

BERLIN

# FUNK- TECHNIK

A 3109 D

17 1966

1. SEPTEMBERHEFT

# Bestseller

jetzt  
noch viel preisgünstiger



GRUNDIG Prima-Boy 207

**Unverändert**

in der hervorragenden Empfangsleistung  
im kraftvollen Klang  
im attraktiven Bestseller-Gehäuse

**Vereinfacht**

um zwei meist überflüssige Dinge

**Dafür jetzt**

noch wesentlich preisgünstiger!

**GRUNDIG**

**Mach Dir's leicht-  
verkaufe GRUNDIG**

## AUS DEM INHALT

1. SEPTEMBERHEFT 1966

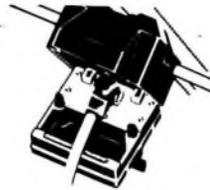
gelesen · gehört · gesehen .....	604
FT meldet .....	606
Förderung praxisnaher Forschung .....	609
Rundfunk	
Hi-Fi-Stereo-Steuergerät „Klangmeister RS 81“ .....	610
Phono	
„T 22“ und „T 23“ - Zwei neue Stereo-Kristall-Ton- abnehmersysteme .....	613
Hi-Fi-Fachhändler-Seminare .....	614
Für den KW-Amateur	
Die Kurzwellenausbreitung in der Ionosphäre und ihre Vorhersage .....	615
Farbfernsehen	
Einführung in die Farbfernsehtechnik .....	F 37
Meßtechnik	
Meßkopf mit Abschwächerschwingkreis für Messungen im ZF-Gebiet .....	617
Persönliches .....	619
Fernsehen	
Vidicon-Fernsehkamera „Caramant“ .....	620
Für Werkstatt und Labor	
Transistorgeregeltes Netzgerät hoher Ausgangsleistung ..	621
Neue Bücher .....	624
Durch Messen zum Wissen .....	626

Unser Titelbild: In einem extrem staubfreien Raum der Associated Electrical Industries Ltd., Leicester/England, wird vom „Operator“ gerade eine Vakuumkammer mit 75 Dünnschicht-Substraten beschickt; ein auf der Dünnschicht-Unterlage aufgebracht, nur wenige Hundertstel µm dicker Metallfilm (Tantal) ist der Grundstoff für die Bauelemente der Mikroschaltung.

Aufnahme: AEI Electronic

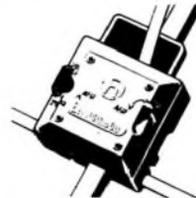
Aufnahmen: Verleger, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verleger, Seiten 602, 607, 608, 623, 625, 627 und 629-632 ohne redaktionellen Teil

# Kabelanschluß bei **Hirschmann** Fernsehantennen



Stabile Anschlußdose mit eingebautem Symmetrierübertrager für alle Leitungen und Kabel. Einfacher Kabelanschluß am losen Deckel. Die Verbindung zum Dipol wird beim Aufsetzen des Deckels hergestellt.

**einfach**



Beim Befestigen des Deckels sind nur 2 Renkverschlüsse um 90° zu drehen.

**schnell**



Schnellspannklemmen zum Anschluß aller Kabelarten klemmen zugleich die Kabeladern und das Kabel selbst zur Zugentlastung der Anschlüsse fest. Dazu ist nur eine einzige unverlierbare Vierkantschraube fest-zuziehen.

**sicher**



Der mit Druckknöpfen befestigte Klemmeneinsatz ist leicht gegen eine Einbaueinheit austauschbar, an die eine zweite Antenne angeschlossen werden kann.

**Übrigens der Fachmann weiß: alle Hirschmann-Fernsehantennen, alle Hirschmann-FS-Bauteile sind voll farbfernsehtüchtig.**



# Hirschmann

Richard Hirschmann Radiotechnisches Werk 73 Esslingen



Dynamic HiFi Mikrofon TM 40

## Dieses Mikrofon müssen Sie nicht haben.

Aber wenn Sie es besitzen, können Sie hervorragende Tonaufnahmen machen. Geradliniger Frequenzverlauf über den gesamten Übertragungsbereich (35 bis 16.000 Hz  $\pm$  2 dB\*). Ausgeprägte nierenförmige Richtcharakteristik. Ein Mikrofon in Ganzmetallausführung, mit eingebautem Windschutz und Sprache-/Musikschaltung – ein Dynamic HiFi Mikrofon der Spitzenklasse.

\* Prüfzertifikat liegt jedem Mikrofon bei.

**PEIKER acoustic**

6380 Bad Homburg-Obereschbach  
Postfach 235 Tel. 06172/22086



gelesen · gehört · gesehen



### XI. Vollversammlung des Internationalen Beratenden Ausschusses für das Funkwesen (CCIR)

Die Studienkommission XI (Fernsehen) und die Vollversammlung des CCIR konnten in Oslo (22.6.–22.7.66) keine „Empfehlung“ für ein einheitliches Farbfernsehensystem aussprechen; ähnlich dem Vorgehen beim Schwarz-Weiß-Fernsehen verabschiedeten sie lediglich einen „Bericht“, in dem die verschiedenen Farbfernsehensysteme mit ihren kennzeichnenden Merkmalen aufgeführt sind (s. Heft 15/1966, S. 542).

In den Arbeitsbereichen der übrigen 14 Studienkommissionen wurden bemerkenswerte Fortschritte erreicht. Auf dem Gebiet des Weltraumfunks konnte in zahlreichen neuen Berichten und Empfehlungen dem raschen Fortschritt dieser neuartigen Technik Rechnung getragen werden. Insbesondere wurde die gleichzeitige Frequenzbenutzung durch Satelliten und terrestrische Richtfunkdienste im Lichte der neuesten Erfahrungen behandelt. Auf dem Gebiet der Wellenausbreitung wurde unter anderem eine weltweite Zusammenstellung ionosphärischer Daten verabschiedet; für die bevorstehende afrikanische Rundfunkkonferenz wurden die technischen Grundlagen nach neuesten Erkenntnissen festgesetzt, die zur Aufstellung von Frequenzplänen für den Lang- und Mittelwellen-Rundfunk in Afrika dienen werden.

Auf dem Gebiet des Hörrundfunks enthält eine „Empfehlung“ über stereophonische Rundfunkübertragung neben dem Polar-Modulationssystem das Pilotonsystem, das in der Bundesrepublik Deutschland bereits angewendet wird.

### Deutsches High-Fidelity-Festival 1966

Das Deutsche High-Fidelity Institut e.V. (dhfi) veranstaltet in der Zeit vom 4. bis 7. November 1966 im Hotel Grüner Wald in Wiesbaden zum ersten Male das Deutsche High-Fidelity-Festival. Damit wird nunmehr auch in Deutschland an eine in Paris und London bereits zur Tradition gewordene Einrichtung angeknüpft. Die Veranstaltung soll in erster Linie der Öffentlichkeit demonstrieren, welche Möglichkeiten zur naturgetreuen Musikwiedergabe heute gegeben sind.

Die beteiligten Firmen werden ihre Geräte in Räumen mit Wohnzimmercharakter ausstellen und vorführen. Ein kulturelles Rahmenprogramm unterstreicht die Verbindung zwi-

schen der Technik hochwertiger Musikwiedergabe und der Musikpflege. Es ist zu erwarten, daß bereits das erste Deutsche High-Fidelity-Festival in der Öffentlichkeit weite Resonanz finden wird.

Die Öffentlichkeit ist vom 4. bis 6. November unbeschränkt zugelassen; der 7. November ist für interne Gespräche zwischen Industrie und Handel vorgesehen.

### Verdopplung der Stereo-Sendungen beim niederländischen Rundfunk

Das zweite Quartal 1966 brachte einen Rekord für die Ausstrahlung von Stereo-Rundfunksendungen beim niederländischen Rundfunk. Im Durchschnitt wurden wöchentlich 20 Stunden Stereo-Programme ausgestrahlt. Das bedeutet eine Verdopplung seit der Einführung des Stereo-Rundfunks im Jahre 1964.

### 48-cm-Fernsehempfänger mit „Regalwandtiefe“

Es gibt heute Fernsehempfänger mit 48-cm-Bildschirm, die eine „Regalwandtiefe“ aufweisen. Ein Vertreter dieser Klasse ist beispielsweise das Gerät „Arosa“ von Kuba/Imperial, das bequem – da es nur eine Gesamttiefe von 32 cm hat – in eine Regalwand paßt. Dieser 18 kg wiegende Empfänger hat einen Tragegriff – was nicht besagt, daß das Gerät ein Portable ist. Vielmehr dachten die Konstrukteure dieses Gerätes dabei an das Aufstellen an verschiedenen Orten innerhalb der Wohnung. Das „Arosa“ kann auch mit einer Spezial-Teleskopantenne ausgestattet werden. Die Programmwahl erfolgt über einen Einknopf-Schwungradantrieb.

### Fernsehempfänger mit integrierten Schaltkreisen

RCA kündigte an, daß die Gesellschaft in diesem Jahr dazu übergehen wird, in Fernsehgeräten integrierte Schaltkreise zu verwenden. Nachdem RCA schon 1961 den Prototyp eines faustgroßen Fernsehempfängers entwickelt hat, erwartet man jetzt, daß die Herstellung solcher Empfänger mit dünnem Schirm und einer Tiefe von nicht mehr als 5...8 cm möglich sein wird.

### Temp-Plates für sichtbare Temperaturkontrollen

Mit Temp-Plates-Temperaturanzeigern kann eine bleibende und irreversible Abnahme und Anzeige von Höchsttemperaturen auf einfache Weise vorgenommen werden. Temp-Plates (Vertrieb: H. G. Werner & Co., 7 Stuttgart 1, Postfach 2867) sind selbstklebende Folien, die



gesehen · gehört · gelesen



auf der Vorderseite einen, drei oder mehrere Punkte aus einer Chemikalie haben, die sich, sobald der angegebene Temperaturwert erreicht ist, schwarz verfärben. Es stehen Temperaturanzeiger in allen Werten zwischen 37 °C und 600 °C zur Verfügung. Der Genauigkeitswert ist 1% der angegebenen Temperatur.

Die selbstklebende 0,15 mm dicke Folie kann auf jeder trockenen, sauberen Oberfläche angebracht werden. Die Farbumschlagpunkte der Temp-Plates-Temperaturanzeiger gibt es in Größen von 1,6 mm Ø für Miniaturbauelemente bis zu 8 mm × 13 mm für Ablesung auf eine größere Entfernung.

#### Mikrofone mit Adapterstecker für L-, M- und H-Eingänge

Damit die Mikrofone „D 9 D-HL“, „D 11 D-HL“ und „D 11 D-HL Stereo Twin“ sowohl an Tonbandgeräte mit L- als auch mit M-Eingangsbuchsen angeschlossen werden können, legt die AKG diesen Typen jetzt einen Adapterstecker bei, der für die Umpolung der Kontaktbelegungen von L auf M sorgt. Dadurch sind diese AKG-Mikrofone für Tonbandgeräte mit L-, M- und H-Eingangsbuchsen nach DIN 45 594 verwendbar.

#### Neue Transistoren

Telefunken ergänzte das Programm der Standard-Transistoren durch den AF 239, eine Weiterentwicklung des AF 139, der sich wegen seiner kleineren Rauschzahl und höheren Verstärkung besonders für UHF-Vorstufen bis 900 MHz eignet. Die UKW-Transistoren BF 184 und BF 185 sind (speziell) für die Verwendung in gedruckten Schaltungen jetzt auch unter der Typenbezeichnung BF 194 beziehungsweise BF 195 mit Kunststoffgehäusen lieferbar. Ihre Daten entsprechen bis auf eine gewisse Erhöhung der Rückwirkungskapazität, die wegen der höheren Dielektrizitätskonstante des Kunststoffes nicht zu vermeiden ist, denen der Typen BF 184 und BF 185. Die Anordnung der Anschlußbändchen erlaubt es, die Transistoren im üblichen Rastermaß von 2,5 mm unterzubringen, wobei der Lochdurchmesser 0,8 oder 1,3 mm betragen kann. Außerdem halten sich eingesteckte Transistoren mit Hilfe kleiner Haken und der Federkraft des mittleren Anschlußbändchens in der Platine von selbst.

#### Optoelektronischer Isolator in Kompaktabauweise

Ein von Texas Instruments neuentwickeltes optoelektronisches

Kopplungselement TIXL-101 dient zur kostensparenden elektrischen Isolation von Spannungen bis zu 5000 V. Der Isolator vereinigt in einem lichtundurchlässigen Gehäuse aus Epoxydharz einen Silizium-Planar-Lichtdetektor (LS600) und eine Gallium-Arsenid-Lichtquelle (TIXI.01). Dieser neue Isolator Typ schafft die Voraussetzung zur elektrischen Isolation unter problematischen Rückkopplungsbedingungen. Erhöhte Schaltgeschwindigkeit (Einschaltzeit 15 µs, Ausschaltzeit 1,5 µs), Zuverlässigkeit und Robustheit sowie geringe Abmessungen (5,5 mm × 8,8 mm) machen ihn zu einem vorteilhaften Ersatz für mechanische Relais.

Obwohl für sehr hohe Spannungen ausgelegt, spricht der TIXI.101 bereits auf geringfügige Signaländerungen an. Der Frequenzgang verläuft flach unterhalb 10 kHz. Der Eingangsnennstrom liegt bei 50 mA; der Ausgangsstrom von mindestens 250 µA reicht zur Ansteuerung einfacher Verstärkerschaltungen aus.

#### 75 Jahre Drehstromübertragung

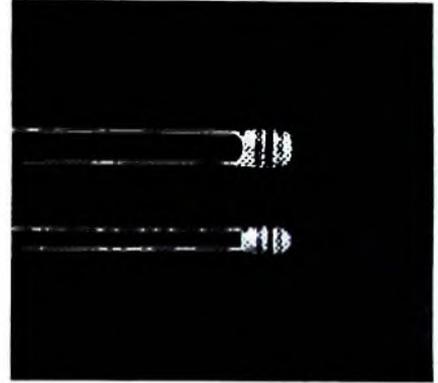
Um das am besten geeignete Stromsystem zu erproben, veranstaltete die Stadt Frankfurt am Main im Jahre 1891 eine Internationale Elektrotechnische Ausstellung. Oskar von Miller, der nachmalige Begründer des Deutschen Museums in München, wurde mit der technischen Leitung der Ausstellung betraut. Er entschloß sich zum Großversuch einer Drehstrom-Kraftübertragung, und zwar gemeinsam mit der AEG, die die Gesamtleitung übernahm, und der mit dieser befreundeten Schweizer Maschinenfabrik Oerlikon, die den Generator (210 kVA, 55 V, 40 Hz) und einen Teil der Transformatoren lieferte. Kraftquelle war die Energie des Neckars, die in Lauffen eine Wasserturbine von 300 PS antrieb. Die Kaiserliche Reichspostverwaltung erstellte die Fernleitung, über die der auf 16 kV hochgespannte Drehstrom 175 km weit nach Frankfurt fließen sollte.

Am 24. August 1891 wurde diese Anlage in Betrieb genommen. Auf dem Ausstellungsgelände in Frankfurt leuchteten 1000 Glühlampen auf, und ein von v. Dolivo-Dobrowolsky, dem damaligen Chefelektriker der AEG, entworfener 100-PS-Drehstrommotor betrieb einen künstlichen Wasserfall. Diese erste Übertragungsanlage für hochgespannten Drehstrom war der Anfang zu unserer modernen Energieversorgung.



# ERO-TANTAL

## TANTAL-KLEINST-KONDENSATOR Typ ETP



#### Wofür eignet sich der Typ ETP?

Der ETP vereint in sich alle Eigenschaften von Tantal-Kondensatoren mit festem Halbleiter und bietet zusätzlich wesentliche preisliche Vorzüge. Aufgrund dieser Tatsache eröffnen sich diesem Typ neue, Tantal-Kondensatoren bisher nicht zugängliche Einsatzmöglichkeiten.

#### Charakteristikum

Günstiger Preis, kleine Abmessungen, gutes Frequenz- und Temperatur-Verhalten, hohe Zuverlässigkeit

#### Abmessungen

Typ	Kapazitätsbereich µF	Abmessungen L x B x H mm
ETP 1	0,33 - 15	3,5 x 3 x 6
ETP 2	2,2 - 47	5,5 x 3,5 x 7
ETP 3	47 - 100	7,5 x 4 x 9

Temperaturbereich -55 bis +85 °C

Kapazitäts-Änderung bei -55 °C: max. 15%  
Scheinwiderstands-Anstieg bei -55 °C bezogen auf 20 °C: Faktor 2

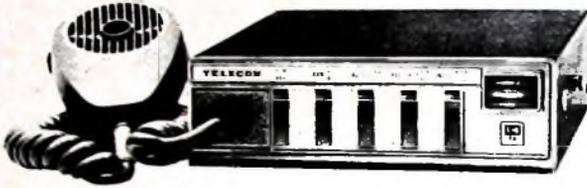


# ERO-TANTAL

KONDENSATOREN GMBH  
8300 LANDSHUT / BAYERN  
Ludmillastraße 23 - 25 · Postfach 588/89 · Telefon 30 85

# Telecon-Sprechfunkgerät

**ACHTUNG!** für Fahrzeuge im 27 MHz-Band



**gänzlich neu!**

zugleich als Traggerät verwendbar - mit FTZ-Nr. postgepr. - zugelassen - FTZ-Serienprüf-Nr. K-563/65

- Leichter Einbau - schnell herauszunehmen!
- 14 Transistoren! ● 2 Kanäle! ● 2 Watt (Input)

**Preis DM 980,- (1 Kan. bequarzt) mit Einbauszubehör**

Verkaufsangebote - Prospekte - Beratung - Kundendienst - Vertrieb durch Vertikvertretungen:

**Hessen, Rheinland-Pfalz:** Elektro-Versand KG - Telecon AG, W. Basemann 6 Frankfurt/Main-50, Am Eisernen Schlag 22 Tel. 06 11/51 51 01 oder 636 Friedberg/Hessen Hanauer Straße 51 - Tel. 0 60 31/72 26

**Saar:** Saar-Sprechfunkanlagen-GmbH, 66 Saarbrücken 1, Gerweilerstraße 33-35, Tel. (0681) 4 64 56

**Bayern:** Hummel Handels-Gesellschaft mbH, 8 München 23 Belgardstraße 68, Tel. 33 95 75

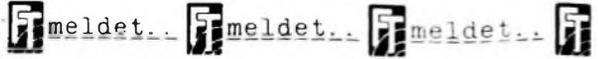
**Nordrhein-Westfalen:** Funk-Technik GmbH, 5 Köln, Rolandstr. 74 Tel. 3 63 91

**Baden-Württemberg:** Horst Neugebauer KG, 763 Lahr im Schwarzwald Hauptstraße 59, Telefon 0 78 21/26 80

**Berlin:** Reinhold Lange, 1 Berlin 30, Schöneberger Ufer 87, Tel. 03 11/13 14 07

**Niedersachsen, Schleswig-Holstein:** TELECON KG, Wenzl Hruby, 2 Hamburg 50, Theodorstraße 41y, Tel. 89 22 88

**Schweiz:** Noviton AG, In Böden 22, Postf. 8056 Zürich, Tel. (051) 57 12 47



Mehr als 72 000 neue Fernsehteilnehmer im Juli

Die Zahl der Fernsehteilnehmer hat sich nach Angaben des Bundespostministeriums im Juli 1966 um 72 230 auf 12 199 800 erhöht. Diese Zuwachsrate ist die höchste, die je in einem Juli erreicht wurde. Nachdem der Teilnehmerzuwachs im ersten Halbjahr 1966 bereits um 17 567 höher war als im gleichen Zeitraum des Vorjahres, wurden im Juli sogar 30 % mehr Fernsehgeräte angemeldet als im gleichen Monat des Olympia-Jahres 1964.

Geschäftsführende Anstalt der ARD

Die Arbeitsgemeinschaft der Rundfunkanstalten (ARD) hat den Hessischen Rundfunk für das Jahr 1966 erneut als geschäftsführende Anstalt benannt.

Siemens & Halske erhöht Grundkapital

Die außerordentliche Hauptversammlung der Siemens & Halske AG beschloß am 3. August 1966 das Grundkapital der Gesellschaft gemäß dem Vorschlag der Verwaltung um 109 Mill. DM auf 872 Mill. DM durch Ausgabe auf den Inhaber lautender Stammaktien im Verhältnis 7:1 zum Ausgabekurs von 160 % zu erhöhen. Das neue Kapital ist in Aktien zu je 50 DM eingeteilt. Die neuen Aktien sind für das am 1. Oktober 1966 beginnende Geschäftsjahr 1966/67 dividendenberechtigt. Ein Bankenkonsortium unter der Führung der Deutschen Bank AG hat die neuen Stammaktien übernommen und sich verpflichtet, sie den Aktionären zu den Ausgabebedingungen zum Bezug anzubieten.

Die Eingliederung der Siemens-Schuckertwerke AG und der Siemens-Reiniger-Werke AG in die Siemens & Halske AG wurde durch Eintragung der entsprechenden Hauptversammlungsschlüsse in das Handelsregister vollzogen. Die Änderung der Firma Siemens & Halske AG in Siemens Aktiengesellschaft wird am 30. September 1966 durch Eintragung in das Handelsregister herbeigeführt. Vom 1. Oktober 1966 an werden die Geschäfte der genannten drei Siemens-Gesellschaften in der Siemens Aktiengesellschaft zusammengefaßt.

Umsatzsteigerung bei Nordmende-Meßgeräten

Im Geschäftsjahr 1965 konnte Nordmende den Umsatz bei elektronischen Meß- und Prüfgeräten um 31 % steigern. Der Anstieg betrifft vor allem das Gebiet der industriellen Elektronik auf dem die Firma zahlreiche neue Kunden gewinnen konnte. Aber auch der Umsatz von Meß- und Prüfgeräten für den Service hat sich erfreulich entwickelt.

Elektronik-Lehrgänge der Handwerkskammer Lübeck

In den Monaten September bis November 1966 führt die Handwerkskammer Lübeck in Kiel folgende Elektronik-Abendlehrgänge durch:  
Bausteine der Elektronik (5. bis 9. September 1966), Elektronische Schaltungen (19. bis 29. September 1966), Transistorentechnik (10. bis 20. Oktober 1966), Elektronische Anlagen (31. Oktober bis 10. November 1966).  
Anfragen sind an die Handwerkskammer Lübeck, Abteilung Technik, 24 Lübeck, Breite Straße 10-12, zu richten.



## ANTENNENSTECKER UND BUCHSEN

NACH IEC- UND DIN-NORM

**Kein Löten!**

Montage der Stecker durch einfache und zeitsparende Quetschverbindung



**Kein Schrauben!**

Buchse eindrücken und schon fester Sitz im Chassis durch Einrasten von 2 federnden Keilen

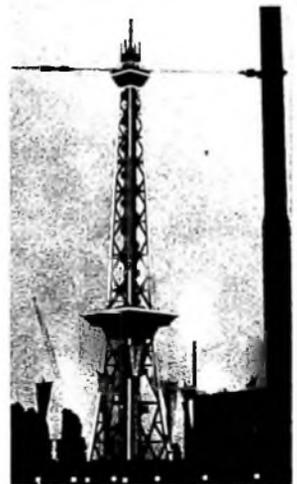
*Schnell · Bequem · Fortschrittlich*

**ROBERT KARST · 1 BERLIN 61**

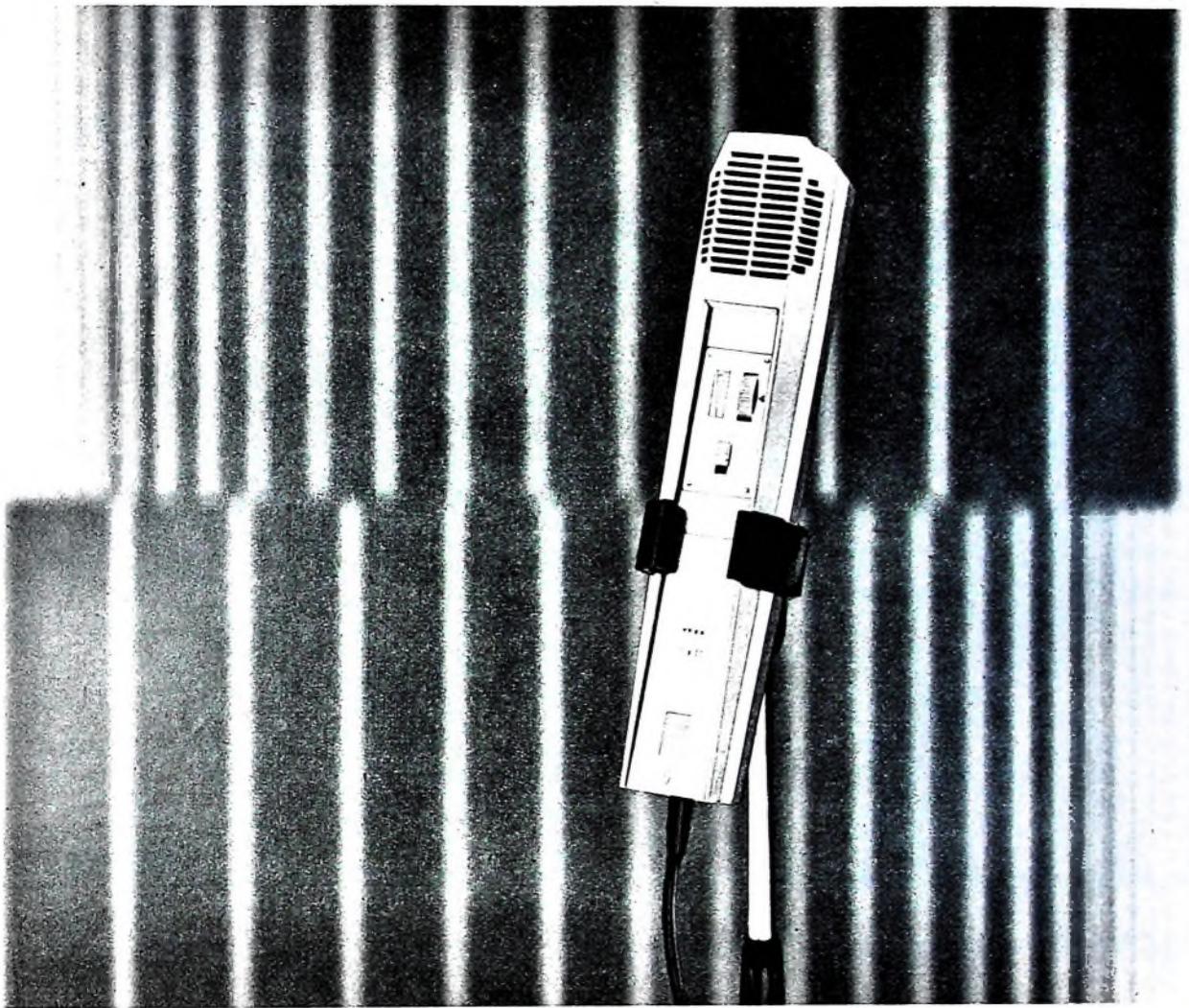
GNISENAUSTRASSE 27 · TELEFON 66 56 36 · TELEX 018 3057

## 40 Jahre Berliner Funkturm

Bei seiner Einweihung am 3. September 1926 priesen Außenminister Stresemann und Oberbürgermeister Boß den Berliner Funkturm als ein neues Wahrzeichen der Stadt und ein Wahrzeichen, sozusagen das Ausdruckszeichen hinter dem Namen Berlin, ist er bis heute geblieben. Wenn der „Lange Lulatsch“, wie ihn die Berliner liebevoll nennen, auch seine eigentliche Aufgabe als Antennenträger für den Berliner Mittelwellensender nur wenige Jahre lang erfüllen durfte - er wurde darin von einem Holzturm auf dem Schießplatz Tegel (dem heutigen Flughafen Tegel) im Norden Berlins abgelöst - blieb er doch immer mit dem Rundfunk und besonders mit dem Fernsehen verbunden. Er trug die Antennen des KW-Senders Witzleben und von Beginn des deutschen Fernsehfunks an bis zum Kriegsende die des ersten deutschen Fernsehsenders. Über 20 m² Grundfläche ragt die heute 150 m hohe und rund 6000 Tonnen schwere Stahlkonstruktion empor, die jetzt die von Telefunken installierten UKW-Antennen für den Sprechfunkverkehr der Berliner Polizei



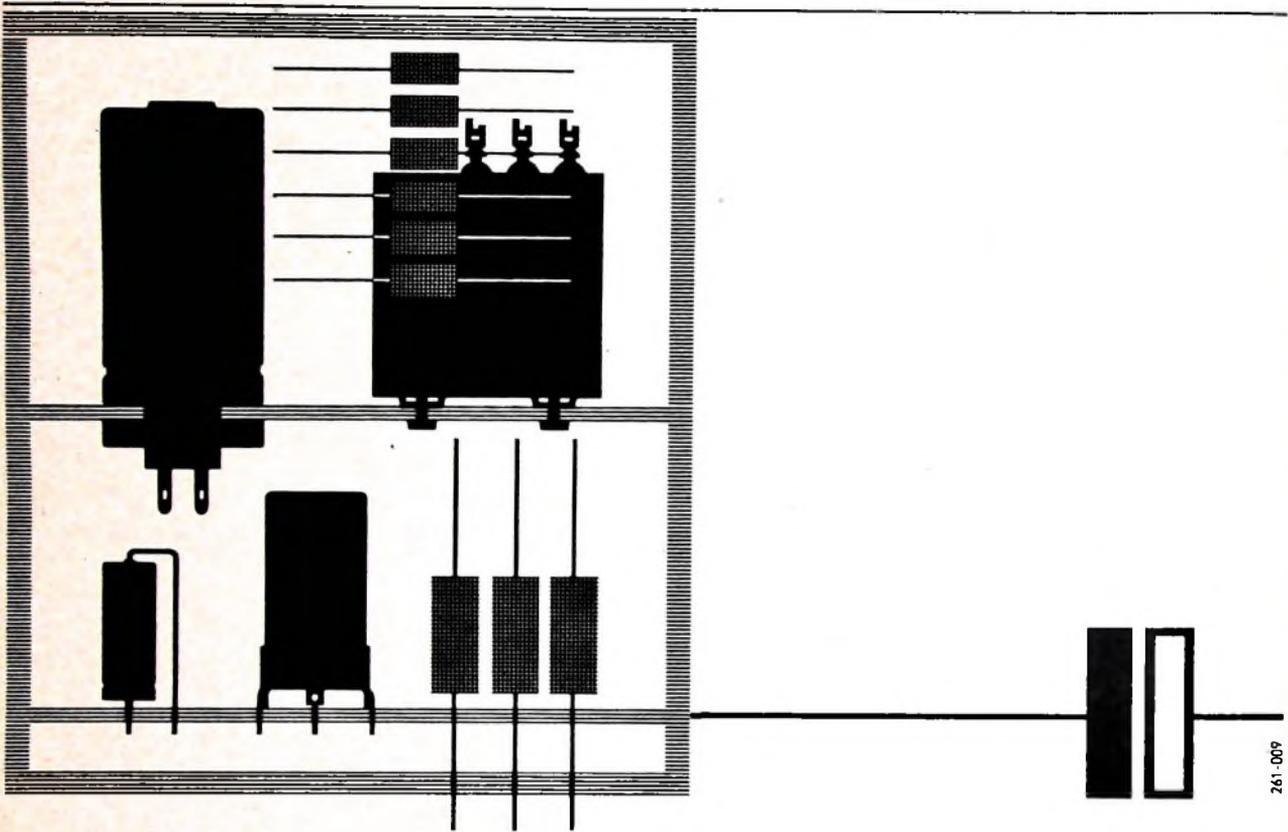
und Feuerwehr sowie Reserveantennen für die UKW und Fernsehsender des SFB trägt. Zu seinen Füßen hat das Deutsche Rundfunkmuseum, das jetzt eingerichtet wird, seinen Standort gefunden und „Er“ dürfte wohl das attraktivste Ausstellungsstück dieses neuen Museums sein.



**+ Vorverstärker  
+ Nachhalleinrichtung  
+ Regler  
+ Stromversorgung = DX 11**

Nachhalleinrichtungen gibt es schon lange. In Rundfunk- und Schallplattenstudios. Auch für ELA-Anlagen, wie sie von den meisten Schlagermusikgruppen verwendet werden, um besondere Klangeffekte zu erreichen. Aber diese Anlagen sind kostspielig. Für den Tonbandamateur nahezu unerschwinglich. Die AKG hat ein Hallgerät konstruiert, das niedrig im Preis ist und eine hervorragende Hallwirkung erzielt. Es hat geringe Abmessungen und ist gleich im Mikrofon eingebaut – DX 11, das dynamische Nachhallmikrofon, für das Heimstudio des Amateurs wie geschaffen. Es kann aber ebenso gut auch von Musikern verwendet werden. Der Hall ist von 0 bis 2,5 sec kontinuierlich regelbar.





## Es gibt viele Gründe,

die für Siemens-Elektrolytkondensatoren sprechen:  
 Hohe Lebensdauer · Kleine Abmessungen  
 Niedriger Verlustfaktor  
 Günstiger Scheinwiderstandsverlauf  
 Kleiner Reststrom · Kontaktsicherheit  
 Ein breites Fertigungsprogramm

### Wir liefern:

Nieder- und Hochvolt-Elektrolytkondensatoren  
 für alle vorkommenden Spannungen und Kap.-werte  
 für stehende Anordnung in geätzten Schaltungen  
 in freitragender Ausführung  
 für Zentral-, Schränklappen- und  
 Ringschellenbefestigung  
 Kleinst-Elektrolytkondensatoren  
 Tantal-Elektrolytkondensatoren  
 Elektrolytkondensatoren für Blitzlichtgeräte aller Art  
 Elektrolytkondensatoren für erhöhte Anforderungen



Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

## Förderung praxisnaher Forschung

„Aus der Sicht der industriellen Forschung erscheint daher eine erhöhte staatliche Förderung der Forschung auf breiter Basis, insbesondere eine verstärkte Vergabe von Forschungsaufträgen der öffentlichen Hand für Großprojekte wie Raumfahrt, Kernenergieanlagen und Datenverarbeitung wünschenswert — eine Aufgabe, der in Europa künftig besondere Bedeutung zukommen wird.“ So endete im Heft 10/1966, S. 373, die Wiedergabe von Ausführungen, die über die Bedeutung und Probleme der industriellen Forschung im Geschäftsbericht 1965 der Deutschen Philips-Unternehmen enthalten waren.

Zu den „Möglichkeiten einer staatlichen Förderung praxisnaher Forschungs- und Entwicklungsprojekte nahm nun aus Anlaß der am 8. 7. 1966 in Düsseldorf abgehaltenen Verbandsversammlung des jetzt 50 Jahre bestehenden Deutschen Verbandes Technisch-Wissenschaftlicher Vereine der Bundesminister für Wissenschaftliche Forschung, Dr. Gerhard Stoltenberg etwa wie folgt Stellung (nächstehend im Auszug wiedergegeben):

„Eines der wichtigsten Kennzeichen der raschen Zunahme der wissenschaftlichen Anstrengungen und der technischen Entwicklungstätigkeit in allen Industrieländern ist das zunehmende staatliche Engagement im wissenschaftlich-technischen Bereich. Zwischen 1940 und 1944 gab die amerikanische Regierung für Forschung und Entwicklung insgesamt 2,5 Mrd. Dollar aus; 20 Jahre später, zwischen 1960 und 1964, waren es 54,6 Mrd. Dollar. Rund drei Viertel der gesamten Forschungs- und Entwicklungstätigkeit in den Vereinigten Staaten wird heute von der amerikanischen Regierung finanziert. In den übrigen Industrieländern sind ähnliche Verhältnisse zu beobachten, wenn auch das staatliche Engagement dort weder der absoluten Höhe noch im Verhältnis zum Anteil der Privatwirtschaft mit der Situation in den Vereinigten Staaten vergleichbar ist. In der Bundesrepublik, in der gegenwärtig rund 2% des Bruttosozialprodukts für Forschungs- und Entwicklungszwecke verwandt werden (in den Vereinigten Staaten sind es mehr als 3%), stammen zwei Drittel davon aus öffentlichen Kassen (Bund, Länder und Gemeinden).

Alle Anzeichen deuten darauf hin, daß es sich bei diesem Engagement des Staates nicht um eine vorübergehende, sondern um eine bleibende Erscheinung handelt. Die staatliche Förderung von Forschung und Entwicklung wird gegenüber dem heutigen Stand in Zukunft eher größere als geringere Bedeutung haben. Dabei wird der Grundlagenforschung ein noch immer wachsendes Gewicht zukommen. Auch in Zukunft wird sich aber die staatliche Förderung auch weiterhin auf die angewandte Forschung, die entwicklungsorientierte Forschung und die technische Entwicklung selbst erstrecken müssen, um ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Forschung und Entwicklung herzustellen und eine tragfähige Brücke zwischen der Forschung und der wirtschaftlichen Anwendung zu schlagen. Staatliche Förderung der Forschung und Entwicklung im industrienahen Bereich muß darauf abzielen, den Leistungsstand der gesamten Industrie zu heben. Ihre Ergebnisse sind daher der Allgemeinheit im vollen Umfang zugänglich zu machen. Ihre Schwerpunkte sind unter Berücksichtigung des Vorgehens anderer Länder, der internationalen Wettbewerbslage und der nationalen Gegebenheiten festzulegen. Dabei wird den Entwicklungen in den führenden Ländern besondere Aufmerksamkeit zu widmen sein. Die bloße Nachahmung der dortigen Maßnahmen im mehr oder minder verkleinerten Maßstab bietet allerdings keine Garantie für einen Erfolg im eigenen Lande.

In der Bundesrepublik hat sich die staatliche Förderung der industrienahen Forschung und Entwicklung bisher auf die Gebiete der Kernenergie und der Raumfahrt konzentriert. Es zeichnet sich ab, daß eine staatliche Förderung industrienaher Forschung und Entwicklung auch in anderen Bereichen nötig sein wird. Für die nächste Zukunft gilt dies besonders für die elektronische Datenverarbeitung.

Da die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen jedes einzelnen dieser Bereiche unterschiedlich sind, müssen auch die staatlichen Maßnahmen zur Förderung der Forschung und Entwicklung in den einzelnen Bereichen Unterschiede aufweisen. Eines der schwierigsten Probleme bei der Formulierung dieser Maßnahmen ist es, die Interessen der einzelnen Unternehmen und die Interessen der Öffentlichkeit gegeneinander abzuwägen und das richtige Maß des staatlichen Engagements zu bestimmen.

Die unmittelbar vom Staat geförderten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten werden auch in Zukunft nur einen Teil der gesamten Forschungs- und Entwicklungstätigkeit der einzelnen Volkswirtschaften ausmachen. Ein anderer, nicht weniger gewichtiger Teil wird weiterhin in der industrieeigenen Forschungs- und Entwicklungstätigkeit bestehen. In allen Industrieländern, auch in der Bundesrepublik, sind seit längerem Bestrebungen im Gange, auf indirekte Weise diese industrieeigene Forschungs- und Entwicklungstätigkeit vom Staat her zu fördern. Ich sehe eine wichtige Zukunftsaufgabe darin, diese Bestrebungen in verstärktem Maße fortzusetzen und mit den direkten staatlichen Maßnahmen so zu koordinieren, daß eine gesunde und ausgewogene Entwicklung im gesamten wissenschaftlich-technischen Bereich, von der zweckfreien über die zweckorientierte Grundlagenforschung, die angewandte und die entwicklungsorientierte Forschung bis zur technischen Entwicklung hin gewährleistet und damit zugleich die Leistungsfähigkeit der Gesamtwirtschaft verbessert wird.“

Das Thema der Förderung der Forschung ist in der Zwischenzeit eine unerschöpfliche Diskussionsquelle geblieben, wobei allerdings im Hinblick auf eine weltoffene Beteiligung erkennbare Nuancen bestehen.

„Der Kampf des Wissenschaftlers um alles, was er widerwilligen Regierungen an Geld abringen kann, ist daher nicht unverantwortlich — ganz im Gegenteil“, konstatierte der Oxforder Professor D. H. Wilkinson kürzlich in einem umfassenden wissenschaftlichen Vortrag, der sich — in Anbetracht des Übergewichtes der USA — mit der Notwendigkeit einer vereinigten wissenschaftlichen Forschung in Europa beschäftigte.

„Angesichts des ungeheuren, exponentiell wachsenden Bestandes an wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Erkenntnissen ist niemand — kein Unternehmen, kein Land — mehr allein in der Lage, diesen Reichtum auszuschöpfen. Vielleicht ist es die beste Seite der modernen Kommunikation, daß sie Forscher, Techniker und Wissenschaftler, Ideen und Probleme, Kapital und technisches Können zusammenführt. Forschung von heute, Forschung von morgen, lassen sich nur in Weltoffenheit betreiben.“ Mit diesen Worten verteidigte dagegen der Leiter der BASF-Forschung, Professor A. Steinhilber, Anfang dieses Monats eine Forschungspolitik der weltweit offenen Tür.

In diesen Vorträgen und unter anderem auch in Ausführungen von Dr. H. Freisenhner, BASF, stand immer wieder das Problem der konstanten Verdopplungsspanne des exponentiellen Wachstums zur Debatte. Die Verdopplungsspanne für die Anzahl der Wissenschaftler ist seit langem mit etwa 15 Jahren konstant geblieben, desgleichen auch die Anzahl der wissenschaftlichen Abhandlungen, die sich zur Zeit der Zehn-millionengrenze nähert. Demgegenüber liegt die Verdopplungsspanne des Finanzbedarfs der Wissenschaftler seit den letzten Jahrzehnten bei etwa fünf Jahren, das heißt bei einer jährlichen Wachstumsrate von rund 15%. Das Bruttosozialprodukt, aus dem aber nach irgendeinem Modus Wissenschaft und Forschung bestritten werden müssen, steigt jedoch nur um jährlich etwa 5%. Bei dem bisherigen exponentiellen Anstieg des Finanzbedarfs der Wissenschaftler würde also bald ein Zeitpunkt erreicht werden, an dem der Anteil für Ausgaben der Wissenschaft und Forschung auf einen konstanten Bruchteil des Sozialproduktes begrenzt werden müßte. Schon diese rein finanziellen Probleme dürften also wohl letzten Endes mit Rücksicht auf einen erträglichen Wirkungsgrad zu internationalen Lizenzvergaben und zur Know-how-Vermittlung, den charakteristischen Merkmalen der weltoffenen Forschung, führen. j.

# Hi-Fi-Stereo-Steuergerät »Klangmeister RS 81«

DK 421 396 62

Zur Hannover-Messe 1966 ist das Siemens-Stereo-Steuergeräteprogramm durch zwei Anlagen erweitert worden. Das jetzt für die Saison 1966/67 vollständige Angebot setzt sich nunmehr aus der Hi-Fi-Spitzenanlage „Klangmeister 80“ in Bausteinform und den Stereo-Steuergeräten „Klangmeister RS 81“ und „Klangmeister RS 82“ zusammen. Die Anlagen werden mit den jeweiligen Lautsprecherboxen „RL 80“, „RL 81“ und „RL 82“ in verschiedenen Holz Ausführungen geliefert.

Transistoren, 16 Dioden und 2 Gleichrichtern in allen Stufen voll transistorisiert aufgebaut und wurde in der UKW-Vorstufe (Bild 2) mit einem Mesa-Transistor AF 106 (T1) sowie in der Misch- und Oszillatorstufe mit zwei Transistoren AF 125 (T2, T3) bestückt. Als Besonderheit ist die gemischte Dreifachabstimmung, nämlich induktive Abstimmung des Eingangsp-Filteres C 113, L 101, C 116 und kapazitive Abstimmung (C 122, C 123) der Zwischen- und Oszillatorkreise zu nennen. Vorteile

Bei Eingangsspannung für eine Begrenzung des Ausgangssignals. Die Kapazitätsdiode 1 S 48 (D 142) korrigiert in Tastenstellung „AFC“ automatisch die Oszillatorfrequenzdrift.

### ZF-Teil

Der ZF-Teil ist vierstufig auf einer „selbstneutralisierenden Zwischenbasischaltung“ mit Brückenfunktion aufgebaut und hat eine weitere Brückenschaltung für die Instrumentenanzeige der Ab-

◀ Bild 1. Das Hi-Fi-Stereo-Steuergerät „Klangmeister RS 81“ in einem Wohnraum

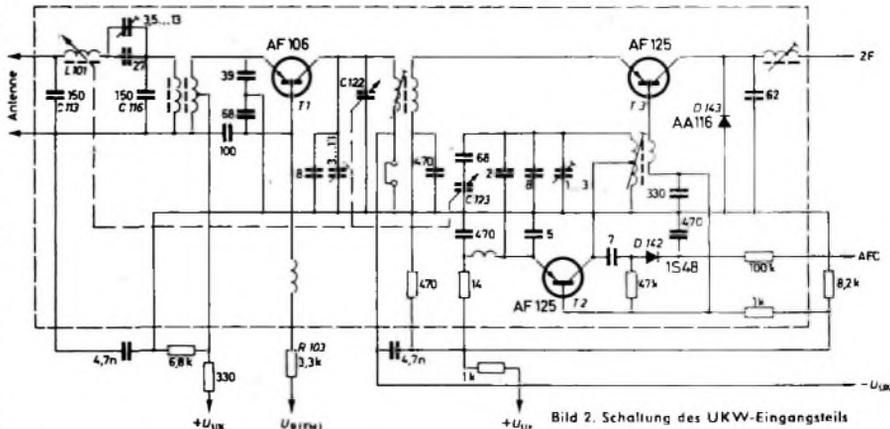


Bild 2. Schaltung des UKW-Eingangsteils

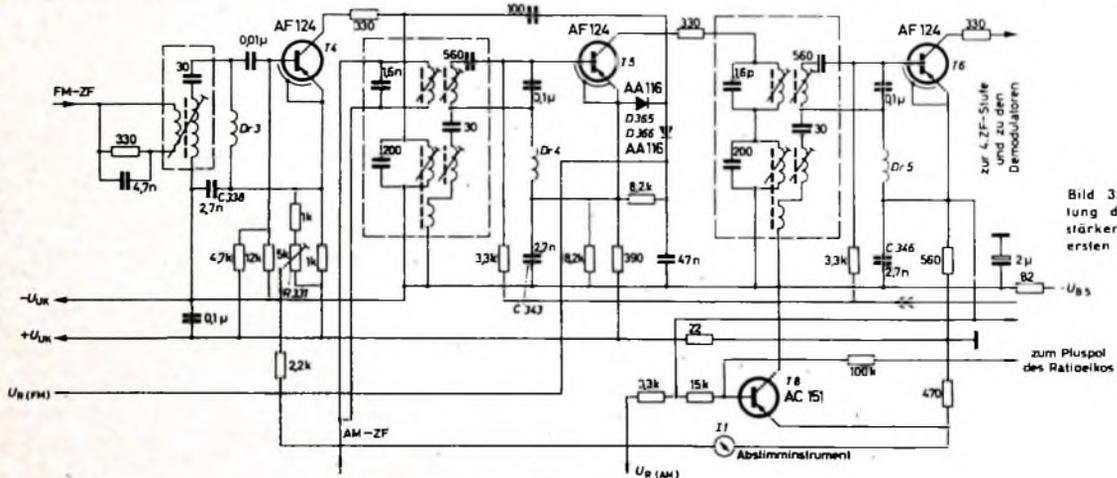


Bild 3. Teilschaltung des ZF-Verstärkers mit den ersten drei Stufen

Bei der Festlegung der technischen Konzeption wurden die heute von solchen Geräten allgemein erwarteten Hi-Fi-Forderungen DIN 45 500 beim „Klangmeister 80“ und „Klangmeister RS 81“ als Mindestforderung und beim „Klangmeister RS 82“ als Teilforderung zugrunde gelegt. Nachstehend wird über einige technische Besonderheiten des Hi-Fi-Stereo-Steuergeräts „RS 81“ (Bild 1) berichtet.

### Eingangsteil

Das Vierwellenbereichsgerät für UKW, Kurz-, Mittel- und Langwelle ist mit 38

der Dreifachabstimmung sind: bessere Anpassungsmöglichkeit der Außenantenne und des Gehäusepols an den Eingang des UKW-Teils sowie günstigere elektrische Werte für Nebenwellenselektion und Spiegelfrequenzsicherheit.

Die in Zwischenbasischaltung arbeitende Vorstufe wird an der Basis über den 3,3-kOhm-Widerstand R 103 von der zweiten ZF-Stufe her geregelt und damit vor Übersteuerung geschützt. Außerdem sorgt auch die mit -0,5V vorgespannte Diode AA 116 (D 143) durch pegelabhängige Bedämpfung des ersten ZF-Kreises bei gro-

stimmung. Alle ZF-Stufen arbeiten nach dem gleichen Prinzip und sind zur selbsttätigen Kompensation der Kollektor-Basis-Kapazitäten zu Brückenkreisen zusammengeschaltet. Die Brückenkreise werden jeweils von einer Drossel (Dr 3, Dr 4, Dr 5 in der Teilschaltung Bild 3), der Kreisinduktivität des ZF-Kreises sowie der Emitter-Massekapazität einschließlich je eines Kondensators (C 338, C 343, C 346) gebildet. Zwecks einheitlicher Kapazitätsverteilung sind die Emitter- und Schirmanschlüsse aller ZF-Transistoren miteinander verbunden.

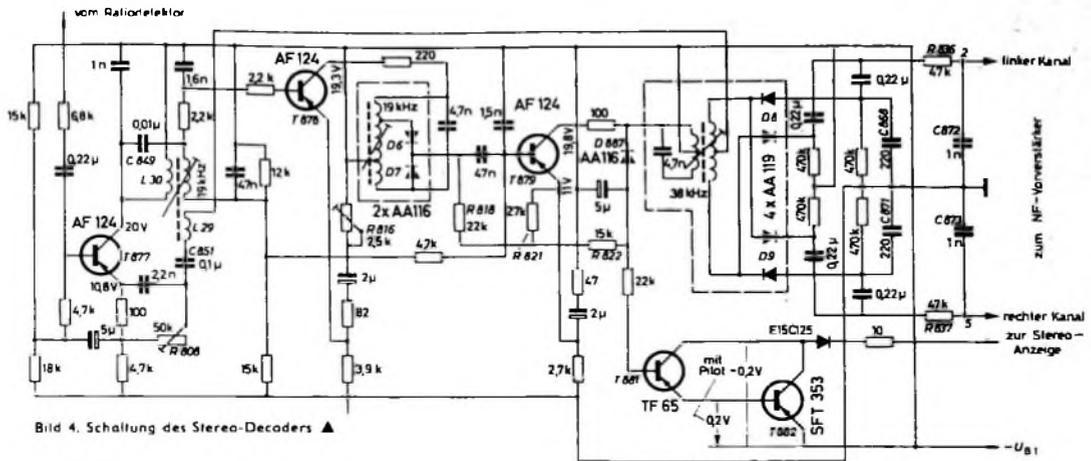


Bild 4. Schaltung des Stereo-Decoders ▲

Die Regelspannung für die UKW-Vorstufe wird - wie bereits erwähnt - in der zweiten ZF-Stufe in einer Spannungsverdopplerschaltung (*D 365, D 366*) gewonnen. Für Regelung und Demodulation der AM-Bereiche sind getrennte Dioden vorhanden, damit durch die Schaltungszusammenhänge keine dynamischen Rückwirkungen der einen Diode auf die andere entstehen.

Die Brückenschaltung für die Abstimm-anzeige mit dem Drehspulinstrument *I 1* ist zur Verstärkung des Anzeigestromes mit einem Transistor *AC 151 (T 8)* bestückt, damit die Anzeige steiler und deutlich wahrnehmbar wird. Die Brücken-zweige werden hier durch die Transistoren *T 4* und *T 6* einschließlich der Emittier-widerstände gebildet. Zur Eichung der Anzeige steht der 5-kOhm-Einstellregler *R 331* zur Verfügung.

#### Stereo-Decoder

Der Stereo-Decoder (Bild 4) mit fünf Transistoren, sieben Dioden und einem Zwergeleichrichter wurde in die Schaltung organisch einbezogen und ist in offener Bauweise auf einer Druckplatte zusammengefaßt.

Aus dem Multiplexsignal wird mit einem selektiven 19-kHz-Kreis *L 30, C 849* am Kollektor des ersten Transistors *AF 124 (T 877)* der Pilotton ausgesiebt und im zweiten Transistor *AF 124 (T 878)* auf das notwendige Maß für die Stereo-Mono-Umschaltung verstärkt.

Vom Emitter des ersten Transistors (*T 877*) gelangt das pilottonfreie Signal über *R 808* und *C 851* sowie über die Wicklung *L 29* zum Mittelabgriff des Phasendiskriminators und wird bei fehlendem Hilsträger durch Doppelgleichrichtung auf den linken und rechten Kanal geschaltet (Punkte 2 und 5). Über die Hilfswicklung *L 29* wird ferner der noch im Multiplexsignal enthaltene Pilottonrest kompensiert. Mit dem Einstellregler *R 808* kann die Phasenlage des Multiplexsignals in gewissen Grenzen verändert und dadurch die Übersprech-dämpfung optimal eingestellt werden.

Mit dem Regler *R 816* läßt sich die Verstärkung der zweiten Stufe regeln und der günstigste Umschaltpunkt von Mono auf Stereo einstellen.

Die RC-Kombination *C 868, R 836, C 872* am Ausgang zum linken Kanal (bzw. *C 871, R 837, C 872* im rechten Kanal) befreit das NF-Signal noch einmal von Hilsträgerresten und stellt gleichzeitig die Deemphasis dar.

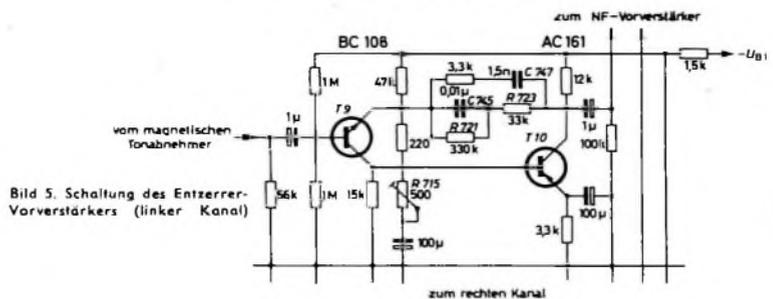


Bild 5. Schaltung des Entzerrer-Vorverstärkers (linker Kanal)

Die automatische Mono-Stereo-Umschaltung erfolgt durch positives Vorspannen der Verdopplerdioden *D 6* und *D 7* über die Widerstände *R 821* und *R 818* bei kleinem Eingangssignal. Bei ausreichender Trägerspannung wird durch die negative Richtspannung der Diode *D 887* die Vorspannung über den Widerstand *R 822* abgebaut und die Verriegelung der Dioden aufgehoben. Die Richtspannung dient außerdem dazu, die Schalttransistoren *TF 65 (T 881)* und *SFT 353 (T 882)* auszusteuern und empfangene HF-Stereo-Sender an der Stereo-Anzeige anzuzeigen.

#### NF-Eingänge

Über drei Normbuchsen lassen sich an den NF-Teil ein Tonbandgerät, ein Kristalltonabnehmer und ein magnetischer Tonabnehmer anschließen.

#### Entzerrer-Vorverstärker

Zur Korrektur der Schneidkennlinien-Vorverzerrung und Verstärkung der Nutzs-pannung eines magnetischen Tonabnehmers wurde ein Entzerrer-Vorverstärker

nach Bild 5 unmittelbar in das Gerät eingebaut. Der Entzerrer-Vorverstärker ist auf die drei Zeitkonstanten 3180  $\mu$ s (Tiefen), 318  $\mu$ s (Mitte) und 75  $\mu$ s (Höhen) durch entsprechend bemessene Gegenkopplungsglieder *C 745 + R 721, C 745 + R 723* sowie *C 747 + R 723* abgestimmt und im Hinblick auf eine stabile Arbeitsweise mit je einem Silizium- und Germanium-Transistor (*T 9* und *T 10* im linken Kanal) in galvanischer Kopplung bestückt. Die Verstärkung kann mit dem Regler *R 715* frequenzunabhängig zwischen 5fach und 120fach eingestellt werden.

#### NF-Vorverstärker

Der NF-Vorverstärker wurde bezüglich der Kopplung von Silizium- und Germaniumtransistoren nach dem Funktionsprinzip des Entzerrer-Vorverstärkers aufgebaut und für einen ausgesprochenen Breitbandbetrieb von 10 Hz ... 100 kHz ( $\pm 3$  dB) entwickelt. Zur einheitlichen Vollaussteuerung bei etwa 50 mV an den hochohmigen Eingängen läßt sich auch hier die Verstärkung mit einem Regler zwischen 20fach und 50fach variieren.

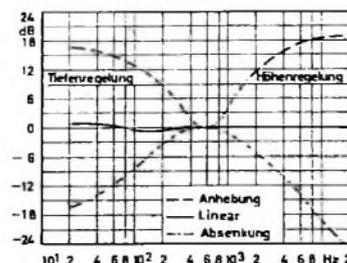


Bild 6 (links). Wirkung der Höhen- und Tiefenregelung im „RS 81“.

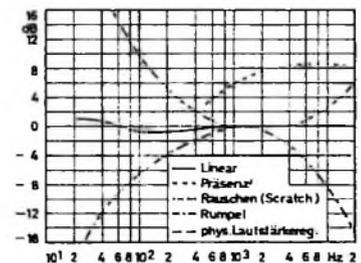


Bild 7 (rechts). Wirkung der Klangfilter

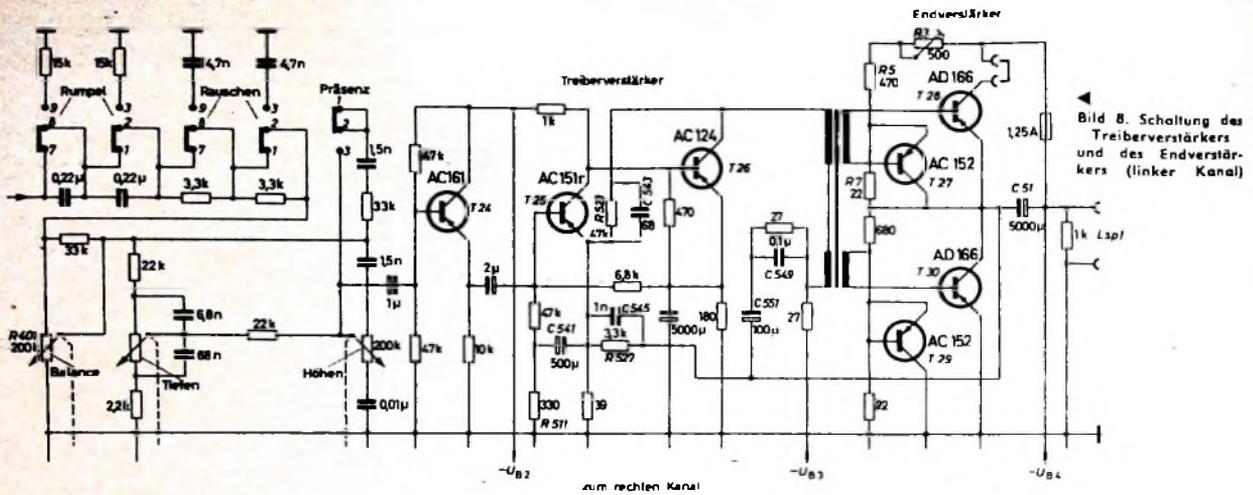


Bild 8. Schaltung des Treiberverstärkers und des Endverstärkers (linker Kanal)

### Treiberverstärker

Zwischen dem NF-Vorverstärker und dem Treiberverstärker sind Filter für Rumpeln, Rauschen und Präsenz angeordnet (Bild 8). Hier ist auch der Balanceregler R 401 untergebracht. Den üblichen Netzwerken für die Regelung der Höhen und Tiefen schließt sich ein Impedanzwandler T 24 in Emittorforschaltung mit hohem Eingangswiderstand an. Bei dem Treiberverstärker mit den nachfolgenden beiden Stufen T 25 und T 26 wurde mit Rücksicht auf eine noch einwandfreie Übertragung von 10-kHz-Rechteckimpulsen ein Übertragungsbereich bis 50 kHz (!) zugrunde gelegt. Zur Vermeidung eventueller Störeffekte bei hohen Frequenzen sind zur Bestimmung der oberen Grenzfrequenz die Kondensatoren C 543, C 545 und C 549 entsprechend dimensioniert und in Gegenkopplungsweigen eingeschaltet.

Mehrere gemischte Gegenkopplungen für Wechsel- und Gleichstrom sind zur Qualitätsverbesserung dieses Breitbandverstärkers wirksam; zum Beispiel: vom Kollektor T 26 über R 523, C 543 zum Emittor T 25 zwecks Verkleinerung des Ausgangswiderstandes mit Rücksicht auf die sehr niederohmige Gegenkopplung vom Lautsprecherrelko C 51 über C 551 und C 549 zum Treibertrafo; weiterhin eine Gegenkopplung von C 51 über R 527 || C 545 zum Emittor T 25 mit einer Phasenkorrektur durch C 541 in Verbindung mit R 511 zur Anhebung der Gegenkopplung bei sehr tiefen Frequenzen (1 ... 2 Hz).

### Gegentakt-Endstufe

Die Gegentaktransistoren T 28, T 30, T 27 und T 29 für jeden Kanal wurden zur Wärmeableitung auf eine senkrechtstehende Aluminiumplatte montiert und werden über Treibertransformatoren angesteuert. Der Treibertransformator ergibt bei dieser Schaltung mehrere Vorteile, da echte Sperrspannungen für die Transistoren bei diesem Gegentaktbetrieb durch entsprechende gepolte Wicklungen auf einfache Weise zustande kommen und ausreichenden Schutz gegen den oft schwer kontrollierbaren Leistungsanstieg bei Phasendrehungen innerhalb des Übertragungsbereiches bieten. Weiterhin gestattet der Treibertrafo bei geeigneter Bemessung eine exakte Leistungsanpassung an die Endstufe und somit optimale Ausnutzung der Transistoren. Auch die gleichstrommäßige Trennung des Vorverstärkers vom Haupt-

verstärker ist als großer Vorteil zu werten.

Zur Stabilisierung des Arbeitspunktes wurden für die Gegentakt-Endtransistoren T 28, T 30 in den Basisteilern am Fußpunkt der Sekundärteilwicklungen als Dioden arbeitende Transistoren T 27, T 29 eingeschaltet. Das Prinzip dieser Schaltung beruht auf der Kompensation der Temperatureinflüsse auf die Germaniumtransistoren mittels einer Germaniumdiode mit gleichem Temperaturverhalten. Der Basisteiler für einen Verstärkerzweig wird durch die Widerstände R 3, R 5 und die Transistordiode (T 27) zwischen Minus und Plus gebildet. Der Widerstand R 7 muß bei großer Aussteuerung teilweise den Steuerwechselstrom mit übernehmen.

### Stromversorgung

Die Stromversorgung wurde besonders sorgfältig in bezug auf Brummfreiheit und gut stabilisierte Gleichspannungen ausgelegt (Bild 9).

Der Kapazitätswandler mit T 39 hat den Siebfaktor - gegeben durch R 65 und C 54 - bei unveränderter Zeitkonstante (!) um den Stromverstärkungsfaktor des Transistors niederohmiger zum Ausgang (Emittor T 39) zu transformieren und die Siebung um ein Vielfaches zu erhöhen. Mit dieser besonders gesiebten Gleich-

spannung werden die Stufen gespeist, bei denen es auf einen hohen Fremdspannungsabstand ankommt, zum Beispiel im Entzerrer-Vorverstärker, in der ersten und zweiten NF-Vorstufe und im Stereo-Decoder.

Die Stabilisierung der Gleichspannung für die erste und zweite Treiberstufe wird mit dem Transistor T 38 und einer Zenerdiode BZY 83 (D 70) durchgeführt und kommt durch die Transformation des um den Stromverstärkungsfaktor von T 38 niederohmigeren Teilerverhältnisses - bestimmt durch den Widerstand R 68 und der Zenerdiode BZY 83 - zum Ausgang (Emittor T 38) zustande. Die Spannungsschwankungen am Emittor betragen unabhängig von der jeweiligen Last dadurch nur etwa 0,1 V.

### Lautsprecherboxen „RL 81“

Die zum „Klangmeister RS 81“ gehörenden Lautsprecherboxen „RL 81“ sind bezüglich der Technik und Form speziell für dieses Steuergerät entwickelt worden und enthalten zwei Lautsprecher in jeder Box (ein Tieftonsystem mit 25 cm Ø und ein Mittel-Hochtonsystem mit 18 cm x 13 cm). Bei einem Volumen von 40 Liter und einem Übertragungsbereich von 25 Hz bis 20 kHz stehen somit Boxen für höchste Hi-Fi-Ansprüche zur Verfügung.

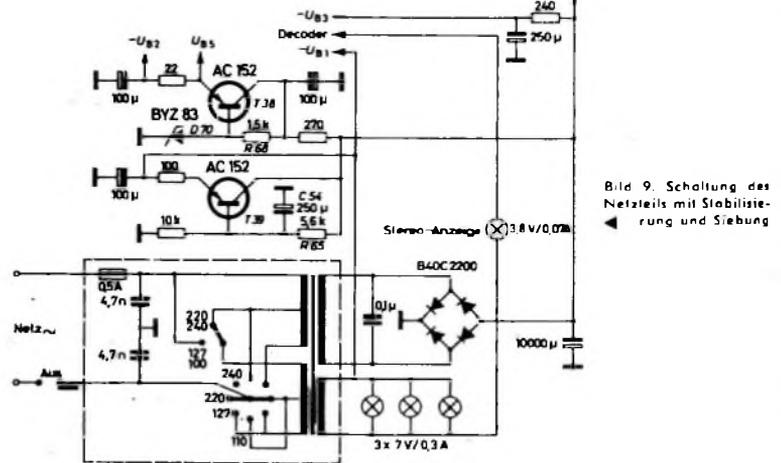


Bild 9. Schaltung des Netzteils mit Stabilisierung und Siebung

# „T 22“ und „T 23“ • Zwei neue Stereo-Kristall-Tonabnehmersysteme

DK 681.84.081.47

Obwohl Qualität und Funktionssicherheit der bisherigen Telefunken-Stereo-Kristallkapsel „T 20“ so groß waren, daß dieser Tonabnehmer jahrelang fast unverändert gefertigt werden konnte, wurde weiterhin an der Verbesserung dieser bewährten Konstruktion gearbeitet. Dabei waren vor allem der Trend zur weiteren Verringerung der Auflagekraft und neue richtungweisende Erkenntnisse maßgebend, die im Zusammenhang mit dem bei der Teldec entwickelten Schallaufzeichnungsverfahren mittels des Tracing Simulators<sup>1)</sup> stehen (Royal Sound-Stereo).

systematisch mit verschiedener Härte und verschiedenen Dämpfungseigenschaften hergestellt, untersucht und auf ihre Brauchbarkeit in Tonabnehmern erprobt werden konnten. Mit so gefundenen, geeigneten Kunststoffen ließ sich der innere Aufbau der Systeme völlig umgestalten.

### Kristall-Tonabnehmersystem „T 22“

Die Vorderlager, die Kristallträger mit Achse und Welle und der verhältnismäßig harte Kopplungsstege der bisherigen Kapsel „T 20“ (Bild 1a) wurden bei der neuen „T 22“ zu einem einzigen weichen Teil

mit der guten inneren Dämpfung ein besserer Frequenzgang (Bild 2b).

Eine günstige mechanische Anpassung der akustischen Übertragungsglieder ermöglichte es, die Rückstellkonstanten zu verringern, ohne die Ausgangsspannung herabzusetzen (Tab. 1). Daher kann man die „T 22“ mit kleinerer Auflagekraft als die „T 20“ betreiben. Trotzdem ist es jedoch möglich, die Kapsel „T 22“ an Stelle der bisherigen Kapsel „T 20“ ohne Änderung der Tonarmeinstellung zu verwenden, da sie auch bei der für die „T 20“ erforderlichen Auflagekraft noch einwandfrei ar-

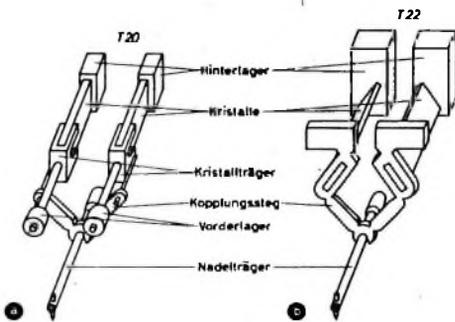


Bild 1. Schematische Darstellung des Innenaufbaus der Stereo-Tonabnehmer „T 20“ (a) und „T 22“ (b)

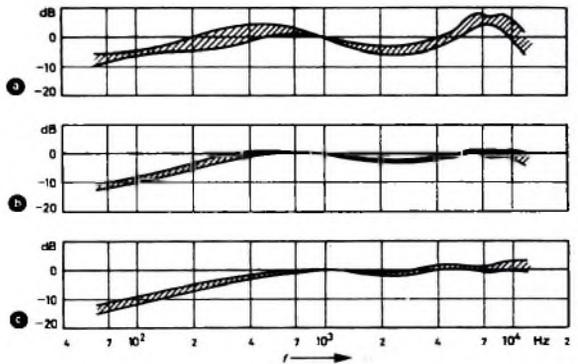


Bild 2. Frequenzgänge der Telefunken-Stereo-Kristallsysteme „T 20“ (a), „T 22“ (b) und „T 23“ (c)

Tab. 1. Technische Daten der Tonabnehmersysteme

	T 20	T 22	T 23
Ausgangsspannung bei $f = 1 \text{ kHz}$ und $v_{\text{eff}} = 10 \text{ cm s}^{-1}$	1,2	1,5	1,5 V
Übertragungsfaktor nach DIN 45 539	120	150	150 mV/cm s <sup>-1</sup>
Pegelunterschied bei 1 kHz	1	1	1 dB
Übersprechdämpfung bei 1 kHz	25	28	30 dB
Intermodulationsfaktor bei $\bar{v} = 12 \text{ cm s}^{-1}$	5	3	2,5%
Nachgiebigkeit (Compliance)			
horizontal	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-4} \text{ cm/dyn}$
vertikal	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4} \text{ cm/dyn}$
Rückstellkonstante			
horizontal	4	2	1,7 p/60 $\mu\text{m}$
vertikal	5	3	2,5 p/60 $\mu\text{m}$
Auflagekraft	7...8	0...7	5...6 p
Verrundungsradien der Nadeln			
M/St	17	17	17 $\mu\text{m}$
N	60	60	60 $\mu\text{m}$
Kapazität je Kanal	$\approx 800$	$\approx 600$	$\approx 600 \text{ pF}$
Gewicht	5,5	5,3	3,5 g

beitet. Deshalb wurde auch der neuartige Innenaufbau (Bild 3) der „T 22“ – trotz einiger Schwierigkeiten – in dem Gehäuse der „T 20“ untergebracht. Es unterscheidet sich nur durch die Einfärbung (grau) von dem der Kapsel „T 20“ Besitzer von Phonogeräten, deren Tonarm mit einer „T 20“ bestückt ist, können also durch bloßes Auswechseln der Kapsel die Wiedergabeeigenschaften ihres Gerätes erheblich verbessern. Die eingestellte Auflagekraft braucht dabei nicht verändert zu werden. Wegen der gegenseitigen Austauschbarkeit der beiden Kapseln konnte inzwischen die Fertigung der „T 20“ eingestellt werden.

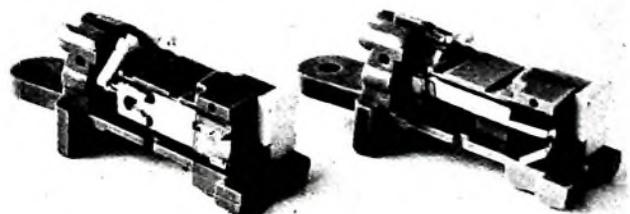
### Kristall-Tonabnehmersystem „T 23“

Während bei der Kapsel „T 22“ – vor allem wegen der Ersatzbestückung – der

Die Tendenz bei der Schallplattenherstellung geht seit Jahren dahin, immer größere Aussteuerungen auf den Schallplatten unterzubringen. Diesem Bestreben ist jedoch eine bestimmte prinzipielle Grenze gesetzt. Die zu erwartenden maximalen Auslenkungen, die ein Tonabnehmer zu verarbeiten hat, sind also bekannt, und daraus ergibt sich, wie weit die Rückstellkonstanten herabgesetzt werden müssen, um eine geforderte Verringerung der Auflagekraft zu erhalten.

Die jetzt erreichten Verbesserungen wurden hauptsächlich durch ein firmeneigenes Kunststoff-Laboratorium ermöglicht, in dem weiche thermoplastische Gemische

Bild 3. Tonabnehmersysteme „T 20“ (links) und „T 22“ (rechts)



mit verhältnismäßig großer innerer Dämpfung zusammengefaßt (Bild 1b). Dabei wurden die bisherigen Drehlager durch Biegeelager ersetzt, wodurch die Intermodulationsverzerrungen merkbar verringert werden konnten (Tab. 1). Da außerdem der relativ schwere Kristallträger fortfällt und dadurch die Resonanzfrequenz der Kristalle erhöht wird, ergibt sich zusammen

innere Aufbau in dem Gehäuse der „T 20“ untergebracht werden mußte, konnte man die neuen Ideen bei der „T 23“ kompromißlos verwirklichen. Zum Beispiel ließen sich die beiden Hinterlager zu einem einzigen Stück zusammenfassen, und der Kopplungsstege konnte eine wesentlich einfachere Form erhalten (Bild 4). Die Seignettesalz-Kristalle wurden so weit ver-

<sup>1)</sup> Redlich, H., u. Klemp, H.-J.: Tracing Simulator – Ein Verfahren zur Schallplattenaufzeichnung für verzerrungsarme Wiedergabe. Funk-Techn. Bd. 20 (1965) Nr. 5, S. 161–163

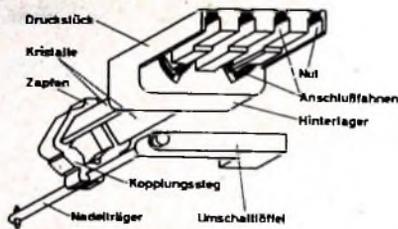


Bild 4. Innenaufbau des Stereo-Tonabnehmers „T 23“

kleinert, daß ihre Eigenfrequenzen (auch im eingespannten Zustand) weit oberhalb des Hörbereichs liegen. Dadurch ergibt sich eine weitere Verbesserung des Frequenzganges (Bild 2c).

Das Hinterlager erfüllt gleichzeitig zwei Aufgaben: Es dient nicht nur als hintere

noch durch die geschickte Wahl des Ankopplungspunktes des Kopplungssteiges an den Nadelträger unterstützt. Die innere Dämpfung erstreckt sich daher gleichzeitig auch auf den Nadelträger.

Der bemerkenswerteste technische Fortschritt ist die Herabsetzung der Auflagekraft. Außerdem gestattet es die Kapsel, den genormten vertikalen Abtastwinkel von 15° einzuhalten. Der Nadelträger besteht – wie bisher – aus einem dünnen Leichtmetallröhrchen, dessen hinteres Ende auf einen Finger aus dem gleichen Kunststoff wie bei der „T 20“ und „T 22“ aufgeschoben und festgesteckt ist. Bei der „T 23“ konnten jedoch die vielen komplizierten Einzelteile der „T 22“ (Nadelträgerklammer, Umschaltlötel usw.) mit dem erwähnten Finger zu einem einzigen Kunststoffteil zusammengefaßt werden. Das ermöglicht neben der Vereinfachung auch eine gleichmäßigere Fertigung und eine

selvarianten in besonderen Fällen unterschiedliche Nadelträger erfordern, wird somit sichergestellt, daß jeder Nadelträger nur in das zugehörige Gehäuse paßt.

Das Gehäuse besteht bei der Kapsel „T 23“ nur noch aus Unterteil und Dekel. Der Dekel ist so ausgebildet, daß er selbsttätig zuschnappt und das Gehäuse geschlossenhält (Bild 6). Das Unterteil enthält vier Kontaktstifte, die aus versilberten Kupfernägeln bestehen. Bei der Montage führt eine automatische Bestückungsanlage diese Kontaktstifte in das Gehäuse ein und befestigt sie durch Umbiegen.

Da zur Befestigung des Tonabnehmers im Tonarm zwei Schrauben mit 1/2" Abstand vorgesehen sind, kann er in alle Tonköpfe, die den Einbau von Abtastsystemen mit dem international genormten 1/2-Zoll-Befestigungsmaß erlauben, eingehaut werden. Außerdem läßt er sich mit einem Handgriff in einer neugeschaffenen spe-



Bild 5. Geöffnetes Gehäuse und Einzelteile der „T 23“



Bild 6. Draufsicht und Untersicht der „T 23“



Bild 7. „T 23“ mit Kunststoffschnappfassung

Lagerung für die Kristalle, wobei es gleichzeitig deren Eigenresonanzen dämpft, sondern auch als Träger für die Anschlußfahnen. Dazu ist es nach hinten zu einem Druckstück verlängert, das vier Nuten für die Anschlußfahnen aufweist. In diese Nuten legt man bei der Montage die Anschlußfahnen ein und biegt ihre Enden um den hinteren Teil des Druckstückes herum. Dadurch sind sie zunächst fixiert. Die dazwischenliegenden Stege sind so hoch, daß sie nach dem Einsetzen in das Gehäuse beim Schließen des Deckels zusammengedrückt und dadurch verbreitert werden. Sie gewährleisten dann einen sicheren Kontakt der Anschlußfahnen mit den Kontaktstiften, auch wenn die Fahnen einmal nicht genau in ihren Nuten liegen sollten.

Wenn der Kopplungssteg auf die vorderen Enden der im Hinterlager steckenden Kristalle aufgeschoben wird, ergibt sich eine Einheit, die bereits vorgeprüft werden kann (Bild 5). Nachdem die vormontierte Einheit in das Gehäuse eingesetzt ist, rastet beim Aufsetzen des Deckels der Zapfen am oberen Ende des Kopplungssteiges in eine Ausnehmung im Deckel ein und wird dadurch festgehalten. Daher werden die vom Abtaststift übertragenen Bewegungen in Torsionsbewegungen der Kristalle und von diesen in elektrische Spannungen umgewandelt.

Die Dämpfungseigenschaften von Kopplungssteg und Hinterlager ermöglichen es zusammen mit der hohen Eigenfrequenz der Kristalle, auch ohne Füllung der Kapsel mit Dämpfungspaste einen sehr guten Frequenzgang zu erreichen. Wegen des Verzichtes auf Dämpfungspaste kann wiederum trotz der sehr geringen Rückstellkonstanten eine Ausgangsspannung in normaler Höhe gewonnen werden. Das wird

Verringerung der Störanfälligkeit. Abgeschliffene Abtastnadeln lassen sich jetzt ohne Werkzeug zusammen mit dem Nadelträger auf einfache Weise auswechseln. Dazu braucht man nur den Umschaltlötel senkrecht zu stellen, ihn nach vorne zu schieben und aus der Führungsnut herauszuheben. Der neue Nadelträger wird sinngemäß in umgekehrter Reihenfolge eingesetzt.

Durch einen Schieber in der Spritzform erhält die Gehäusenut für die Aufnahme des Nadelträgers bei der Herstellung ihre Form. Da der Schieber leicht ausgewechselt werden kann, ist es möglich, Gehäuse mit unterschiedlichen Nuten für verschiedene Nadelträger herzustellen. Wenn Kap-

ziellen Kunststoffschnappfassung (Bild 7) befestigen. Dabei werden gleichzeitig die elektrischen Verbindungen hergestellt. Die Schnappfassung paßt ebenfalls in alle Tonarmköpfe mit internationalem Befestigungsmaß.

## Hi-Fi-Fachhändler-Seminare

Das Deutsche High-Fidelity Institut e.V. (dhfi) hat sich in den letzten Jahren besondere Verdienste um die Hi-Fi-Technik und den deutschen Hi-Fi-Markt erworben. Insbesondere waren es die auf Schloß Fantaisie in Dandorf bei Bayreuth abgehaltenen Seminare, die ein solides Fundament für dieses in Deutschland noch relativ junge Gebiet geschaffen haben. Das dhfi veranstaltet dort drei Arten von Seminaren: zweimal jährlich ein Grund-Seminar sowie je einmal jährlich ein Fortgeschrittenen-Seminar und ein Chel-Seminar.

Am Grund-Seminar können alle Fachhändler teilnehmen, die ersthallt am Hi-Fi-Geschäft interessiert sind. Einladung zu den Fortgeschrittenen-Seminaren ergeht an alle Teilnehmer früherer Grund-Seminare, soweit sie eine Urkunde über den erfolgreichen Abschluß des Grund-Seminars erhalten und nach an keinem anderen Fortgeschrittenen-Seminar teilgenommen haben. Einladungen zum Chel-Seminar erhalten alle dhfi-Fachhandels-Mitglieder und alle anerkannten Fachhändler dhfi.

In diesem Jahr finden noch zwei Seminare statt: ein Chel-Seminar vom 26. bis 28. September und ein Grund-Seminar vom 28. September bis zum 1. Oktober. Für das Jahr 1967 sind folgende Termine vorgesehen: 1. Grund-Seminar: 20. bis 23. Juni; 2. Grund-Seminar: 26. bis 29. Juni; Fortgeschrittenen-Seminar: 27. bis 29. September; Chel-Seminar: 2. bis 5. Oktober.

Für die einzelnen Seminare werden folgende Gebühren erhoben: für das Grund-Seminar 120 DM (für dhfi-Mitglieder 80 DM), für das Fortgeschrittenen-Seminar 150 DM und für das Chel-Seminar 180 DM (für dhfi-Mitglieder 100 DM bzw. 120 DM). Die Teilnehmerzahlen für alle Seminare sind begrenzt. Am Chel-Seminar können maximal 35, am Fortgeschrittenen-Seminar 50 und am Grund-Seminar 70 Personen teilnehmen. Es empfiehlt sich deshalb, die Anmeldungen so früh wie möglich einzureichen. Anmelde-schluss ist jeweils zwei Wochen vor Beginn des Seminars. Anmeldungen an: Geschäftsstelle des dhfi, 6 Frankfurt a. M., Feldbergstraße 45, Telefon 72 39 82.

## Die Kurzwellenausbreitung in der Ionosphäre und ihre Vorhersage

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 21 (1966) Nr. 16, S. 591

### 3.3 Streuung (Scattering)

#### 3.3.1 Streuung in der Ionosphäre

Eine ungestörte Wellenausbreitung ist nur möglich wenn das Ausbreitungsmedium gleichmäßig aufgebaut ist. Auch für die Ionosphäre hatten wir bisher angenommen, daß ihre Eigenschaften sich nur in vertikaler Richtung ändern, daß also eine ungestörte horizontale Schichtung vorhanden ist. Diese Voraussetzung trifft jedoch häufig nicht zu. Kleine Unregelmäßigkeiten der Elektronenverteilung führen dazu, daß geringe Anteile der Strahlungsleistung aus der weiterlaufenden Welle abgespalten und in andere Richtungen gestreut werden.

Ein analoger Vorgang bei der Ausbreitung von Lichtwellen ist die Streuung an kleinsten, in der Luft vorhandenen Fremdkörpern wie zum Beispiel Staubteilchen oder Nebeltropfchen. In der Ionosphäre sind die Abmessungen der wirksamen Streuzentren, entsprechend den viel größeren Wellenlängen der Radiowellen, in der Größenordnung von einigen Metern bis zu einigen hundert Metern zu suchen.

Solche Unregelmäßigkeiten sind in der unteren Ionosphäre immer vorhanden, in größeren Höhen (F2-Schicht) treten sie nur von Zeit zu Zeit, besonders während Ionosphärenstörungen, hervor. Die Auswirkungen auf die Kurzwellenausbreitung sind unterschiedlich.

Im Bild 14a ist veranschaulicht, daß der Hauptanteil der Welle, die in eine Schicht

Höhe) wird ausgenutzt für eine relativ störungsfreie Nachrichtenübertragung bei Frequenzen von etwa 30 ... 60 MHz über Entfernungen von etwa 1000 ... 2000 km („Ionoscatter“). Es gibt auch Scatter-Strecken über kürzere Entfernungen; jedoch nutzen diese die Streuung an Unregelmäßigkeiten in der unteren Atmosphäre (Troposphäre) bis zu einigen Kilometern Höhe aus („Troposcatter“). Für solche Verbindungen werden sehr große Antennen mit scharfer Bündelung benötigt. Ein weiterer Nachteil ist die wegen der Erdkrümmung begrenzte Reichweite. Wegen der geringen gestreuten Energie ist Übertragung durch mehrfache Sprünge (wie bei der ionosphärischen Reflexion) nicht möglich.

In die Erdatmosphäre fallen ständig aus dem Welttraum größere und kleinere Staubteilchen, die Meteore, ein. Diese verdampfen im Höhenbereich von etwa 80 ... 120 km und hinterlassen eine ionisierte Spur, die für die Dauer von Zehntelsekunden bis zu einigen Sekunden eine lokale Unregelmäßigkeit mit sehr hoher Elektronenkonzentration bildet. Von diesen Spuren können Frequenzen bis zu etwa 80 MHz reflektiert werden, und zwar mit wesentlich höherer Feldstärke als bei der D-Schicht-Streuung. Allerdings besteht das empfangene Signal aus kurzen Stößen (englisch: bursts). In den zwischen den Meteorstößen liegenden Zeiträumen ist nur das vorher besprochene, in der D-Schicht gestreute Signal als Untergrund

ferenzen, die normalerweise mit diesen Frequenzen nicht zu überbrücken sind. Der Deutsche Amateur Radio Club (DARC) hat einen besonderen Warndienst eingerichtet, um vorausschauend auf die Möglichkeit von Polarlichtstreuung hinzuweisen. Allerdings ist auf diesem Wege nur Telegrafverkehr, keine Sprachübertragung möglich.

In der F-Schicht vorkommende Unregelmäßigkeiten (Spread-F) können verschiedene Ursachen haben. Eine Form von Spread-F tritt in der (erdmagnetischen) Äquatorzone regelmäßig in den Stunden nach Sonnenuntergang auf. Sie führt einerseits dazu, daß für die Übertragung höhere Frequenzen benutzt werden können als die JF, die sich aus der Grenzfrequenz ableitet; andererseits treten bei diesem Übertragungsmechanismus erhebliche Verzerrungen durch den sehr raschen und tiefen Schwund (sogenanntes Flutter-Fading) auf. Sprachübertragung wird während dieser Zeiten häufig praktisch unverständlich, was den Kurzwellen-Rundfunk in diesen Gebieten stark beeinträchtigt. Da jedoch das Gebiet, in dem äquatoriales Spread-F auftritt, nicht allzusehr ausgedehnt ist, ist es bei Verbindungen zwischen festen Endpunkten oft möglich, durch Relaisbetrieb mit Hilfe einer passenden gelegenen Station die ionosphärischen Reflexionen ungestörter Gebiete auszunutzen.

Auch in höheren Breiten tritt Spread-F vorwiegend nachts auf, aber bei weitem nicht so regelmäßig wie am Äquator. Es besteht ein Zusammenhang mit Funkstörungen, jedoch ist in der Umgebung der JF fast immer ein gewisser Anteil von Streuung nachweisbar, der besonders auf längeren Funkstrecken, die über die Reichweite einer einmaligen Ionosphärenreflexion hinausgehen, dazu führt, daß auch oberhalb der JF noch brauchbare Übertragungsmöglichkeiten bestehen.

#### 3.3.2 Streuung am Erdboden

Ebenso wie die Ionosphäre, ist auch der Erdboden kein idealer Reflektor. Daß infolge der endlichen Leitfähigkeit gewisse Verluste bei der Reflexion auftreten, wurde schon besprochen (Abschnitt 3.1.6). Darüber hinaus wird ein geringer Teil der in der einfallenden Welle enthaltenen Energie an den Unregelmäßigkeiten der Erdoberfläche (Berge, Bewuchs, Bebauung auf Land, Wellen auf See) gestreut, auch hier wieder zum überwiegenden Teil vorwärts (also etwa in Richtung des reflektierten Strahles), zum geringeren Teil seitwärts und rückwärts (Bild 14b). In sehr unregelmäßigem Gelände (hohe Gebirge) kann die Seitwärts- und Rückwärtsstreuung ziemlich stark werden.

Rückstreuung vom Erdboden kann die Übertragungsmöglichkeiten ganz wesentlich verändern, wenn der Empfangsort E innerhalb der toten Zone des Senders S liegt, wie sie sich nach der „klassischen“ Berechnung (Abschnitt 3.1.) ergibt. Im Bild 15 liege die Arbeitsfrequenz oberhalb der JF für den Weg S - R<sub>1</sub> - E, jedoch unterhalb der JF-Werte für die Wege

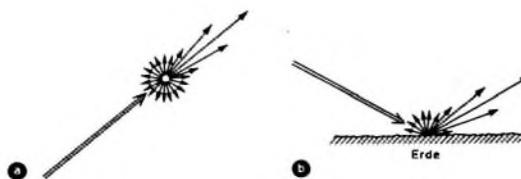


Bild 14. Streuung einer Funkwelle: a) in einem Streuvolumen in der Ionosphäre, b) an der rauhen Erdoberfläche

mit kleinen Unregelmäßigkeiten hineinläuft, geradlinig oder leicht abgelenkt weiterläuft. Ein kleiner Bruchteil wird in alle Richtungen - auch rückwärts - gestreut. Das Streuvolumen wirkt also wie eine Sendeantenne, deren Richtcharakteristik eine ziemlich eng begrenzte Hauptkeule und nur schwache, verwaschene Nebenzipfel hat. Dementsprechend spricht man bei denjenigen Strahlen, die nur wenig von der geradlinigen Ausbreitung abgelenkt werden (kleiner Streuwinkel), von Vorwärtsstreuung (forward scattering), bei den stärker abgelenkten Strahlen von Rückwärts- oder Seitwärtsstreuung (back scattering, side scattering). Ein wesentliches Charakteristikum der Streuung ist neben der - im Vergleich zu normaler Ausbreitung durch Brechung - geringeren Feldstärke der raschere Schwund (vgl. Abschnitt 2.6). Betriebsverfahren, die gegen raschen Schwund empfindlich sind, können unter Umständen die Streuung nicht ausnutzen.

Die immer vorhandene Vorwärtsstreuung in der D-Schicht (etwa 70 ... 90 km

vorhanden. Auf Einzelheiten dieses Übertragungsmechanismus soll hier nicht eingegangen werden; er wird besonders von militärischen Diensten für die Nachrichtenübermittlung ausgenutzt.

Auch in Verbindung mit Polarlichtern finden sich Unregelmäßigkeiten im Höhenbereich der E-Region teilweise auch höher, die zu Streuung führen. Diese Unregelmäßigkeiten sind längs den erdmagnetischen Feldlinien ausgerichtet; grob gesprochen bilden sie, ähnlich wie die Meteorspuren, „Schläuche“ erhöhter Elektronenkonzentration. Daher ist ihr Einfluß auf die Wellenausbreitung stark von der Richtung abhängig, in der die Welle auf die „Ionisationsschläuche“ auftrifft. Polarlichtstreuung (auroral scatter) tritt am stärksten bei Frequenzen von etwa 30 ... 70 MHz auf; mit abnehmender Intensität ist sie bei noch weit höheren Frequenzen bis zu mehreren 100 MHz zu beobachten. Sie kann zur Entdeckung und zum Nachweis von Polarlichtern und Ionosphärenstörungen (s. weiter unten) dienen. Für Funkamateure bietet sie die Möglichkeit zu UKW-Verbindungen über Ent-

S - R<sub>2</sub> - B und B - R<sub>3</sub> - E (R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> = ionosphärische Reflexionspunkte der jeweiligen Ausbreitungswege). Die JF liegt ja (bei gleichem Ionosphärenzustand in R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> und R<sub>3</sub>) um so höher, je größer die mit einem Sprung überbrückte Entfernung ist. In B finde Rückstreuung am Erdboden statt. Dann kann - geeignete Antennen vorausgesetzt - in E ein Signal

heben. Der mindestens erforderliche Störabstand ist aber je nach Betriebsart und geforderter Zuverlässigkeit verschieden; es gibt empfindliche und weniger empfindliche Betriebsarten. Jeder Funkamateurliebt weiß, daß er, wenn die Telefonieverständigung nicht mehr klappt, auf Telegrafverkehr übergehen muß, weil er dann mit wesentlich kleinerem Störab-

Bezeichnung „Betriebs-MUF“ (englisch: „Operational MUF“) gebräuchlich.)

Für die Übertragungsmöglichkeiten oberhalb der JF, also für den Unterschied zwischen JF und MUF (klassischer MUF und Betriebs-MUF), gibt es verschiedene Ursachen, von denen wohl meist mehrere zusammenwirken:

1. Die schon besprochene ionosphärische Vorwärtsstreuung.
2. Die ebenfalls schon behandelte Rückstreuung am Boden.
3. Reguläre Reflexionen an unregelmäßig („sporadisch“) auftretenden Schichten, wie der sporadischen E-Schicht. Diese ergeben in Wirklichkeit einen höheren JF-Wert, werden aber trotzdem meist unter die Unregelmäßigkeiten gerechnet, weil sie bei der Vorhersage nicht oder nur in einem statistischen Sinn erfaßt werden können.

4. Vom Großkreis (kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten auf der Kugeloberfläche) abweichende Ausbreitungswege, verursacht durch

- a) schrägliegende Schichten,
- b) ionosphärische und Bodenstreuung (Seitwärtsstreuung).

Auf diese Weise können sich die Reflexionspunkte in Gebiete mit höherer Elektronenkonzentration verlagern, wo höhere Frequenzen reflektiert werden können. Die unter 2. erwähnte Rückstreuung gehört ebenfalls dazu, kann jedoch auch schon ohne örtliche Ionisationsunterschiede zusätzliche Übertragungsmöglichkeiten bieten.

5. Durch die einfache Rechnung nicht erfaßte Ausbreitungswege auf dem Großkreis wie

- a) überlange Pedersen-Strahlen (Reichweite größer als die durch die Erdkrümmung begrenzte maximale Reichweite der normalen „flachen“ Strahlen),
- b) sogenannte „Supermodes“, das heißt zweifache Reflexionen an schrägliegenden Schichten ohne Zwischenreflexion am Boden,
- c) unsymmetrische Wege infolge starker Gradienten der Elektronenkonzentration längs des Ausbreitungsweges.

Es ist bisher noch nicht möglich, alle diese Einflüsse rechnerisch zu erfassen. Üblicherweise werden sie daher pauschal durch eine Korrektur erfaßt, die an der rechnerisch ermittelten JF angebracht wird. Dabei bei der Berechnung der JF aus den Meßergebnissen der Ionosphärenstationen gewisse vereinfachende Annahmen gemacht werden, spricht man auch von der Standard-MUF oder EJM („Estimated Junction Frequency“).

Die Beobachtungen haben gezeigt, daß die Differenz zwischen Betriebs- und Standard-MUF im allgemeinen nachts größer als tagsüber ist (offenbar ist dann die Streuung in der Ionosphäre stärker) und im Sommer größer als im Winter (wahrscheinlich infolge stärkerer E<sub>s</sub>-Ionisation). Auch für Linien, die durch die Polarlichtzone führen, sind oft (besonders bei gestörten Bedingungen) größere Korrekturen erforderlich als für Funkstrecken in mittleren Breiten.

#### 3.4.2. Die LUF als untere Grenze des Übertragungsfrequenzbereichs

Schon im Abschnitt 3.2. war darauf hingewiesen worden, daß die mit abnehmender Frequenz stark zunehmende Absorption (vgl. Bild 11) den Übertragungsfrequenzbereich nach unten begrenzt. Diese Grenze wird „Lowest Useful Frequency“ (LUF) genannt. (Fortsetzung folgt)

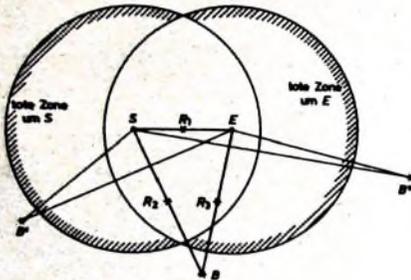


Bild 15 Boden-Rückstreuung in die tote Zone (Erläuterung im Text)

empfangen werden, das sich auf dem Umweg S - R<sub>2</sub> - B - R<sub>3</sub> - E ausgebreitet hat, allerdings mit wesentlich kleinerer Feldstärke, als man bei direkter Ausbreitung auf dem Weg S - R<sub>1</sub> - E erhalten würde. Ebenso wie B, so trägt natürlich auch jeder andere Punkt B', B'' usw. zur Rückstreuung nach E bei, der außerhalb der für die beiden Punkte S und E gültigen toten Zonen liegt.

Man sieht, daß dieser Mechanismus noch bei beliebig kleinen Entfernungen S - E wirksam ist, solange nur die JF in R<sub>2</sub> und R<sub>3</sub> oberhalb der Betriebsfrequenz liegt. Die „tote Zone“ ist also in Wirklichkeit erst dann völlig „tot“, wenn der Strahl auch bei flachster Abstrahlung, also größtmöglicher Entfernung S - B und B - E, nicht mehr in R<sub>2</sub> und R<sub>3</sub> reflektiert wird. Rückstreuung auf diesen Umwegen erfolgt natürlich auch, wenn die Betriebsfrequenz unterhalb der JF des direkten Weges liegt; sie ist dann jedoch im allgemeinen nicht feststellbar, weil der direkte Übertragungsweg S - R<sub>1</sub> - E eine viel höhere Feldstärke liefert.

Die Rückstreuung kann praktisch ausgenutzt werden zum Studium der Ionosphäre und zur Feststellung des von einem Sender erreichbaren Versorgungsgebietes. Man braucht nur - ähnlich wie bei der vertikalen Echolotung der Ionosphäre - den Sender mit kurzen Impulsen zu tasten und am gleichen Ort die rückgestreuten Signale zu empfangen und ihre Laufzeit zu messen. Daraus läßt sich dann der Laufweg, also der Radius der „toten Zone“, errechnen.

#### 3.4. Übertragungsfrequenzbereich

Im allgemeinen stellt sich bei gegebenen Endpunkten einer Funkstrecke die Aufgabe einer Funkprognose in folgender Form:

Welche Frequenzen sind geeignet, um die gewünschte Nachrichtenübertragung zu einem bestimmten Zeitpunkt im Verlauf des Tages durchzuführen? Der brauchbare Frequenzbereich sei mit „Übertragungsfrequenzbereich“ (UFB) bezeichnet.

Damit das Nutzsignal einwandfrei aufgenommen werden kann, muß es sich genügend weit aus dem Störgeräusch heraus-

stand auskommt, und daß Einseitenband-Telefonie unempfindlicher ist als Zweiseitenband-Telefonie. Unter dem Begriff „Betriebsart“ faßt man alle den Betrieb kennzeichnenden Parameter zusammen, zum Beispiel Modulationsart (Amplituden- oder Frequenzmodulation, Telegraf-, Telefonie- oder Fernsehübertragung), Bandbreite, Telegrafgeschwindigkeit, Anzahl der gleichzeitig übertragenen Kanäle, Empfangsart (mit oder ohne Diversity) und anderes mehr.

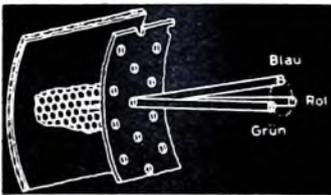
Durch den örtlich verschiedenen Störpegel und durch den für die jeweilige Betriebsart erforderlichen Störabstand wird also eine Mindestempfangsfeldstärke F<sub>min</sub> festgelegt, die von dem gewünschten Signal erreicht oder überschritten werden muß. Bei bekanntem Störpegel ist daher die obige Frage auf die Frage nach den vom Sender am Empfangsort erzeugten Feldstärken zurückzuführen.

#### 3.4.1. Die MUF als obere Grenze des Übertragungsfrequenzbereichs

Kurz sei zusammengefaßt, was in den vorangegangenen Abschnitten über diese Frage gesagt worden ist. Dabei sei vorausgesetzt, daß der Zustand der Ionosphäre längs der Übertragungsstrecke bekannt ist.

Die höchste Frequenz, die auf einem bestimmten Ausbreitungsweg noch reflektiert werden kann, ist die JF (klassische MUF). Von verschiedenen Ausbreitungswegen, die gleichzeitig möglich sind, hat im allgemeinen derjenige die höchste JF, der am flachsten verläuft. Noch höhere Frequenzen dürften daher eigentlich nicht mehr für die Übertragung in Frage kommen.

In Wirklichkeit werden jedoch fast immer auch oberhalb der JF noch Übertragungsmöglichkeiten beobachtet; allerdings nimmt die Feldstärke dabei mit wachsender Frequenz ab. Man nennt die höchste Frequenz, die für eine bestimmte Betriebsart gerade noch eine brauchbare Verbindung ergibt, das heißt die obere Grenze des Übertragungsfrequenzbereichs, die „Maximum Usable Frequency“ (MUF). (Zum Unterschied von der klassischen MUF oder JF, die früher ebenfalls als MUF bezeichnet wurde, ist auch die



# Einführung in die Farbfernsehtechnik\*)

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 21 (1966) Nr. 18, S. F 36

Von Bedeutung ist hier nur der Fall, der der Übertragung hoher Videofrequenzen entspricht. Für  $f_{mod} = 5 \text{ MHz}$  und  $\Delta f = 0,65 \text{ MHz}$  wird  $m = 0,13$ . In diesem Fall braucht nur je eine Seitenbandfrequenz oberhalb und unterhalb des Trägers verwendet zu werden, da die anderen bereits vernachlässigbar klein sind. Das Spektrum des frequenzmodulierten Signals besteht aus einem Träger mit der Amplitude 1 und zwei Seitenbändern mit der Amplitude 0,065, die vom Träger einen Abstand von 5 MHz haben.

Den gesamten Frequenzbereich, der für die Aufzeichnung eines Videosignals erforderlich ist, zeigt Bild 110. Er erstreckt sich etwa von 500 kHz bis 12 MHz und überdeckt einen großen Teil des Videofrequenzbereiches.

Die Übertragung der Farbinformation erfolgt videofrequenz zwischen 2,9 und 5 MHz. Bei der Umsetzung in das frequenzmodulierte ZF-Signal entstehen aus dem Farbträger - der, um die Erklärung zu vereinfachen, als Einzelfrequenz betrachtet werden soll - ein im Hubbereich liegender Träger und im wesentlichen zwei Seitenbandfrequenzen, die vom ZF-Träger einen Abstand von 4,4 MHz haben.

In vektorieller Darstellung erhält man einen feststehenden Trägervektor (Bild 111a), um dessen Endpunkt die beiden Seitenbandvektoren mit  $\pm \omega_{mod} = 2\pi \cdot 4,4 \cdot 10^6$  Perioden je Se-

demodulation die Amplitude des videofrequenten Farbträgers geringer sein wird. Da sich für den resultierenden Vektor der Zeitpunkt des Durchgangs durch die senkrechte Lage gegenüber dem ungestörten Fall nicht geändert hat, tritt keine Phasenverschiebung des Videosignals auf. Ein Amplitudenfehler im ZF-Kanal verringert also die Farbsättigung, ohne Phasenfehler zu erzeugen.

Wird dagegen infolge eines nichtlinearen Phasenganges des ZF-Kanals die Phase eines der Seitenbänder gedreht, so bleibt die Ortskurve des Endpunktes des resultierenden Vektors zwar eine Gerade, sie steht aber nicht mehr senkrecht zum Trägervektor (Bild 111c). Damit verkleinert sich  $\varphi_{max}$ , und gleichzeitig verschiebt sich zeitlich der Durchgang des resultierenden Vektors durch die Senkrechte. Ein Phasenfehler im ZF-Kanal führt daher zu einer Entzerrung und zu einem Phasenfehler, das heißt zu einem Farbtonfehler im demodulierten Signal.

Die Verwendung der Frequenzmodulation bringt es mit sich, daß ZF-Träger und Seitenbänder ihre Lage im ZF-Übertragungsbereich abhängig vom mittleren Videopegel ändern, dem der Farbträger überlagert ist. Lineare Verzerrungen des ZF-Kanals können demnach bei Änderung des Videopegels zu veränderlichen Amplituden- und Phasenfehlern des Farbträgers führen (differentieller Amplitudenfehler, differentieller Phasen-

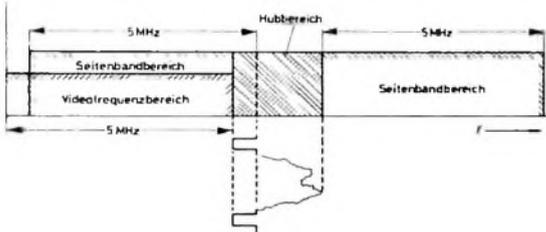
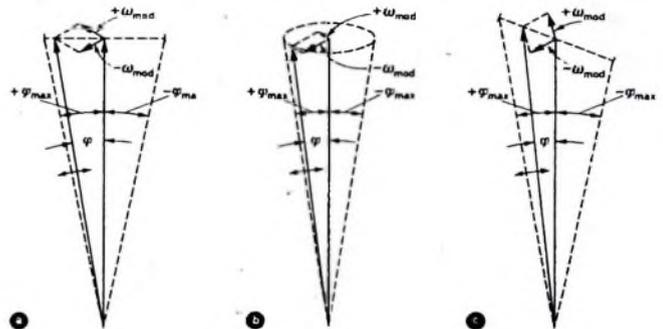


Bild 110 Lage der bei der magnetischen Bildaufzeichnung benutzten Frequenzbereiche

Bild 111 Lineare Verzerrungen im ZF-Kanal



kunde rotieren. Die Resultierende führt dann eine Pendelbewegung zwischen den Extremwerten  $\pm \varphi_{max}$  aus, wobei der Endpunkt auf einer Geraden senkrecht zum Trägervektor läuft. Der Momentanwinkel ist

$$\varphi = \varphi_{max} \cdot \sin \omega_{mod} \cdot t,$$

und die Momentanfrequenz ergibt sich zu

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \varphi_{max} \cdot \omega_{mod} \cdot \cos \omega_{mod} \cdot t.$$

Der Maximalwert  $\omega_{max} = \varphi_{max} \cdot \omega_{mod}$  wird während des Durchgangs der Resultierenden durch die Senkrechte erreicht. Da im Demodulator die Momentanfrequenz des ZF-Signals bewertet wird, ist  $\omega_{max}$  ein Maß für die bei der Demodulation entstehende Farbträgeramplitude.

### 4.1.4. Einfluß linearer Verzerrungen

Lineare Verzerrungen sind Abweichungen vom linearen Amplituden- und Phasengang im ZF-Übertragungskanal. Ihre Auswirkung auf das ZF-Signal läßt sich am besten am Vektorschabild demonstrieren. Wird zum Beispiel infolge eines Amplitudenfehlers die Amplitude eines Seitenbandes verkleinert (Bild 111b), so läuft der Endpunkt der Resultierenden auf einer Ellipse. Im Rhythmus der Modulationsfrequenz ändert sich dann die Länge des Trägervektors, so daß das ZF-Signal in seiner Amplitude moduliert wird. Diese Amplitudenmodulation läßt sich jedoch durch die Begrenzung beseitigen und stört deshalb nicht. Gleichzeitig sind aber auch  $\varphi_{max}$  und damit  $\omega_{max}$  kleiner geworden, und daraus läßt sich schließen, daß nach der

fehler). Es scheint wichtig, darauf hinzuweisen, daß diese normalerweise als Folge nichtlinearer Verzerrungen auftretenden Fehler bei Anwendung der Frequenzmodulation durchaus in linearen Verzerrungen ihren Ursprung haben können.

Es wäre nun zu untersuchen, welche Möglichkeiten bestehen, lineare Verzerrungen zu vermeiden. Grundsätzlich muß darauf geachtet werden, den gesamten ZF-Kanal einschließlich Videokopf und Magnetband genügend breitbandig und phasenlinear auszulagern. Besonderes Augenmerk ist dabei auf die sogenannte Kopfresonanz (Kopfinduktivität und Schaltkapazität bilden einen Schwingkreis) zu richten. Sie führt zu einer resonanzartigen Überhöhung des Frequenzganges bei Aufnahme und Wiedergabe, wobei das Maximum je nach Schaltung zwischen 6 und 9 MHz liegt. In neueren Anlagen wird die Kopfresonanz während der Aufnahme durch einen niedrigen Innenwiderstand der Leistungsstufe gedämpft. Eine entsprechende Vorentzerrung sorgt für konstanten Kopfstrom über den gesamten ZF-Bereich. Bei Wiedergabe liegen im Signalweg Entzerrungsnetzwerke, die für jeden einzelnen Kopf eine Kompensation der Resonanz nach Lage und Größe gestatten. Geringfügige Unterschiede im Frequenzgang der vier Videoköpfe werden durch eine einstellbare phasenlineare Amplitudenentzerrung (cos-Entzerrer) ausgeglichen.

Die Forderung nach einer linearen Übertragungscharakteristik läßt sich leichter erfüllen, wenn man die Tatsache berücksichtigt, daß nicht nur ein konstanter Amplitudengang, sondern auch ein über den ganzen Bereich linear ansteigender beziehungsweise abfallender Frequenzgang keinen Einfluß auf das Demodulationsprodukt hat, solange nur der Phasengang linear bleibt. Durch einen linear abfallenden Frequenzgang wird die Amplitude der unteren Seitenfrequenz um den gleichen Betrag vergrößert, um den die Amplitude der oberen Seitenfrequenz

\*) Die Autoren sind Angehörige des Instituts für Rundfunktechnik München (Direktor: Prof. Dr. Richard Theile); Koordination der Beitragsreihe: Dipl.-Ing. H. Flax

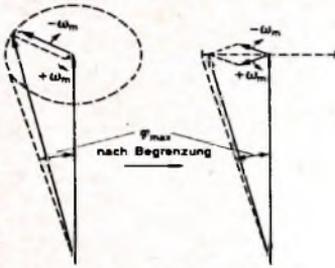
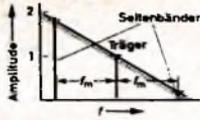


Bild 112. Einfluß eines linear abfallenden Amplitudenganges im ZF-Kanal

wird in modernen Magnetbandanlagen mit Erfolg angewendet.

#### 4.1.5. Einfluß von nichtlinearen Verzerrungen und Störfrequenzen

Periodische Störkomponenten, die in den Übertragungsbereich fallen und die sich zum Nutzsignal addieren, bewirken eine Störmodulation des demodulierten Signals. Ihre Störwirkung auf dem Bildschirm ist sehr unangenehm; der Fehler wird als Moiré bezeichnet. Die Vermeidung von Störfrequenzen ist sehr wichtig, da bereits eine Amplitudenmodulation der Nutzschiwingung von 3% sichtbar ist.

Drei Ursachen sind für das Auftreten von Störfrequenzen verantwortlich:

1. Nichtlineare Kennlinie im ZF-Kanal mit quadratischer Komponente. Durch eine sorgfältige Auslegung der Schaltung läßt sich dieser Fehler verkleinern. Die auftretenden Störfrequenzen sind die Modulationsfrequenz  $f_{mod}$  und das untere Seitenband der ersten Oberwelle des Trägers ( $2 \cdot f_{Tr} - f_{mod}$ ).
2. Nichtlineare Kennlinie mit kubischer Komponente. Diese läßt sich nicht vermeiden, da einerseits die Begrenzung eine solche Kennlinie erfordert und andererseits das aus Störabstandsgründen bis in die Sättigung ausgesteuerte Magnetband kubische Komponenten liefert. Die auftretende Störfrequenz ist vor allem das untere Seitenband der zweiten Oberwelle des Trägers ( $3 \cdot f_{Tr} - f_{mod}$ ).
3. Das zweite untere Seitenband der Nutzschiwingung ( $f_{Tr} - 2 \cdot f_{mod}$ ) würde einer negativen Frequenz entsprechen. Es wird an der Frequenznullachse gespiegelt und tritt als ( $2 \cdot f_{mod} - f_{Tr}$ ) in Erscheinung. Normalerweise ist diese Schwingung so klein, daß sie vernachlässigt werden kann. Sie wird jedoch bemerkbar, sobald zur Verbesserung des Störabstandes die hohen Videofrequenzen angehoben werden. Mit Ansteigen des Modulationsindex wächst auch diese Störkomponente.

Betrachtet man die Lage dieser Störfrequenzen relativ zum Übertragungsbereich (Bild 113a), so erkennt man, daß sie größtenteils in den Bereich fallen. Eine Verschiebung des Übertragungsbereichs zu höheren Frequenzen (Bild 113b) würde einen Teil dieser Störspannungen jedoch außerhalb des benutzten Bandes fallen lassen. Einer derartigen Verschiebung stand aber bislang die Tatsache im Wege, daß damit eine wesentliche Verschlechterung des Störabstandes verbunden war. Erst die Entwicklung neuer Bandsorten und Videoköpfe in den letzten Jahren ließ eine Erhöhung der Trägerfrequenzen zu. Als vor-

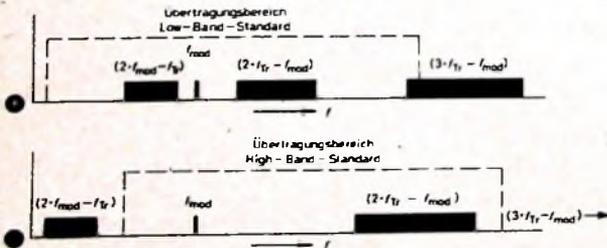


Bild 113. Lage der Störfrequenzen im ZF-Frequenzbereich

läufiger Standard werden von den Herstellerfirmen folgende den Videopegeln entsprechende Frequenzwerte vorgeschlagen:

Synchronwert	7,16 MHz
Austastwert	7,8 MHz
Weißwert	9,3 MHz

Diese Werte stellen den sogenannten High-Band-Standard dar. Damit lassen sich die Moiréstörungen gegenüber dem Low-Band-Standard wesentlich verringern. Die noch vorhandenen Störprodukte, die auf quadratische Komponenten der Aussteuerungskennlinie zurückzuführen sind, müssen durch sorgfältige Schaltungsauslegung klein gehalten werden.

#### 4.1.6. Einfluß der Geschwindigkeitsmodulation

Die bisher betrachteten Erscheinungen bezogen sich ausschließlich auf den vom Video- und ZF-Signal durchflossenen elektronischen Teil der Aufzeichnungsanlage. Nicht weniger wichtig sind aber auch die Auswirkungen, die der mechanische Teil (der im übrigen keine Änderungen gegenüber Schwarz-Weiß-Aufzeichnungsanlagen aufweist) auf die Aufzeichnung von Farbsignalen hat.

Infolge ihrer Trägheit als mechanisches Gebilde und wegen der Reibungskräfte, die durch das Magnetband auf sie ausgeübt werden, zeigt die Kopfscheibe Schwankungen in ihrer Umdrehungsgeschwindigkeit und ihrer Phasenlage. Diese Schwankungen sind dem wiedergegebenen Videosignal als Zeitstabilitätsfehler überlagert.

Auf die Maßnahmen zur Beseitigung der Stabilitätsfehler (elektrisch-mechanische Regeleinheiten) soll im folgenden kurz eingegangen werden. Der Kopfmotor wird in seiner Geschwindigkeit und in seiner Phasenlage durch eine Regelspannung nachgeregelt, die durch Vergleich des vom Band wiedergegebenen Signals mit einem frequenzkonstanten Bezugssignal entsteht. Beide Signale weichen infolge der Regelung um etwa 200 ns voneinander ab. Dieser Restfehler ist jedoch für Schwarz-Weiß-Aufzeichnungen noch zu hoch. Daher schaltet man in den Signalweg eine elektronische Laufzeitkorrektur (Bild 108, S. F 36), die aus einer Laufzeitkette besteht, deren Laufzeit von einer an sie angelegten Steuerspannung abhängt. Die Steuerspannung wird ebenfalls aus dem Vergleich des Bandsignals mit einem Bezugssignal (Studio-Synchronsignal) erhalten. Die Laufzeit der Laufzeitkette ändert sich dann also im Rhythmus und gegenläufig zur Abweichung. Am Ausgang der Laufzeitkette betragen die restlichen Schwankungen noch 60 ns. Dieser Wert entspricht der Sichtbarkeitsgrenze für horizontale Bildstandschwankungen und ist deshalb für Schwarz-Weiß-Aufzeichnungen völlig ausreichend. Farbaufzeichnungen nach einem Standard, in dem ein phasenmoduliertes Farbträger die Farbinformation überträgt, sind gegen fehlerhafte Phasenschwankungen jedoch recht empfindlich. Eine Schwankung von 60 ns entspricht einer Phasendrehung des Farbträgers um 90° und wurde daher zu Störungen im Bild führen.

Um den Fehler noch weiter zu verkleinern, ist eine zweite Laufzeitkorrektur vorhanden, die nach dem gleichen Prinzip arbeitet. Allerdings dient hier eine vom zentralen Farbträgergenerator gelieferte konstante Frequenz als Bezugssignal, deren Phase mit dem vom Band wiedergegebenen Burst im Farbsignal verglichen wird. Aus der Abweichung erhält man die Spannung, die die Laufzeitkette steuert. Die verbleibende Schwankung liegt unter 5 ns und fällt nicht mehr ins Gewicht.

#### 4.1.7. Einfluß der Kopfjustage

Da der Burst zum Vergleich herangezogen wird, kann eine Nachsteuerung auch nur während des Bursts erfolgen. Über eine Zeile bleibt dann der einmal eingestellte Wert unverändert. Treten während der Wiedergabe einer Zeile Abweichungen auf, so bleiben sie voll erhalten. Diese Abweichungen müssen nicht unbedingt auf Phasenschwankungen der Kopfscheibe zurückzuführen sein. Auch unterschiedlicher Banddruck oder verschiedene Höheneinstellung der Bandführung bei Aufnahme und Wiedergabe können zu solchen Fehlern Anlaß geben. Wird zum Beispiel das Band bei Wiedergabe durch einen größeren Banddruck stärker gedehnt als bei der Aufzeichnung, so bewirkt dies eine geringfügige zeitliche Verlängerung der einzelnen Zeile. Da die Laufzeitkorrekturen den Zeilenanfang genau festlegen, stellt sich gegen Ende der Zeile eine immer größere Abweichung und eine Phasenverschiebung der Farbträger-schiwingung ein. Je nach dem verwendeten Farbfernsehstandard wird die Auswirkung im Bild unterschiedlich sein, jedoch bleibt in jedem Fall eine deutliche und sehr störende horizontale Streifenstruktur. Es ist verständlich, daß aus diesem Grund der korrekten Einstellung der Bandführung bei Aufzeichnung und Wiedergabe von Farbbildsignalen erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken ist.

#### 4.1.8 Störabstand von Farbaufzeichnungen

Durch die Inhomogenitäten des Magnetbandes wird dem aufgezeichneten Signal Rauschen hinzugefügt, dessen Energie über den gesamten ZF-Bereich nahezu konstant bleibt (weißes Rauschen), sobald das ZF-Signal begrenzt ist. Nach der Demodulation ergibt sich im Videokanal ein sogenanntes „Dreiecksrauschen“, das heißt eine Rauschverteilung, die mit der Frequenz linear ansteigt.

Eine derartige Rauschverteilung ist für Schwarz-Weiß-Aufzeichnungen günstig, da Rauschkomponenten höherer Frequenz vom Auge nicht so störend empfunden werden. Bei Farbaufzeichnungen ist jedoch der Frequenzbereich um den Farbtäger besonders kritisch. Der in diesen Bereich fallende Rauschteil wird bei der Farh-demodulation in niederfrequentes, sehr störendes Farbrauschen umgesetzt.

Die von der magnetischen Bildaufzeichnung im Bereich des Farbtägers gelieferte Rauschenergie ist sehr hoch. Um sie zu verringern, wird eine Vor- und Nachentzerrung angewendet, wie sie auch bei der Tonaufzeichnung üblich ist. Sie besteht in einer Anhebung der hohen Videofrequenzen vor der Aufzeichnung (Preemphasis) und in einer entsprechenden gegenläufigen Absenkung bei der Wiedergabe (Deemphasis). Während beide zusammen auf das Nutzsignal keine Auswirkung zeigen, wirkt auf das Rauschen nur die Deemphasis. Die hochfrequenten Rauschkomponenten werden also abgesenkt.

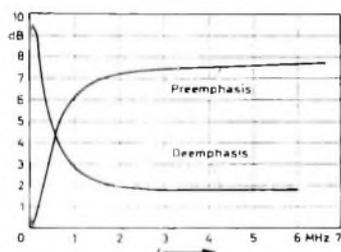


Bild 114. Vor- und Nachentzerrung zur Verbesserung des Störabstandes bei Farbaufzeichnungen

Die Festlegung des Verlaufs der Entzerrung erfordert einen Kompromiß. Einerseits sollten Anhebung und Absenkung möglichst groß sein, um den Störabstand zu erhöhen, andererseits wächst mit der Anhebung der Modulationsindex bei hohen Frequenzen, wodurch - wie bereits gezeigt wurde - die Entstehung nichtlinearer Komponenten begünstigt wird. Die von

den Herstellern magnetischer Bildaufzeichnungsanlagen zur Zeit benutzten Werte für die Vor- und Nachentzerrung bei Farbaufzeichnungen sind:

Anhebung und Absenkung hoher Frequenzen gegenüber niedrigen Frequenzen  $\pm 8$  dB. Frequenzverlauf entsprechend einem RC-Glied mit  $0,6 \mu s$  Zeitkonstante (Bild 114).

#### 4.1.9. Verkopplung der Aufzeichnungsanlage bei PAL-Signalen

Der einzige Zusatz, den eine optimal ausgelegte und justierte Aufzeichnungsanlage für die Wiedergabe von Farbaufzeichnungen benötigt, ist die bereits beschriebene Laufzeitkorrektur zur Nachsteuerung der Farbtägerphase. Die übrigen Einheiten werden für Schwarz-Weiß und Farbe in gleicher Weise benötigt. Allerdings sind für die Aufzeichnungen von PAL-Signalen noch einige Änderungen notwendig, da bis heute die aus den Vereinigten Staaten gelieferten Anlagen nur die direkte Aufzeichnung von NTSC-Signalen gestatten. Die Änderungen ergeben sich aus zwei Eigenarten des PAL-Signals, auf die bereits im Abschnitt 3. hingewiesen wurde:

1. Da der Burst im PAL-Signal seine Phase von Zeile zu Zeile um  $90^\circ$  ändert, darf die elektronische Laufzeitkorrektur als Bezugssignal keinen kontinuierlichen Farbtäger erhalten. Er muß ebenso wie der Burst durch einen synchronen elektronischen Schalter seine Phase von Zeile zu Zeile um  $90^\circ$  wechseln.

2. Durch das Umpolen des (R-Y)-Signals in jeder Zeile ergeben sich die gleichen Bedingungen in einer bestimmten Zeile des Fernsehbildes erst wieder nach vier Halbbildern.

Enthält das Band Schnittstellen, so darf dieser 12,5-Hz-Rhythmus in keinem Fall gestört werden. Es ist also zu beachten, daß ein Schnitt nur nach jedem vierten Halbbild erfolgen kann. Als Markierung für eine mögliche Schnittstelle dient der sogenannte Schneideimpuls, der in der Steuerspur mit aufgezichnet wird. Gegenwärtig hat dieser Impuls eine Folgefrequenz von 25 Hz (Vollbildfrequenz). Sie muß für PAL-Aufzeichnungen auf 12,5 Hz geändert werden.

Außerdem ist darauf zu achten, daß ein von der Aufzeichnungsanlage wiedergegebenes Signal mit Signalen anderer Bildquellen (Kamera, Film) gemischt werden kann, ohne daß Störungen auftreten. Dies ist dann gewährleistet, wenn die Auf-

zeichnungsanlage und die übrigen Bildgeber auf vier Halbbilder miteinander verknüpft sind, während bisher für Schwarz-Weiß-Aufzeichnungen nur eine Verkopplung auf zwei Halbbilder erforderlich war. Hierzu ist eine Änderung der elektrisch-mechanischen Regeleinheiten nötig, um die gewünschte Verkopplung im 12,5-Hz-Rhythmus sicherzustellen.

#### 4.2 Aufnahme von Farbfernsehprogrammen auf Film

##### 4.2.1 Allgemeines

Bei der magnetischen Bildaufzeichnung speichert man das elektrische Bildsignal in Form eines magnetischen Oszillogramms. Eine völlig andere Art der Farbbildspeicherung erfolgt bei der fotografischen Aufzeichnung auf Kinofilm. Hier wird das Bild in seiner eigentlichen Form, nämlich als Bild, festgehalten, und es kann daher ohne weitere technische Mittel betrachtet oder beurteilt werden.

Die Technik des Farbfilms ist seit drei Jahrzehnten erprobt und immer wieder verbessert worden. Da die Leistungsfähigkeit des Farbfilms von der Projektion im Kintheater her bekannt ist, liegt es nahe, den Farbfilm auch für die Vorproduktion von Fernsehprogrammen heranzuziehen.

##### 4.2.1.1. Aufnahmeapparatur

Ein beachtlicher Vorteil dieses Speicherverfahrens wird sofort erkennbar, wenn man die für die Farbfilmproduktion erforderlichen Aufnahmeapparaturen betrachtet: Es können dieselben Geräte wie für die Aufnahme von Schwarz-Weiß-Filmen verwendet werden. Im Vergleich zur elektronischen Ausrüstung handelt es sich um einfach zu bedienende und betriebssichere Kameras von verhältnismäßig geringem Gewicht, die sich auch fern von elektrischen Versorgungsleitungen, auf leichten Stativen und gegebenenfalls auch aus der Hand betreiben lassen. Sie eignen sich daher auch ganz besonders zum Einsatz an schwer zugänglichen Aufnahmeorten, auf Expeditionen oder aber an Stellen, bei denen größerer Geräteaufwand störend wirkt.

Zur Aufnahme von Farbprogrammen sind die Kameras lediglich mit Farbfilm zu laden. Zweckmäßig ist die Mitnahme eines Farbtemperaturmessers und eines Satzes von Konversionsfiltern zur Anpassung des Aufnahmelichtes an die Sensibilisierung des Films.

##### 4.2.1.2. Produktionsstätten

Für die Vorproduktion von Fernsehspielen bieten sich auch die für die Theaterfilmproduktion geschaffenen Filmateliers an, die ausreichende Kapazität haben, um wenigstens einen großen Teil der Fernsehproduktion mit zu übernehmen. Diese Ateliers verfügen nicht nur über hervorragende Einrichtungen für die Aufnahme von Bild und Ton, sondern auch über Werkstätten für Dekorationen und Kostüme, über Trickabteilungen und nicht zuletzt über einen geschulten Mitarbeiterstab, dessen Erfahrungen eine schnelle Durchführung der Aufnahme erlauben. So können die Kosten für die Produktion niedriggehalten werden. Nach dem Electronic-Cam-Verfahren lassen sich die Aufnahmen mit mehreren Filmkameras nach fernsehtechnischen Gesichtspunkten durchführen, wodurch eine große Tagesleistung in Sendeminuten erreicht wird.

##### 4.2.1.3. Herstellung von Kopien

Die Produktion von Farbsendungen auf Kinofilm ermöglicht die Anfertigung einer nahezu unbegrenzten Anzahl von Kopien ohne Qualitätseinbuße, was vor allem für den Programmaustausch mit dem Ausland von Interesse sein könnte.

##### 4.2.1.4. Unabhängigkeit von der Fernsehnorm

Die Aufzeichnung der Programme in Form des natürlichen unverzerrten Bildes läßt jede beliebige Fernsehnorm für die Abtastung zu. Da für die Tonaufzeichnung bei Fernsehfilmen meistens die magnetische Zwei- oder Einstreifentechnik verwendet wird, ist es leicht möglich, eine Kopie mit fremdsprachlichem Ton zu versehen, so daß ein Programmaustausch nicht auf das Sprachgebiet des Programmherstellers begrenzt bleiben muß und somit uneingeschränkt möglich ist.

##### 4.2.2. Prinzipieller Aufbau von Farbfilmen

Alle heute verwendeten Farbfilme arbeiten nach dem subtraktiven Drei-Farben-Verfahren. Beim subtraktiven Verfahren gewinnt man eine Farbe aus dem weißen Spektrum, indem man alle übrigen Farben absorbiert. Wird kein Teil des Spektrums absorbiert, so bleibt das durch den Film fallende Licht weiß; wird das gesamte Spektrum aber gleichzeitig absorbiert, so erhält man Schwarz.

Der subtraktiv arbeitende Farbfilm hat deshalb als Drei-Farben-System, auf einer transparenten Filmunterlage aufgetragen, drei Emulsionsschichten übereinander, die für blaue, grüne beziehungsweise rote Lichtstrahlen empfindlich - sensibilisiert - sind (Bild 115). Die von den verschiedenen Filmherstellern herausgebrachten Farbfilme unterscheiden sich durch unterschiedliche chemische Prozesse zur Farbstoffbildung. Für das Endergebnis sind diese Unterschiede belanglos, so daß zum Verständnis die Betrachtung des Grundsätzlichen genügt.

Vom Original (Bild 115a) ausgehendes Licht trifft zunächst auf die blauempfindliche Schicht des Negativmaterials (Bild 115b), in der von den blauen Lichtstrahlen ein latentes Bild des „Blau-Auszugs“ gebildet wird. Der blauempfindlichen Schicht folgt zum Schutz der weiter unten liegenden Schichten eine Gelbfilterschicht, die aber beim Verarbeitungsprozeß entfärbt

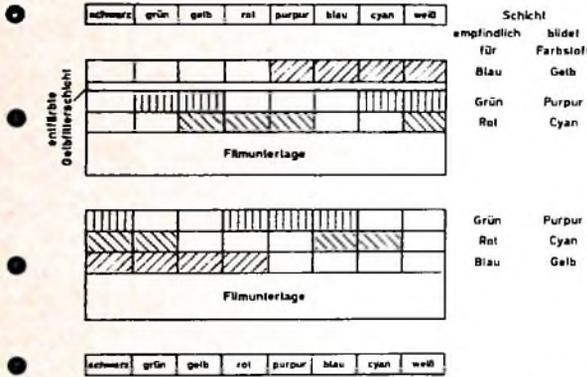


Bild 115. Schematische Darstellung des Negativ-Positiv-Farbfilms; a) Original, b) Negativ, c) Positiv, d) Farbverteilung des Positivs

und damit für alle Strahlen durchlässig wird. Sie braucht also für die grundsätzlichen Betrachtungen nicht beachtet zu werden. Es folgt die für grüne Lichtstrahlen empfindliche Grün-Schicht, in der der „Grün-Auszug“ gespeichert wird, und als unterste Schicht die rotempfindliche zur Speicherung des „Rot-Auszugs“.

Die Emulsionsschichten enthalten neben den lichtempfindlichen Halogensilbersalzen noch weitere Bestandteile, sogenannte Farbkuppler. Bei der Farbentwicklung werden die belichteten Halogensilbersalze zu Silber reduziert. Die bei der Reduzierung auftretenden Verbindungen reagieren mit den Farbkupplern und bilden Farbstoffe. So entstehen in den drei Emulsionsschichten neben den Silberbildern noch Farbstoffbilder, die die Komplementärfarbe des Lichtes haben, für das die jeweilige Schicht sensibilisiert war. In der blauempfindlichen Schicht entsteht ein gelbes Farbstoffbild, in der grümpfindlichen Schicht ein Bild aus Purpur-Farbstoff und in der rotempfindlichen ein blaugrünes Bild aus Cyan-Farbstoff.

Nach der Farbentwicklung folgt - neben verschiedenen Bädern zur Beseitigung von Nebenprodukten und zur Stabilisierung des Bildes - ein Bleichbad, das die Silberbilder auflöst. Nach dem Verarbeitungsprozeß bleibt dann das im Bild 115b schematisch dargestellte komplementärfarbige Farbnegativ.

Beim Kopieren des Farbnegativs mit weißem Licht entsteht in gleicher Weise ein gegenüber dem Negativ komplementärfarbiges Positiv (Bild 115c), das die gleiche Farbverteilung (Bild 115d) wie das Original aufweist.

Das beschriebene Negativ-Positiv-Verfahren wird dann angewandt, wenn zum Beispiel eine größere Anzahl von Kopien benötigt wird und eine Qualitätseinbuße infolge des Kopierprozesses nicht zu befürchten ist, also bei dem größeren Format des 35-mm-Films.

Bei 16-mm-Film wird häufig der Umkehrfilm bevorzugt, bei dem nach der Bearbeitung sofort ein farbiges Positiv vorliegt. Der Aufbau des Umkehrfarbfilms und die Vorgänge bei der Belichtung stimmen mit denen des Negativfilms prinzipiell überein; lediglich die weitere Verarbeitung ist unterschiedlich. Zur Erstentwicklung wird ein Entwickler verwendet, der die latenten Bilder der drei Emulsionsschichten nur zu Silberbildern (Ag) entwickelt (Bild 116b). Das nicht belichtete und daher auch nicht entwickelte Halogensilber ist weiterhin lichtempfindlich. Es wird ein zweites Mal, jedoch diffus mit weißem Licht belichtet und anschließend einer Farbentwicklung ausgesetzt. Dabei entsteht das im Bild 116c dargestellte Bild, in dem Farb-

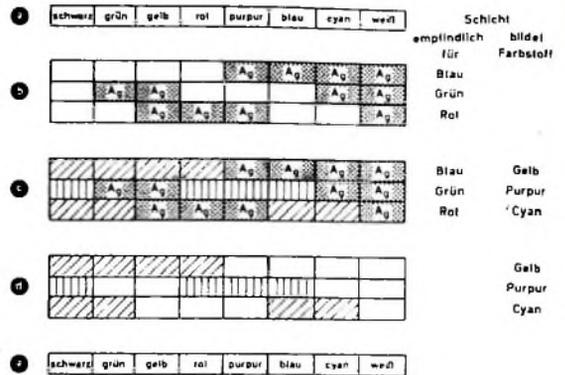


Bild 116. Schematische Darstellung des Umkehr-Farbfilms; a) Original, b) Silberbilder (Ag) in den drei Schichten, c) überlagerte Farb- und Silberbilder; d) Positivbild, e) Farbverteilung des Positivs

und Silberbilder überlagert sind. Wird das Silber in einem anschließenden Bleichprozeß gelöst, so ist das Positivbild (Bild 116d) fertig.

Selbstverständlich ist auch der im Prinzip verhältnismäßig einfach erscheinende subtraktive Farbfilm mit verschiedenen Problemen belastet. Der Film muß für alle Farben des Spektrums empfindlich sein, und die Spektralempfindlichkeitsbereiche der drei Schichten (Bild 117) sowie die Absorptionskurven der erzeugten Farbstoffe müssen sich so überlappen, daß die resultierende Filmdichte für Grau für das gesamte Spektrum konstant ist. Dies läßt sich aber nur angenähert realisieren. Wei-

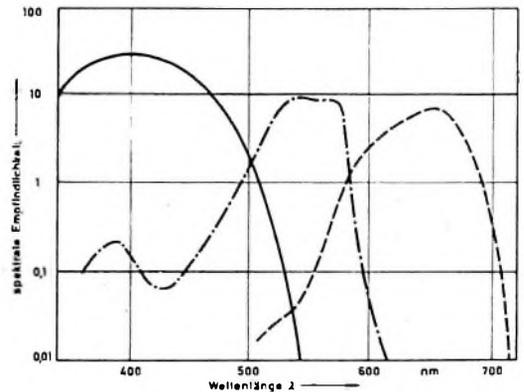


Bild 117. Spektrale Empfindlichkeit des Negativ-Farbfilms

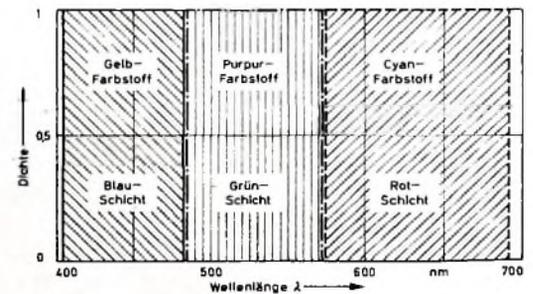


Bild 118. Ideale Spektralverteilung der Farbstoffdichten eines Farbfilms

terhin werden Farbstoffe benötigt, die nur in den erforderlichen (erlaubten) Spektralbereichen absorbieren und alle übrigen Spektralfarben ungehindert durchlassen. Solche idealen Farbstoffe müßten die im Bild 118 gezeigten Spektralkurven aufweisen. Leider gibt es solche Farbstoffe nicht, zumal sie noch in einem fotochemischen Prozeß erzeugt werden müssen.

(Fortsetzung folgt)

# Meßkopf mit Abschwächerschwingkreis für Messungen im ZF-Gebiet

**Technische Daten**

Frequenzbereich:	430...580 kHz
Eingangsimpedanz bei 450 kHz:	2,5 MOhm, reell
Eingangskapazität:	0 pF (durch Abstimmung zu eliminieren)
zulässige Eingangsspannung:	250 V <sub>eff</sub>

**1. Meßproblem**

Trotz Verwendung kapazitätsarmer hochohmiger Meßköpfe ist es nach dem heutigen Stand der Technik nur schwer möglich, ein definiertes Hochfrequenzsignal an schmalbandigen Verstärkern verstimmungsfrei auszukoppeln. Diese Tatsache bringt erhebliche Schwierigkeiten bei der qualitativen Signalverfolgung an Verstärkern mit hochohmigen Schwingkreisen mit sich. Selbst bei Verwendung von Meßköpfen nach dem Katodenfolgerprinzip sind Eingangskapazitätswerte von 5...10 pF kaum zu unterschreiten, die beim Antasten den Schwingkreis im Prüfling beträchtlich verstimmen.

Eine einfache Übersichtsrechnung zeigt, daß bei einer Schwingkreiskapazität von 100 pF eine Eingangskapazität des Meßkopfes von 7 pF den Schwingkreis beim Antasten um 3,5% verstimmt. Es ist nämlich

$$\frac{C + \Delta C}{C} = \left( \frac{f_0 + \Delta f}{f_0} \right)^2 = \frac{107}{100}$$

$$\Delta f = \sqrt{\frac{107}{100}} \cdot f_0 - f_0 = 0,035 \cdot f_0$$

Diese Verstimmung beträgt, auf die Resonanzfrequenz  $f_0 = 500$  kHz bezogen, 17,5 kHz. Für genaue Untersuchungen ist der Meßfehler viel zu groß, und das ist auch der Grund dafür, daß man trotz moderner Meßmittel auf die Angabe definierter Wechselspannungspotentiale bei selektiven Verstärkern verzichtet.

Eine genaue meßtechnische Signalverfolgung ist unter diesen Umständen nur dann möglich, wenn die durch den Antastvorgang hervorgerufene Verstimmung durch Abstimmmaßnahmen an dem gerade angetasteten Schwingkreis eliminiert wird. Dieses umständliche und zeitraubende Verfahren setzt jedoch eine bequeme Abstimmbarkeit jedes Resonanzkreises voraus und erfordert das Rückgängigmachen der Abstimmmaßnahmen am Prüfling nach der Messung.

Noch größer werden die Probleme, wenn man Meßwerte bei höheren Frequenzen, zum Beispiel bei FM-ZF-Verstärkern, ermitteln will. Obwohl hier die Kanalbreiten größer und die Resonanzkreise stärker gedämpft sind, führen die kapazitiven Belastungen beim Antastvorgang zu erheblichen Meßfehlern.

Auch die Verwendung von kompensierten Abschwächern als Impedanzwandler zwischen dem Antastpunkt und dem Eingang des Meßgerätes bringt keine Lösung des Problems, da man mit steigender Eingangskapazitätsverkleinerung automatisch eine Vergrößerung des Abschwächungs-

faktors in Kauf nehmen muß. Berücksichtigt man die kapazitive Annäherung der Meßsonde an den Antastpunkt und alle sich sonst ergebenden Verstimmungserscheinungen, so kann man sagen, daß die Blindlast einen der Minimalwert von etwa 3...5 pF entsprechenden Wert nicht unterschreitet.

**2. Schwingkreis als Abschwächer im Meßkopf**

Im folgenden soll eine Meßsonde in Form eines Tastkopfes beschrieben werden, die die erwähnten Nachteile nicht aufweist (Bild 1). Diese Meßanordnung<sup>1)</sup> besteht



Bild 1. Meßkopf mit Abschwächerschwingkreis

aus einem in engen Grenzen feinfühlig nachstimmbaren Schwingkreis, der als Impedanzwandler zwischen Meßobjekt und Meßgerät geschaltet wird. Der sehr verlustarme hochohmige Schwingkreis ist in einem Meßkopfgehäuse untergebracht. Seine Spule  $L$  (Bild 2) ist angezapft, und

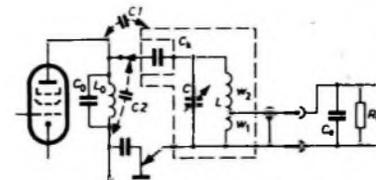


Bild 2. Messung einer Schwingkreisspannung mit Hilfe des Meßkopfes mit Abschwächerschwingkreis

an der Anzapfung liegt das Verbindungskabel, das zum Meßgeräteingang führt. Die Spule  $L$  bildet mit dem Kondensator  $C$  einen Parallelschwingkreis, dessen  $L/C$ -Verhältnis so gewählt ist, daß sich bei der Meßfrequenz der maximale Resonanzwiderstand ergibt. Dem heißen Ende dieses Schwingkreises wird über den zentrisch abgeschirmten Kondensator  $C_k$ , der sich unmittelbar an die Tastspitze anschließt, die Hochfrequenzspannung des Prüflings zugeführt. Der Blindwiderstand von  $C_k$  soll für die Bezugsfrequenz etwa 1000mal kleiner sein als der Resonanzwiderstand des Meßschwingkreises. Dann

<sup>1)</sup> Gebrauchsmusterschutz angemeldet

ist gewährleistet, daß die volle Meßspannung am Schwingkreis auftritt und sich bei einem zweckmäßig gewählten Unterstimmungsverhältnis

$$\bar{u} = \frac{w_2}{w_1 + w_2}$$

(zum Beispiel  $\bar{u} = 1/3,16 = 1/\sqrt{10}$  oder  $\bar{u} = 1/10$ )

eine feste Abschwächung ergibt. Durch diese Maßnahme wirkt sich die Eingangsimpedanz  $R_0 \parallel C_0$  nur unwesentlich als Dämpfung für den Prüfling aus. In erster Näherung erscheint die Eingangsimpedanz infolge der Transformation durch den Schwingkreis mit dem Quadrat des Kehrwerts des Abschwächungsverhältnisses ( $1/\bar{u}^2$ ) multipliziert am heißen Ende des Schwingkreises.

Hat beispielsweise das Meßgerät eine Eingangsimpedanz von 1 MOhm  $\parallel$  30 pF und ist die Abschwächung  $1/\sqrt{10}$ , dann wird der Meßschwingkreis zusätzlich mit der Parallelschaltung von 10 MOhm  $\parallel$  3 pF bedämpft. Verwendet man verlustarme Materialien beim Aufbau der Spule  $L$  und einen Kondensator  $C$  mit kleinen Eigenverlusten; dann lassen sich, wie praktische Versuche gezeigt haben, unschwer Resonanzwiderstände von 2...3 MOhm erreichen, die, gemessen an den Resonanzwiderstandswerten der in der Praxis vorkommenden Schwingkreise (etwa 100...200 kOhm), keine erhebliche Last mehr darstellen.

Durch den verhältnismäßig großen Kopplungskondensator  $C_k$  werden beide Schwingkreise elektrisch parallel geschaltet. Stimmt man den Meßschwingkreis auf die Resonanzfrequenz des Prüflings ab, so wird dadurch die durch den Antastvorgang zwangsläufig hervorgerufene Verstimmung „weggestimmt“.

Im Bild 3 ist der Antastpunkt dargestellt, wobei zwei Kapazitäten besonders gekennzeichnet sind: Die Kapazität  $C_1$ , die zwi-

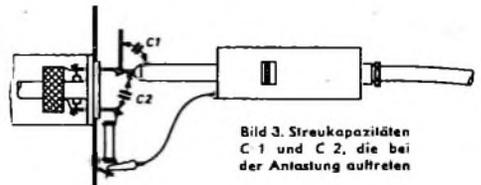


Bild 3. Streukapazitäten  $C_1$  und  $C_2$ , die bei der Antastung auftreten

schen dem heißen Meßpunkt und der Abschirmung des Meßkopfes vorhanden ist, sowie die Kapazität  $C_2$ , die sich zwischen der Tastspitze und den kalten Potentialen des Prüflings ausbildet. Auch im Bild 2 sind diese Kapazitäten enthalten.

Der Masseanschluß des Meßkopfes wird an das Chassis des Prüflings geklemmt; mit der Tastspitze lassen sich ohne Bedenken auch Gleichspannungspotential führende heiße Punkte der Schaltung antasten. Sieht man von Leistungs-Endstufen und Oszillatoren größerer Leistung ab, so kann man einen derartigen Meßkopf als überlastungssicher ansehen und annehmen, daß sich unabhängig von der Eingangsamplitude eine konstante Abschwächung ergibt.

Bild 4 zeigt die Ersatzschaltung des Meßvorgangs. Der Prüfling enthält die Ele-

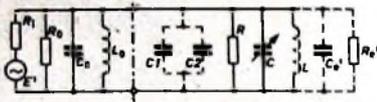


Bild 4. Ersatzschaltung des Meßvorgangs

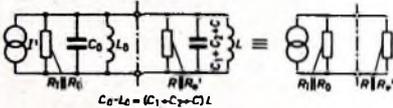


Bild 5. Vereinfachte Ersatzschaltung

mente  $L_0$ ,  $C_0$ ,  $R_0$  und  $R_1$ , während sich der Meßkopf aus den Teilen  $L$ ,  $C$ ,  $R$  und den Ersatzelementen  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_0'$  und  $R_0'$  zusammensetzt. Der Widerstand  $R$  stellt die Schwingkreisverluste des Meßkreises dar, und die Elemente  $C_0'$  und  $R_0'$  sind die transformierte Eingangsimpedanz des Meßgeräts.

Wird der Meßkopf mit dem Kondensator  $C$  auf Resonanz mit dem Prüfling abgestimmt, dann ergibt sich die Ersatzschaltung Bild 5. Hierbei sind die Widerstände  $R_1$  und  $R_0$  sowie gleichartige Elemente des Meßkopfes zusammengefaßt. Für die Resonanzfrequenz kann man die Stromersatzschaltung nochmals vereinfachen (rechter Teil von Bild 5). Bei abgestimmter Meßsonde wirkt demnach die Bedämpfung durch den Antastvorgang als reelle Last für den reellen Innenwiderstand des Prüflings in der Stromersatzschaltung. Hat zum Beispiel der reelle Innenwiderstand des Prüflings einen Wert von  $80 \text{ k}\Omega$  und wird dieser durch die Eingangsimpedanz des Meßkopfes - bei Abstimmung ebenfalls reell - mit etwa  $2,5 \text{ MOhm}$  belastet, so ist der sich dadurch ergebende Meßfehler etwa  $3\%$ . Eine Verstimmung des Meßobjekts braucht nicht berücksichtigt zu werden, da auch die durch den Antastvorgang hervorgerufenen zusätzlichen Blindkomponenten  $C_1$  und  $C_2$  durch die Abstimmung aufgehoben werden.

Schaltet man zwei gleiche Schwingkreise parallel, so ändert sich die Resonanzfrequenz der Parallelschaltung nicht, da hierbei die Gesamtinduktivität zwar halbiert, die Gesamtkapazität aber verdoppelt wird. Das Produkt aus Gesamtinduktivität und Gesamtkapazität bleibt also gleich und damit auch der Ausdruck  $L \cdot C$  in der Schwingungsformel. Durch eine derartige Paral-

elschaltung wird jedoch der Kennwiderstand  $Z = |L/C|$  des Gesamtschwingkreises erheblich geändert. Aber auch wenn ungleiche Schwingkreise gleicher Resonanzfrequenz parallel geschaltet werden, ändert sich die Resonanzfrequenz nicht. Die zunächst nicht vorhandenen, aber beim Antasten auftretenden Antastkapazitäten  $C_1$  und  $C_2$  werden durch geringfügige Verkleinerung des Abstimmkondensators  $C$  nach dem Antasten eliminiert.

Wesentlich für die objektive Signalauskopplung ist daher nicht eine kapazitätsarme Meßanordnung, sondern in erster Linie das Verhältnis der Resonanzwiderstände von Prüfling und Meßkreis. Je größer der Resonanzwiderstand des Meßkreises gemacht werden kann und je verlustfreier sein Aufbau ist, um so rückwirkungsfreier ist auch die Signalauskopplung.

konstruieren wollte. Mit erträglichem Aufwand lassen sich jedoch mit drei Meßköpfen die meisten ZF-Verstärker durchmessen.

Bild 6 zeigt einen Schwingkreismeßkopf für die AM-Zwischenfrequenz ( $\approx 500 \text{ kHz}$ ). Ein rechteckiges Gehäuse (1, 2, 3, 4) enthält den Abstimmkondensator 7 (Valvo-Lufttrimmer „C 005 AA/...“ mit isoliertem Rotor) und die Spule 8. Der Trimmer 7 ist an der Stirnwand 3 des Gehäuses befestigt. Die Befestigungsmutter 6 des Trimmers ist röhrenförmig als Abschirmzylinder für den Kopplungskondensator verlängert. Der Kopplungskondensator besteht aus dem Keramikgehäuse 9, dessen Innenelektrode die Tastspitze darstellt, und der Gegenelektrode 10, die an den Rotoranschluß des Trimmers 7 gelötet ist. Zur Zentrierung dient eine Teflonbuchse 11 an der Stirnseite der Abschirmung.

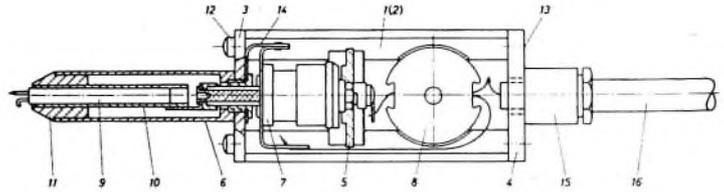


Bild 6. Schnittzeichnung des Meßkopfes

## 2.1 Praktischer Aufbau eines ZF-Meßkopfes

Grundsätzlich läßt sich für jede Resonanzfrequenz ein Schwingkreismeßkopf aufbauen. Da die Abstimmung zwar nicht kalibriert, aber gut reproduzierbar sein muß, beschränkt sich seine Anwendung jedoch auf die ZF-Gebiete. Das ist aber kein Nachteil, da  $80 \dots 90\%$  aller in der Praxis vorkommenden Schwingkreise ZF-Schwingkreise sind.

Es ist nun nicht zweckmäßig und würde den Aufwand erheblich vergrößern, wenn man eine einzige Meßsonde für alle vorkommenden Zwischenfrequenzbereiche

Da der äußere Belag des Kopplungskondensators mit dem Rotor des Trimmers verbunden ist, führt der Rotor das heiße Potential. Der Gewindebolzen des Rotors erhält eine Lötfläche, an die das heiße Ende der Spule angeschlossen wird. Auf diese Weise wird die zu messende Hochfrequenz konzentrisch durch den Tastkopf geleitet.

Zur Betätigung der Abstimmung ist an dem Rotor eine Antriebsplatte 5 angebracht, die wegen der geringen Verluste ebenfalls aus Teflon besteht. Diese Antriebsplatte ragt beidseitig aus je einer Aussparung der Gehäuseschalen 1 und 2 heraus, wodurch eine bequeme und feinstufige Betätigung des Trimmers möglich wird. Der eine Statoranschluß ist mit der Unterlegscheibe 14 verlötet, während der zweite an das kalte Ende der Spule 8 führt. Der rückwärtige Gehäusedeckel 4, der mit vier Senkschrauben 13 an Gehäuse befestigt ist, trägt eine Stopfbuchse 15, die das Anschlußkabel 16 aufnimmt.

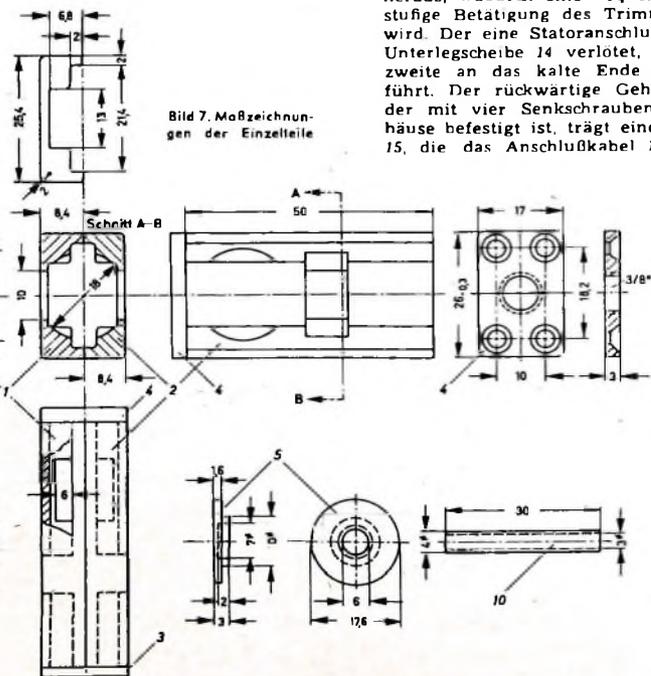


Bild 7. Maßzeichnungen der Einzelteile

Das andere Ende des Anschlußkabels hat einen dem Meßgeräteeingang entsprechenden Stecker. Die Seele des Kabels ist an dem Abgriff der Spule kurz angelötet. Mit drei Zylinderkopfschrauben 12 wird der Deckel 3 am Gehäuse befestigt; die vierte Bohrung ist zur Aufnahme des Masseanschlusses bestimmt.

Für den AM-Tastkopf wird ein 25-pF-Trimmer (Valvo „C 005 AA/25E“) verwendet, während sich für die 6- und 10,7-MHz-Ausführung ein 6-pF-Trimmer (Valvo „C 005 AA 6E4“) eignet. Da hierbei die Kopplungskapazität erheblich kleiner sein kann und die Streukapazitäten C1 und C2 im Verhältnis zur Abstimmkapazität schon recht groß sind, sollte man die Halterung der Kopplungskapazität und diese selbst etwas schlanker ausführen.

Als Keramikkörper 9 mit Innenelektrode verwendet man für die AM-Ausführung einen Valvo-Drahttrimmer „300 3 x 28 500 V“ und für die 6- und 10,7-MHz-Ausführung den Typ „25 2 x 22 500 V“. Bei dem Drahttrimmer entfernt man die äußere Elektrode durch Abziehen des Drahtes und klebt den Keramikkörper in das Röhrchen 10 ein, nachdem dieses an den Rotoranschluß des Abstimmtrimmers gelötet wurde.

### 2.2. Hinweise zur Anfertigung

Im Bild 7 sind die Maßzeichnungen der anzufertigenden Einzelteile dargestellt. Das Gehäuse besteht aus zwei Profilschalen 1 und 2. Jede Schale erhält an den Stirnseiten je zwei M3-Bohrungen, in die die Schrauben zur Halterung der Deckel 3 und 4 geschraubt werden. Im selben Bild sind außerdem die Hülse 6, die Antriebs Scheibe 5, die Zentrierbuchse 11 sowie das Röhrchen 10 für die Kopplungskapazität dargestellt.

Bei der Montage wird zunächst der Rotor des Trimmers 7 entfernt und mit der Antriebs Scheibe 5 versehen. Da man Teflon nicht kleben kann, müssen die Bohrungen so passend gedreht werden, daß sich die Antriebs Scheibe haftend auf den Rotor schieben läßt. Zur Einstellung des Drehmoments ist das Kreissegment des Rotors etwas nach außen zu drücken, damit er leicht, aber ohne Spiel auf dem Stator bewegt werden kann. Dann wird der Rotor wieder auf den Gewindebolzen geschraubt und die Stirnseite des Bolzens mit einer Löffelnaht versehen.

Den Zusammenbau der einzelnen Teile kann man aus Bild 6 entnehmen. Dabei muß besonders darauf geachtet werden, daß zunächst der Außenbelag der Kopplungskapazität (das Röhrchen 10) an den Trimmeranschluß gelötet und dann erst der Keramikkörper 9 eingeklebt wird. Anschließend läßt sich die Hülse 6 mit dem Isolierstück 11 über die Kopplungskapazität schieben und anschrauben.

Für die Spule L verwendet man einen Valvo-Schalenkern „P 18/11“ mit Dreikammerkörper. Die Wicklung hat die Windungszahlen  $w_1 = 22$  Wdg und  $w_2 = 47,5$  Wdg. Dieses Windungszahlenverhältnis ergibt eine Abschwächung von  $1/\sqrt{10}$ . Wird ein Abschwächungsfaktor von  $1/10$  gewünscht, dann sind die Windungszahlen  $w_1 = 7$  Wdg und  $w_2 = 63$  Wdg zu wählen. Mit den zuerst genannten Werten ergab sich beim Mustergerät eine Frequenzvariation von etwa 430...580 kHz. Für die Feinauflösung der Abstimmung in kHz/mm Abstimmweg, bezogen auf den Umfang der Antriebs Scheibe, erhält man einen Wert von 1 kHz/1,5 mm

Diese Auflösung ist fein genug, um bequem auf Maximum nachstimmen zu können. Sie läßt sich aber noch dadurch steigern, daß man die Kapazitätsvariation des Trimmers durch Parallelschaltung eines Kondensators einreicht. Die in der Musterausführung erreichte Frequenzvariation hat aber den Vorteil, daß man damit auch noch Hochfrequenzspannungen der Vorkreise am langwelligen Ende des Mittelwellenbereichs messen kann.

Grundsätzlich ist der beschriebene selektive Meßkopf für Breitbandvoltmeter, z. B. „PM 2453“, bestimmt. Man kann ihn aber auch für Gleichspannungsvoltmeter verwenden, wenn man in ihm nach Bild 8 eine Diodenschaltung unterbringt. Hierbei wird man zweckmäßigerweise einen Kompromiß schließen zwischen der Forderung, die Dioden mit möglichst hohen Spannungen zu betreiben, und der Tatsache, die Eingangsimpedanz der Gleichrichteranord-

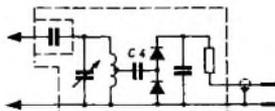


Bild 8. Schaltung eines Meßkopfes mit Gleichrichter

nung berücksichtigen zu müssen. Im Bild 8 ist eine Spannungsverdopplerschaltung angegeben, die über den Kopplungskondensator C4 gespeist wird.

### 3. Anwendung des Meßkopfes

Die Anwendung des Meßkopfes ist unproblematisch. Man verbindet den Masseanschluß mit der Masse in unmittelbarer Nähe der Meßstelle und tastet die Meßstelle an. Durch Betätigung der Abstimmung des Kopfes wird auf maximale Anzeige eingestellt und der Spannungswert am Voltmeter abgelesen. Dieser Wert ist mit dem Abschwächungsfaktor des Kopfes zu multiplizieren, um den tatsächlichen Wert der Spannung an der betreffenden Meßstelle zu erhalten. Man muß allerdings darauf achten, daß der Zwischenfrequenzverstärker präzise abgeglichen ist. Da nämlich ein Fehlabgleich bei der Abstimmung des Meßkopfes korrigiert wird, würde der bestmögliche Wert gemessen werden, der infolge des Fehlabgleichs aber gar nicht vorhanden war.

Man kann den beschriebenen Meßkopf auch verwenden, um festzustellen, ob der Prüfling korrekt abgeglichen ist. Dazu wird zunächst der Meßkopf sehr lose an den Ausgang eines Prüfgenerators gekoppelt und auf die Sollfrequenz abgestimmt. Gibt man nun die Sollfrequenz auf den Eingang des Prüflings und tastet ohne Veränderung der Abstimmung des Meßkopfes die heißen Potentiale nacheinander ab, so muß sich in jedem Fall eine annähernd maximale Anzeige ergeben. Allerdings haben die Streukapazitäten C1 und C2 eine geringfügige Veränderung der Resonanzfrequenz des angetasteten Kreises zur Folge. Die notwendige Verstellung des Meßschwingkreises ist aber verschwindend klein und kann daher unberücksichtigt bleiben. Kann man also bei nochmaligem Antasten aller Meßpunkte an einem Punkt durch Betätigung der Abstimmung des Meßkopfes eine erhebliche Steigerung des Maximums erreichen, so liegt hier eine Fehlabstimmung des angetasteten Schwingkreises vor. Aus der Größe und der Richtung der notwendigen Korrektur ist die Richtung und die Größe des Fehlers abschätzbar.

## Persönliches

### Auszeichnung für Prof. Sartorius

Professor Dr. Hans Sartorius, Leiter der Entwicklungsabteilung im Wernerwerk für Meßtechnik Karlsruhe der Siemens & Halske AG, wurde am 15. Juli 1966 im Karlsruher Rathaus im Rahmen eines Empfangs für die Fédération Nationale des Anciens Elèves des Enseignements Techniques et Professionnels die Insignien des französischen „Verdienstordens für Forschung und Erfindung“ überreicht. Vorausgegangen war am 15. Juni 1966 die offizielle Promotion durch das Ordenskapitel und die Erhebung zum Ritter des „Ordre du Mérite pour la Recherche et l'Invention“.

Hans Sartorius promovierte 1946 an der TH Stuttgart zum Doktor-Ingenieur. In Fachkreisen ist er vor allem auch durch das von ihm zusammen mit Dr. R. Oldenbourg vertriebene Buch „Dynamik selbsttätiger Regelungen“ bekanntgeworden. An der Technischen Hochschule Hannover liest er als Honorar-Professor speziell über Theorie der Ablastsysteme (Z-Transformation-Theorie).

### G. Schmidt vierzigjähriges Dienstjubiläum

Am 1. September 1966 beging Gerhard A. M. Schmidt, der Senior der Electroacoustic GmbH (Elac), Kiel, sein vierzigjähriges Geschäftsführerjubiläum. 1926 war er Mitbegründer der Elac, die aus der Signalgesellschaft mbH, der deutschen Pianierfirma aus dem Gebiet der Anwendung des Wasserschalls, hervorging. Als verantwortlicher Geschäftsführer-Geschäftsführer hatte er entscheidenden Anteil an der Entwicklung und dem Aufstieg des Unternehmens.

1951 verlieh die Christian-Albrechts-Universität in Kiel dem jetzt 63jährigen für seine Verdienste die Würde eines Ehrenbürgers. Gerhard Schmidt ist Träger des Großen Verdienstkreuzes des Verdienstordens der Bundesrepublik.

Trotz seines hohen Alters stellt der Jubilar auch heute noch seine reichen Erfahrungen der Elac zur Verfügung.

### E. Christian stellvertretender Vorsitzender des VDI

Dr.-Ing. Erich Christian, Berlin, wurde vom Vorstandsrat des Vereins Deutscher Ingenieure für die Dauer von drei Jahren zum stellvertretenden Vorsitzenden des VDI gewählt.

Dr. Christian, bis vor kurzer Zeit Direktor der Daimler Benz AG, Werk Berlin-Mariefelde, ist der Vorsitzende des Berliner Bezirksvereins des VDI. Er wurde Nachfolger des vor wenigen Wochen verstorbenen stellvertretenden Vorsitzenden des VDI, Dipl.-Ing. Boden (Vizepräsident der Bundesbahndirektion Hannover). Vorsitzender des VDI ist Dr.-Ing. Karl Schöff, Essen.

### H. Krüger

#### 25 Jahre beim Rundfunk

Am 1. August 1966 konnte Oberingenieur Helmut Krüger, Leiter der Hauptabteilung Hörfunk-Betriebstechnik beim SFB, auf eine 25jährige Arbeit für den Rundfunk zurückblicken. 1941 kam er als Ingenieur zur damaligen Reichsrundfunkgesellschaft. Dort war er später als Leiter der Probenabteilung im Haus des Rundfunks tätig. Bereits 1942 wirkte er bei stereophonen Aufnahmen mit.

Als der SFB als erster deutscher Sender mit vielen Versuchsendungen und ab 1963 mit der Aufnahme von normalen Sendungen nach dem Pilotverfahren die Rundfunk-Stereophonie in Deutschland ganz entscheidend förderte, konnte er dabei mit auf die Erfahrungen von H. Krüger zurückgreifen. Unermüdet war der Jubilar bestrebt, die Möglichkeiten der Technik für die Produktion von Stereo-Sendungen einzusetzen; das ist auch heute noch eine seiner liebsten Aufgaben.

### Ernennungen von Vertriebsleitern bei der SGS-Fairchild

Mit Wirkung vom 1. 7. 1966 wurden von der SGS-Fairchild GmbH, Stuttgart, Ing. H. Escherer zum Leiter des Technischen Vertriebs und Ing. M. Conrad zum Vertriebsleiter für Deutschland ernannt. Beide Herren unterstehen direkt dem Geschäftsführer und Verkaufsleiter der Firma, Dipl.-Ing. G. Badewitz.

## Vidicon-Fernsehkamera »Caramant«

Für die Fernsehaufnahme im industriell-kommerziellen Bereich sind sogenannte Industrie-Fernsehanlagen üblich. Sie bewähren sich für die verschiedensten Anwendungen von der Unterwasserbeobachtung bis zur Verkehrsüberwachung. Allerdings sind die Kosten entsprechend hoch. Eine preisgünstige Lösung, die auch den Einsatz im Kleinbetrieb, beim Handel, in Servicewerkstätten mit vielen Arbeitsplätzen oder an anderen Stellen ermöglicht, bietet die als Bausatz oder betriebsfertig lieferbare Fernseh-Kom-



Bild 1. Vidicon-Fernsehkamera auf Stativ

pakt-Kamera (Bild 1) der Firma Caramant, Wiesbaden. Da gedruckte und bestückte Schaltungsplatten verwendet werden und alle Bauteile einschließlich Gehäuse im Bausatz enthalten sind, ist der Selbstbau einfach.

### Einfache Bildübertragung

Es ist ein besonderer Vorzug, daß man außer der Fernsehkamera nur einen Fernsehempfänger nach CCIR zur Bildübertragung benötigt. Die Fernsehkamera wird an das Lichtnetz angeschlossen und über ein entsprechend langes Kabel über einen Anpassungstransformator mit dem Antenneneingang des Fernsehempfängers verbunden (Bild 2). Der Bildinhalt moduliert einen HF-Träger im VHF-Bereich, der im Kurzschlußverfahren über das Verbindungskabel zum Antenneneingang des verwendeten Fernsehempfängers gelangt. Die für Dauerbetrieb geeignete Kamera hat einen Stromverbrauch von etwa 50 W.

Die Kamera läßt sich mit Fixoptiken verschiedener Brennweiten bestücken, aber auch mit einer Gummilinse. Die Optik ist auch während des Betriebes auf einfache Weise zu wechseln. Zum Aufstellen eignet sich ein stabiles Foto-stativ für 8 kg Gewichtslast; vorteilhafter ist ein Dreibeinstativ, das je nach Verwendungszweck auf Rollen läuft.

Ein Vorzug des verwendeten Vidicons ist die hohe Empfindlichkeit. Auch während der Dämmerung sind noch gute Aufnahmen möglich. In wenig ausgeleuchteten Räumen sollte man für brillante Bilder Kunstlicht geeigneter Art einsetzen.

### Schaltungseinzelheiten

Wie aus dem Blockschema (Bild 3) hervorgeht, besteht die Fernsehkamera aus dem Vidicon mit dem Ablenkspulensatz, dem Videoverstärker, der Modula-

torstufe, dem HF-Oszillator, ferner aus vertikaler und horizontaler Ablenkstufe, Synchronisierstufe und aus dem Netzteil.

Zur Vidiconeinheit gehören außer dem Vidicon die Befestigungsarmatur, der Kontakt der Signalplatte, die horizontalen und vertikalen Ablenkspulenpaare sowie die Fokussierspule. Im Videoverstärker sind zwei Röhren PCC 88 vorhanden. Sie verstärken die niedrige Vidiconsignalspannung ausreichend. Dabei werden im Videoverstärker Frequenzgang und Phasenlage korrigiert. Das Synchronisiersignal wird mit dem Videosignal in der Katode einer weiteren Verstärkerröhre gemischt.

Außerdem enthält der Videoverstärker noch die HF- und Modulatoreinheiten, entsprechend einer regulären Fernseh-

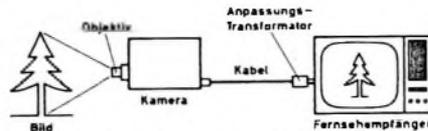


Bild 2. Prinzip der Bildübertragung

übertragung nach CCIR. Die hier erzeugte HF-Energie wird jedoch nicht von einem Antennensystem abgestrahlt, sondern über ein abgeschirmtes Kabel zum Fernsehempfänger geleitet. Der Modulator arbeitet mit einer Triode einer PCC 88. Dabei führt man dem Gitter dieses Systems das mit dem Synchroni-

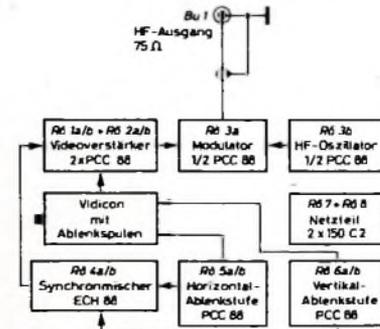
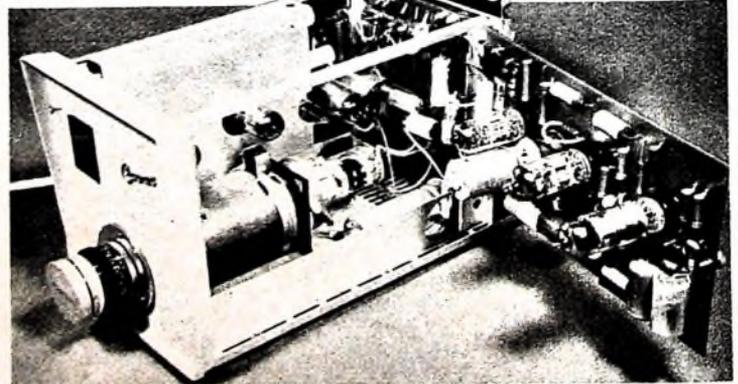


Bild 3. Blockschema des Aufbaus

Bild 4 (unten). Blick in die Fernsehkamera



siersignal gemischte Videosignal zu. Die an der Katode eingespeiste Trägerfrequenz wird in dieser Röhre durch das zusammengesetzte Videosignal bis zu einer Tiefe von 80% moduliert. Der HF-Oszillator ist mit dem zweiten Triodensystem der PCC 88 bestückt und liefert die zu modulierende Trägerfrequenz. Die im Oszillator verwendete Colpitts-Schaltung arbeitet auf Kanälen im Fernsehbereich I.

In der vertikalen Ablenkstufe wird gleichfalls eine PCC 88 verwendet. Dieser Stromkreis ist netzsynchronisiert und steuert die vertikale Ablenkung des Elektronenstrahles in der Fernsehaufnahmeröhre. Die Ablenkspannung läßt sich einstellen. Die horizontale Ablenkstufe enthält eine weitere PCC 88. Das eine Röhrensystem arbeitet als Zeilenfrequenzgenerator und erzeugt das 15 625-Hz-Signal für die Zeilenablenkspule. Der andere Röhrenteil liefert einen sägezahnförmigen Impuls für die horizontale Ablenkung des Elektronenstrahles im Vidicon.

Zum Austasten des Elektronenstrahles im Vidicon für die Dauer des Rücklaufes sorgt der Synchronisier- und Austaststromkreis. Er gibt die für das normgerechte CCIR-Videosignal notwendigen Synchronisiersignale ab. Schließlich liefert der Netzteil sämtliche Spannungen und Ströme für die einzelnen Stufen. Die Spannungen sind stabilisiert.

### Praktische Erfahrungen

Der Zusammenbau der Fernsehkamera mit Hilfe eines Bausatzes besteht vorwiegend aus der Montage der bestückten und gedruckten Schaltungsplatten (Bild 4) und der Herstellung der Zwischenverbindungen. Bei der Fernsehaufnahme sind die an der Rückseite des Kameragehäuses liegenden Regler für Strahlstrom, Signalplatte und elektrischen Fokus einzustellen. Bezüglich der Belichtungsverhältnisse besteht zwischen der Blende am Objektiv und dem Signalplattenregler an der Kamerarückseite ein enger Zusammenhang.

Mit dieser Fernsehkamera kann man beispielsweise den Verkehr beobachten oder im Schaufenster das Straßenbild mit den vorbeigehenden Personen sichtbar machen. Sie eignet sich ferner zum Vorführen verschiedener Artikel, die den Käufer ansprechen sollen und gleichzeitig auf mehreren Bildschirmen sichtbar werden. Auch die RMA-Testbildübertragung auf die Antennensteckdosen eines Servicebetriebes bietet Vorteile d.



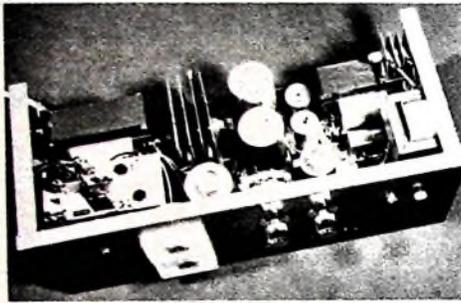


Bild 2. Gesamtansicht des Gerätes  
◀ bei abgenommenem Gehäuse

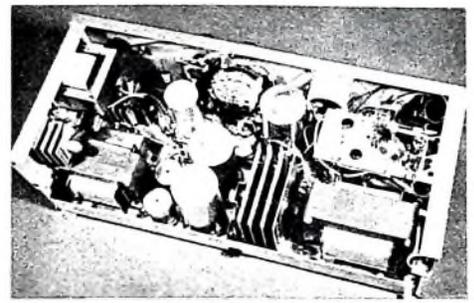


Bild 3. Rückansicht des betriebsfertigen Netzteils ▶

stieg am Kollektor von  $T_9$  wird über  $R_{16}$  auch die Schaltstufe  $T_{10}$  durchgesteuert, die die Basisspannung der Kaskade fast vollständig nach Masse kurzschließt und so  $T_1$  und  $T_2$  sperrt. In der Kollektorleitung von  $T_{10}$  liegt ein Relais  $A$  mit hoher Ansprechempfindlichkeit, das die Glühlampe  $La_2$  einschaltet, wenn die elektronische Sicherung anspricht. Wird das Netzgerät durch Rückstellung der Sicherung wieder betriebsbereit, dann fällt das Relais ab, und die Lampe erlischt. Die elektronische Sicherung kann in ihren ursprünglichen Zustand versetzt werden, wenn man den Schalter  $S_3$  schließt. Dabei wird die Basis-Emitter-Spannung von  $T_8$  kurzgeschlossen und der Transistor gesperrt. Dann steigt die Spannung an

„77 c“) untergebracht werden (Bilder 2 und 3). Allerdings ist ein Spezialchassis (Bild 4) notwendig, das den besonderen Anforderungen dieses Gerätes entspricht. Man stellt dieses Chassis aus 1,5 mm dickem verzinktem Stahlblech her, denn die Belastung durch schwere Bauteile (Transformatoren und Drosseln) ist verhältnismäßig groß. Die Anordnung der Einzelteile geht aus Bild 5 hervor. Ist das Chassis gebohrt und fertig bearbeitet, dann lötet man die Befestigungswinkel für die beiden Gleichrichter auf dem Chassis fest.  $F_5$  ist zweckmäßig die Frontplatte (Bild 6) zu bearbeiten, bevor man das unbestückte Chassis im Einschubrahmen festschraubt. Dann montiert man die Einzelteile an der Frontplatte. Der Schalter  $S_2$  hat insge-

durch Abstandsringe aus Isolierstoff vom Transistorgehäuse isoliert werden. Die Drossel  $Dr_2$  wird über dem zugehörigen Gleichrichter  $Gl_2$  an die Seitenwand geschraubt. Der Gleichrichter  $Gl_3$  ist über dem Transformator  $Tr_2$  ebenfalls an der Seitenwand befestigt. Auf der anderen Seite – über der Drossel  $Dr_1$  – montiert man die Montageplatte mit der Regelschaltung und der elektronischen Sicherung an einem Winkel. Dieser Winkel wird waagrecht an die rechte Seitenwand (35 mm von der Frontplatte und 38 mm vom oberen Rand dieser Seitenwand des Einschubs entfernt) gelötet.

Die Zenerdiode  $D_2$  (ZL 6) befestigt man isoliert auf dem Falz an der Seitenwand neben dem Transformator  $Tr_1$ . Neben dem Winkel ist die Zenerdiode  $D_3$  (ZLk) mit einer Kühltülle ebenfalls an die Seitenwand geschraubt. Zum Anschluß der Dioden wird zwischen ihnen ein Lotbaum mit drei Lotfahnen angeschraubt. Für die Schraubkappe des Sicherungselements ist in die Rückwand ein Loch mit 13 mm  $\varnothing$  zu bohren.

Aus Stabilitätsgründen besteht die Montageplatte für die Regelschaltung aus zwei aufeinandergeleimten Resopalbletchen mit den Abmessungen 112 mm  $\times$  55 mm  $\times$  1,5 mm. Die Anordnung der Einzelteile und der 30 mm hohen Kühlbleche aus 0,75 mm dickem Kupferblech zeigt Bild 7. Die Anschlüsse der Bauelemente werden durch entsprechende Bohrungen in den Blechchen geführt und unten in Art einer gedruckten Schaltung verdrahtet. Die Verdrahtung ist ohne Leitungskreuzungen

Bild 4. Biegeschema mit Seitenansicht des fertigen Blechchassis

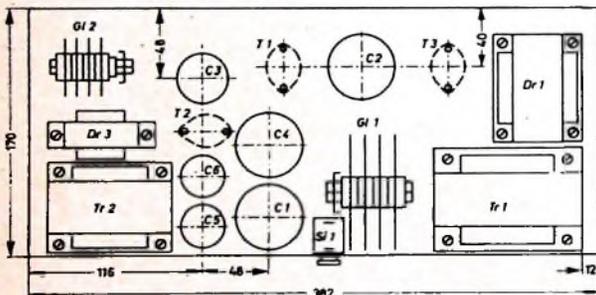
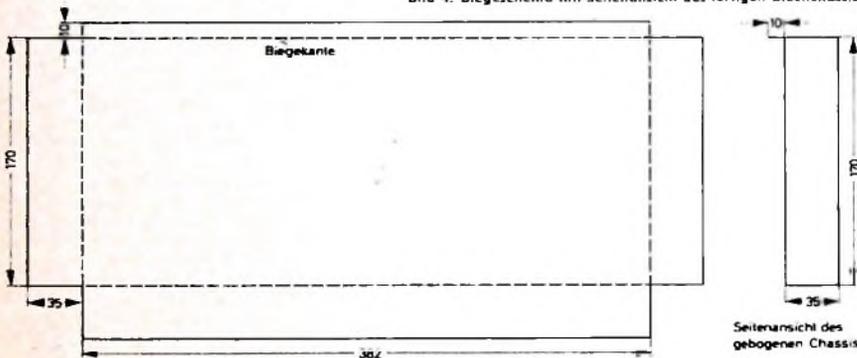


Bild 5. Anordnung der Einzelteile auf dem Chassis

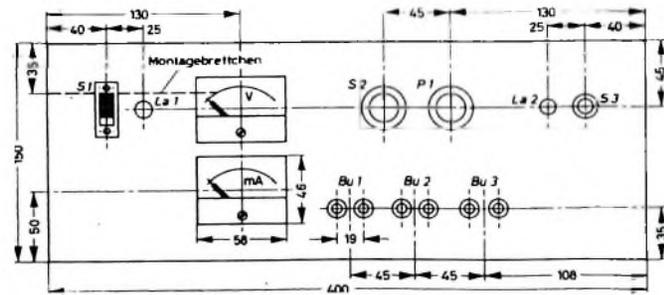


Bild 6. Einzelteilanordnung an der Frontplatte

Basis von  $T_9$  wieder an, und dieser führt Strom. Am Kollektor von  $T_9$  sinkt die Spannung, und  $T_8$  bleibt daher auch nach dem Loslassen von  $S_3$  gesperrt.  $T_{10}$  wird ebenfalls gesperrt, so daß sich die Kaskade wieder regeln läßt.

## 2. Mechanischer Aufbau

Das Netzgerät konnte in einem handelsüblichen Stahlblechgehäuse (Leistner

samt vier parallel betätigte Schaltkontakte, die vor der Montage parallel zu schalten sind, damit der hohe Strom den Schalter nicht beschädigt.

Anschließend bestückt man das Chassis. Bei der Montage der Transistoren  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_3$  muß darauf geachtet werden, daß zwischen Transistorgehäuse und Chassisblech ein Glimmerscheibchen gelegt wird und die Befestigungsschrauben

möglich. Die Anschlüsse der Platte sind an Lotösen geführt.

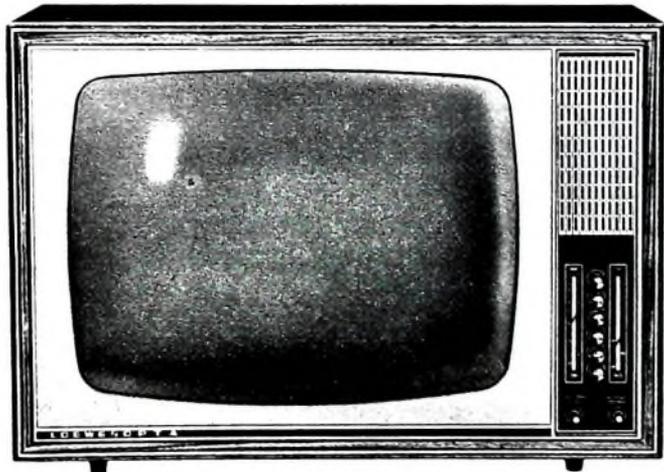
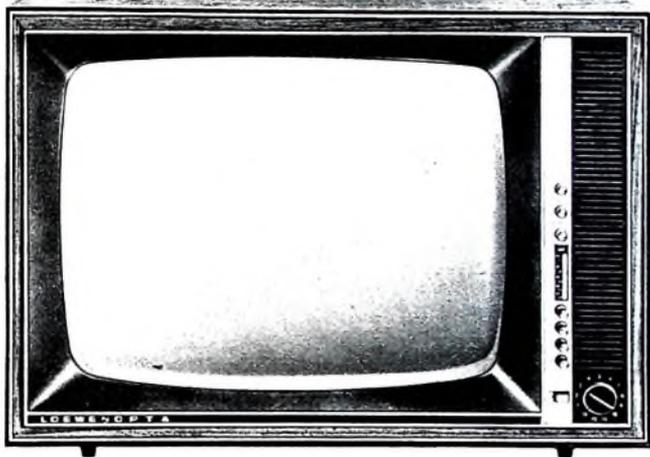
Die beiden Kontrolllampchen werden mit isoliertem Draht befestigt, der in ihr Gewinde gewickelt wird. Der Draht der Netzkontrolllampe ist an der oberen Befestigungsschraube des Netzschalters  $S_1$ , der Haltdraht der Sicherungskontrolllampe in einer Anschlußklemme von  $S_3$  festzuklemmen.

# Gute Qualität reift bereits am Zeichentisch



Keiner kann das besser beurteilen als Sie. Sie kennen die Wechselwirkung von Servicefreundlichkeit und Zuverlässigkeit. In Ihren Händen zeigt sich, ob ein Gerät hält, was man sich aufgrund des Aussehens verspricht, ob man schnell und ohne „Akrobatik“ an jeden beliebigen Meßpunkt kommt. LOEWE OPTA legt seit jeher größten Wert auf die klare Konzeption der Konstruktion und die übersichtliche Gliederung aller elektronischen Bauelemente. **Sprichwörtliche Zuverlässigkeit**, die der Fachhandel ebenso durch ein hohes Maß an Vertrauen honoriert wie Herr, Frau und Fräulein Jedermann, das ist das sichtbare Zeichen für dieses Bemühen, das ist das Zeichen, das beispielsweise auch für die Bestseller ATLAS und ATOS charakteristisch ist.

ATLAS • Best.-Nr. 73041 • Festpreis DM 768,-



ATOS • Best.-Nr. 83051 • Festpreis DM 798,-

BERLIN/WEST  
KRONACH/BAYERN  
DÜSSELDORF

**LOEWE**  **OPTA**



Bild 7. Montage der Bauteile der Regelschaltung auf der Isolierstoffplatte

### 3. Herstellung der Netzdröseln und Shuntwiderstände

Da die Netzdröseln Spezialausführungen für hohe Ströme und daher nicht käuflich sind, muß man sie selbst wickeln. Dazu benötigt man etwa 40 m 1,5-mm-Kupferlackdraht für die Dröseln Dr 1 und Dr 2 sowie etwa 30 m Kupferlackdraht von 0,4 mm  $\phi$  für Dr 3. Beim Wickeln des Lackdrahtes auf die Körper ist darauf zu achten, daß die Windungen sauber nebeneinanderliegen und daß die Wicklung sehr fest auf den Körper gezogen wird. Diese Maßnahme ist bei den Dröseln Dr 1 und Dr 2 besonders wichtig, denn sie verhindert ein Schwingen der Windungen bei hohen Stromstärken. Ist die Wicklung fertiggestellt, dann fixiert man die letzte Windung mit Bindfaden und bandagiert dann die Wicklung mit starkem Leinwandgewebe, das mit „UHU-Hart“ verklebt wird. Anschließend setzt man den Kern in den Körper ein. Dabei ist darauf zu achten, daß die Bleche gleichseitig geschichtet werden. In Tab. I sind die Wickelraten der Netzdröseln zusammengestellt.

Tab. I. Wickelraten der Netzdröseln

	Kern	Windungszahl	Draht	Gleichstromwiderstand
Dr 1	M 74/32	2 x 90 <sup>1)</sup>	1,5 mm CuL	0,09 Ohm
Dr 2	E1 60/30	70	1,5 mm CuL	0,12 Ohm
Dr 3	E1 48/18	250	0,4 mm CuL	2,9 Ohm

<sup>1)</sup> zweifädig gewickelt

Die Shuntwiderstände für das Meßwerk erweitern den Meßbereich auf 1, 2,5 und 10 A. Der Widerstand R 21 für den 1-A-Meßbereich muß aus zwei 1,13 m langen CuL-Drähten mit 0,4 mm  $\phi$  gefertigt werden. Die Drähte wickelt man auf einen Isolierkörper (etwa 8 mm  $\phi$ ). Der Shunt für 2,5 A (R 20) besteht aus 1 mm dickem Kupferdraht von 1,14 m Länge. Für R 19 verwendet man NYA 1,5 mm<sup>2</sup> (Länge etwa 51 cm). R 19 und R 20 werden freitragend mit einem Durchmesser von 13 mm gewickelt und direkt zwischen den Meßbereichschalter S 2 und die Ausgangsbuchsen gelötet.

### 4. Inbetriebnahme und Abgleich

Zunächst kontrolliert man die Verdrahtung auf eventuelle Fehler. Dann schaltet man das Gerät ein. Das Voltmeter muß eine Spannung von etwa 1 V anzeigen,

da die elektronische Sicherung beim Einschalten infolge des Ladestroms von C 2 anspricht. Betätigt man S 3, dann wird das Gerät einsatzbereit, und die Ausgangsspannung muß sich mit P 1 von 1,5... 15 V regeln lassen. Das Amperemeter darf im Leerlauf nur einen Strom von 15 mA anzeigen, der über Dr 4, P 1 und R 18 fließt. Nun schaltet man an den Ausgang des Netzteils als Belastung ein Potentiometer mit etwa 5 Ohm Widerstand und 100 W Belastbarkeit. Diesen Regelwiderstand stellt man zuerst auf 5 Ohm und regelt die Ausgangsspannung auf den Maximalwert. Dann verringert man den Widerstand, bis das Amperemeter auf dem 10-A-Meßbereich 7 A anzeigt. Dies ist der zulässige Höchststrom.

Zum Abgleich der elektronischen Sicherung, deren Ansprechschwelle bei 7 A liegen muß, stellt man den Widerstand R 11 zunächst ungefähr auf seinen Mittelwert. Dann wird der Schleifer von R 10 (von Minus her) hochgedreht, bis die Sicherung das Gerät sperrt. Nun dreht man den Ausgangsspannungsregler zurück, betätigt S 3 und regelt die Ausgangsspannung

gerweise mit einem zusätzlichen Vielfachinstrument, denn wegen der unvermeidbaren Toleranzen bei der Herstellung der Shunts wird das eingebaute Instrument normalerweise etwas mehr Strom anzeigen, als tatsächlich fließt. Der Abgleich der Shunts sollte etwa bei Vollausschlag der beiden Instrumente erfolgen, da hier die Meßgenauigkeit am größten ist.

### 5. Prüfergebnisse

Der Innenwiderstand des Netzgerätes ist zwar sehr gering, aber nicht unabhängig von der Ausgangsspannung und der Belastung. Bild 8 veranschaulicht den Verlauf des Innenwiderstandes in Abhängigkeit von der Spannung und der Belastung. Es fällt auf, daß die Kurve für 15 V Ausgangsspannung einen großen Abstand zu den anderen Kennlinien hat. Das liegt daran, daß hier die Grenze der Regelfähigkeit der Kaskade liegt und bei Vollast die Stromquelle bis zum zulässigen Wert belastet wird. Daher ist die Regelreserve nicht mehr so groß wie bei 14 V, und es erhöht sich zwangsläufig der Innenwiderstand.

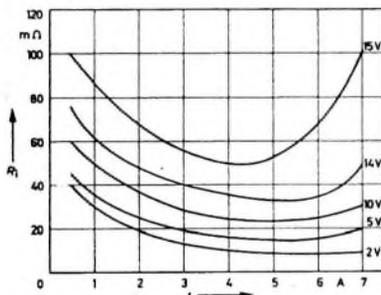


Bild 8. Verlauf des Innenwiderstandes in Abhängigkeit von Spannungsgröße und Belastung

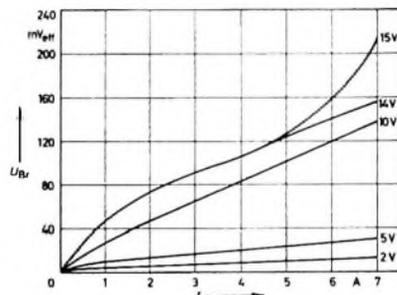


Bild 9. Abhängigkeit der Brummspannung von Ausgangsspannung und Ausgangsstrom

wieder hoch. Die Ansprechschwelle wird jetzt etwas unter 7 A liegen, und man muß R 10 daher um einen geringen Betrag zurückerdrehen. Dies wird 2- bis 3mal wiederholt, bis der Wert von 7 A ungefähr erreicht ist. Eine exakte Feineinstellung ist anschließend mit R 11 möglich. Den Ausgangsstrom mißt man hierbei zweckmäßigerweise

Aus Bild 9, das die Abhängigkeit der Brummspannung von Ausgangsspannung und Ausgangsstrom zeigt, ist ersichtlich, daß bei der Grenzbelastung von 15 V und 7 A auch die Brummspannung verhältnismäßig stark ansteigt. Unterhalb 4,5 A ist das Brummen bei 14 V und bei 15 V gleich groß.

## Neue Bücher

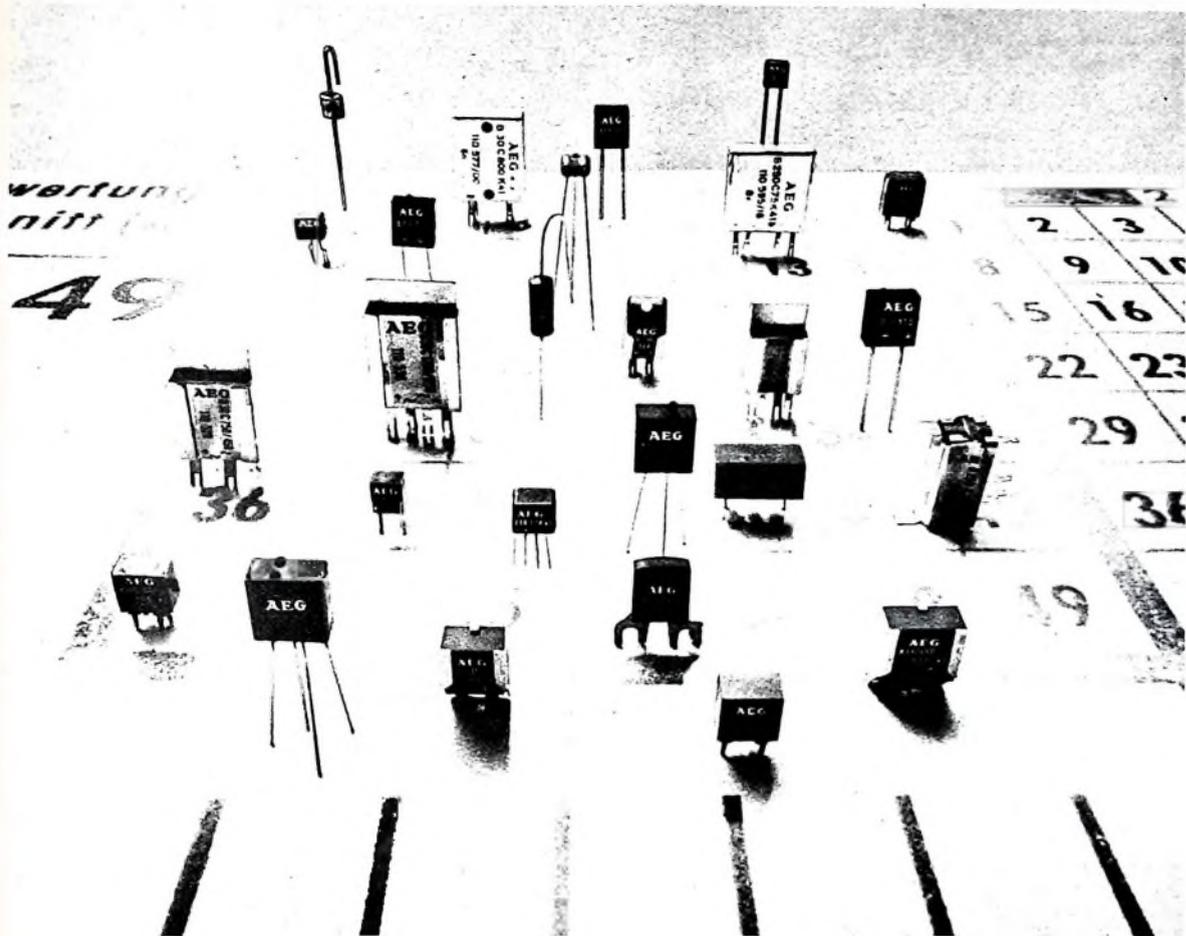
Mikrowellen - Grundlagen und Anwendungen der Höchstfrequenztechnik, Von H. H. Klingger, Berlin-Borsigwalde 1966, Verlag für Radio-Foto-Klimatechnik GmbH, 223 S., m 127 B., DIN A 5, Preis in Ganzl. 26,- DM

Tendenzen zur Anwendung immer kürzerer Wellen sind unverkennbar. Mikrowellen (Dezimeter-, Zentimeter- und Millimeterwellen) haben heute mehr und mehr an Bedeutung gewonnen. Nicht nur auf der gerätetechnischen Seite, sondern auch hinsichtlich der im Mikrowellenbereich eigentümlichen physikalischen Vorgänge unterscheidet sich dieser Wellenbereich jedoch wesentlich von der Technik in den konventionellen Wellenbereichen. Das Umlernen ist nicht immer leicht. Das vorliegende Buch bringt nun auf anschaulicher Basis eine Einführung in die Physik und Technik der Mikrowellen. In leichtverständlicher geschriebener Form wendet es sich an einen Leserkreis, der mit den elementaren Grundlagen der Physik und der Elektronik vertraut ist, vermeldet jedoch betont mathematische Anforderungen.

Einleitend werden Resonatoren und die Fortleitung von Mikrowellen in Wellenleitern be-

handelt. Der folgende Abschnitt über Verstärker und Generatoren berücksichtigt die Verwendung von Trioden, Klystrons, Wanderfeldröhren, Rückwärtswellenröhren, Magnetfeldröhren, Generatorröhren mit strahlenden Elektronen, harmonischen Generatoren, parametrischen Verstärkern, Masern und Lasern. Die für drahtlose Mikrowellenverbindungen üblichen Antennen und Reflektoren sind anschließend beschrieben.

Den zahlreichen Anwendungen der Mikrowellen ist der Hauptteil des Buches vorbehalten. Bei der Nachrichtenübertragung mit Höchstfrequenzen wird dabei beispielsweise außer auf terrestrische Richtfunkstrecken auch auf den Weltraumfunk und auf planetarische Richtfunkverbindungen eingegangen. Weitere Hauptabschnitte über Anwendungen sind Radar, Radioastronomie, Mikrowellenspektroskopie, Paramagnetische Resonanz, Anomale Dispersion und Absorption von Flüssigkeiten; Plasmadiagnostik; Industrielle, medizinische und biologische Anwendungen. Abschließend werden die Meßverfahren der Höchstfrequenztechnik besprochen und wichtige Schrifttumshinweise aus dem Gesamtgebiet gegeben.



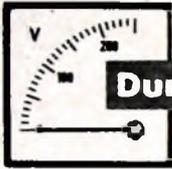
**26 Richtige!**  
**(Falls Sie auf AEG-Kleingleichrichter**  
**tippen.)**



Aber vielleicht brauchen Sie den richtigen siebenundzwanzigsten? Auch den haben wir. Wenn nicht: wir stellen ihn für Sie her. Unser Halbleiterwerk Belecke (eine der Spezialfabriken des Fachbereichs Messen – Steuern – Regeln) hat ein umfangreiches Fertigungsprogramm auf dem Gebiet der Halbleiter-Gleichrichter. Denn speziell von Kleingleichrichtern in Selen- oder Siliziumbauweise wird heute sehr viel verlangt: Hoher Wirkungsgrad, gute Sperrfähigkeit, Überlastbarkeit sind mit kompakter Bauweise und geringen Dimensionen zu vereinen. Auch die unterschiedlichsten Bauformen (Säulenbauweise, Stab- oder Flachformen, Kunststoff-, Alumi-

nium-, Metall- und Kaltgehäuse mit verschiedenen Sockelausführungen und Anschlußmöglichkeiten) spielen eine große Rolle in der Schwachstromtechnik. AEG-Kleingleichrichter erfüllen zuverlässig diese – und noch speziellere Bedingungen. Fragen Sie bitte das nächste AEG-Büro oder verlangen Sie den Spezialkatalog vom AEG-Fachgebiet Halbleiter, 4785 Belecke, Postfach 160

messen steuern regeln  
**automation**



## Durch Messen zum Wissen

P. ALTMANN

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd 21 (1966) Nr. 16, S. 597

Wir haben nun die wichtigsten Messungen bei Gleichstrom, bei Niederfrequenz und bei Hochfrequenz kennengelernt und konnten uns durch einfache Versuche davon überzeugen, daß man schon mit verhältnismäßig wenig Mitteln recht interessante und aufschlußreiche Messungen durchführen kann. Der folgende letzte Hauptabschnitt dieser Beitragsreihe soll Anwendungen der Grundmessungen an fertigen Geräten zeigen.

### 5. Häufige Messungen an radiotechnischen und elektronischen Geräten

Messungen sind vor allem dann interessant, aufschlußreich und nutzbringend, wenn man sie an fertigen radiotechnischen und elektronischen Geräten der Praxis durchführt. Dazu muß man die Meß-Grundschaltungen kennen, die in den vorhergehenden Abschnitten besprochen wurden. Es ist dann nicht mehr schwer, mit Verstand Messungen an kompletten Geräten durchzuführen. Davon soll in diesem Hauptabschnitt die Rede sein. Wir setzen dabei das Vorhandensein eines Rundfunkempfängers, eines Plattenspielers, eines Mikrofons und eines Lautsprechers voraus. Von Messungen an Tonband- und Fernsehgeräten wollen wir absehen, weil sie nicht jedem zur Verfügung stehen und weil man an ihnen bei ungeschickter Handhabung manches verderben kann. Auch ist die Hochspannung, die in Fernsehgeräten auftritt, für den weniger Erfahrenen nicht ungefährlich, so daß wir dieses Risiko ausschalten wollen. Indessen bietet bereits ein Rundfunkempfänger so zahlreiche Möglichkeiten für Messungen der verschiedensten Art, daß man daraus sehr viel lernen kann.

#### 5.1 Messungen an Rundfunkempfängern

In einem Rundfunkempfänger kommen Gleichspannungen und Gleichströme, niederfrequente Ströme und Spannungen sowie hochfrequente Spannungen und Ströme mit den verschiedensten Spannungswerten und Frequenzen vor. Man muß daher wissen, welche Meßmethode zweckmäßig ist, wenn man beispielsweise Untersuchungen im Hochfrequenz- oder Mischteil, hinter dem Demodulator oder im Netzteil durchführen möchte. Alle Hinweise dazu sind in den früheren Abschnitten enthalten.

##### 5.1.1. Messungen am Netzteil

Wir wollen uns zunächst mit Messungen am Netzteil befassen, an dem vor allem die auftretenden Gleichspannungen und Gleichströme interessieren. Bild 73 zeigt einen Netzteil, wie wir ihn in moderneren Geräten gewöhnlich vorfinden. In die Schaltung sind

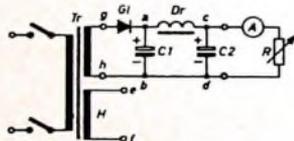


Bild 73. Messungen an einem Netzgerät

verschiedene Meßpunkte eingetragen, an denen Spannungsmessungen möglich sind. Zunächst denken wir uns den Netzteil im Leerlauf, das heißt den Widerstand  $R$  abgeschaltet. Man erreicht das in einem Radiogerät dadurch, daß man nur die vor der Siebdrossel  $Dr$  zum Anschluß  $c$  des Kondensators  $C2$  führende Leitung an  $c$  angelötet läßt, alle anderen Leitungen jedoch von  $c$  abtrennt. Dann wird der Netzteil nicht belastet. Legt man nun an die Klemmen  $a$  und  $b$  ein Gleichspannungsvoltmeter (Meßbereich etwa 300 V), so wird man dort die Leerlaufspannung messen, die praktisch mit der Spannung an  $c-d$  identisch ist.

Da kein Belastungsstrom fließt, kann auch am Gleichstromwiderstand der Drossel kein Spannungsabfall auftreten, und die Spannungen sind annähernd gleich.

Wir schalten nun unser Meßinstrument auf Wechselspannung um und legen der Sicherheit halber in eine Leitung zum Instrument einen durchschlagsicheren (Betriebsspannung 500 V<sub>~</sub>) Kondensator von etwa 1  $\mu$ F (keinen Elektrolytkondensator!) Dieser Kondensator hat nur den Zweck, jede Gleichspannungskomponente vom Meßinstrument fernzuhalten. Wenn wir das Meßinstrument (vorerst ebenfalls auf 300 V geschaltet) einschalten, dann wird der Zeiger zunächst schnell ausschlagen, um jedoch bald auf Null abzufallen. Schalten wir jetzt stufenweise kleinere Meßbereiche des auf Wechselspannung gestellten Vielfachinstrumentes ein, so werden wir zwischen  $a$  und  $b$  eine verhältnismäßig niedrige Wechselspannung messen; die Wechselspannung an  $c-d$  wird jedoch nicht mehr meßbar sein. Die an  $C1$  liegende Wechselspannung entspricht der restlichen Brummspannung im unbelasteten Zustand, die durch  $Dr, C2$  im allgemeinen im Leerlauf gänzlich unterdrückt wird (Sie ist wenigstens mit normalen Instrumenten nicht mehr meßbar).

Jetzt schalten wir wieder einen größeren Meßbereich ein und belasten den Gleichrichter durch Parallelschalten des Widerstandes  $R$ , den wir anfänglich zu etwa 20 k $\Omega$  wählen. Der Widerstand muß der Belastung gewachsen sein; man nimmt zweckmäßigerweise eine große Ausführung mit einer Belastbarkeit von etwa 10 W. Sofort nach dem Einschalten werden wir feststellen, daß die Brummspannung zwischen  $a$  und  $b$  erheblich angestiegen ist und um so höher wird, je kleiner wir  $R$ , je größer wir also die Belastung des Gleichrichters machen. Auch zwischen  $c$  und  $d$  werden wir allmählich eine niedrige restliche Brummspannung messen können.

Es ist interessant, die Abhängigkeit der Brummspannung von der Gleichstrombelastung, die mit dem Instrument  $A$  gemessen wird, punktuell aufzunehmen und die Kurve zu zeichnen; die dann den Verlauf der Brummspannung in Abhängigkeit von der Belastung darstellt. Gleichzeitig können wir auch die Gleichspannung zwischen den Punkten  $c$  und  $d$  messen, die mit zunehmender Belastung immer weiter abfällt. Wir erhalten dann die Belastungskennlinie, die die Gleichspannung als Funktion des Belastungsgleichstroms zeigt und können daraus den Innenwiderstand des Netzgerätes leicht errechnen.

Schließlich können wir noch die Wechselspannungen zwischen  $g$  und  $h$  sowie zwischen  $e$  und  $f$  messen. Messen wir diese Wechselspannungen ebenfalls in Abhängigkeit von der Belastung, so erhalten wir denjenigen Anteil des Innenwiderstandes des Netzgerätes, den der Transformator verursacht. Er ist natürlich kleiner als der gesamte Innenwiderstand des Netzgerätes, denn die Spannungsabfälle an der Drossel, am Gleichrichter usw. werden bei der Wechselspannungsmessung nicht berücksichtigt.

Gegebenenfalls können wir noch den Heizstrom messen, der von der Wicklung  $H$  geliefert wird. Man schaltet dazu einen Strommesser zwischen einen Anschlußpunkt der Wicklung und die davon abgehenden Leitungen. Da die Ströme erheblich sind, muß man an dieser Stelle ein Instrument mit sehr kleinem Innenwiderstand verwenden; sonst ergeben sich Fehlmessungen, insbesondere da der Widerstand der Heizfäden temperaturabhängig ist. Man begnügt sich daher gewöhnlich mit der Messung der Heizspannung zwischen  $e$  und  $f$ .

In Netzanschlußgeräten ist schließlich noch der Einfluß der Größe des Lade- und des Siebkondensators interessant. Wenn es möglich ist, schalten wir einmal die vorhandenen Kondensatoren  $C1$  und  $C2$  ab und ersetzen sie durch solche mit kleineren oder größeren Werten. Die beschriebenen Messungen werden dann wiederum durchgeführt, und man wird sehen, daß besonders  $C1$  einen großen Einfluß auf den Gleichstrom-Innenwiderstand des Netzgerätes und auf die Höhe der auftretenden Brummspannung hat.

Die bei den beschriebenen Messungen auftretenden Meßfehler sind im allgemeinen gering. Bei der Strommessung ist der Widerstand  $R$  einerseits stets groß gegenüber dem Innenwiderstand des Instrumentes  $A$ , so daß die Einschaltung des Instrumentes

auch für Überlastete



Das Heninger-Sortiment kommt jedem entgegen: 900 Fernseh-Ersatzteile, alle von namhaften Herstellern. Qualität im Original - greifbar ohne Lieferfristen, zum Industriepreis und zu den günstigen Heninger-Konditionen



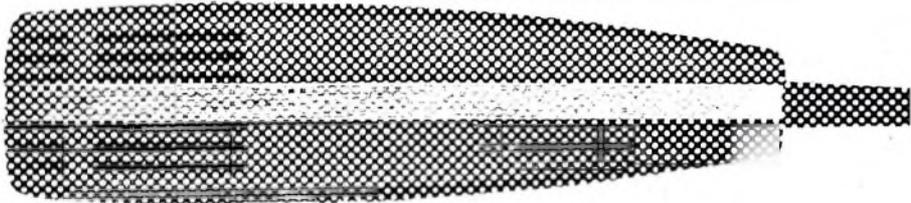
Lieferung nur an Fernsehwerkstätten (Privat-Besteller bleiben unbefehligt)

Ersatzteile durch **heninger**

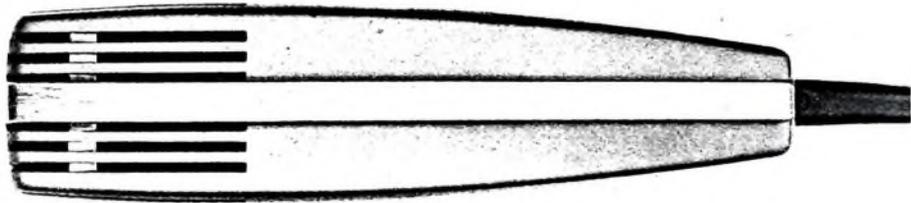
Sie  
können  
durch  
ein  
Ornamentglas ...



... oder  
durch  
einen  
groben  
Raster ...



... oder  
durch  
eine  
hochwertige  
Optik  
fotografieren



## Mikrofon = Optik des Tonbandgerätes

(Die Superniere MD 411 liefert gestochen scharfe Aufnahmen)

Wer mit einer Leica arbeitet, wird sich keine Glasscheibe ins Objektiv klemmen. Oder die Optik einer DM-10-Kamera. Denn beim Fotografieren sieht jeder, ob die Optik stimmt.

Anders bei den Tonband-Amateuren. Mehr als  $\frac{2}{3}$  von ihnen verwenden nachweislich ein Mikrofon, das dem nachgeschalteten Tonbandgerät auch nicht entfernt gerecht wird. Und das bei akustisch

besonders schwierigen Umweltbedingungen vollends versagt. An ihren Tonaufnahmen kann man sie erkennen.

Aber viele haben es schon selbst bemerkt. Mancher von ihnen hat sich ein Sennheiser-Richtmikrofon angeschafft. Ob MD 411 oder MD 421 — das wird vom gewünschten technischen Niveau und vom Geldbeutel bestimmt. Gut sind beide. Sehr gut sogar.

Wenn Sie es genau wissen wollen: Fordern Sie die Dokumentations-Schallplatte „Der Supernieren-Test“ gegen Einsendung von DM 1,50 in Briefmarken an. Schreiben Sie an



3002 BISSENDORF • POSTFACH 234



**JEDER HÄNDLER  
WIRD MIT DIESEM  
QUALITÄTS-TELEFONVERSTÄRKER  
ÜBERRASCHEND GUTE UMSÄTZE ERZIELEN**

Er ist von besonderer Leistungsstärke und sicherer Funktion, postalisch genehmigt, volltransistorisiert.

Jeder Kunde empfiehlt den GEFON-Lauthörer weiter.

Der GEFON-Lauthörer ist ein formschönes Gerät der Spitzenklasse! Der überraschend günstige Preis für Batterie- oder Netzanschlußgeräte macht den GEFON-Lauthörer zu einem **VERKAUFSSCHLAGER**

Auch die günstigen und hochwertigen GEFON-Wechselsprechanlagen sollten Sie in Ihr Verkaufsprogramm aufnehmen. Fragen Sie noch heute an. Es lohnt sich!

**Heinrich Gehrke ELEKTROGERÄTE-FABRIK  
2 HAMBURG 1, CITY HOF B**



## Maßgerecht

zusammengestellt für eine einwandfreie Entstörung sind alle

### BERU-Entstörmittelsätze

In Zusammenarbeit mit Motoren- und Radioherstellern wurden für jeden Fahrzeugtyp die richtigen Entstörmittel erprobt. Das erleichtert die Arbeit wesentlich. Wir liefern sie in der bekannten orange-blauen BERU-Packung.

BERU VERKAUFS-GMBH/7140 LUDWIGSBURG

keine Störung der Betriebsbedingungen bedeutet. Andererseits ist der Innenwiderstand des Netzteils so klein, daß das Parallelschalten eines Voltmeters auch mit verhältnismäßig kleinem Innenwiderstand noch keine Fehlmessungen ergibt. Kritisch ist nur, wie schon erwähnt, die Messung des relativ hohen Heizstroms, denn die im Heizstromkreis liegenden Widerstände sind klein. Der Widerstand eines eventuell eingeschalteten Strommessers kann daher schon in die Größenordnung der Betriebswiderstände kommen und Meßfehler hervorrufen.

Sehr interessant ist auch die Durchmessung eines elektronisch geregelten Netzteils nach Bild 74. Schaltungen dieser Art haben wir bereits in den Heften 15 und 16/1964 der FUNK-TECHNIK<sup>1)</sup> näher besprochen, so daß wir die Wirkungsweise voraussetzen

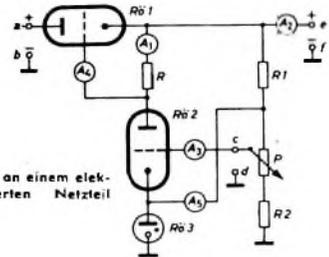


Bild 74. Messungen an einem elektronisch stabilisiertem Netzteil

wollen. Deshalb sei gleich auf die möglichen Messungen eingegangen. Wir sehen im Bild 74 an verschiedenen Stellen Strommesser ( $A_1 \dots A_5$ ) eingeschaltet. Das soll nicht bedeuten, daß man zur Messung wirklich so viele Strommesser benötigt; es genügt vollkommen, wenn man immer nur zwei Strommesser (eventuell auch nur einen) für jede Messung in die betreffenden Leitungen schaltet. Dieser Hinweis gilt, nebenbei bemerkt, auch für die später noch zu erörternden Schaltungen.

Zunächst messen wir mit  $A_3$  den Verbraucherstrom, den wir erhalten, wenn wir zwischen  $e$  und  $f$  einen Verbraucherwiderstand legen. Zwischen  $e$  und  $f$  wird außerdem die stabilisierte Spannung gemessen und zwischen  $a$  und  $b$  die zugeführte, nicht stabilisierte Spannung. Allein durch Messen dieser beiden Spannungen und des Verbraucherstroms bekommen wir Werte, die die Güte der Stabilisierung zu beurteilen erlauben. So kann man zum Beispiel die Spannungsdifferenzen messen, die sich zwischen Leerlauf und Vollast am Eingang und am Ausgang ergeben. Das Verhältnis dieser Spannungsdifferenzen ist ein Maß für die Güte der Stabilisierung.

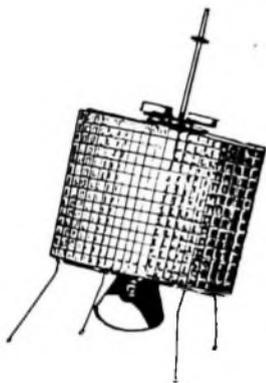
Oberhalb eines bestimmten Spannungswertes wird man feststellen, daß die Schaltung nicht mehr stabilisiert. Den Grund dafür erfährt man durch eine Messung der sonst noch in der Stabilisierschaltung auftretenden Ströme, und zwar besonders durch die Messung der Gitterströme von  $Rö 1$  und  $Rö 2$  sowie des Anodenstroms von  $Rö 2$ . Sobald die Röhren Gitterstrom zu führen beginnen, regeln sie nicht mehr ordnungsgemäß, und die Stabilisierung wird sehr schlecht. Mit  $A_5$  mißt man den in die Referenzröhre  $Rö 3$  fließenden Strom.

Gitterstrom kann insbesondere in  $Rö 2$  auch dann auftreten, wenn man den Abgriff des Potentiometers  $P$  zu hoch einstellt, so daß das Gitter schließlich positiv gegenüber der Katode ist. Je höher der Abgriff von  $P$  liegt, um so positiver wird das Gitter, um so größer der Spannungsabfall an  $R$  und um so niedriger die Ausgangsspannung. Wir werden feststellen, daß sich die Ausgangsspannung dann nicht mehr weiter herabregeln läßt, wenn das Instrument  $A_3$  Gitterstrom anzeigt. Hier liegt also die untere Grenze der Spannungs-Einstellbarkeit. Die obere Spannungsgrenze ist durch das Verhalten der Röhre  $Rö 1$  gegeben, denn auch sie kann Gitterstrom führen. Legen wir den Abgriff des Potentiometers  $P$  ziemlich tief nach unten, so wird das Potential der Anode von  $Rö 2$  immer positiver und damit auch das Gitter von  $Rö 1$ ; sobald das Gitter positiver als die Katode wird, beginnt Gitterstrom zu fließen, und die Stabilisierung versagt. Die Grenzen, innerhalb deren die Stabilisierung einwandfrei arbeitet, sind auf diese Weise meßtechnisch genau festzulegen; man wird feststellen, daß die Stabilisierung dann am besten arbeitet, wenn die beiden Röhren auf Arbeitspunkte mit möglichst großer Steilheit eingestellt sind; dann werden die Spannungsschwankungen am Ausgang optimal verstärkt, und die Stabilisierung ist günstig.

Auch bei der Schaltung nach Bild 74 kann man die restliche Brummspannung messen. Man wird sehen, daß sie am niedrigsten ist, wenn die Stabilisierung einwandfrei arbeitet.

(Fortsetzung folgt)

<sup>1)</sup> Altmann, P.: Grundschaltungen der Rundfunktechnik und Elektronik, Abschnitt 4.1.3. und 4.1.4. Funk-Techn. Bd. 19 (1964) Nr. 15, S. 563-565, u. Nr. 16, S. 596-597



## Satelliten und Farbfernsehen sind für uns keine Zukunftsmusik

Satelliten übertragen Fernsehsendungen von Kontinent zu Kontinent. 1967 kommt das Farbfernsehen. Heute schon sind wir darauf vorbereitet. Mit tuba-X-System-Antennen. Weil wir immer an der Spitze bleiben wollen.

Unsere Geltung beruht auf einem umfassenden Programm: Einzel- und Gemeinschafts-Antennenanlagen für Rundfunk- und Fernsehempfang. Antennen und Zubehör wie z. B. Weichen, Symmetrierglieder, Wahlschalter, Umsetzer, Verstärker (Röhren und Transistoren), kommerzielle Umsetzer und Antennenanlagen.

Wenn wir auch die Zukunft meistern wollen, brauchen wir

## aufgeschlossene jüngere Mitarbeiter für die Entwicklung

Unsere Probleme sind nur von Fachleuten zu lösen. Deshalb ist eine abgeschlossene Ausbildung auf einer Technischen Hoch- oder Fachschule – Fachrichtung Nachrichtentechnik – Voraussetzung. Das Alter: möglichst nicht unter 35.

Wir bieten eine vielseitige und selbständige Tätigkeit bei überdurchschnittlicher Bezahlung. Dazu Jahresabschlussprämie und Altersversorgung. Wir besorgen eine Wohnung im landschaftlich schön gelegenen Bad Salzdetfurth (8000 Einwohner – Mittelschule) oder im nahen Hildesheim (100.000 Einwohner – alle Schulen) und übernehmen die Umzugskosten.

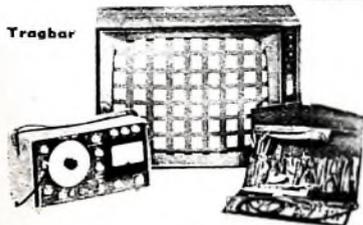
Bitte, schreiben Sie uns. Ihre Bewerbung wird vertraulich behandelt. Wir wissen, weshalb wir Vertrauen gegen Vertrauen setzen.



tuba-Antennenwerke Hans Kolbe & Co.,  
3202 Bad Salzdetfurth  
Bodenburger Straße

## Universal- Prüf- und Testgerät für TV-TESTER

## UKW-VHF-UHF



Tragbar

Ein CARAMANT - Qualitäts - Erzeugnis

Type TR-2201/A

Die formschöne Ausführung, gepaart mit stabilem mechanischen Aufbau, sichert mit solider Elektronik Funktion und lange Lebensdauer. Infolge des geringen Gewichtes (etwa 9 kg) und den kompakten Dimensionen kann dieses Gerät nicht nur in den Reparatur-Werkstätten, sondern auch beim Kunden, bei dem im Hause zu leistenden Servicedienst angewendet werden. Durch seine elektrische Konzeption eignet es sich zur Prüfung und Reparatur aller Stufen von Fernsehgeräten sowie AM- und FM-Empfangsgeräten. Das Gerät enthält einen den CCIR- und OIRT-Fernsehnormen entsprechenden Hochfrequenz-Signalgenerator, einen Bildmustergenerator, einen AM/FM-Oszillator, einen Hochfrequenz- und Hochspannungs-Röhrenvoltmeter, einen Kristallkalibrator und überdies noch ein komplettes Werkzeugbesteck sowie Meßzubehör.

(Eigene Service-Werkstatt)

Lieferung auch durch den autorisierten Fachhandel

DM 1290,-

In unserer Entwicklungsabteilung für Antennentechnik ist im Zuge der Erweiterung die Position eines

# Entwicklungsingenieurs

als stellvertretender Abteilungsleiter

zu besetzen. Die vielseitige Tätigkeit verlangt gute praktische und theoretische Kenntnisse der Hochfrequenztechnik sowie Verantwortungsbewusstsein für die übertragenen Aufgaben, die selbstständig bearbeitet werden können. Reichen Sie bitte Ihre vollständigen Bewerbungsunterlagen ein bei



## Hirschmann

**RICHARD HIRSCHMANN**  
Radiotechnisches Werk  
73 Eßlingen a. N., Ottilienstraße 19  
Postfach 110

## Zur Ergänzung unserer Redaktion

suchen wir einen

## jüngeren Mitarbeiter

**möglichst Betriebswirt, Volkswirt oder Wirtschaftsingenieur**

Herrn mit praktischen Erfahrungen in Wirtschaft oder Presse sowie technischem Verständnis, die an einer entwicklungs-fähigen Dauerstellung interessiert sind, bitten wir um eine ausführliche Bewerbung mit Lebenslauf, Tätigkeitsnachweis und Gehaltsanspruch an

## LICHTTECHNIK

1 Berlin-Borsigwalde (52)  
Elchborndamm 141-147

**GÖRLER**

**Bausteine für Labors Werkstätten Amateure**

u.a. Transistor-UKW-Tuner, Stereo-ZF-Verstärker, Stereo-Dacoder. Ausführliche Beschreibungen mit Bild und Schaltplan in der **RIM-Bausteinfibel** DM 3.10. Bei Nachnahme DM 4,80.

**RADIO-RIM** Abt. F. 2

8 München 15 - Postfach 275

Alle Einzelteile und Baugröße für elektronische Orgeln  
Bitte Liste T44 anfordern!

DR. BÖHM  
495 Minden, Postfach 209/130



## TECHNIKER/INGENIEUR

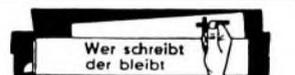
Die SGD führt Berufstätige zu staat. geprüften Ingenieuren (ext.) und anderen zukunftsreichen Berufen durch Fern- und Kombi-Unterricht nach der bewährten Lehrmethode Kompakt (Lehrfähigkeit seit 1908). Es bietet sich Ihnen ein völlig billiger Studienweg neben Ihrer Berufsarbeit. Über 500 Mitarbeiter, Pädagogen und Autoren stehen im Dienste Ihrer Ausbildung. Jährlich Tausende von Absolventen. Fordern Sie diesen kostenlosen Studienkatalog, Liste des Lehrprogramms:

Techniker od. Ingenieur*	Prüfungsvorbereitung*	Kaufm. Berufe
<input type="checkbox"/> Maschinbau	<input type="checkbox"/> Kfz.-Technik	<input type="checkbox"/> Handw. Meister
<input type="checkbox"/> Feinwerktechnik	<input type="checkbox"/> Heizung/Lüftung	<input type="checkbox"/> allg. und Metall/Kfz.
<input type="checkbox"/> Elektrotechnik	<input type="checkbox"/> Gas/Wass. Techn.	<input type="checkbox"/> Elektro/Bau
<input type="checkbox"/> Nachrichtentechnik	<input type="checkbox"/> Chemietechnik	<input type="checkbox"/> Elektromech.
<input type="checkbox"/> Elektronik	<input type="checkbox"/> Vorrichtungsbau	<input type="checkbox"/> Werkzeugmacher
<input type="checkbox"/> Hoch-u. Tiefbau	<input type="checkbox"/> Fertigungstechnik	<input type="checkbox"/> Heizung/Lüftung
<input type="checkbox"/> Stahlbau	<input type="checkbox"/> Galvanotechnik	<input type="checkbox"/> Industrie- u. Maschinenbau
<input type="checkbox"/> Regelt. u. Messtechnik	<input type="checkbox"/> Verfahrenstechnik	<input type="checkbox"/> Dreh- u. Maschinenbau
<input type="checkbox"/> Bauzeichner	<input type="checkbox"/> Wirtschaft. Ingenieur	<input type="checkbox"/> Kfz.-Mechaniker
<input type="checkbox"/> Polier	<input type="checkbox"/> Hochbaustatiker	<input type="checkbox"/> Radio-Fernseh-mech.
<input type="checkbox"/> Techn. Zeichner	<input type="checkbox"/> Techn. Betriebe	<input type="checkbox"/> Starkstromelektrik
<input type="checkbox"/> Konstrukteur	<input type="checkbox"/> Reframann	<input type="checkbox"/> Elektromech.
<input type="checkbox"/> Arb.-Vorbereiter	<input type="checkbox"/> Architekt	<input type="checkbox"/> Bilanzbuchhalter
		<input type="checkbox"/> Korrespondent
		<input type="checkbox"/> Industriekaufmann
		<input type="checkbox"/> Ein-/Verkaufshilfen
		<input type="checkbox"/> Werbetätigkeitshelfer
		<input type="checkbox"/> Sekretärin
		<input type="checkbox"/> Groß-/Einzelhändler
		<input type="checkbox"/> Handelsvertreter
		<input type="checkbox"/> Steno
		<input type="checkbox"/> Redl.

300 Lehrfächer

**Abitur (ext.)**  
Mittl. Reife ext.  
Deutsch  
Englisch/Franz.

**Studiengemeinschaft** 61 Darmstadt Postfach 4141 Abt. G 70



Magler-Kassen halten schnell + fest, erleubern, gliedern auf, sichern autom. und alles ist noch Sparten getrennt zur schnellen Abrechnung zur Verfügung. Fordern Sie bitte unverbindlich Prospekt! 198 Magler-Kassenfabrik-71 Heilbronn

## Kaufgesuche

Röhren und Transistoren aller Art kleine und große Posten gegen Kasse Röhren-Müller, Kelkheim/Ts. Parkstr. 20

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

## Unterricht

Theoretische Fachkennnisse durch Christiani Fernlehrgänge Radio- und Fernsehtechnik, Automation, Steuerungs- und Regelungstechnik. Sie erhalten kostenlos und unverbindlich Lehrpläne und Probelehrbriefe. Bitte gewünschten Lehrgang angeben. Technisches Lehrinstitut Dr.-Ing. Christiani, 775 Konstanz Postfach 1857

**Elektronische Bauteile**  
Besonders preisgünstige Miniat. Bauteile für integrierte Schaltungen in unserer kostenlosen Preisliste haben Sie:  
51- und 60-Terminals und Widerstände, Einstellpoten, Mylar-Keramik-Elektrolytkondensatoren, Schmelzkern, Leiterbahngelbesen etc.  
Prüfen Sie - Versand ab Lager! Preisliste anfordern!  
**M. LITZ** elektronische Bauteile  
7742 St. Georgen - Postfach 56

Wir suchen leistungsfähigen  
**Lieferanten**  
für Tonbandgeräte, Plattenspieler und Transistoren bekannter Marken  
**WEKA-Trading GmbH**  
Eulerstraße 14 CH-4000 Basel/SCHWEIZ

# Fachliteratur von hoher Qualität

FACHBÜCHER



## Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

<b>I. Band:</b> 728 Seiten · 446 Bilder .....	Ganzleinen 19,50 DM
<b>II. Band:</b> 760 Seiten · 638 Bilder .....	Ganzleinen 19,50 DM
<b>III. Band:</b> 744 Seiten · 469 Bilder .....	Ganzleinen 19,50 DM
<b>IV. Band:</b> 826 Seiten · 769 Bilder .....	Ganzleinen 19,50 DM
<b>V. Band:</b> Fachwörterbuch mit Definitionen und Abbildungen 810 Seiten · 514 Bilder .....	Ganzleinen 26,80 DM
<b>VI. Band:</b> 765 Seiten · 600 Bilder .....	Ganzleinen 19,50 DM
Gesamtinhaltsverzeichnis I.-VI. Band 40 Seiten .....	
<b>VII. Band:</b> 743 Seiten · 538 Bilder .....	Kunststoffleibband 3,30 DM Ganzleinen 19,50 DM

## Oszillografen-Meßtechnik

Grundlagen und Anwendungen moderner Elektronenstrahl-Oszillografen  
von J. CZECH  
684 Seiten · 636 Bilder · 17 Tabellen .....

## Fundamente der Elektronik

Einzelteile · Bausteine · Schaltungen  
von Baurat Dipl.-Ing. GEORG ROSE  
223 Seiten · 431 Bilder · 10 Tabellen .....

## Schaltungen und Elemente der digitalen Technik

Eigenschaften und Dimensionierungsregeln zum praktischen Gebrauch  
von KONRAD BARTELS und BORIS OKLOBODZHA  
156 Seiten · 103 Bilder .....

## Transistoren bei höchsten Frequenzen

Theorie und Schaltungspraxis von Diffusionstransistoren  
im VHF- und UHF-Bereich  
von ULRICH L. ROHDE  
163 Seiten · 97 Bilder · 4 Tabellen .....

## Mikrowellen

Grundlagen und Anwendungen der Hochfrequenztechnik  
von HANS HERBERT KLINGER  
223 Seiten · 127 Bilder · 7 Tabellen · 191 Formeln  
Ganzleinen 26,— DM

## Elektrische Nachrichtentechnik

von Dozent Dr.-Ing. HEINRICH SCHRÖDER  
**I. Band:** Grundlagen, Theorie und Berechnung passiver Übertragungsnetzwerke  
450 Seiten · 392 Bilder · 7 Tabellen .....

## Transistor-Schaltungstechnik

von HERBERT LENNARTZ und WERNER TAEGER  
254 Seiten · 284 Bilder · 4 Tabellen .....

## Prüfen · Messen · Abgleichen Fernsehempfänger-Service

von WINFRIED KNÖBLOCH  
108 Seiten · 39 Bilder · 4 Tabellen .....

## Elektronik für den Fortschritt

von Dipl.-Ing. WERNER SPARBIER  
292 Seiten im Großformat  
439 Bilder, davon 176 farbig .....

## Praxis der Rundfunk-Stereophonie

von WERNER W. DIEFENBACH  
145 Seiten · 117 Bilder · 11 Tabellen .....

## Elektrotechnische Experimentier-Praxis

Elementare Radio-Elektronik  
von Ing. HEINZ RICHTER  
243 Seiten · 157 Bilder · 301 Versuche .....

## Praxis des Stereo-Decoder-Service

von U. PRESTIN  
70 Seiten · 62 Bilder .....



## Kompodium der Photographie

von Dr. EDWIN MUTTER  
**I. Band:** Die Grundlagen der Photographie  
Zweite, verbesserte und erweiterte Auflage  
358 Seiten · 157 Bilder .....

## Wörterbuch der Photo-, Film- und Kinotechnik

mit Randgebieten · Englisch · Deutsch · Französisch  
von Dipl.-Ing. WOLFGANG GRAU  
463 Seiten .....

## Praxis der Schmalfilmvertonung

demonstriert an Siemens-Geräten  
von PETER STÜBER  
52 Seiten · 12 Bilder .....

## FACHZEITSCHRIFTEN

### FUNK-TECHNIK

Rundfunk · Fernsehen · Phono · Magneton · Hi-Fi-Technik · Amateurlenk  
Meßtechnik · Elektronik .....

### INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

Hochfrequenz · Fernsehen · Elektroakustik / Messen · Steuern · Regeln  
Monatlich ein Heft

### RUNDFUNK-FERNSEH-GROSSHANDEL

Alleiniges Organ des Verbandes Deutscher Rundfunk- und Fernseh-Fachgroß-  
händler (VDRC) e.V. .....

### LICHTTECHNIK

Beleuchtung · Elektrogerät · Installation  
Organ der Lichttechnischen Gesellschaft e.V. .....

### PHOTO-TECHNIK UND -WIRTSCHAFT

Organ des Verbandes der Deutschen Photographischen Industrie e.V.  
Monatlich ein Heft

### KINO-TECHNIK

Film · Fernsehen  
Organ der Deutschen Kinotechnischen Gesellschaft für Film und Fernsehen  
Monatlich ein Heft

### MEDIZINAL-MARKT / ACTA MEDICOTECNICA

Zentralorgan für die medizinisch angewandte Technik  
mit DER ARZT AN DER KAMERA .....

### KAUTSCHUK UND GUMMI · KUNSTSTOFFE

Internationale Zeitschrift für hochpolymere Werkstoffe  
Wissenschaft · Technik · Wirtschaft  
Organ der Deutschen Kautschuk-Gesellschaft e.V. .....

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

im Inland und Ausland sowie durch den Verlag

Spezialprospekte und Probehefte auf Anforderung

## VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH · HELIOS-VERLAG GMBH

BERLIN-BORSIGWALDE · POSTANSCHRIFT: 1 BERLIN 52

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde, Postanschrift: 1 Berlin 52, Eichborndamm 141-167, Tel.: (03 11) 4 12 10 31. Telegramme: Funktechnik Berlin. Fernschreiber: 01 81 632 vrkt. Chefredakteur: Wilhelm Roth, Stellvertreter: Albert Jänicke, Techn. Redakteure: Ulrich Radke, Fritz Gutschmidt, sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigenredaktion: Walter Bartsch, Anzeigenleitung: Marianne Weidemann, Berlin. Chefgraphiker: B. W. Beerwirth, Berlin. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH. Postcheck: Berlin West 766A oder Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 7 9302. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM. Auslandspreis lt. Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkeln aufgenommen werden. Nachdruck - auch in fremden Sprachen - und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Satz und Druck: Druckhaus Tempelhof, Berlin



# VALVO

BAUELEMENTE FÜR DIE GESAMTE ELEKTRONIK

## Silizium-Planar-Transistoren für die Rundfunk-Fernseh- und NF-Technik

Für das weitverzweigte Gebiet der Unterhaltungselektronik haben wir ein Schwerpunktprogramm mit Silizium-Planar-Transistoren entwickelt.

Die modernen Herstellungsverfahren der Planartechnik erlauben die weitgehende Anpassung an die unterschiedlichsten Anforderungen, die in der NF-, HF- und Impulstechnik gestellt werden. Die inaktive Oberfläche des Kristalls ermöglicht die Verwendung von Kunststoffen als Umhüllung, wobei durch neue Gehäuseformen eine bessere Flächenausnutzung in den Geräten erreicht werden kann.

Die folgende Zusammenstellung gibt einen Überblick. (Neue Typen sind auf weißem Feld hervorgehoben.)

E.-Thälmann-Str. 56

10020

Fernsehen	Bild-ZF-Stufen	<b>BF 167</b>	<b>BF 173</b>		
	Ton-ZF-Stufen	<b>BF 184</b>	<b>BF 185</b>	<b>BF 194</b>	<b>BF 195</b>
	Impulsverarbeitung	<b>BC 107</b>	<b>BC 108</b>		
	Video-Endstufen für Schwarzweiß-Empfänger	<b>BF 177</b>	<b>BF 178</b>		
Rundfunk- und NF-Technik	UKW-Vor- und Mischstufen	<b>BF 115</b>	<b>BF 185</b>	<b>BF 195</b>	
	AM-Eingangsstufen	<b>BF 184</b>	<b>BF 185</b>	<b>BF 194</b>	<b>BF 195</b>
	AM- und FM-ZF-Stufen	<b>BF 184</b>	<b>BF 185</b>	<b>BF 194</b>	<b>BF 195</b>
	Rauscharme NF-Vorstufen	<b>BC 109</b>			
	NF-Treiberstufen für Komplementär-Endstufen kleiner Leistung	<b>BC 107</b>	<b>BC 108</b>		



VALVO GMBH HAMBURG