12. AM-Unterdrückung für das Diodenpaar GSD 5/103 (TeKaDe) in Abhängigkeit von der Verstärkung bei konstanter Summen-Richtspannung

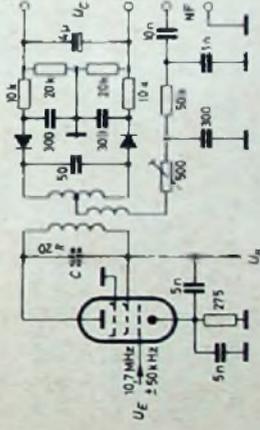


Bild 13. Schaltung zur Prüfung von Diodenpaaren auf Symmetrie und AM-Unterdrückung

etwas abfällt (Bild 11) und auch in geringem Maße mit zunehmender Sperrspannung kleiner wird, muß man diesen Umstand bei der Auswahl der Diodenpaare für FM-Demodulatoren berücksichtigen. Bild 12 zeigt den Verlauf der AM-Unterdrückung für das Diodenpaar GSD 5/103 (TeKaDe) als Funktion der Verstärkung und Bild 13 die dazu benutzte Meßschaltung (Wir-d fortgesetzt)

allgemeinen mit der Spritzstoaie aufrägt. Bei der elektrischen Formierung wird das Gleichrichteremul längere Zeit einer Belastung in Sperrrichtung unterworfen. Dadurch verringert sich die Störstellendichte des Halbleiters in der Nähe der Gegenelektrode, und es ergibt sich ein günstigerer Kennlinienverlauf. Bild 6 erlaubt einen Vergleich der Kennlinien eines Kupferoxydul- und eines Selen-Gleichrichters.

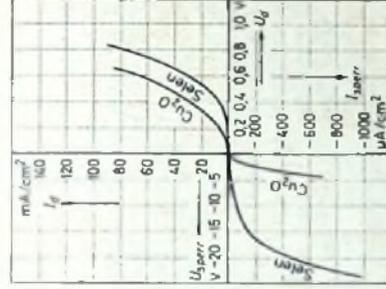


Bild 6. Kennlinien eines Kupferoxydul- und eines Selen-Gleichrichters

Normale Selengleichrichter vertragen keine höheren Temperaturen. In der letzten Zeit hat die SAF jedoch Hochtemperatur-Selen-Gleichrichter entwickelt, die noch bei Temperaturen bis 120°C, allerdings bei entsprechender Herabsetzung der Belastung, betriebsfähig sind. Insbesondere bleibt in diesem Temperaturbereich auch das Verhalten in Sperrrichtung stabil und von der Temperatur unabhängig. Die in den Datenblättern angegebene Nennbelastung gilt jeweils für eine Umgebungstemperatur von 45°C. Während jedoch bei den bisherigen Selengleichrichtern bei Herabsetzung der Belastung die Temperatur auf 75°C erhöht werden konnte, sind bei den Hochtemperatur-Selen-Gleichrichtern bei gleicher Belastungsreduzierung noch 115°C Umgebungstemperatur zulässig. Unter diesen Bedingungen erreichen die neuen Typen eine mittlere Nennbetriebsdauer von 100.000 Stunden.

### 2.3 Kristalldetektoren

Die älteste Form der Kristalldiode ist der Kristalldetektor, der bereits in den ersten Jahren der Funktechnik als Empfangdemodulator benutzt wurde. Man kann den Detektor nach der heute üblichen Terminologie als Spitzendiode (Punktkontaktdiode) bezeichnen. Das Material war in der Hauptsache Bleiglanz oder Pyrit, und der Gegenkontakt bestand aus einem Stück Bronzedraht, dessen Spitze mit geringem

Druck den Kristall an einer möglichst „empfindlichen“ Stelle berührte (diese zu finden war nicht immer ganz einfach). Auch beim Kristalldetektor kommt eine pn-Verbindung zustande, und zwar dadurch, daß in der Umgebung der den Kristall berührenden Bronzedrahtspitze ein Gebiet mit einem anderen Leitungstypus als dem des Kristalls entsteht. Der Durchlaßstrom des Detektors ist sehr unkonstant, dagegen ist der Sperrstrom verhältnismäßig hoch.

Einen Vorzug hatte der Kristalldetektor aber doch: Wegen der sehr geringen Kapazität zwischen dem Kristall und der sehr kleinen Fläche der Drahtspitze eignete er sich ausgezeichnet als Demodulator für hohe Frequenzen. In den ersten Jahren der Dezimeter- und Zentimetertechnik wurden daher für die Demodulation und Mischung in UHF-Übertragungsempfängern fast ausschließlich Kristalldetektoren verwendet, da die Röhrentechnik noch nicht so weit entwickelt war, um mit Röhren entsprechende Schaltungen aufbauen zu können. Für UHF-Detektoren, zum Beispiel in Radar-Empfangsgeräten, wurde allerdings nicht Bleiglanz, sondern bereits Silizium benutzt. Mit diesen Detektoren war es möglich, Demodulatoren für Frequenzen bis 10 GHz (3 cm Wellenlänge) herzustellen.

### 2.4 Germanium- und Siliziumdioden

Germanium- und Siliziumdioden werden heute in vielen Geräten und Schaltungen an Stelle von Röhrendioden und Kupferoxydul- oder Selen-Gleichrichtern verwendet. Die besonderen Vorzüge dieser Bauelemente sind: kleine Abmessungen, geringes Gewicht und (im Gegensatz zum Kristalldetektor) hohe mechanische Stabilität.

In elektrischer Bezeichnung sind Kristalldioden (Sammelname für alle auf der Basis von Germanium, Silizium und noch einigen anderen für die Zukunft wichtigen Materialien aufgebauten Gleichrichterelemente) den Röhrendioden vielfach überlegen, da der Wegfall der Heizung völlige Brummfreiheit gewährleistet und außerdem die Nachteile, die sich aus dem Anlaufstrom der Röhrendioden ergeben, nicht vorhanden sind. Schließlich haben Kristalldioden so kleine Kapazitäten, daß sie für höchste Frequenzen verwendet werden können. Ihre Lebensdauer ist bei Einhaltung der in den Datenblättern angegebenen Betriebsdaten praktisch unbegrenzt.

Bild 7 zeigt den Aufbau einer Germaniumspitzendiode (TeKaDe). Auf einem Metallsokkel ist der Germaniumkristall sparrschichtförmig aufgelötet, auf dem eine Metallspezze federnd aufsitzt. Die Anordnung ist durch eine mit Anschlußkappen vakuumdicht verlotete Keramikhülse feuchtigkeitsicher abgeschlossen.

Da man Germaniumdioden nicht gleichzeitig mit den Grenzwerten für Strom, Spannung und Temperatur betreiben darf, werden für die Dioden meistens Reduktionskurven angegeben, die für eine bestimmte Umgebungstemperatur (im allgemeinen 25°C) den Zusammenhang zwischen maximalem Durchlaßstrom  $I_{D \max}$  und maximal zulässiger Sperrspannung  $U_{Sperr \max}$



Bild 7. Aufbau einer Germanium-Spitzendiode/Tekade

bei sinusförmiger Eingangsspannung wiederzugeben (Bild 8). Bei höheren Umgebungstemperaturen erniedrigt sich der für eine bestimmte Sperrspannung aus Bild 8 gefundene Wert des maximalen Durchlaßstromes  $I_{D \max}$  nach der Beziehung

$$I_{D(25 + \Delta T)} = \frac{25}{\Delta T} I_{D(25)} \quad (5)$$

Über die Kennwerte und Grenzwerte der Dioden werden von den Herstellern Datenblätter herausgegeben, die die Abhängigkeit des Sperr- und Durchlaßstromes von der Spannung in einem bestimmten Temperaturbereich enthalten. Bei HF-Dioden sind auch noch die Abhängigkeiten des Dämpfungswiderstandes, des Gleichrichterwirkungsgrades, und der Diodenkapazität von der HF-Wechselspannung, der Frequenz und der Belastung angegeben. So zeigt beispielsweise Bild 9b die Kapazität und den Dämpfungswiderstand der Germanium-Spitzendiode GSD 5/2 von Tekade in Abhängigkeit von der Sperrspannung bei der Frequenz  $f = 10,7$  MHz (mit Kleinwinkel gemessen).

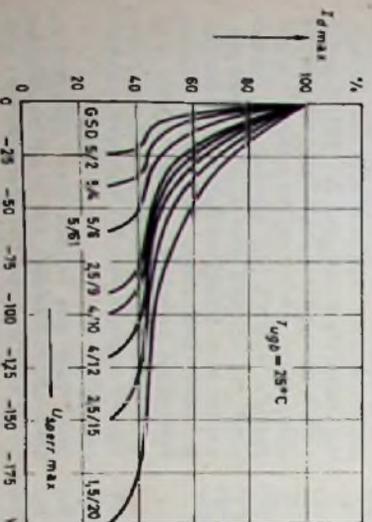


Bild 8. Mittlere Abundigkeit die maximal zulässigen Durchlaßstrom  $I_{D \max}$  von der Sperrspannung  $U_{Sperr}$  bei  $T_{ugb} = 25^\circ\text{C}$  bei verschiedenen Tekade-Dioden

Die benutzte Meßschaltung ist im Bild 9a

dargestellt. Bei der Herstellung von Kristalldioden geht man von sehr reinem Halbleitermaterial aus. Bei Germanium ist die Störstoffkonzentration kleiner als 10<sup>-10</sup>%. Je nach dem Verwendungszweck der Diode wird das Ausgangsmaterial mit einer definierten Menge Störsubstanz versehen (gedopt) und ein Germanium-Einkristall hergestellt, den man mit Diamantspitzen in Plättchen zerschneidet. Die fertigen Plättchen werden auf einen Träger aufgelötet. Der Spitzenkontakt bei Spitzendioden wird durch einen kurzen, kräftigen Stromstoß formiert; Dabei fließt die Spitze des Drahtes etwas und paßt sich so den Unebenheiten des Kristalls an. Durch den Formier-Stromstoß entsteht gleichzeitig in der unmittelbaren Umgebung der Spitze p-Germanium. Wurde als Ausgangsmaterial n-Germanium benutzt, so erhält man in Spitzennähe eine p-Schicht. Die Gleichrichtung erfolgt am pn-Übergang im Kristall; die Drahtspitze dient also nur noch als Stromabnehmer. Diese Tatsache stellt den wichtigsten Unterschied zwischen der Spitzendiode und dem Kristalldetektor dar. Die Herstellung der Siliziumdioden, die hauptsächlich in der UHF-Technik Verwendung finden, entspricht etwa der Fertigung der Germaniumdioden. Germaniumdioden haben bis etwa 300 MHz eine fast frequenzunabhängige Richtwirkung, bei Siliziumdioden ist das sogar noch bis zu Frequenzen um 1 GHz der Fall. Silizium-Spitzendiolen eignen sich jedoch nicht für Gleichrichterzwecke, da ihr Sperrstrom bereits bei einigen Volt Sperrspannung sehr stark zunimmt (Zener-Effekt). Diese Tatsache läßt sich aber in besonderen Schaltungen ausnutzen.

Als Richtkonstante einer Diode definiert man den Quotienten aus Krümmung T und Steilheit

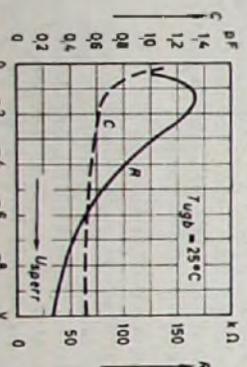
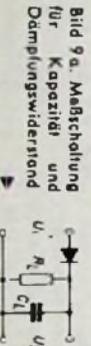


Bild 9a. Maßschaltung für Kapazität und Dämpfungswiderstand der Diode GSD 5/2 in Abhängigkeit von der Sperrspannung bei  $f = 10,7$  MHz

5 der Kennlinie

$$S = \frac{dI}{dU}; \quad T = \frac{d^2 I}{dU^2} \quad (6)$$

$$T = \frac{1}{U_T} \quad (7)$$

und hat bei Zimmertemperatur den theoretischen Wert  $T/S = 40 \text{ V}^{-1}$ ; die praktischen Werte liegen darunter. Bei nicht zu hohen Frequenzen ist für Germaniumdioden  $T/S = 20 \dots 30 \text{ V}^{-1}$ , bei Siliziumdioden liegt  $T/S$  meistens unter  $20 \text{ V}^{-1}$ . Man kann das Verhältnis  $T/S$  auch gleich dem Verhältnis Kurzschluss-Richtstrom zu aufgenommener Wechselstromleistung setzen. Diese Definition wird besonders bei Hochfrequenzdioden angewandt, und die Richtkonstante dann in  $\mu\text{A}/\text{W}$  angegeben.

Außer den bereits erwähnten Diodendaten Sperrwiderstand  $R_{\text{Sperr}}$  und Durchlaßwiderstand  $R_d$  interessieren noch die differentiellen Innenwiderstände in Sperrrichtung

$$R_{i, \text{Sperr}} = \frac{\Delta U_{\text{Sperr}}}{\Delta I_{\text{Sperr}}} \quad (8)$$

und in Durchlaßrichtung

$$R_{i, d} = \frac{\Delta U_d}{\Delta I_d} \quad (9)$$

Der Richtstrom  $I_{\text{Richt}}$  ist der bei Wechselspannungsbetrieb der Diode auftretende Gleichstrom und der Stromflußwinkel  $\Theta$  die Hälfte der in Winkelgraden gemessenen Zeitdauer des Durchlaßstroms, bezogen auf die gesamte Periodendauer von  $360^\circ$ .

Die Kapazität der Kristalldiode hängt vom Arbeitspunkt und von der Betriebsart ab. Man unterscheidet folgende Kapazitätselemente:

a) Die Grundkapazität stellt im wesentlichen die Gehäusekapazität dar und wird in unmittelbarer Nähe der Gehäuseeinschmelzung gemessen. An der Diode liegt dabei eine Wechselspannung kleiner Amplitude, als Dioden-Arbeitspunkt ist die maximal zulässige Sperrspannung eingestellt.

b) Die Sperrschichtkapazität ist in der Umgebung der Sperrspannung Null einige  $\mu\text{F}$  und nimmt bei höheren Sperrspannungen angedehnt proportional  $1/\sqrt{U_{\text{Sperr}}}$  ab.

c) Die Diffusionskapazität tritt bei Verschiebung des Arbeitspunktes in Durchlaßrichtung auf. Sie kann einige hundert  $\mu\text{F}$  betragen und steigt proportional mit dem Durchlaßstrom  $I_d$  an. Gleichzeitig machen sich induktiv wirkende Trägheitseffekte bemerkbar, so daß sich die Diode bei höheren Durchlaßströmen wie eine Induktivität verhält. Bei

großen Amplituden, die abwechselnd in die Durchlaß- und die Sperrrichtung reichen, tritt eine Kombination der induktiven und kapazitiven Effekte auf, die in jedem speziellen Fall gesondert betrachtet werden muß. Für das HF-Verhalten von Dioden werden daher im allgemeinen keine Kapazitätswerte angegeben. In speziellen Schaltungen gibt man vielmehr den Richtwirkungsgrad und die Dämpfung bei einer bestimmten HF-Amplitude in Abhängigkeit von der Frequenz und der Belastung an. Allgemein gilt die Regel, daß Dioden mit hoher Sperrspannung ungünstigeres HF-Verhalten haben als solche mit niedriger Sperrspannung.

Für folgende Zwecke werden spezielle Diodentypen geliefert:

- 1) Funkgeräte (Kommertelle und Rundfunkgeräde): mittelsperrende Dioden, hochsperrende Dioden, Diskriminator-Paare, Radiodektorpäare.
- 2) Fernsehgeräte: UHF-Mischdioden, Videogleichrichter-Dioden, Schwarzgaldioden, Regelspannungsdioden, Phasendiskriminator-Paare, Tondemodulator-Paare (Ratiodetektor-Paare), Stör- und Impulsbegrenzer-Dioden.
- 3) Andere Anwendungen: Dioden für Meßgeräte, Dioden für Regel- und Steuerungszwecke, Dioden für Modulatoren, Dioden für Transverter, Dioden für Zählgeräte und Rechenmaschinen.

Als Beispiel für den Einsatz von Spezialdioden sei das Germaniumdioden-Quartett OA 154 Q von Telefunken erwähnt, das für Ringmodulatoren zur Modulation und Frequenzumsetzung verwendet wird. Dazu müssen vier besonders ausgesuchte und aufeinander abgestimmte Germaniumdioden benutzt werden. Durch Ringmodulatoren erreicht man, daß bei vollkommen symmetrischen Übertraggern und Ventilen die Trägerfrequenz am Ausgang der Schaltung nicht mehr in Erscheinung tritt. Die Spannung  $U_1 \cdot \sin \omega t$  (Bild 10), die die Nachricht enthält, wird dem Eingang I der Schaltung

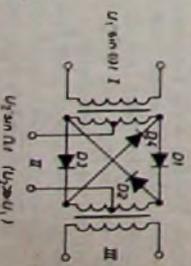
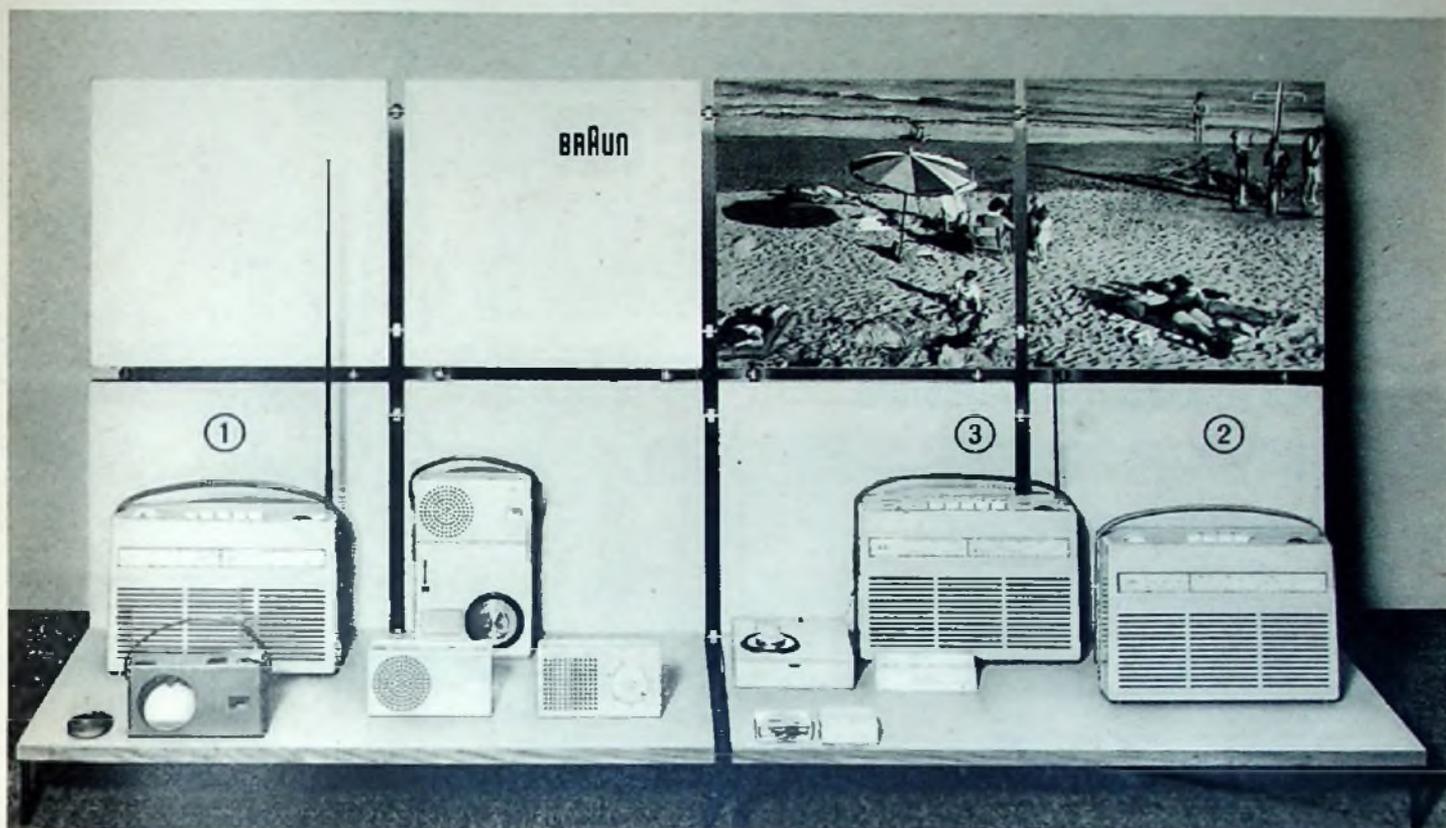


Bild 10. Ringmodulator mit vier Germaniumdioden

und die Spannung  $U_1 \cdot \sin \Omega t$  mit der (wesentlich höheren) Trägerfrequenz  $\Omega$  dem Eingang II zugeführt. An den Ausgangsklemmen III treten nur die Frequenzen  $n \cdot \Omega + \omega$  ( $n = 1, 3, 5, \dots$ ) auf, wenn die Bedingung  $U_1 \gg U_1$  erfüllt ist.

# Zwei neue Kofferempfänger im Braun-Programm



Zwei neue Kofferempfänger vervollständigen das vielseitige Transistorgeräte-Programm von Braun:

① **Der Kurzwellen-Kofferempfänger T 23 DM 285.-**

Der T 23 ist ein Spezialgerät für Fernempfang. Mit vier überlappenden Kurzwellenbereichen und Mittelwelle eignet er sich besonders gut für Hörer, die viel und weit reisen, für Segel- und Motorbootbesitzer, Seeleute, Expeditionsteilnehmer und Kurzwellenamateure.

② **Der Kofferempfänger (K/M/L) T 24 DM 225.-**

Der Kofferempfänger T 24 für Kurz-, Mittel- und Langwelle - der verbesserte Nachfolger des beliebten »transistor K« - ist ein ideales Zweitgerät. Er spielt bis zu 1000 Betriebsstunden mit einem Batteriesatz.

Beide Geräte haben Spezial-Lautsprecher und klingen deshalb besonders gut. Anschlüsse für Normal- oder Autoantenne, Plattenspieler und Schaltuhr sind vorhanden.

Wie der erfolgreiche UKW-Kofferempfänger T 22 von Braun ③ enthalten die beiden neuen Geräte ein Chassis, das nach dem Bausteinprinzip aufgebaut ist. Das heißt: schneller, Unkosten sparender Service und zufriedene Kunden.

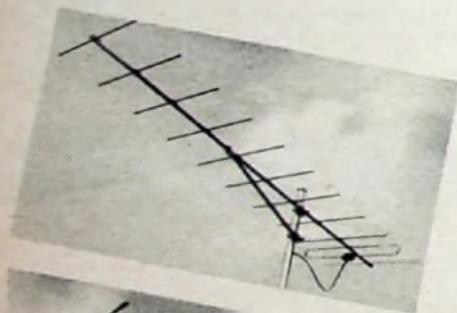


## Neue Preise für ELTRONIK-Fernsehantennen

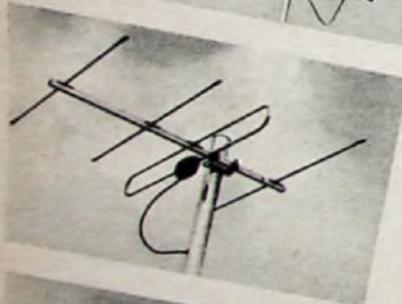
Neue, verkaufsfördernde Umsatzchancen für Sie: die Preise aller ELTRONIK-Fernsehantennen wurden

**wesentlich gesenkt!**

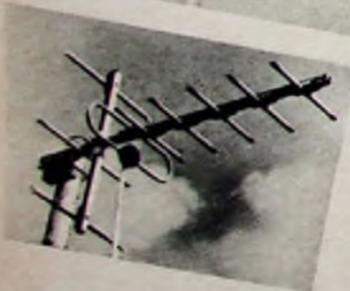
Hier drei Beispiele aus dem neuen ELTRONIK-Fernsehantennen-Katalog:



FW 111/...  
DM 66,-



FW 104/...  
DM 25,-



FW 109/...  
für Kanal 14-18  
19-25  
26-30  
DM 35,-

**Bitte denken Sie daran: Die Saison steht vor der Tür!**  
Disponieren Sie rechtzeitig und berücksichtigen Sie dabei auch Ihren Bedarf für das 2. Fernsehprogramm.

*Elektronik*

**DEUTSCHE ELEKTRONIK GMBH**  
eine Tochtergesellschaft der Robert Bosch GmbH

**MONO**

**STEREO**

**ISOPHON**  
Lautsprecher

**STEREONETTA III**  
**STEREO-COLONNA**

Lautsprecher für mono und stereo

**ISOPHON-WERKE GmbH · Berlin-Tempelhof**

BESUCHEN SIE UNS BITTE AUF DER  
DEUTSCHEN INDUSTRIE-AUSSTELLUNG BERLIN 1960  
HALLE 11 WEST (SCHLESSEN) STAND 27

**Schneider**

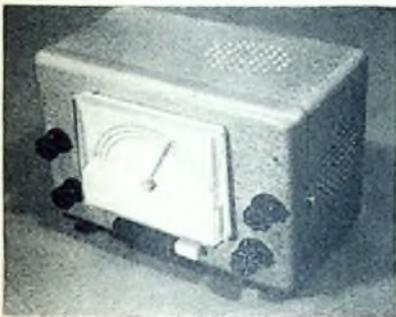
**CARL SCHNEIDER K.G.** Spezialfabrik für Film- und Magnetbandspulen

Rehrbach-Darmstadt 2 Telefon 310 238 Ober-Ramstadt Fernschreiber 0319 208

# Transistorisierter KW-Zweikreiser für Lautsprecherempfang

Mancher KW-Amateur zieht die Lautsprecherwiedergabe dem Kopfhörerempfang vor. Für diese Interessenten wurde der im Heft 15/1960, S. 553-554, beschriebene transistorisierte Zweikreisempfänger weiterentwickelt und mit einer Gegentakt-Endstufe versehen.

Die beiden NF-Vorstufen des Gerätes blieben unverändert. Nur die Endstufe mit dem Transistor T5 (OC 604 spez.) wurde durch eine Treiberstufe T6 ersetzt.



Ansicht des transistorisierten Zweikreisempfängers für Lautsprecherempfang (die Lautsprecheröffnungen liegen oben und seitlich im Empfängergehäuse)

Mit dieser wird die Gegentakt-Endstufe angesteuert. Die beiden Transistoren T7 und T8 (OC 604 spez.) in Gegentaktanschaltung liefern eine Ausgangsleistung von etwa 480 mW. Damit ist ausreichende Lautstärke gewährleistet.

### Treiberstufe

Die NF-Wechselspannung gelangt über den 10- $\mu$ F-Elektrolytkondensator C15 an die Basis des Treibertransistors T6. Zwei Widerstände R25, R26 (30 k $\Omega$  und 10 k $\Omega$ ) bilden einen Spannungsteiler und erzeugen die Basisvorspannung des Treibertransistors.

Das Siebglied R28, C13 verhindert unerwünschte Kopplungen zwischen der Gegentakt-Endstufe und der Vorstufe. Der Kollektoranschluß des Treibertransistors liegt an dem einen Ende der Primärwicklung des Treibertransformators Tr1. Dem anderen Anschluß dieser Wicklung wird die negative Betriebsspannung zugeführt. Der Emitter des Treibertransistors T6 liegt über die RC-Kombination R27, C19 an Massepotential. Die gemeinsame Basisvorspannung wird durch den Spannungsteiler R29, R30, R31 auf den richtigen Wert gebracht und der Mittelanzapfung

der Sekundärwicklung des Treibertransformators Tr1 zugeführt. Mit dem Trimmerwiderstand R30 läßt sich der endgültige Wert bequem einstellen, denn der Regelbereich ist nur 50 Ohm. R32 ist ein NTC-Widerstand mit einem Wert von 50 Ohm bei 25°C.

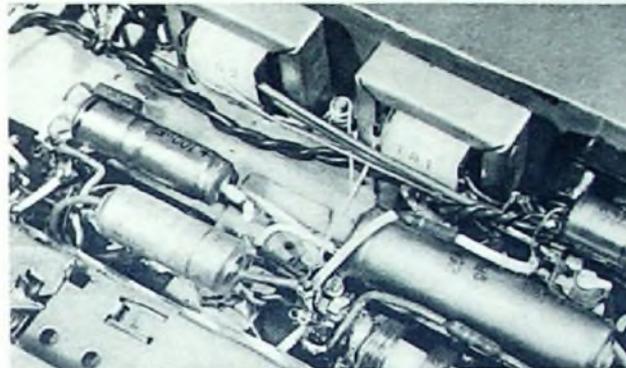
### Gegentakt-Endstufe für 480 mW

Die Basen der beiden Endstufentransistoren T7 und T8 liegen an den Endpunkten der Sekundärwicklung des Treibertransformators Tr1 und die Kollektoren an der Primärwicklung des Ausgangsübertragers Tr2. Der Kollektorstrom (2 mA) eines jeden Transistors muß durch eine Hälfte der Primärwicklung fließen. Der Kondensator

jetzt an der rechten Seite des Chassis angeordnet.

Das Lautsprechersystem läßt sich im Gehäuse befestigen. Aus akustischen Gründen sind im Gehäuse auch an der Seite Bohrungen für den Schallaustritt angebracht.

Wird an Stelle des eingebauten Lautsprechers - er ist für transportablen Betrieb vorteilhaft - ein Außenlautsprecher größerer Abmessungen und Belastbarkeit verwendet, dann ergibt sich eine noch bessere Schalleistung. Für stationären Betrieb empfiehlt es sich, das Einbausystem abzuschalten und den Außenlautsprecher zu benutzen.

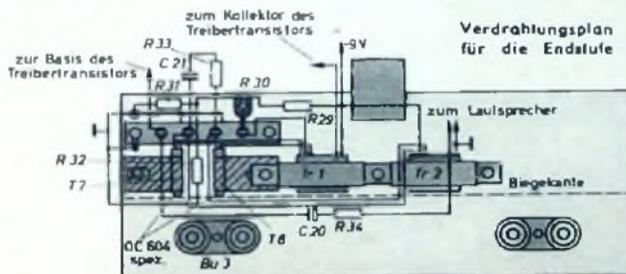


Die beiden Übertrager für die Endstufe fanden unter dem Chassis Platz



So wird das Lautsprechersystem im Gehäuse befestigt

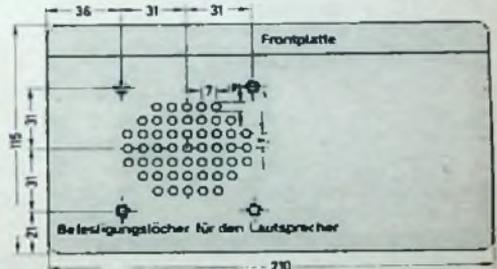
Bohrschema für die Lautsprecheröffnungen



sator C21 dient zum Beschneiden der Höhen; seine Wirksamkeit wird durch R33 begrenzt.

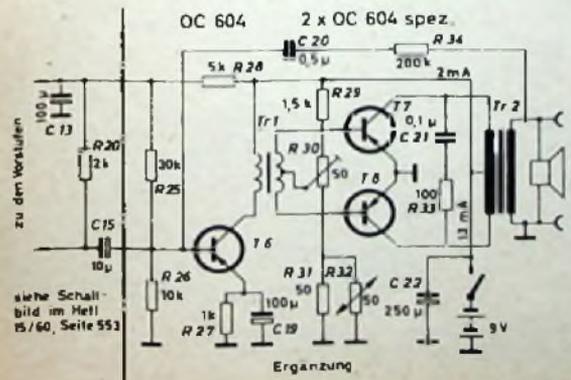
Die Sekundärimpedanz des Ausgangsübertragers ist etwa 4 Ohm. Das eine Ende der Wicklung ist an Masse zu legen. Die Verbindung zwischen der Basis des Treibertransistors und der Sekundärseite von Tr2 über den 200-k $\Omega$ -Widerstand R34 und den 0,5- $\mu$ F-Kondensator C20 stellt eine Gegenkopplung dar. Dadurch wird der Klirrfaktor verkleinert.

Wie aus dem Foto der Untersicht zu sehen ist, wurden die beiden Übertrager unter dem Chassis zwischen den beiden Buchsen eingebaut. Die zwei Endtransistoren T7, T8 sind unterhalb der Buchse Bu3 mit ihren Kühlflügeln an dem Chassis fest angeschraubt. Zwischen ihnen liegt der NTC-Widerstand R32. Um für den Lautsprecher Platz zu gewinnen, wurde die Batterie



### Einselteilliste für die Gegentakt-Endstufe mit Treiber

|                                   |              |
|-----------------------------------|--------------|
| NF-Transistor OC 604              | (Telefunken) |
| NF-Transistoren 2 x OC 604 spez.  | (Telefunken) |
| Treibertransformator „TR 1“       | (Engel)      |
| Ausgangsübertrager „TR 2“         | (Engel)      |
| Lautsprecher „PM 106 x 70/16 MOT“ | (Wigo)       |
| Widerstände                       | (Resista)    |
| Tropfol-Kondensator, 0,1 $\mu$ F  | (Wima)       |
| Printilyt-Kondensatoren, 12 V     | (Wima)       |
| Trimmerwiderstand „57 WT“         | (Dralonid)   |



Schaltung der Gegentakt-Endstufe mit Treiberstufe

siehe Schallbild im Heft 15/60, Seite 553

# Die Anwendung elektronischer Meßtechnik in der Kfz-Branche

Fortsetzung aus FUNK-TECHNIK Bd. 15 (1960) Nr. 16, S. 588

## „Alluscope 18“

Das „Alluscope 18“ von Bachmann zeichnet sich durch Vielseitigkeit in der Anwendung aus. Es erlaubt eine freie Horizontalablenkung im Bereich von etwa 5 bis 800 Hz für Untersuchungen an Lichtmaschinen, Spannungsreglern (Tyrill-Reglern) und Wechselrichter-Einheiten für Autoempfänger sowie von akustischen und mechanischen Schwingungen beim Anschluß entsprechender Adapter. In der zweiten Stellung des Betriebswahlschalters werden Zündspannungsverläufe bei niedrigen Drehzahlen untersucht und in der dritten Zündanlagen in allen Drehzahlbereichen für Otto-Motoren mit 4 bis 12 Zylindern. Die vierte Stellung ermöglicht die gleichen Untersuchungen in der Zeilendarstellung. Der Meßverstärker und der identische Horizontalverstärker sind im Frequenzbereich 3 Hz ... etwa 80 kHz linear.

Die freie Horizontalablenkung arbeitet mit einem Miller-Integrator, die getriggerten Sägezahngeneratoren für die horizontale und vertikale Ablenkung enthalten normale Kippgeräte mit Thyratrons. Die Rücklaufverdunklung erfolgt durch eine Rechteckspannung, die aus der Horizontal-Ablenkspannung erzeugt wird. Zur Drehzahlmessung dient eine besondere Kippstufe mit dem Thyatron PL 21. Entsprechend den Anforderungen des Automobilmarktes des Herstellerlandes, muß das Gerät an verschiedene Zündsysteme angepaßt werden können. Das ist sowohl in bezug auf den jeweils zur Verfügung stehenden Triggerimpuls als auch auf die Lage des Oszillogrammes auf dem Sichtteil beachtet.

Bild 8 zeigt die Schaltung der Horizontalstufe mit der Dunkeltastung und dem Vorverstärker. In der gezeichneten Stellung der Schalter S 1, S 2, S 3, S 4 arbeitet

die freie Ablenkung mit Rö 5 als Miller-Integrator. P 2 regelt die Ablenkfrequenz und P 3 die Synchronisation.

In der Schaltstellung 2 lassen sich die Vorgänge an der Zündkerze während der Funkendauer und die anfänglichen Primär-schwingungen bei langsamer Drehzahl als Teiloszillogramm gut sichtbar machen. Der Eingang PR liegt an der Primärklemme der Zündanlage. Rö 1, eine GR 15 von Cerberus, arbeitet als Trigger- und Phasenumkehrrohre. Ist der primäre Eingangsimpuls positiv, so bewirkt lediglich der Katodenwiderstand von Rö 1 eine Differentiation zur Hervorhebung der höherfrequenten gedämpften Anfangsschwingung des primären Zündvorganges, mit dem Rö 3 getriggert wird.

Bei negativem Eingangsimpuls wird die Katode von Rö 1 gegenüber dem Starter, der mit 94 V vorgespannt ist, negativ, und dadurch zündet die Gasstrecke. Der über den Anodenwiderstand R 1 aufgeladene Kondensator C 1 entlädt sich daher über Rö 1 und den Katodenwiderstand R 2, an dem dann ein positiver Impuls zur Triggierung von Rö 3 entsteht. Da in der Stellung 2 nur der 25-nF-Kondensator C 2 über die Laderöhre Rö 2 aufgeladen wird, entsteht die sägezahnförmige Spannung nur während 1/3 bis 1/2 der Zeitdauer eines Zündvorganges (je nach Drehzahl). Da das dem zeitlichen Verlauf der sichtbar zu machenden Vorgänge entspricht, darf auch nur dieser Oszillogrammteil aufgeheilt werden.

Mit S 4 wird zunächst die Spannung am Wehneltzylinder der Katodenstrahlröhre herabgesetzt. Rö 4b erzeugt nun aus den Impulsen an der Anode von Rö 1 eine positive Rechteckspannung, die die Spannung am Wehneltzylinder anhebt. Die linke Impulsreihe im Bild 9 (Stellung 2) zeigt die Impulsformen. Darunter ist der

Primärvorgang dargestellt, der in Stellung 2 sichtbar wird.

Hierzu muß bemerkt werden, daß die Funkendauer eines Zündvorganges nur etwa 1/30 einer Periode beträgt, wenn der Motor im Leerlauf läuft. Zur Erreichung eines gleichmäßigen Leerlaufes, besonders bei Boxermotoren, ist jedoch die Beurteilung des Zündvorganges sehr wichtig, da sich daraus der Füllvorgang (Ansaugen des im Leerlauf sehr fetten Luft-Gasgemisches) erkennen läßt. Daher wurde unter Verzicht auf Linearität eine Dehnung des Oszillogrammausschnittes vorgesehen.

In der Stellung 3 des Betriebswahlschalters wird die normale Helligkeit der Katodenstrahlröhre mit S 4 wiederhergestellt, während Rö 4b nur den Rücklauf der jetzt sägezahnförmigen linearen Ablenkspannung zur Rücklaufverdunklung überträgt. Die Kapazität des Kippkondensators C 2 erhöht man dabei durch die Parallelschaltung von C 3 auf 50 nF. Rö 4a übernimmt dann die Regelung der Sägezahnamplitude bei variierender Drehzahl, indem die in ihrem Katodenkreis auftretenden Impulse an R 3 und P 1 einen entsprechenden Spannungsabfall erzeugen, der an das Steuergitter von Rö 2 gelangt und den Innenwiderstand dieser Röhre verändert. Der im Anodenkreis von Rö 3 angeordnete VDR-Widerstand R 4 sorgt für gleichmäßige Entladevorgänge und ruhige Lage des Oszillogrammes. Die Spitze der Sägezahnschwingung wird mit dem einstellbaren RC-Glied R 5, C 4 und dem Vorverstärker etwas angehoben, um eine Korrektur der Oszillogrammlänge in bezug auf den im Rücklauf liegenden Teil zur Messung der Winkelverhältnisse des Zündvorganges zu erreichen. In Stellung 4 des Betriebswahlschalters ändern sich die beschriebenen Vorgänge nicht; es wird jedoch die Vertikalablenkung zugeschaltet.

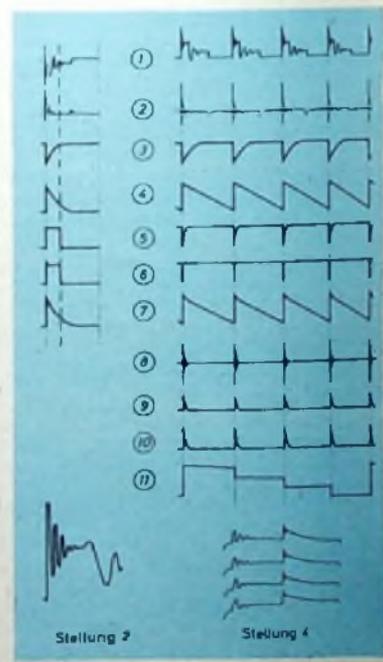
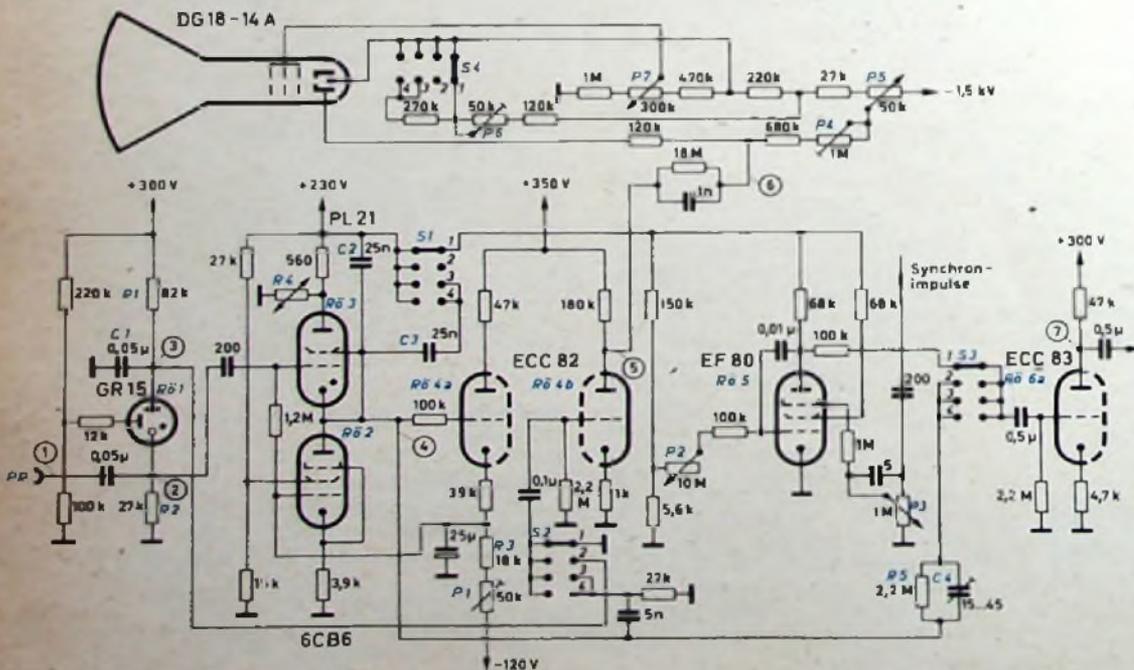


Bild 8 (links). Horizontal-Ablenkstufe für getriggerten und freilaufenden Betrieb sowie Dunkeltastung im „Alluscope 18“ von Bachmann. Bild 9 (rechts). Impulsformen im „Alluscope 18“; links in Stellung 2 des Betriebswahlschalters, rechts bei Betrieb des Gerätes an einem 4-Zylinder-Motor in Stellung 4

Die Schaltung der Vertikalablenkung ist im Bild 10 dargestellt. Ein Adapter liefert vom ersten Zylinder des zu untersuchenden Motors eine gedämpfte Schwingung, die mit der Diode R<sub>ö</sub> 1 gleichgerichtet und durch die Impulsformerstufe R<sub>ö</sub> 2a, R<sub>ö</sub> 2b in einen positiven Impuls mit konstanter Amplitude zur Triggerung von R<sub>ö</sub> 4 umgewandelt wird. Die Heptode R<sub>ö</sub> 3 übernimmt die Aufladung des Kippkondensators

des monostabilen Multivibrators R<sub>ö</sub> 1a, R<sub>ö</sub> 1b öffnet. R<sub>ö</sub> 1a leitet so lange, bis der Koppelkondensator C<sub>1</sub> über R<sub>1</sub> so weit entladen ist, daß der Anodenstrom in R<sub>ö</sub> 1b einsetzt. Zum Zeitpunkt des Eintreffens des Eingangsimpulses liefert R<sub>ö</sub> 1a einen negativen und R<sub>ö</sub> 1b einen positiven Impuls. Die Röhren R<sub>ö</sub> 2a, R<sub>ö</sub> 2b, R<sub>ö</sub> 3a und R<sub>ö</sub> 3b bilden einen Sägezahngenerator, der mit

dem Triggerimpuls, eine 50-Hz-Spannung über ein System einer ECC 83 auf die Kathode von R<sub>ö</sub> 6a im Bild 8 überträgt. Bei laufendem Motor wird aus den primären Zündvorgängen eine negative Spannung erzeugt, die das Gitter der die 50-Hz-Spannung übertragenden Röhre sperrt. Diese Maßnahme vereinfacht die Bedienung des Gerätes und schützt die Katodenstrahlröhre.

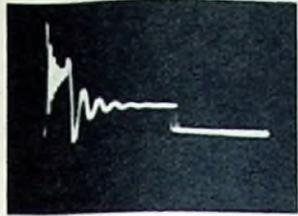


Bild 11. Mit dem „Allscope 18“ in Stellung 3 des Betriebswahlschalters aufgenommenes Primäroszilligramm einer Zündanlage; ungleichmäßige Kontaktschließung

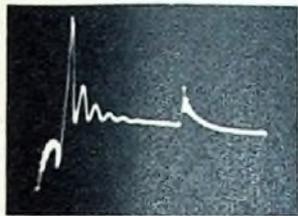


Bild 12. Sekundäroszilligramm einer Zündanlage

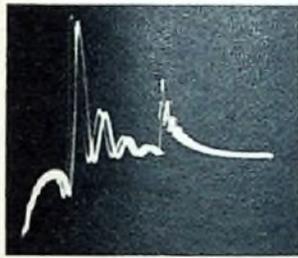


Bild 13. Sekundäroszilligramm einer Zündanlage (6-Zylinder-Motor, Drehzahl etwa 5000 U/min); die Funkendauer an den Kerzen des 6-Zylinder-Motors ist ungleichmäßig

Bild 10. Vertikal-Ablenkstufe und Endverstärker des „Allscope 18“

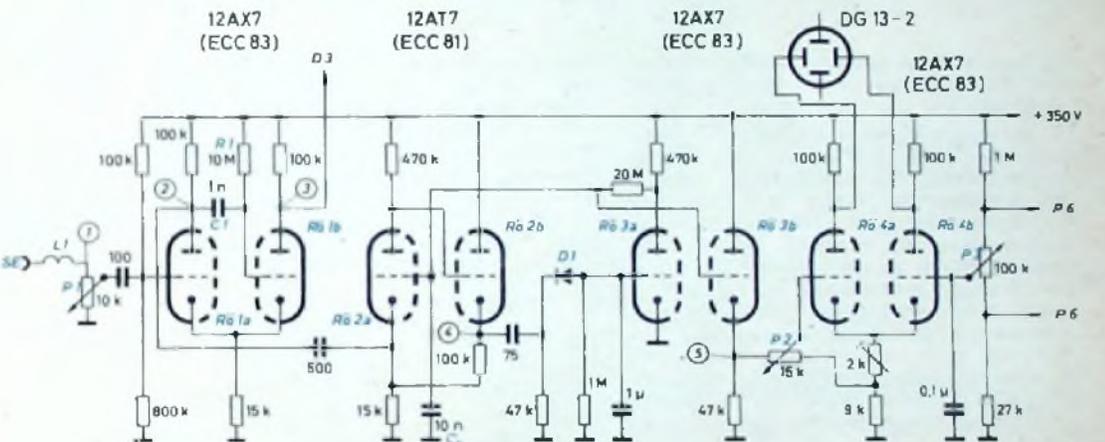
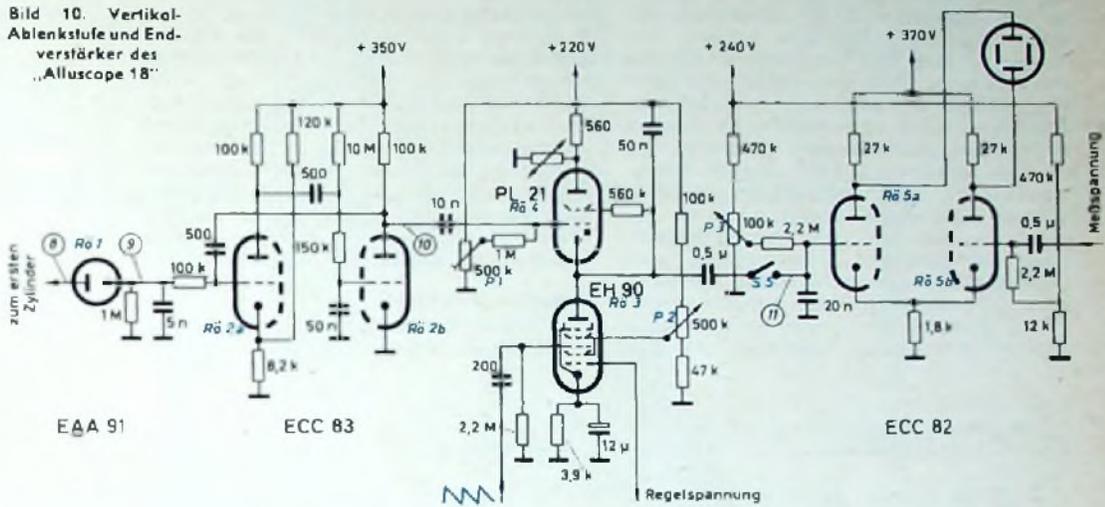


Bild 15. Horizontal-Ablenkstufe des „Electronic Engine Tester Mk 1“

tors bei gleichzeitiger Beeinflussung des Ladevorganges mit der Sägezahnspannung der Horizontalablenkung. Dadurch entsteht eine verlagerte treppenförmige Spannung, die über S<sub>5</sub> zu dem Vertikal-Endverstärker gelangt. Die Meßspannung wird der Röhre R<sub>ö</sub> 5b zugeführt.

dem Triggerimpuls, eine 50-Hz-Spannung über ein System einer ECC 83 auf die Kathode von R<sub>ö</sub> 6a im Bild 8 überträgt. Bei laufendem Motor wird aus den primären Zündvorgängen eine negative Spannung erzeugt, die das Gitter der die 50-Hz-Spannung übertragenden Röhre sperrt. Diese Maßnahme vereinfacht die Bedienung des Gerätes und schützt die Katodenstrahlröhre.

niedriger Frequenz selbständig kippt. Die für jeden Sägezahngenerator erforderliche Rückkopplung erreicht man durch R<sub>ö</sub> 3a. Ist der Kippkondensator C<sub>k</sub> so weit aufgeladen, daß der Anodenstrom in R<sub>ö</sub> 2a einsetzt, dann entlädt sich C<sub>k</sub> rasch über die Gitter-Katodenstrecke dieser Röhre. Die Schalterfunktion wird durch R<sub>ö</sub> 2b beschleunigt. An ihrer Kathode entsteht ein negativer Impuls, dessen Flanke nach starker Differentiation über D<sub>1</sub> und folgender Integration zum Gitter von R<sub>ö</sub> 3a gelangt und deren Anodenpotential anhebt. Dadurch wird die Entladung von C<sub>k</sub> beendet und die Aufladung eingeleitet. R<sub>ö</sub> 3b arbeitet als Katodenverstärker vor dem Endverstärker R<sub>ö</sub> 4a, R<sub>ö</sub> 4b. Am Katodenwiderstand von R<sub>ö</sub> 3b entsteht ein positiver Sägezahn.

„Electronic Engine Tester Mk 1“  
Dieses Gerät der BPL (British Physical Laboratories) entspricht etwa den bereits beschriebenen Geräten, jedoch wird die Zeilenschreibung mit anderen Mitteln erreicht. Bild 14 zeigt das robuste Gerät, das nur wenige Bedienungselemente hat. Der Anschluß an den zu prüfenden Motor erfolgt mit zwei Klipsen, die auf die Zündkabel geklemmt werden.  
Die Horizontal-Ablenkstufe (Bild 15) wird über SE kapazitiv an den Hochspannungsausgang der Zündspule angekoppelt. Die Ankopplungskapazität bildet dann mit L<sub>1</sub> einen Schwingkreis, der eine gedämpfte Schwingung erzeugt, die die Röhre R<sub>ö</sub> 1a

Die vorzeitige Entladung des Kippkondensators C<sub>k</sub> wird durch Anlegen eines negativen Impulses, den R<sub>ö</sub> 1a liefert, eingeleitet. Der Fußpunkt des Reglers P<sub>2</sub> für die x-Amplitude liegt an dem unterteilten Katodenwiderstand der Röhren R<sub>ö</sub> 4a, R<sub>ö</sub> 4b. Dadurch erreicht man gleiche Amplituden der Endröhrensysteme.

(Wird fortgesetzt)



Bild 14. Ansicht des „Electronic Engine Tester Mk 1“

# Selbstbau eines Studio-Magnettongerätes

(Fortsetzung aus FUNK-TECHNIK Bd. 15 (1960) Nr. 16, S. 591)

Der Ausgang des Wiedergabeentzerrers ist verhältnismäßig hochohmig bemessen, da bis zum Eingang der Mischstufe nur etwa 20 cm abgeschirmte Leitung erforderlich sind. Die Mischstufe wurde mit zwei Röhren ECC 83 bestückt, um eine gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Eingangsquellen zu vermeiden. Außerdem ergibt sich dadurch eine Verstärkungsreserve von etwa 25 dB. Die Katodenwiderstände sind mit kleinen Kondensatoren überbrückt. Damit wird ein infolge der Röhren- und Leitungskapazitäten im gesamten Verstärkerzug auftretender geringer Höhenabfall kompensiert. Die zwei nach außen geführten Eingänge sind für den Anschluß von Kondensatormikrofonen bestimmt. Wegen

maximaler Ausgangsspannung (0 dB Aussteuerung) und Fremdspannung bei laufender Maschine ohne Band an. Dieses Verhältnis wird am Ausgang des Wiedergabeentzerrers mit einem empfindlichen Röhrenvoltmeter gemessen. Den 0-dB-Pegel ermittelt man dabei mit einem Testband („Bezugsband 38“ beziehungsweise „Bezugsband 19“ nach DIN 45 513). Der auf demselben Band mit -20 dB aufgezeichnete Frequenzgang muß am Ausgang der Mischstufe einen geradlinigen Verlauf haben. Die Abweichung darf zwischen 60 und 10 000 Hz maximal  $\pm 1$  dB sein (Bild 6).

### 3. Kontrollverstärker

Der zweistufige Kontrollverstärker (Bild 7) arbeitet auf zwei Lautsprecher, um über

### Spezialteile für den Kontrollverstärker

|  |
|--|
| Elektrolytkondensator, $2 \times 40 \mu\text{F}$ , 350 V |
| Elektrolytkondensatoren, $100 \mu\text{F}$ , 12 V        |
| Potentiometer, 0,5 MOhm log. (Preh)                      |
| Ausgangsübertrager „E1 54 R“ (Isophon)                   |
| Lautsprecher „P 18/19/8“ (Isophon)                       |
| Kristall-Hochton-Lautsprecher (Telefunken)               |
| Flanschdose „B T 3263“, 3polig (Tuchel)                  |
| Kellogschalter   |
| Röhren EF 86, EL 84 (Telefunken)                         |

(„Wiedergabe“, I) erlaubt schließlich eine Mischung aller vier Eingangsquellen.

Parallel zum Summenregler R2 liegt eine Ausgangsbuchse mit einem dynamischen Ausgangswiderstand von etwa 12 kOhm, die für den Anschluß eines besonderen Endverstärkers größerer Leistung oder eines zweiten Tonbandgerätes bestimmt ist. Der maximale Ausgangspegel beträgt etwa -4 dB  $\pm 0,5$  V. Da an diesem Ausgang alle vier Eingangsquellen frequenzlinear erscheinen müssen, kann er sehr gut als Meßpunkt benutzt werden. Die verhältnismäßig niederohmige Impedanz erlaubt den Anschluß längerer Leitungen.

Die auf den Eingang folgende Verstärkerstufe ist mit einer brumm- und klingarmen EF 86 bestückt und normal geschaltet. In der Endstufe arbeitet eine EL 84 in A-Schaltung, die eine verzerrungsfreie Sprechleistung von etwa 2 W abgibt. Der Klirrfaktor wird durch eine Spannungsgegenkopplung klein-

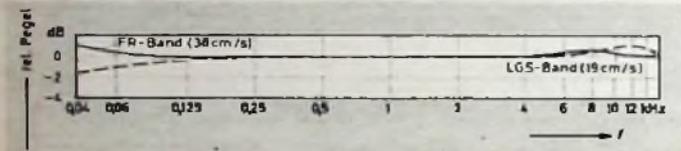


Bild 6. Frequenzgang über Band bei 19 und 38 cm/s Bandgeschwindigkeit

den hohen Eingangswiderstandes ist aber auch der Anschluß von Kristalltonabnehmern möglich.

Da die gesamte Stufe die später erreichbare Dynamik bestimmt und äußerst brummanfällig ist, werden die Röhren mit Gleichstrom geheizt. Trotzdem muß der Aufbau der ersten beiden Stufen mit größter Sorgfalt erfolgen; Erdschleifen sind unbedingt zu vermeiden. Wenn man den Hörkopf kurzschließt, darf nur Rauschen hörbar sein. Sollte sich später eine magnetische Brummeinstreuung auf den Hörkopf trotz sorgfältiger Mu-Metall-Kapselung ergeben, so muß man eventuell eine Kompensationsspeule in die Masseverbindung des Hörkopfes legen. Da die

den gesamten Frequenzbereich eine möglichst lineare Schallabstrahlung zu erhalten. Der Kellogschalter S1 im Eingang erlaubt in Stellung „hinter Band“ (II) eine sofortige Kontrolle der Aufnahme. Hierbei darf nur der Ausgang des Wiedergabeentzerrers am Kontrollverstärker liegen. Da beide hochohmig ausgeführt sind, besteht (besonders bei hohen Frequenzen) die Gefahr eines Übersprechens

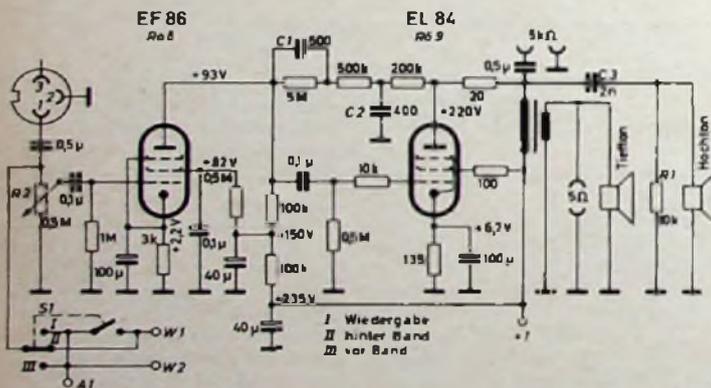


Bild 7. Schaltung des Kontrollverstärkers

Kompensation sowohl phasen- als auch amplitudenmäßig erfolgen muß, lassen sich hier keine genauen Spulenangaben machen. Bei der Prüfung in Stellung „Wiedergabe“, also bei laufenden Motoren, muß durch Umpolen der am Netz liegenden Transformatoren des Studio-Magnettongerätes das Brumm-Minimum eingestellt werden.

Der in den technischen Daten angegebene Fremdspannungsabstand von > 50 beziehungsweise > 55 dB ist unbedingt einzuhalten. Er gibt das Verhältnis zwischen

anderer Kanäle. Dieses Übersprechen ist besonders unangenehm, da zwischen der Originaldarbietung und der Aufnahme eine zeitliche Differenz von etwa  $\frac{1}{15}$  s beziehungsweise  $\frac{1}{25}$  s besteht. Es läßt sich jedoch vermeiden, wenn die einzelnen Federsätze von S1 durch geerdete Blechzwischenlagen entkoppelt werden. In der „vor Band“-Stellung wird der Abhörentzerrer abgetrennt, da bei einer Aufnahme und gleichzeitigem Öffnen des Bandreglers eine Rückkopplung über das Band einsetzen würde. Eine dritte Stellung

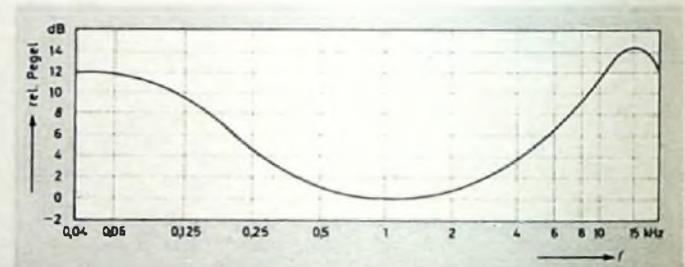
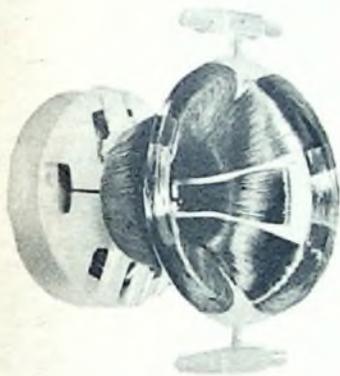
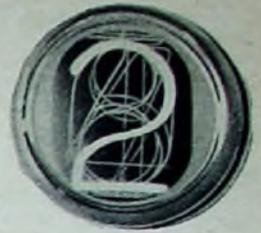


Bild 8 (oben). Frequenzgang des Kontrollverstärkers (gemessen an 5 Ohm mit Hochton-Lautsprecher)

gehalten. Die beiden im Gegenkopplungskanal liegenden Kondensatoren C1 und C2 sorgen für eine Höhen- und Tiefenanhebung. Der Frequenzgang (Bild 8) wurde dabei so bemessen, daß sich mit den verwendeten Lautsprechern eine annähernd geradlinige Schalldruckkurve ergibt. Dies ist allerdings bei den tiefen Frequenzen wegen der endlichen Gehäuseabmessungen nicht voll realisierbar. Um eine objektive Beurteilung der Bandaufnahmen zu gewährleisten, sind die Höhen- und Tiefenkorrektur nicht regelbar. Daher können beispielsweise fehlende Höhen nicht durch entsprechende Einstellung der Regler vertuscht werden.

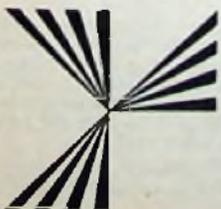
Zum Anschluß weiterer Lautsprecher sind zwei Ausgänge (5 Ohm und 5 kOhm) vorhanden. Der Hochton-Lautsprecher (im Mustergerät ein Kristallsystem) ist über das Hochpaßglied C3, R1 an die Anode der Endröhre angekoppelt. Dieses Glied ist erforderlich, da die bei konstanter Schnelle mit fallendem  $\omega$  ansteigende Amplitude den Lautsprecher in kurzer

# LORENZ



Empfängerröhren  
Spezialröhren  
Bildröhren und Ablenkmittel  
Tuner- und Phonoantriebe  
Lautsprecher  
Quarze

Deutsche Industrieausstellung Berlin 1960  
Halle I/West, Stand 15



## SEL

STANDARD ELEKTRIK LORENZ AG · Stuttgart

Zeit zerstören wurde. Stern nur ein dynamisches System zur Verfügung, so ist es über einen 5- $\mu$ F-Kondensator an die 5-Ohm-Wicklung des Ausgangstransformators zu legen. Eine Abschaltung der eingebauten Lautsprecher ist nicht erforderlich, da sich bei Mikrofonaufnahmen in nächster Nähe des Gerätes eine akustische Rückkopplung durch Zurückdrehen des Abhör-Summenreglers vermeiden läßt.

#### 4. Aussteuerungsmesser

Da für hochwertige Bandaufnahmen eine Aussteuerungskontrolle besonders wichtig ist, wurde ein spezieller Aussteuerungsmesser entwickelt, der folgende Bedingungen erfüllt:

- 1) Volle Aussteuerfähigkeit bei Eingangsspannungen  $\geq 50$  mV,
- 2) großer Anzeigebereich,
- 3) große Empfindlichkeit an der Übersteuerungsgrenze,
- 4) kleine Einschwingzeit  $< 30$  ms und
- 5) große Ausschwingzeit  $> 2$  s.

Die Bedingung 1) wurde dadurch erfüllt, daß dem eigentlichen Anzeigesystem eine Verstärkerstufe mit einer EF12 vorgeschaltet wurde (Bild 9). Eine eventuell erforderliche Höhenkorrektur erreicht man durch Überbrückung des Katodenwiderstandes mit einem kleinen Kondensator, dessen Kapazität so gewählt wird, daß bei

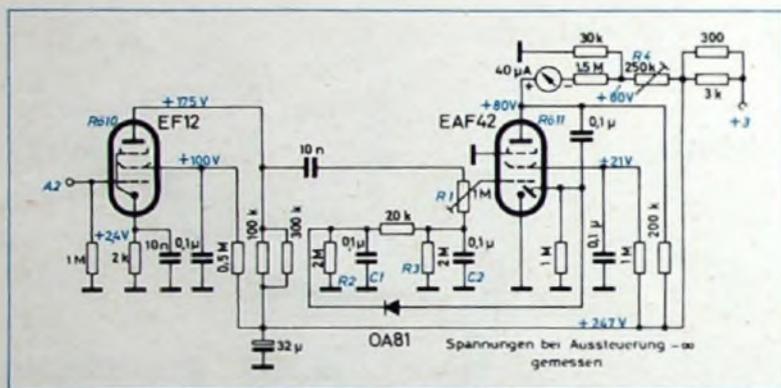


Bild 9. Schaltung des Aussteuerungsmessers

konstanter Eingangsspannung an einem der Mischeingänge die Anzeige im interessierenden Bereich (30 ... 16 000 Hz) linear ist.

Auf die NF-Vorstufe folgt über den Pegelregler R1 das Anzeigesystem. Der Pegel wird so eingestellt, daß bei einer Anzeige von 0 dB das Band gerade voll aussteuert ist. Diese Vollaussteuerung kann mit einem Testband ermittelt werden. Eine zweite Möglichkeit, den 0-dB-Pegel zu finden, besteht darin, bei richtig eingestellter Vormagnetisierung 1000 Hz mit verschiedenen Aussteuerungen aufzunehmen und dann den Pegel als Vollaussteuerungspegel festzulegen, der am Ausgang des Wiedergabegerätes 3% Klirrfaktor ergibt. Zur Kontrolle der Skaleneichung liegt am Eingang des Aufnahmeverstärkers eine Eich Taste, mit der man über einen einstellbaren Vorwiderstand eine 50-Hz-Spannung an den Verstärker legen kann. Dieser Vorwiderstand wird später so eingestellt, daß die Beschriftung des Aufnahmepegels (+6 dB ...  $\infty$ ) mit der Aussteuerungsanzeige übereinstimmt.

Das eigentliche Anzeigesystem besteht aus mehreren Teilen, um die Bedingungen 2) ... 5) zu erfüllen. Der Anzeigebereich muß sich über 46 dB erstrecken, d. h., eine Spannung von 1% der Vollaussteuerungspegels muß noch sicher abgelesen werden können. Da sich dieser Bereich mit einem

linear anzeigenden Instrument nicht erfassen läßt, muß die Anzeige logarithmisch erfolgen, die bei einer Eichung in dB wieder eine lineare Teilung ergibt. Um in der Nähe der Vollaussteuerungsmarke eventuell auftretende Übersteuerungen besser



Bild 10. Skala des Aussteuerungsinstrumentes

erkennen zu können, muß diese Teilung wieder etwas verzerrt werden, so daß man schließlich die im Bild 10 dargestellte Skalenteilung erhält.

Diese komplizierte Kurvenform läßt sich am besten durch die Kennlinie einer Regelröhre verwirklichen. Die am Außenwiderstand von RÖ11 abfallende NF-Spannung wird an der Diodenstrecke gleichgerichtet und dann über ein Impulsspeichersystem dem Gitter als Regelspannung zugeführt. Das Impulsspeichersystem ist so dimensioniert, daß das Instrument bei einem Impuls zunächst ungedämpft anspricht und erst kurz vor Erreichen des Endausschlages durch die inzwischen aufgeladenen Kondensatoren C1 und C2 gebremst wird. Daher kann man den Anzeigefehler zwischen Dauerton und Impuls praktisch vernachlässigen und die Eichung mit einem Sinus-Dauerton durchführen.

#### Spezialteile für den Aussteuerungsmesser

|   |            |
|---|------------|
| Einsteilregler, 1 MOhm  | (Dralowid) |
| Einsteilregler, 250 kOhm  | (Dralowid) |
| Drehapulinstrument, 40 $\mu$ A  | (Gnaaen)   |
| Elektrolytkondensator, 32 $\mu$ F, 350 V                              |            |
| Beleuchtungslämpchen, ungesockelt in Miniaturlausführung, 6 V, 0,05 A |            |
| Röhren EF 12, EAF 42  | (Valvo)    |
| Germaniumdiode OA 81  | (Valvo)    |

Die Entladung der Kondensatoren C1 und C2 erfolgt über die recht hochohmigen Widerstände R2 und R3, da die vorgeschaltete Diode für den zurückfließenden Strom gesperrt ist. Dadurch erreicht man einen langsamen Zeigerrücklauf, der eine genügend ruhige Anzeige gewährleistet. Das eigentliche Anzeigelinstrument (ein 40- $\mu$ A-Drehspulsystem) liegt an der Anode von RÖ11. Um bei fehlender Aussteuerung keinen Ausschlag zu erhalten, liefert ein einstellbarer Spannungsteiler eine entsprechende Gegenspannung. Das Instrument kann also in normaler Lage eingebaut werden. Die elektrische Nullpunkt-korrektur erfolgt mit R4. Um Ablesefehler zu vermeiden, ist die Skala des Instruments als Diapositiv ausgeführt und von innen durch zwei Miniatur-Glühlampen 6 V, 0,05 A beleuchtet. (Wird fortgesetzt)

## Persönliches

### E. A. Mootz 40 Jahre bei Philips

Am 23. August beging E. A. Mootz, Mitglied der Geschäftsführung der Allgemeinen Deutschen Philips Industrie GmbH (Alidphi) in Hamburg, sein 40jähriges Dienstjubiläum. Er begann seine berufliche Laufbahn 1920 bei den N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken in Eindhoven (Holland). Nach mehrjähriger Tätigkeit auf dem Gebiet der Glühlampen-Produktion wurde ihm im Jahre 1927 eine verantwortungsvolle Aufgabe in der Abteilung Röntgen übertragen. Er blieb diesem Fabrikationszweig zunächst treu und ging im Jahre 1933 nach Hamburg, wo er in den Vorstand der C. H. F. Müller AG eintrat. Als Fabrikdirektor dieses Unternehmens, das unter dem Namen Röntgen-Müller weltweit bekannt ist und zur deutschen Philips-Gruppe gehört, hatte er maßgeblichen Anteil am Aufbau und an der Erweiterung dieses Werkes. Während des Krieges kehrte er in die Niederlande zurück und widmete sich technisch-organisatorischen Aufgaben im Rahmen des Philips-Unternehmens. Kurz nach Kriegsende übersiedelte E. A. Mootz wieder nach Deutschland und trat dort in die Alidphi, die Dachgesellschaft der deutschen Philips-Gruppe, ein. Hier bewältigte er dank seiner Tatkraft und seines unermüdbaren Fleißes die damals fast unlösbar scheinende Aufgabe des Wiederaufbaus der weitgehend zerstörten Philips-Produktionsstätten und ihre Ergänzung durch neue Fabriken in Hamburg, Berlin, Aachen, Krefeld und Weizlar.

### A. Sanio 30 Jahre Pressechef

Dipl.-Kfm. Alfred Sanio konnte am 5. 8. 1960 auf eine 30jährige Tätigkeit in der Philips-Pressstelle zurückblicken. Damit ist der jetzt 54jährige Jubilär wohl der dienstälteste Pressstellen-Leiter einer Firma der deutschen Wirtschaft. Als Mitbiter zwischen den Philips-Gesellschaften und den deutschen und ausländischen Journalisten der Fach- und Tagespresse hat er es immer verstanden, in sehr verbindlicher Form die Beziehungen zur Presse besonders eng und herzlich zu gestalten. Seit 1952 leitet er auch die Pressstelle der Fachabteilung Rundfunk und Fernsehen im ZVEI, wobei seine wertvollen Fachkenntnisse und großen Erfahrungen der gesamten deutschen Rundfunk- und Fernseh-Industrie, nicht zuletzt auch bei der Durchführung der Funkausstellungen der letzten Jahre, zugute kamen.

### H. H. Neumann 50 Jahre

Am 4. August wurde Hans-Hendrik Neumann, Geschäftsführer der Valva GmbH, Hamburg, 50 Jahre. Der Geburtsort — Wupperthal-Elberfeld — im Industriegebiet ließ H. H. Neumann frühzeitig den Weg zur Technik finden. Sein Wunsch war es, Ingenieur zu werden. Nach drei Semestern Studium der Fachrichtung Elektrotechnik gab er dieses Berufsziel dann jedoch auf und wurde aktiver Soldat. Bei Kriegsende war er Regiments-Kommandeur und kam erst nach mehrjähriger Gefangenschaft zurück. 1949 trat H. H. Neumann bei der Deutschen Philips GmbH in Hamburg ein. Fünf Jahre lang war er Direktor der Filiale Hannover. Seine Berufung zum allein zeichnungsberechtigten Geschäftsführer der Valva GmbH, vor mehr als drei Jahren, gab ihm die Möglichkeit, seine organisatorisch-technischen und kaufmännischen Fähigkeiten mit Erfolg anzuwenden.

### Ernennungen bei Standard Elektrik Lorenz

Direktor Dr.-Ing. Erich Schulze-Herringen, Leiter des Lorenz-Werkes Berlin der SEL, wurde vom Vorstand der Standard Elektrik Lorenz AG zum Generalbevollmächtigten ernannt.

Dipl.-Ing. Tankred v. Hauteville, Leiter der Vertriebsabteilung Drahtlose Technik und Weiterverkauf der Lorenz-Werke, und Dipl.-Ing. Ernst Haene, Leiter der Vertriebsabteilung Röhren und Rundfunkzubehör der Lorenz-Werke, wurden zu Direktoren ernannt.

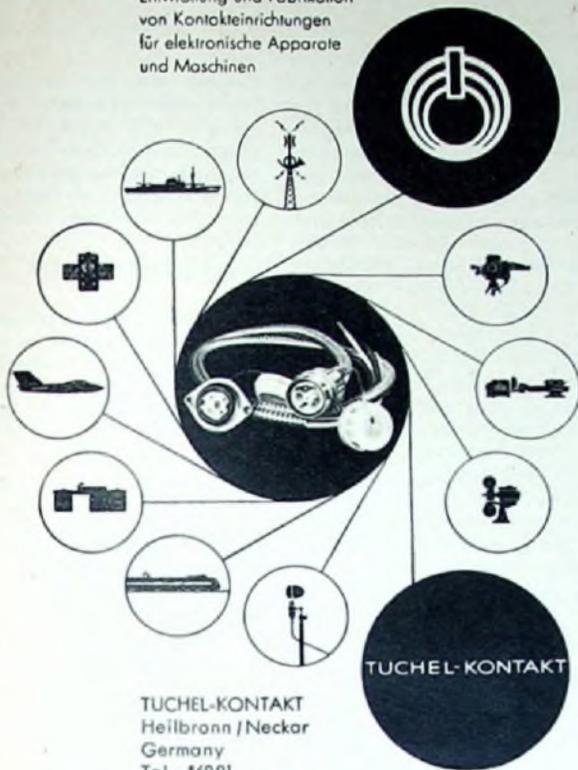
### Ernennungen bei Schaub

Der Vorstand der Standard Elektrik Lorenz AG ernannte die Herren Joachim Grambow und Erich Heysse zu Direktoren.

Dir. Grambow, vorher Chef der Entwicklung in einem anderen bedeutenden Werk der Rundfunk- und Fernseh-Industrie, übernahm vor fünf Jahren bei Schaub die Leitung des technischen Bereichs. Später wurde ihm in Anerkennung seiner erfolgreichen Arbeit im Rahmen der technischen Werkleitung auch die Verantwortung für den Betrieb übertragen.

Dir. Heysse, der Chef des Einkaufs des Schaub-Werkes, konnte vor zwei Jahren sein 25jähriges Dienstjubiläum bei dieser Firma feiern.

Entwicklung und Fabrikation  
von Kontakteinrichtungen  
für elektronische Apparate  
und Maschinen



TUCHEL-KONTAKT  
Heilbronn / Neckar  
Germany  
Tel.: \*6001  
Telex: 0728/816

## Schluss mit der Akrobatik!

Benutzen Sie für Ihre Antennenanlagen  
den **BALMET-MAST**

in konischen Stücken  
von 2 Metern lieferbar;  
feuerverzinkter Stahl.

### leicht

6 m 4,4 kg  
10 m 10 kg  
20 m 27 kg  
30 m 64 kg

### robust

Widersteht Wind-  
geschwindigkeiten von  
130 km/h

### wirtschaftlich

auf Grund der Schnellig-  
keit bei der Montage. Ein  
6-m-Mast ist in weniger  
als einer Viertelstunde  
aufzustellen.

### Lagerung

Platzsparend: die Teile  
lassen sich ineinander  
schieben.

### Transport

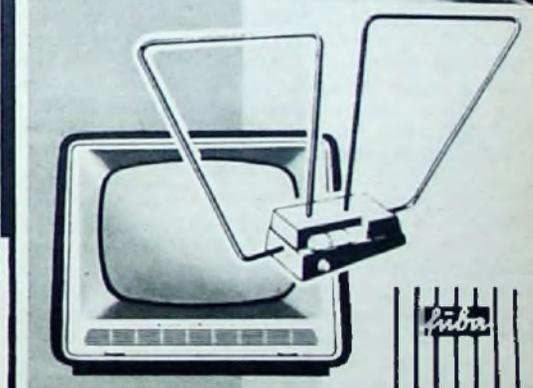
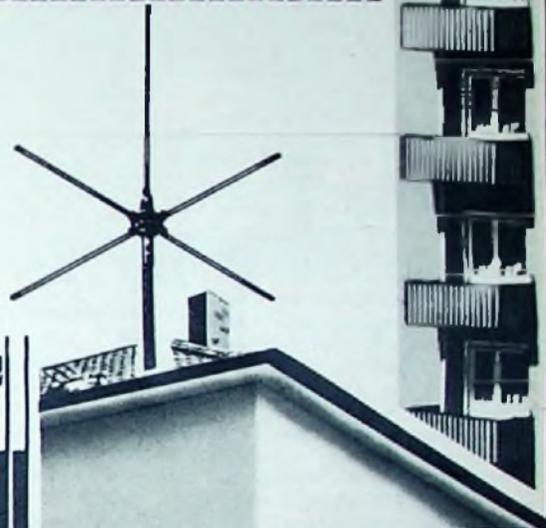
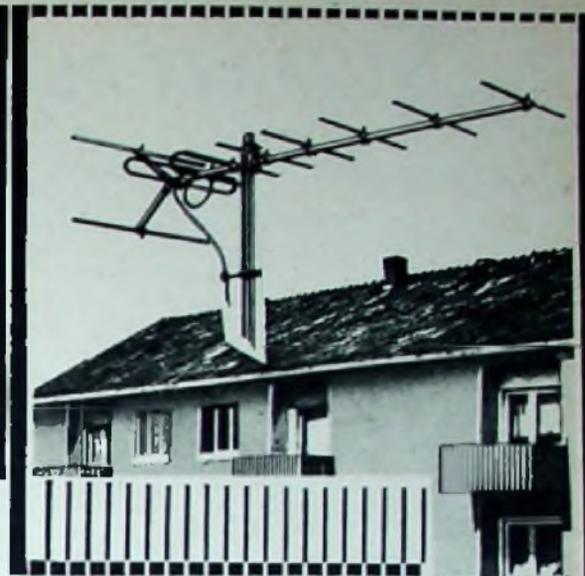
Sparsam: ein Kleinwagen  
reicht aus.



Schutzrechte in Frankreich  
und anderen Ländern



J. NORMAND / 57, Rue d'Arras, Douai (Nord) FRANKREICH



### Ein umfassendes Programm

Fernseh-Antennen für alle Bereiche  
einschl. Band IV (2. FS-Programm)  
Gemeinschafts-Antennen-Anlagen  
Antennen-Verstärker  
Antennen-Zubehör

**Libra**

**ANTENNENWERKE  
HANS KOLBE & CO.  
Bad Salzdetfurth/Hann-  
Günzburg/Donau**

# SCHALLPLATTEN für den Hi-Fi-Freund

## Respighi, „Pini di Roma“

Mussorgsky, „Eine Nacht auf dem kahlen Berge“

## Rimsky-Korsakoff, „Capriccio spagnolo“

Berliner Philharmoniker unter Lorin Maazel

Ottorino Respighi (1879–1936) ist der italienische Sinfoniker des 20. Jahrhunderts, dem es gelungen ist, den Ausdrucksstil des französischen Impressionismus in die Welt des großen Orchesters nach den Vorbildern von Franz Liszt und Richard Strauss zu übertragen. Von seinen sinfonischen Dichtungen haben sich die „Pini di Roma“ (Römische Pinien) einen festen Platz im Konzertsaal gesichert.

Die vier Teile des Werkes gehen pausenlos ineinander über, sind aber durch den schroffen Wechsel der Stimmungen klar gegeneinander abgesetzt. Im 1. Satz (Die Pinien der Villa Borghese) kommt das lärmende Spiel der Kinder in dieser Stereo-Aufnahme als Klangbild großartig zur Geltung. Sehr eindrucksvoll dann der Übergang zum 2. Satz (Die Pinien bei einer Katakombe): Der aus der Tiefe dringende traurige Gesang hat fast etwas jenseitiges, die Trompete scheint aus der Weite des Hintergrundes zu kommen. Der 3. Satz ist dann voller Lautmalerei: eine zarte und durchsichtige Orchestermusik — die Melodie oft zwischen den Instrumenten wechselnd —, die dann irgendwo im Nichts verklingt. Der dumpfe Marschtritt einer römischen Legion leitet dann den 4. Satz (Die Pinien der Via Appia) ein. Es entsteht vor dem Hörer das eindrucksvolle Klangbild eines vorbeimarschierenden Triumphzuges mit schmetternden Fanfaren, der durch die Stereo-Wirkung eine bisher kaum gekannte Eindringlichkeit erhält. Wenn die Stereophonie ihre Möglichkeiten überhaupt unter Beweis stellen kann, dann hier.

„Eine Nacht auf dem kahlen Berge“ ist eine Orchesterphantasie, die in typisch russischer Art Geisterspuk, Schwarze Messe und Hexensabbath in Musik umsetzt. Die wichtige Einleitung mit der Fülle des Blechs, der großen Trommel mit Beckenschlag ist in ihrer räumlichen Wirkung überaus effektiv. Sehr gut kommt auch das Huschende und Herumirrende des unruhigen Streicherklangs und der Holzbläser mit den schrillen

Akzenten der Pikkoloflöte, bis schließlich der Spuk mit dem Klang der fernen Kirchenglocke langsam verklingt: Der anbrechende Tag vertreibt die Geister der Finsternis.

Die fünf pausenlos ineinander übergehenden Sätze des „Capriccio spagnolo“ sind ein Meisterwerk der Instrumentierungskunst und wegen der effektvollen Gegensätze für die Stereo-Wiedergabe besonders geeignet.

Diese Platte ist eine Delikatesse für die Freunde der Stereophonie und der Programmmusik. Der erst 30-jährige Dirigent hat es verstanden, die Berliner Philharmoniker zu einer großartigen Leistung zu beflügeln. Die technische Qualität der Aufnahme wird seinen Intentionen in jeder Hinsicht gerecht, und so ist eine Schallplatte entstanden, die eine Stereo-Demonstrationsplatte par excellence ist.

Deutsche Grammophon 138 033 SLPM (Stereo)

## Brahms, Sinfonie Nr. 1 c-Moll op. 68

Wiener Philharmoniker unter Rafael Kubelik

Anderthalb Jahrzehnte hat Brahms gebraucht, um seine 1. Sinfonie zu vollenden, deren Uraufführung am 4. November 1876 in Karlsruhe stattfand. Es war ein großer Erfolg für den 43-jährigen Komponisten, der drei Tage danach selbst die erste Aufführung in Mannheim und wenig später in Wien dirigierte. In ihrem Charakter steht die 1. Sinfonie der c-Moll-Sinfonie Beethovens sehr nahe, und Hans von Bülow hat ihr einmal den Ehrentitel „Beethovens Zehnte“ gegeben.

In der langsamen Einleitung baut sich über den Orgelpunkt der Bässe und Pauke das erste Thema auf. Als elegischer Gesang der Oboe erklingt das zweite Thema, weitergeführt von Horn und Klarinette. Die melodische Linie des Andante sostenuto wird von den Streichern vorgetragen und dann von der Oboe übernommen. Dieser Satz ist besonders schön wegen der getragenen Melodie, die von den Holzbläsern immer wieder klanglich abgewandelt wird, um schließlich in einem Duett zwischen Solo-Violine und Horn zu verklingen. Statt des sonst üblichen Scherzos hat Brahms einen dreiteiligen Satz in As-Dur geschrie-

ben, der ruhige Fröhlichkeit atmet. Das Finale ist der Höhepunkt der Sinfonie. Nach einer erregten Einleitung erklingt das fast einmalig schöne Horn-Thema, das die Flöte aufgreift und nach einem chorartigen Zwischenspiel der Posaunen dann in das Hauptthema des Allegras übergehen läßt. Das chorartige Thema des ersten Satzes, vom vollen Orchester strahlend vorgetragen, beschließt die Sinfonie.

Diese Stereo-Aufnahme ist im ganzen gesehen gut. Sie gewinnt durch geringe Anhebung des mittleren Frequenzbereiches nach etwas an strahlendem Klang. Die Höhen hätte man sich zwar manchmal noch etwas stärker gewünscht, aber das Klangbild als solches ist gut ausgewogen.

Decca SXL 2013 (Stereo)

## Beethoven, Tripel-Konzert C-Dur op. 56

New Yorker Philharmoniker unter Bruno Walter. Klavier: Walter Hendl, Violine: John Corigliano, Violoncello: Leonard Rose

Das 1807 in Wien uraufgeführte Konzert ist leider nur selten im Konzertsaal zu hören. Die Aufführung scheitert oft nicht nur daran, daß die Aufführungskosten wegen der drei Solisten sehr hoch sind, sondern auch daran, daß es nicht immer möglich ist, gleichzeitig drei Solisten zu finden, die als Interpreten dieses Werkes berufen sind. Um so dankbarer werden die Musikfreunde sein, hier unter der Leitung des großen Bruno Walter eine Aufnahme hören zu können, die sowohl wegen ihrer Interpretation und Aufführung als auch wegen ihrer technischen Qualität lobende Erwähnung verdient. Dank der sorgfältigen Arbeit des Tonmeisters entstand hier eine Schallaufnahme, die nicht nur im Klangbild gut ist, sondern bei der es auch gelungen ist, die notwendige akustische Trennung der drei Solisten gegeneinander und gegen das Orchester zu erreichen. Diese Mono-Aufnahme gewinnt bei Wiedergabe über eine Stereo-Anlage nach sehr an Eindringlichkeit.

Musikalisch ist der erste Satz vielleicht der wertvollste. Aber auch das Largo mit den sordinierten Streichern zu Beginn und dem die Melodie übernehmenden Solo-Cello ist wegen seiner Schlichtheit

überaus eindrucksvoll. Im ohne Pause anschließenden Rondo alla polacca wird dann ein leichtes Thema in den Solo-Instrumenten gegeneinander verarbeitet, bis sich dann Solisten und Orchester zu einem großartigen Schluß vereinigen.

Philips G 05647 R (Mono)

## Rachmaninoff, 2. Konzert für Klavier und Orchester c-Moll op. 18; 6 Préludes

Sinfonie Orchester der Nationalen Philharmonie Warschau unter Stanislaw Wislowski. Klavier: Svyatoslav Richter

Nach klassischer Form aufgebaut, bietet dieses Konzert, von einem der größten Pianisten geschrieben, dem Solisten besonders große Möglichkeiten. Es übernimmt von Tschaikowskij manche Eigenheit, jedoch tritt die Verbindung mit dem russischen Volkslied mehr zurück. Dafür sind westliche Züge, etwa im Stile Chopins, erkennbar.

Mit machtvollen Akkorden des Klaviers wird das von den Streichern breit vorgetragene leidenschaftliche Hauptthema vorgestellt. Das Klavier beherrscht jedoch in virtuoser Form den ganzen ersten Satz mit teilweise dramatischen Steigerungen. Das Adagio sostenuto ist sehr stimmungsvoll und erhält seinen besonderen Reiz durch die mitunter effektiv zu nennende Orchesterbegleitung. Im Allegro scherzando wird es von einem leichtbeschwingten und temperamentvollen tänzerischen Thema abgelöst. Das lyrische Seilenthema dieses Satzes steigert sich dann zu einem überaus effektvollen Schluß.

Bei dieser Aufnahme besticht der gute Klang des Klaviers, insbesondere auch bei den 6 Préludes, von denen das überaus kraftvolle in B-Dur (Nr. 3), das mehr lyrische in D-Dur (Nr. 5) und das in g-Moll (Nr. 6) mit dem Charakter einer Palanais besonders erwähnt seien. Das Klavierkonzert ist frei von übertriebenen Stereo-Effekten und läßt ein wahlabgeglichenes Klangbild entstehen. Das gelegentlich hörbare geringe Rauschen ist durch ganz leichte Höhenabsenkung unter die Wahrnehmbarkeitsgrenze zu bringen, ohne daß dadurch die Gesamtqualität der Aufnahme verringert wird.

Deutsche Grammophon 138 076 SLPM (Stereo)

Unsere neue Technologie ermöglichte es, äußerst preisgünstige Hg-Pillennröhren erhöhter Sperrspannung herauszubringen. Verlangen Sie Angebote über das Industrie-thyratron TQ 516 (5 kV Sperrspannung; 6,4/80/1000 A) und die Gleichrichterröhre DQ 45 (13,5 kV mit hoher Toleranz für industr. Betrieb; 1,5/6/50 A)

**BROWN, BOVERI & CIE. AG., MANNHEIM**

BROWN  
BOVERI

BBC

**Transistorverstärker für Tonbandgeräte**

Es werden zwar verhältnismäßig viele Schaltungen und Bauanleitungen für Transistorverstärker, die zur Wiedergabe von Tonbandaufzeichnungen gut geeignet sind, veröffentlicht, aber nur selten findet man neue Anregungen für einfache, jedoch hochwertige Schaltungen, bei denen für Aufnahme und Wiedergabe getrennte Verstärkerkanäle vorhanden sind. Vielleicht liegt das daran, daß die Endstufe des Aufnahmeverstärkers besondere Aufmerksamkeit verlangt, weil sie für den Sprechkopf eine stromkonstante Quelle sein muß. Die Impedanz des Sprechkopfes ist ja frequenzabhängig und vergrößert sich mit steigender Signalfrequenz erheblich. Trotzdem soll bei allen Frequenzen der gleiche Strom durch den Sprechkopf fließen, wenn sich die Signalamplitude am Eingang der Endstufe nicht ändert.

Bei Röhrenverstärkern kann man das beispielsweise annähern dadurch erreichen, daß man in Reihe mit dem Sprechkopf einen hochohmigen Widerstand schaltet und so die relative Belastungsänderung der Endstufe verringert. Beim Transistorverstärker läßt sich die stromkonstante Quelle mit hohem Innenwiderstand leichter verwirklichen. Eine interessante Lösung hierfür zeigt der im Bild 1 dargestellte Aufnahmeverstärker. Zu dem Magnettongerät gehören außerdem noch ein Generator für die HF-Vormagnetisierung, ein Vorverstärker für die Wiedergabe und ein Pegelmesser, der sowohl bei der Aufnahme als auch bei der Wiedergabe benutzt werden kann. Mit einem Tonbandgerät, das mit drei Köpfen (Sprechkopf, Hörschopf und Löschkopf) ausgestattet war, und hochwertigem Doppelspurband ließ sich mit dieser Ausrüstung ein innerhalb  $\pm 1,5$  dB gleichmäßiger Frequenzgang von 40 Hz ... 14 kHz bei 19 cm/s Bandgeschwindigkeit und von 30 Hz ... 18 kHz bei 38 cm/s erreichen. Bei 18 V Batteriespannung ist der Stromverbrauch während der Aufnahme 17 mA und während der Wiedergabe 7 mA. Der Wiedergabe-Vorverstärker liefert etwa 50 mV Ausgangsspannung, die zum Aussteuern eines Leistungsverstärkers ausreicht. Die Temperaturkonstanz der Transistor-schaltungen hat sich für alle praktischen Bedürfnisse als ausreichend erwiesen.

Der Aufnahmeverstärker (Bild 1) fällt in erster Linie durch die Schaltung der Endstufe auf. Um den erforderlichen hohen Innenwiderstand zu erreichen, arbeitet die Endstufe T3 in Basisschaltung. Dadurch wird der Innenwiderstand ein Vielfaches von 20 kOhm, der Impedanz des Sprechkopfes. Den Arbeitswiderstand von T3 bilden

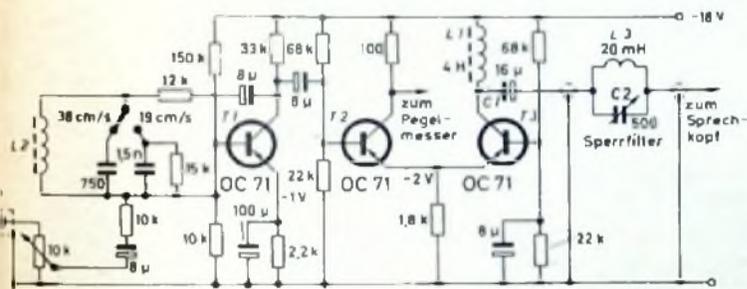
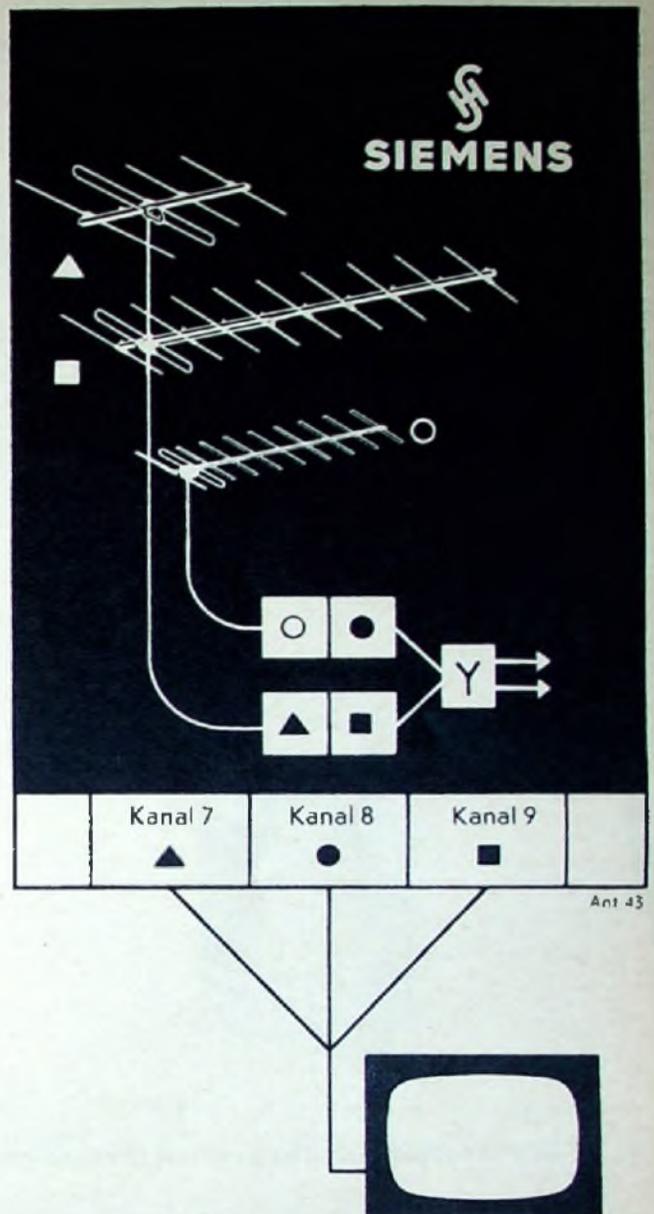


Bild 1. Das vollständige Schaltbild des transistorisierten Aufnahmeverstärkers für Tonbandgeräte

der Sprechkopf und die dazu parallelgeschaltete Drossel L1 (4 H), so daß ein bei allen Signalfrequenzen konstanter Anteil des Kollektorstromes durch den Sprechkopf fließt. Zwischen L1 und dem Sprechkopf liegt noch der Kondensator C1, der mit L1 und dem Sprechkopf einen auf eine Frequenz unterhalb des Signalfrequenzbereiches, also unterhalb 30 Hz, abgestimmten Reihenresonanzkreis bildet. Dadurch erfolgt eine Anhebung der tiefsten Signalfrequenzen. Der Leckstrom von C1 muß sehr niedrig sein und darf 0,3  $\mu$ A bei 18 V nicht übersteigen. Gegebenenfalls muß C1 daher mehrere Stunden lang an 250 V Gleichspannung nachformiert werden. Außerdem liegt in Reihe mit dem Sprechkopf noch ein Sperrkreis (L3, C2), der auf die Frequenz der HF-Vormagnetisierung (60 kHz) abgestimmt ist und den Vormagnetisierungsstrom vom Verstärker fernhält.

T2 und T3 sind über den gemeinsamen Emitterwiderstand direkt gekoppelt. An den Kollektor von T2 wird der Eingang des Pegelmessers angeschlossen. Die Vorentzerrung (Höhenanhebung) erfolgt durch eine frequenzabhängige Gegenkopplung vom Kollektor auf die Basis von T1. Da die günstigste Dimensionierung der frequenzabhängigen Elemente im Gegenkopplungsweg von der jeweiligen Bandgeschwindigkeit abhängt, ist die Gegenkopplung umschaltbar. Aber auch die Eigenschaften des Sprechkopfes und des Tonbandes beeinflussen den Frequenzgang, und daher kann es zweckmäßig sein, von den im Bild 1 angegebenen Daten etwas abzuweichen. Die Empfindlichkeit des Aufnahmeverstärkers dürfte für die meisten Fälle ausreichen. Um im Sprechkopf einen Strom von 150  $\mu$ A<sub>eff</sub> zu erzeugen, muß am Eingang des Verstärkers eine Signalspannung von 10 mV vorhanden sein (gemessen bei 1000 Hz).

Der Generator für den HF-Vormagnetisierungsstrom (Bild 2) besteht aus dem selbstschwingenden Transistor-Oszillator T6, dessen Schwingspannung zunächst in einem Leistungstransistor T7 verstärkt und dann dem Sprechkopf zugeführt wird. Diese etwas umständliche Schaltung wurde gewählt, weil ihre Temperaturkonstanz besser ist und die Ausgangsamplitude mit R1 leicht auf den erforderlichen



**Keine »Blindkanäle«  
mehr notwendig**

Bei der Ergänzung vorhandener Gemeinschaftsantennen-Anlagen auf Band IV mit Antennen-Frequenzumsetzer kann mit der neuen **Siemens-Universalweiche SAZ 7021** für die Umsetzung jeder beliebige freie Kanal im Band III gewählt werden — ohne Rücksicht auf die Belegung benachbarter Kanäle. Außerdem lassen sich mit der Universalweiche Breitband- und Kanalverstärker im gleichen Band zusammenschalten.

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT  
WERNERWERK FÜR WEITVERKEHR- UND KABELTECHNIK



kann es unter Umständen erforderlich sein, diese Dämpfungswiderstände anders zu dimensionieren.

Mit dem Pegelmessgerät lassen sich aber auch der Vormagnetisierungsoszillator und der Sperrkreis im Aufnahmeverstärker abgleichen. Dazu wird der Eingangsschalter des Pegelmessers auf „Aufnahme“ gestellt und der Sperrkreis im Aufnahmeverstärker verstimmt. Da es nicht darauf ankommt, daß der Vormagnetisierungsoszillator genau mit einer bestimmten Frequenz schwingt, sondern nur darauf, daß  $U_1$  und  $U_2$  auf dieselbe Frequenz abgestimmt sind, verändert man  $C_3$  (Bild 2) so lange, bis der Pegelmessgerät maximalen Ausschlag zeigt. Der Sperrkreis im Aufnahmeverstärker wird dann so abgeglichen, daß der Ausschlag des Pegelmessers auf einen Minimalwert zurückgeht. Bei dieser Justierung soll ein Band in das Gerät eingelegt sein, aber nicht laufen.

Jetzt muß noch die richtige Amplitude für die HF-Vormagnetisierung durch Einstellung von  $R_1$  gefunden werden. Dazu gibt man eine Frequenz von 1 kHz auf den Eingang des Aufnahmeverstärkers und zeichnet sie auf dem laufenden Band auf.  $R_1$  wird dann so eingestellt, daß der auf „Wiedergabe“ geschaltete Pegelmessgerät Maximalausschlag anzeigt. Der Rauschpegel der Verstärker ist sehr niedrig.

Dr. F.

(Blick, P. W.: Transistor tape recorder amplifier. Wireless Wld Bd. 66 (1960) Nr. 4, S. 169)

## Aus dem Ausland

### 800-km-Überhorizont-Verbindung

Eine neue Mikrowellen-Nachrichtenverbindung der ITT soll in Überhorizont-Technik eine Ozeanstrecke von rund 800 km überbrücken und wird damit eine der längsten Verbindungen dieser Art im pazifischen Raum sein. Sie verwendet 18 m große Parabol-Antennen und Sender von 10 kW Leistung. Die neue Anlage enthält parametrische Verstärker, die besonders rauscharm sind.

### Fahrbare Eurovisions-Anlage

Eine neue fahrbare Eurovisions-Anlage für 20 Sprecher kann jetzt das Österreichische Fernsehen einsetzen. Der Regiewagen - die Anlage besteht aus zwei Wagen - enthält die Schalt- und Überwachungszentrale für Bild, Ton und Telefon. Im Rüstwagen sind Tonmischpulte für maximal 20 Fernsehkommentatoren untergebracht. Dieser Aufwand ermöglicht den reibungsloseren Ablauf von Eurovisions-Übertragungen.

### Neuer Vorschlag für Stereo-Reproduktion

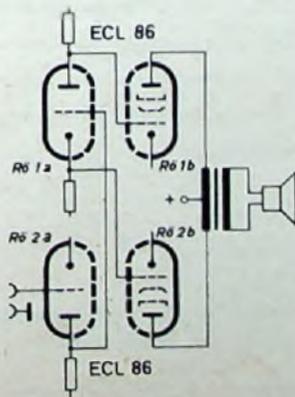
Im Journal of the Audio Engineering Society vom April 1960 wird ein Vorschlag zur Verbesserung der Wiedergabe von Stereo-Ton gemacht. Nach diesem Vorschlag sollen nicht zwei Lautsprecher mit möglichst kugelförmiger, sondern vielmehr mit möglichst achtförmiger Abstrahl-Charakteristik benutzt werden. Diese beiden Lautsprecher sollen so aufgestellt werden, daß sich von einem der beiden Lautsprecher eine Hälfte der „Acht“ mit der entsprechenden „Acht“-Hälfte des anderen Lautsprechers deckt. Damit ergibt sich vor den beiden Lautsprechern nicht mehr wie bisher eine etwa trichterförmige Grundfläche, auf der der Stereo-Effekt voll zur Wirkung kommt, sondern vielmehr eine kreisrunde Grundfläche.

Noch nicht gelöst ist bei diesem Vorschlag, wie am besten die erforderliche achtförmige Abstrahlcharakteristik für die Lautsprecher erreicht wird. Bisherige Versuche haben nur ungenügende Ergebnisse, vor allem im Bereich der tieferen Frequenzen, gehabt.

### 625 Zellen in England

Die Diskussion in der englischen Fachpresse über die Zweckmäßigkeit der 625-Zellen-Norm für das Fernsehen hält weiter an, nachdem ein Regierungs-Ausschuß die Vorteile des 625-Zellen-Systems erneut betont hat.

Die Londoner Regierung will eine endgültige Entscheidung über eine eventuelle Einführung der 625-Zellen-Norm bis 1962 zurückstellen. Eine Umstellung wäre voraussichtlich mit einer Neuverteilung der Kanäle verbunden, wobei eine Zeitlang 625-Zellen-Sender auf den Bändern IV und V (neben den heute bereits bestehenden) arbeiten würden.

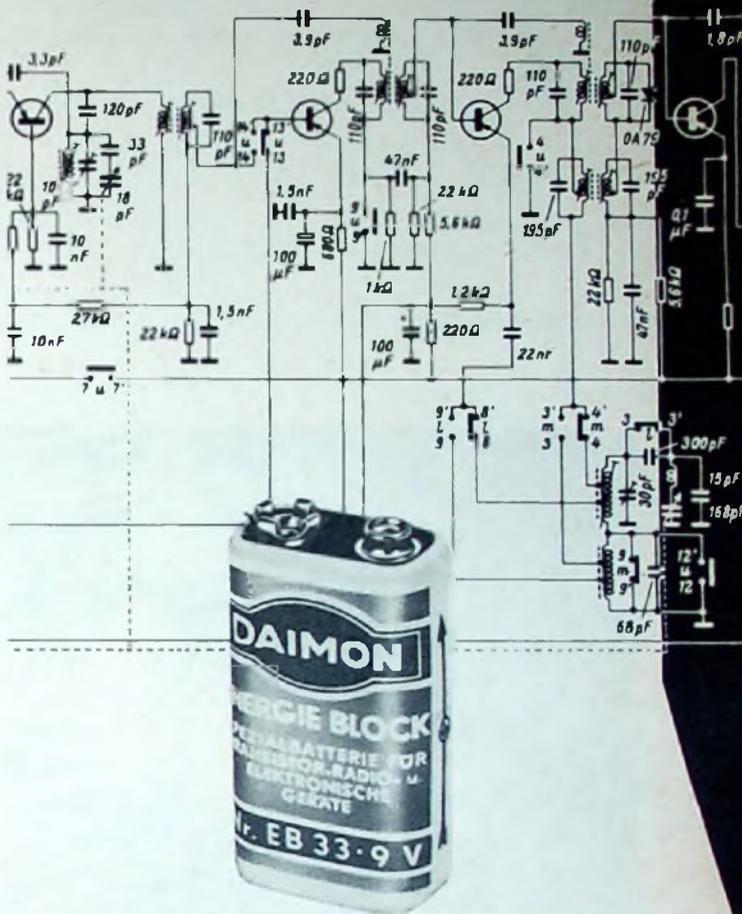


### Berichtigung

ECL 86 - Eine neue Niederfrequenz-Verbindungsdröhre. FUNK-TECHNIK Bd. 15 (1960) Nr. 13, S. 476.

Das Bild 3 enthält leider einen Zeichenfehler. Der Eingang der Gegentakt-Schaltung liegt richtig nicht an  $R6 1a$ , sondern an  $R6 2a$ . Das nebenstehende Bild zeigt die richtige Schaltung.

## DAIMON-Energieblocks ein echter Fortschritt



## DAIMON-Energieblocks ermöglichen einfachere und preiswertere Transistorgeräte.

DAIMON-Energieblocks sind klein und leistungsfähig, geschaffen für klaren Empfang, erstaunlich leicht und handlich, wirtschaftlich durch hohe Dauerleistung; gegen Austritt von Elektrolyt gesichert.

DAIMON-Energieblocks erfordern nur 2 Kontakte. Der Wegfall vieler Anschlüsse senkt die Geräte-Herstellungskosten und vermindert die Zahl der Störquellen.

Entwickeln Sie die nächsten Modelle Ihrer Transistorgeräte nach Maß und Leistung der DAIMON-Energieblocks! Wir informieren und beraten Sie gern.

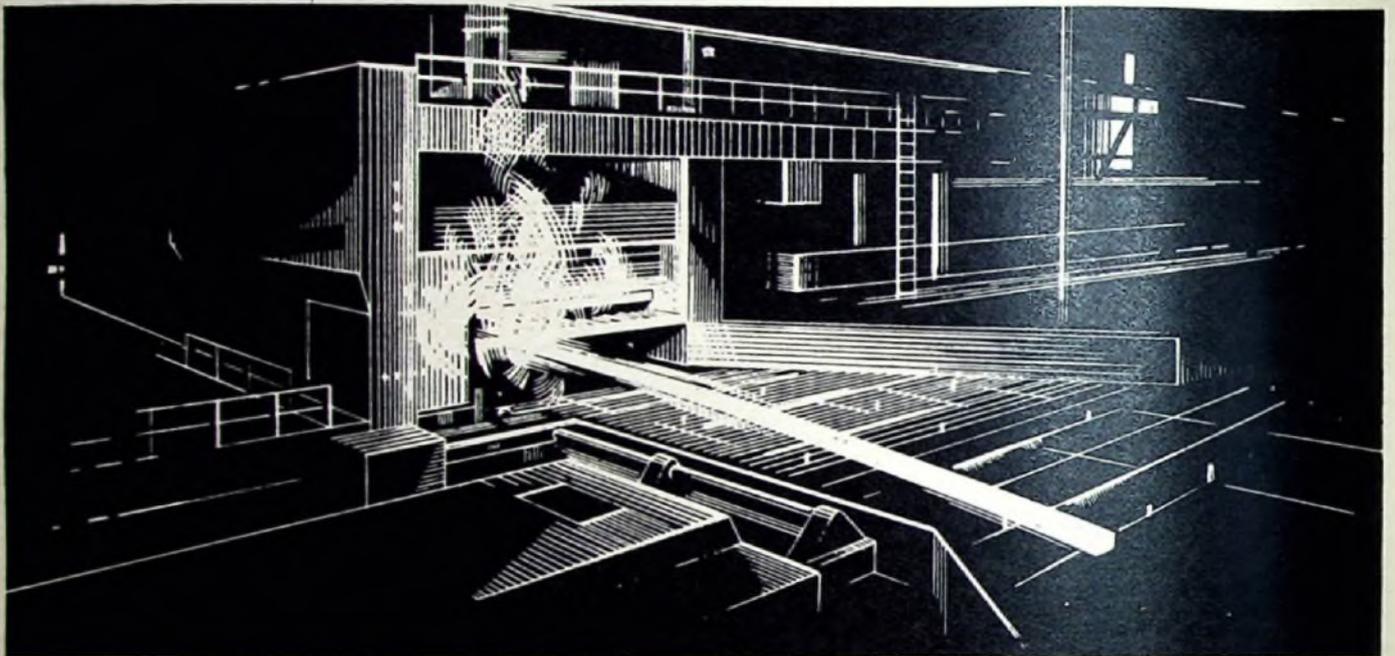


DAIMON G.m.b.H. Rodenkirchen/Rhein  
Hauptstraße 128, Telefon 301055  
Technische Beratungsabteilung

# Tore zur Welt von morgen

Automation — das bedeutet rationelle, kontinuierliche Produktion, steigende Leistungen in allen Industriezweigen. Auch in den Walzwerken arbeiten heute schwere gewaltige Aggregate mit hoher Präzision ohne die steuernde Hand des Menschen. Die vollendete Elektronik der Maschinen ermöglicht schnellste Regelung ohne jede Trägheit und damit kürzeste Umkehrzeiten.

Nur den einhunderttausendsten Teil einer Sekunde benötigen Thyratrons, um Schallvorgänge auszulösen. Das ist hundertmal weniger als die kürzeste Verschlusszeit einer Präzisionskamera — mit menschlichem Reaktionsvermögen gar nicht mehr zu vergleichen.



## Wichtige Werkzeuge der Automation

RFT-Thyratrons werden für Regel- und Steuereinrichtungen in der Metall- und Textilindustrie, bei Förderanlagen und in der Chemie verwendet. Außerdem dienen sie zum Speisen von Nachrichtensendern, Hochfrequenzgeneratoren und zum Stromumformen.

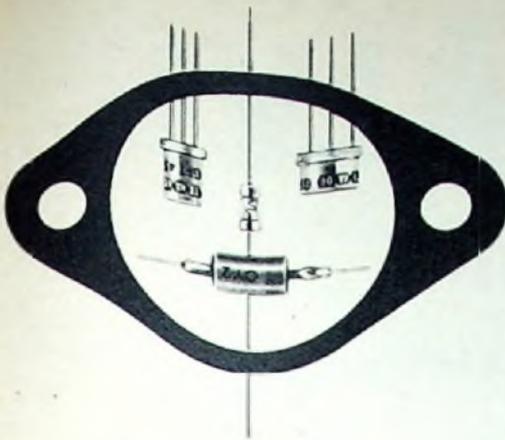
Die Röhrenwerke der Deutschen Demokratischen Republik liefern Ihnen Thyratrons, die sich durch kleine Abmessungen und hohe Leistung auszeichnen, ebenso Kaltkathoden-Thyratrons in Miniaturlausführung.

LEISTUNGSFÄHIG —  
FORTSCHRITTLICH —  
ZUVERLÄSSIG



R Ö H R E N W E R K E

Vertreter für die Bundesrepublik:  
Firma Dr. Hans Bürklin · MÜNCHEN, Schillerstraße 40



SÜDDEUTSCHE TELEFON-APPARATE-, KABEL- UND DRAHTWERKE A.G. NÖRNBERG



Neuzeitliche, vollautomatische Fertigungseinrichtungen erfüllen die Forderung nach Stabilität und hoher technischer Güte der TE-KA-DE-Halbleiter. Das erweiterte Verkaufsprogramm der TE-KA-DE umfaßt: Germanium- u. Silizium-

Dioden - u.a. Varicaps - in Allglas- und Keramik-Ausführung, NF-Vorstufen- u. Leistungstransistoren nach Stromverstärkung u. Spannungsfestigkeit gruppiert, ferner Kupferoxydul-Messgleichrichter und Modulatoren aller Schaltungsarten.

## Kaufgesuche

Röhren aller Art kauft Röhren-Müller, Frankfurt/M., Kaufunger Str. 24

Labor-Meßinstrumente aller Art, Charlottenburger Motoren, Berlin W 35

Radioröhren, Spezialröhren, Senderöhren gegen Kasse zu kaufen gesucht. Stebbelyl, Hamburg-Gr. Flottbek, Grottenstraße 24. Tel.: 82 71 37

## Verkäufe

**NORDFUNK** Elektronik-Versand  
Neue Anschrift:  
Bremen, Herdentarsteinweg 43  
1 Minute vom Hauptbahnhof

## Reparaturkarten TZ-Verträge

Reparaturbücher, Nachweis- und Kassenblocks sowie samtl. Drucksachen liefert gut und preiswert

**„Drüsela“**

DRWZ, Gelsenkirchen 4

Wir haben eine größere Menge Zugschnitte von 25 cm bis 1 m abgeschirmte

### Hochspannungskabel,

einadrig 0,5 mm Cu Ø billigst abzugeben. Günstige Gelegenheit für Händler und Reparaturwerkstätte.

Anfragen an J. Hungerle KG, Apparatebau, Rodelfzell a. B., Weinburg 2



## Antennen für Rundfunk- und Fernsehempfang



Werkstätten für elektromechan. Erzeugnisse  
Wolfgang ERNST, Ackenhausen über Seesen

## Unterricht



Theoretische Fachkenntnisse in Radio- und Fernsehtechnik erwerben Sie sich durch den modernsten Christiani-Fernlehrgang Radiotechnik, 25 Lehrbriefe, 850 Seiten DIN A 4, 2300 Bilder, 350 Formeln und Tabellen, Lehrplan und Informationschrift kostenlos. Technisches Lehrinstitut Dr.-Ing. Christiani, Konstanz, Postfach 1957

## Ein neuer Weg zum Amateurfunk

Gründliche theoretische und praktische Ausbildung bis zur Lizenzreife durch unseren allgemein verständlichen Fernlehrgang. (Selbstbau von Amateurfunkgeräten!) Bitte fordern Sie kostenlos unseren Prospekt an.

H. Klotes, Institut 12, Bremen, Postfach 7821

## Röhren

Preisliste  
HL 2/60

für den Fachhandel

Material- u. Rohmaterialien preiswert ab Lager

**HACKER**  
WILHELM HACKER KG

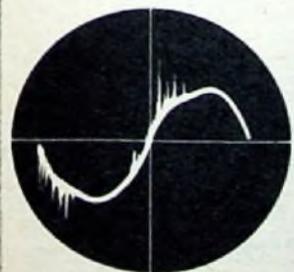
Großsortimenter für Europa und USA  
Elektronenröhren - Elektrolyt-Kondensatoren

BERLIN - NEUKÖLLN

Am S- und U-Bahnhof Neukölln

Silbersteinstr. 5-7 - Tel. 621212

Geschäftszeit: 8-17 Uhr, sonnabends 8-12 Uhr



Die qualitätsmäßigen Eigenschaften von Kleinkondensatoren werden bestimmt durch Isolationswiderstand, Verlustwinkel, Feuchtigkeitssicherheit und Temperaturbereich. Für die moderne Anwendungstechnik verdienen zwei weitere Merkmale besondere Beachtung:

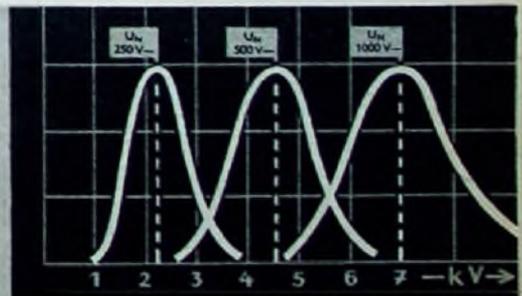
## IONISATIONSRENZE UND MITTLERE DURCHSCHLAGSSPANNUNG

Diese beiden Meßgrößen bestimmen entscheidend das Lebensdauerverhalten der Kondensatoren.

**Tropydur**  
KONDENSATOREN

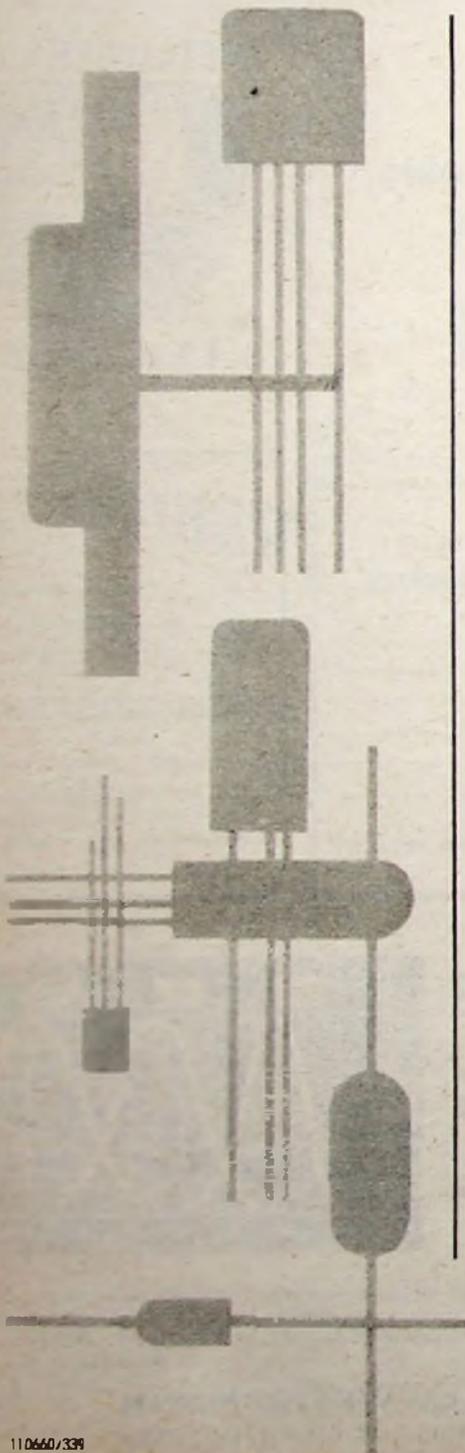
sind auf Grund ihres Herstellungsverfahrens weitestgehend frei von Luftniederschlägen. Dies erklärt das besonders günstige Ionisationsverhalten und die hohe mittlere Durchschlagsspannung. WIMA-Tropydur-Kondensatoren werden millionenfach in Rundfunk- und Fernsehgeräten verwendet!

**WILHELM WESTERMANN**  
SPEZIALFABRIK FÜR KONDENSATOREN • MANNHEIM



# VALVO

## Transistoren und Dioden für allgemeine Anwendungen



- OC 26** Germanium-p-n-p-Leistungstransistor für NF-Anwendungen  
**2-OC 26** Transistorpaar speziell für Gegentakt Klasse B Verstärker
- OC 44** Germanium-p-n-p-Flächentransistoren für Misch- und  
**OC 45** Oszillatorstufen im MW- und LW-Bereich sowie für ZF-  
Verstärkerstufen
- OC 57**  
**OC 58** Germanium-p-n-p-Flächentransistoren in Subminiaturaus-  
**OC 59** führung zur Verwendung in Hörgeräten  
**OC 60**
- OC 70**  
**OC 71** Germanium-p-n-p-Flächentransistoren für Gleichstrom- und  
**OC 75** NF-Verstärker sowie für Impulsschaltungen
- OC 72**  
**2-OC 72** Germanium-p-n-p-Flächentransistoren für NF-Endstufen  
**OC 74** Transistorpaare speziell für Gegentakt Klasse B Verstärker  
**2-OC 74**  
**OC 79**
- OC 76** Germanium-p-n-p-Flächentransistoren für Schalteranwen-  
**OC 80** dungen und Impulsgeneratoren
- OC 169** Diffusionslegierte Germanium-p-n-p-Flächentransistoren  
**OC 170** für HF- und Misch-Stufen im LW-, MW-, KW- und  
**OC 171** UKW-Bereich sowie für ZF-Stufen (450 kHz und 10,7 MHz)
- BA 100** Silizium-Flächen-Diode  
Allzweckdiode in Miniaturausführung
- OA 70** Germanium-Punktkontakt-Dioden für niederohmige HF-  
**OA 90** Gleichrichterschaltungen
- OA 72** Germanium-Punktkontakt-Dioden für hochohmige HF-  
**2-OA 72** Gleichrichterschaltungen  
**OA 79** Diodenpaare zur Verwendung in Ratiometektor- und Diskri-  
**2-OA 79** minator-Schaltungen
- OA 81** Germanium-Punktkontakt-Dioden  
**OA 91** Allzweckdioden für hohe Spitzenspannungen

