

A 3109 D

BERLIN

# FUNK- TECHNIK

E.-Thälmann-Str. 56

10020

VfV  
48329

2 | 1969 +

2. JANUARHEFT

mit Elektronik-Ingenieur

auch 55-cm-Farbbildröhren  
in Permacolor-Technik

63011



## Warum Gold?

Mit *Permacolor* liegt Gold richtig, denn am goldenen Farbton erkennen Sie am besten die Qualität einer Farbbildröhre. Achten Sie darauf! Unsere neuen Farbbildröhren in *Permacolor*-Technik haben immer die gleiche, brillante Farbwiedergabe, auch gleich nach dem Einschalten. Durch eine spezielle Aufhängung der Lochmaske konnten wir das erreichen. Übrigens, der Zeitaufwand für den Service ist damit wesentlich verringert worden. Das ist für Sie bares Geld! Bisher war der Kontrast bei Farbbildröhren ein Problem. Wir haben jetzt durch besondere Wahl des roten Phosphors die Helligkeit des Schirmbildes um 20% gesteigert. Damit wird selbst in hellen Räumen Farbfernsehen problemlos. Und nicht zu vergessen: beim Schwarzweiß-Empfang sehen Sie wirklich weiße Flächen.

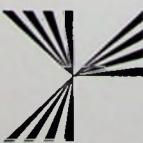
Hervorragend ist auch die Qualität. Weltweite Erfahrungen und jahrzehntelange Entwicklungen stecken in jeder *Permacolor*-Farbbildröhre. Untersuchungen über die Lebensdauer zeigten Betriebszeiten, die nur mit Langlebensdauer-Röhren vergleichbar sind. Selbstverständlich sind SEL-Farbbildröhren auch in SELBOND®-Technik lieferbar.

Der Vorteile wegen: SEL-Farbbildröhren mit *Permacolor*!

Bitte verlangen Sie Unterlagen unter Nr. 514/63011

Standard Elektrik Lorenz AG  
Geschäftsbereich Bauelemente  
Vertrieb Röhren  
73 Eßlingen, Fritz-Müller-Straße 112  
Telefon: \*\* (0711) 35141, Telex: 7-23594

Im weltweiten **ITT** Firmenverband

**SEL**

gelesen · gehört · gesehen .....	40
FT meldet .....	42
Anforderungen an die künftige Technik der Funkanlagen aus der Sicht der Frequenzverwaltung .....	43
Tagung der Technischen Kommission der ARD im FTZ Darmstadt .....	45
<b>Farbfernsehen</b>	
Das elektronische FuBK-Farbtestbild .....	46
<b>Physik</b>	
Die Symmetrie der Materie .....	47
<b>Persönliches</b> .....	48
<b>Stromversorgung</b>	
Kurzschlußsicheres Netzteil für 9, 12 und 24 V mit dem Vielfachbauelement C 601 .....	49
<b>Phono</b>	
„TD 125“ · Ein neues Schallplattenabspielgerät .....	51
<b>Elektronik-Ingenieur</b>	
Vorverstärker, Aufsprechentzerrer und HF-Generator für Hi-Fi-Magnetlötgeräte .....	53
<b>Verfahrenstechnik</b>	
Verfahren und Geräte zur Herstellung gedruckter und integrierter Schaltungen .....	57
Schulfernsehen in Nordrhein-Westfalen ab 1. 9. 1969 .....	60
Für den KW-Amateur	
AM-UKW-Kleinsender für 144 MHz .....	61
KW-Kurznachrichten .....	62
<b>Angewandte Elektronik</b>	
Quarzuhr mit Synchronmotor .....	63
Für Werkstatt und Labor	
Einfaches Transistor-Ohmmeter .....	65
<b>Ausbildung</b>	
Fachrichtung „Elektronik“ an der staatlichen Techniker-Schule Weilburg .....	66
Für den jungen Techniker	
Der Oszilloskop in der Service-Werkstatt .....	67

Unser Titelbild: In der Phono- und Magnetbandgeräte-Fertigung im Berliner AEG-Telefunken-Werk werden die Bauteile zur Be-stückung der Verstärkerplatten mittels Elevators in Griffnähe ge-bracht und an der von der Unterseite her beleuchteten Stelle ein-gesetzt.

Aufnahme: AEG-Telefunken

Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen. Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser.

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, 1 Berlin 52 (Borsig-walde), Eichborndamm 141–167. Tel.: (03 11) 4 12 10 31. Telegramme: Funktechnik Berlin. Fernschreiber: 01 81 632 vrkl. Chefredakteur: Wilhelm Roth; Stellvertreter: Albert Jänicke; Techn. Redakteure: Ulrich Radke, Fritz Gutschmidt, sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Dietenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigendirektion: Walter Barisch; Anzeigenleitung: Marianne Weidemann; Chefgraphiker: B. W. Beerwirth. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH. Postscheck: Berlin West 7664 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 laut Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Druck: Druckhaus Tempelhof

# FERNSEH- UND KINO-TECHNIK

Offizielles Organ  
der Deutschen Kinotechnischen Gesellschaft für Film und Fernsehen (DKG)  
In Zusammenarbeit mit der Fernseh-Technischen Gesellschaft (FTG)  
des Fachnormenausschusses Kinotechnik für Film und Fernsehen (FAKI) im DNA  
des Verbandes Technischer Betriebe für Film und Fernsehen (VTFF)

**jetzt mit  
erweitertem Themenkreis!**

- Farbmetrische Grundlagen
- Fernseh-Studiotechnik  
Kameras und Zubehör, Bild- und Trick-Mischpulte, Beleuchtungs-technik im Studio und bei Außenaufnahmen
- Gesamte Video-Technik
- Industrielles Fernsehen

Wie bisher in der KINO-TECHNIK,  
werden auch künftig in der

# FERNSEH- UND KINO-TECHNIK

Beiträge aus nachstehenden Gebieten veröffentlicht:

- Rohfilmherstellung
- Aufnahmeapparate und Projektoren
- Ateliertechnik und Filmproduktion
- Synchronisation
- Kopieranstaltstechnik
- Akustik und Tonfilmanlagen

Monatlich ein Heft  
Probeheft und ausführliches Angebot auf Anforderung

**VERLAG FÜR  
RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH  
1 BERLIN 52**



## Neue Geräte

### AEG - Telefunken

Das Tonbandgeräteprogramm von AEG-Telefunken wird durch fünf neue Typen ergänzt. Beim „magnetophon 202 automatic“ und „magnetophon 203 automatic“ handelt es sich um ein Zweispur-Mono- beziehungsweise Vierspur-Stereo-Gerät mit abschaltbarer Aussteuerungsschaltung und 9,5 beziehungsweise 9,5 und 19 cm/s Bandgeschwindigkeit. Mono-Aufnahmen erfolgen beim „magnetophon 203 automatic“ immer auf beiden Parallelspuren, so daß dann fast Zweispurqualität erreicht wird. „magnetophon 204 TS 2“ und „magnetophon 204 TS 4“ sind die Typenbezeichnungen für ein Zweispur- beziehungsweise Vierspur-Stereo-Gerät, das mit den Bandgeschwindigkeiten 4,75, 9,5 und 19 cm/s arbeitet. Aussteuerung, Wiedergabelautstärke und Klangfarbe können für jeden Kanal getrennt eingestellt werden. Die Aussteuerungskontrolle erfolgt mit zwei geeichten VU-Metern. Mit mechanischer Spurumschaltung durch einen „Kopffahrstuhl“ arbeitet das Vierspur-Mono-Gerät „magnetophon 501“ (Bandgeschwindigkeit 9,5 cm). Die erforderliche hohe Wiederkehrsgenaugigkeit der Kopfwippung wird hier durch ein glasfaserverstärktes Kunststoffgehäuse für den Fahrstuhl erreicht, unter dessen Hebevorrichtung sich eine Kugel schiebt, wenn die obere Spur besprochen beziehungsweise abgehört werden soll. Bemerkenswert ist auch das 270 mm lange Panorama-Zählwerk, das sich fast über die ganze Vorderseite des Gerätes erstreckt.

### Philips

Philips erweiterte das Schwarz-Weiß-Geräteprogramm durch drei neue Empfänger. Das 59-cm-Gerät „Aachen“ und das 61-cm-Gerät „Michelangelo“ sind mit dem Chassis „D 6“ und einem integrierten VHF-UHF-Kanalwähler mit sechs Stationstasten ausgerüstet. Auch der neue „Leonardo Luxus“ hat das Chassis „D 6“. Als Kanalwähler wird hier jedoch eine Ausführung mit Diodenabstimmung verwendet, die eine fernbediente Senderwahl ermöglicht. Mit der Fernbedienung „68 Luxus“, die sich zum Anschluß an die Schwarz-Weiß-Geräte „Leonardo Luxus“ und „Wetzlar“ sowie die Farbempfänger „Goya Luxus“, „Rubens Luxus“, „Dürer Luxus“, „Goya Luxus Vitrine“ und „Rubens Luxus Vitrine“ eignet, lassen sich vier Stationen wählen sowie Helligkeit und Lautstärke (bei Farbgeräten auch die Farbsättigung) einstellen. Außerdem ist ein Ohrhörer anschließbar.

Neu im Reiseempfängerprogramm ist „Dorette 4 S Automatic“. Sie hat die Wellenbereiche UKML und vier Stations-tasten, mit denen vier beliebige Sender voreingestellt und gespeichert werden können. Vier verstellbare Indikatoren unterhalb der Stationstasten weisen auf den Wellenbereich des gespeicherten Senders hin.

### Verzögerungsleitungen „VL 10“ und „VL 11“

Unter den Typenbezeichnungen „VL 10“ und „VL 11“ bringt AEG-Telefunken zwei neue Ultraschall-Verzögerungsleitungen für Farbfernsehgeräte heraus. Bei ihnen verläuft die Ultraschallwelle nicht in gerader Linie vom Eingangs- zum Ausgangswandler, sondern sie wird an Grenzflächen des Glaskörpers dreimal reflektiert, so daß ein M-förmiger Weg entsteht. Dadurch ergeben sich Abmessungen von nur etwa 50 mm × 50 mm × 18 mm. Der Einbau kann auch auf einer Schmalseite stehend erfolgen. Außerdem verringert sich das Volumen des Glasquaders, und die Verzögerungszeit kann durch Schleifen der Reflexionsflächen des Glaskörpers exakt auf den gewünschten Wert gebracht werden. Die „VL 11“ enthält neben dem Laufzeitkörper mit den Ultraschallwandlern noch einen Anpassungstransformator 4 : 1 im Eingang und einen Bifilarausgangsübertrager. Die Spulen sind so vorabgeglichen, daß sich die richtige Laufzeit und eine gute Durchlaßkurve ergeben. Die „VL 10“ wird dagegen ohne diese Zusatzspulen geliefert.

### Weiterentwicklungen bei Farbbildröhren

Die Valvo GmbH hat die Farbbildröhren A 63-11 X und A 56-120 X weiterentwickelt. Sie haben jetzt eine neue Aufhängung der Lochmaske zur Temperaturkompensation (TCM), die sogenannte „Euromaske“ mit einem an die europäischen Zeilennormen angepaßten Lochraster sowie eine um 30 % höhere Schirmhelligkeit, die durch eine neue Leuchtstoffkombination erreicht wird. Die erhöhte Helligkeit ist mit einer weitgehenden Angleichung der Strahl-

ströme für Rot, Grün und Blau verbunden. Bei der A 56-120 X wird außerdem eine neue Armierungstechnik angewandt, die es ermöglicht, den Bildschirm mit einem sehr schmalen Gehäuserahmen zu umgeben.

### Neue Bildröhre für Schwarz-Weiß-Empfänger

Mit der A 61-120 W haben AEG-Telefunken, Siemens und Valvo die Reihe der rechteckigen Schwarz-Weiß-Bildröhren für die Durchstecktechnik (A 44-120 W und A 50-120 W) ergänzt. Die A 61-120 W soll den bisher hauptsächlich verwendeten Typ A 59-23 W beziehungsweise A 59-11 W ablösen. Bezüglich der elektrischen Daten entspricht die A 61-120 W ihrem Vorläufertyp.

Die entsprechende SEL-Bildröhre hat die Typenbezeichnung A 61-120 W/2. Sie ersetzt die bisher verwendete A 59-22 W.

### Zeilenschalterdiode PY 500 A

Die neue Zeilenschalterdiode PY 500 A für Farbfernsehempfänger (s. FUNK-TECHNIK Bd. 24 (1969) Nr. 1, S. 4) wird außer von AEG-Telefunken und Valvo auch von Siemens geliefert.

### Täglicher Stereo-Musikblock von 165 Minuten Dauer im Dritten Hörfunkprogramm des WDR

Ununterbrochen Stereo-Musik sendet der Westdeutsche Rundfunk an Werktagen nachmittags von 16.30 bis 19.15 Uhr in seinem Dritten Hörfunkprogramm. Weitere Stereo-Sendungen mit festen Zeiten werden im Dritten Programm sonntags (14.30-17.30 Uhr, 18.30-19.00 Uhr, 20.00-22.15 Uhr), freitags (20.00-21.00 Uhr) und samstags (21.30-23.00 Uhr) sowie am Donnerstagabend im Anschluß an das Hörspiel und als Zwischenmusiken zu den Wortsendungen der ersten beiden Wochentage ausgestrahlt. Auch die Musikbeiträge des Mittwochabends werden stereophon gesendet, soweit es das Material erlaubt, und mehrere Hörspiele und Features sind ebenfalls stereophon zu hören. Insgesamt sendet der WDR jetzt im Monat etwa 120 Stunden Stereo-Programm.

### Eurocontrol vergab Großauftrag

In Brüssel wurde vor kurzem zwischen der Eurocontrol und einer internationalen Firmengruppe der Vertrag über die Lieferung der automatischen Datenverarbeitungs- und -darstellungsanlage für die erste europäische Flugsicherungszentrale in Maastricht (Holland) unterzeichnet. Der an das Konsortium AEG-Telefunken, Thomson-CSF (Frankreich), Plessey Radar (Großbritannien) und S. A. Euronics (Belgien) erteilte Auftrag beläuft sich auf rund 48 Mill. DM. AEG-Telefunken liefert sechs Digitalrechner „TR 86“ sowie zahlreiche Peripheriegeräte und speziell entwickelte Einrichtungen zur Verbindung der Rechner mit dem Sichtgerätesystem, den angeschlossenen Radarstationen sowie den nationalen Flugsicherungszentralen.

### Flugsicherungssender für kleine Flugplätze

Der neue transistorbestückte VHF-Flugsicherungssender „SU 001/2501“ von Rohde & Schwarz wurde für den Bedarf kleiner Flugplätze entwickelt. Seine Trägerleistung von 7 W (Spitzenleistung 28 W bei  $m = 1$ ), die im Frequenzbereich 118 ... 136 MHz abgestrahlt wird, reicht für den normalen Boden-Bord-Funksprechbetrieb voll aus. Alle sechs Sendekanäle sind quarzstabilisiert und mit einem Kanalwahlschalter zu wählen. Übermodulation vermeidet ein Regler, der bei schwankendem NF-Eingangsspegel den Modulationsgrad konstant hält. Eine automatische Reflexionsabschaltung verhindert die Zerstörung von Transistoren durch fehlangepaßte Antennen. Alle Funktionen des Senders sind fernbedienbar.

### Münztankautomat für Zehnmarkschein-Eingabe

AEG-Telefunken hat jetzt den bisher nur für Hartgeldeinwurf geeigneten Münztankautomaten auf Zehnmarkschein-Eingabe erweitert und ihn mit einem Geldscheinprüfer ausgestattet. Die Elektronik sorgt dafür, daß in beliebiger Reihenfolge eingeworfenes Geld in einer fest vorgesehenen Reihenfolge (Zehnmarkscheine, Fünf-, Zwei-, Einmarkstücke) vertankt wird und daß die abgegebene Kraftstoffmenge genau dem entrichteten Geldbetrag entspricht. Bei vorzeitiger Beendigung des Tankvorganges gibt der Automat nach dem Schließen und Einhängen des Zapfventils die nichtvertankten Münzen zurück. Die Herausgabe von Wechselgeld ist jedoch nicht möglich.

# Mit den **roten** Tantal-Perlen von Bosch brauchen Sie nicht schwarz zu sehen.



**Informationsscheck:** An Robert Bosch GmbH  
Produktgruppe Kondensatoren T 8  
7 Stuttgart-Mühlhausen, Aldinger Straße 72

Bitte senden Sie uns  
gegen diesen Scheck Informationsmaterial über  
Tantal-Kondensatoren (mit Muster).

Name \_\_\_\_\_

Abt. \_\_\_\_\_

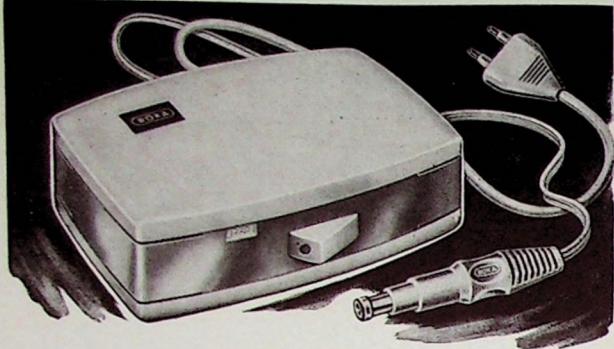
Firma \_\_\_\_\_

Ort \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_

**Kondensatoren  
von  
BOSCH**



**ROKA**

## TRANSISTOR-NETZTEIL

Die billige Dauerstromquelle für Kofferradios und andere Gleichstromverbraucher zwischen 7,5 V und 9 V Eingangsspannung. Max. Ausgangsstrom 0,3 A. Primär und sekundär abgesichert. Brummfreier Empfang. Umschalter für Netzbetrieb 220 V / 110 V. Elegantes zweifarbiges Kunststoffgehäuse

8 Adapter erlauben den Anschluß des Roka-Transistor-Netzteils an fast jedes Kofferradio u. Cassettenbandgerät

**ROBERT KARST · 1 BERLIN 61**

GNEISENAUSTRASSE 27 · TELEFON 66 56 36 · TELEX 018 3057

### KROHA-Hi-Fi-Vervärker-Baustein-Programm

— ein Programm, das höchsten Ansprüchen genügt —

**Endstufe ES 40** in einkreisiger Brückenschaltung; Nennleistung: 40 Watt

**Endstufe ES 40** in Zwei-Kanal-Ausführung; Nennleistung: 2 x 20 Watt

Technische Daten:  
Frequenzgang: 2 Hz...900 kHz ± 1 dB;  
Klirrfaktor: von 5 Hz...50 kHz bei  
0,8facher Nennleistung, kleiner 0,1%

Preis für Fertigerät ES 40 DM 130.—  
für Bausatz ES 40 DM 98.—

**Endstufe ES 100** in einkreisiger Brückenschaltung; Nennleistung 100 Watt

**Endstufe ES 100** in Zwei-Kanal-Ausführung; Nennleistung: 2 x 50 Watt

Technische Daten:  
Frequenzgang: 3 Hz...300 kHz ± 1 dB;  
Klirrfaktor: von 6 Hz...40 kHz bei  
0,8facher Nennleistung, kleiner 0,1%

Preis f. Fertigerät ES 100 DM 160.—  
für Bausatz ES 100 DM 130.—

**Stereo-Klangreglerstufe KRV 50**  
Sie eignet sich hervorragend zum  
Aussteuern der Endstufen ES.

Technische Daten:  
Klirrfaktor: bei Ua = 2 V, von 10 Hz  
...50 kHz, kleiner 0,1%; Rauschspannungsabstand: 90 dB; Frequenzgang bei  
Mittelstellung der Tonregler: 10 Hz...100 kHz ± 1 dB; Regelbereich der  
Tonregler: 20 Hz +16 dB -14 dB, 20 kHz +22 dB -19 dB

Preis für Fertigerät KRV 50 DM 48.—  
für Bausatz KRV 50 DM 38.—

**Stereo-Entzerrerverstärker EV 51**  
Verstärkt und entzerrt das Signal von  
Magnettfonabnehmern auf den Pegel der  
Klangreglerstufe. Verarbeitet auch  
große Dynamikspitzen ohne  
Verzerrung durch 30fache Übersteuerungssicherheit.

Technische Daten:  
Frequenzgang: 20 Hz...20 kHz ± 1 dB;  
Klirrfaktor bei Ua = 0,2 V von 20 Hz  
...20 kHz, kleiner 0,1%; Rauschspannungsabstand: 70 dB; Entzerrung nach CCIR

Preis für Fertigerät EV 51 DM 35.—  
für Bausatz EV 51 DM 27.—

**Stereo-Mikrophonverstärker MV 50**

Eignet sich zum Anschluß an dyn.  
Mikrophone ohne Übertr. und ermöglicht  
lange Mi-Leitungen.

Technische Daten:  
Frequenzgang: 10 Hz...100 kHz ± 1 dB;  
Klirrfaktor bei Ua = 0,2 V von 10 Hz  
...50 kHz, kleiner 0,1%; Rauschspannungsabstand: 65 dB

Preis für Fertigerät MV 50 DM 33.—  
für Bausatz MV 50 DM 25.—

Ferner liefern wir neben einfachen  
Netzteilen auch elektronisch stab.  
und abgesicherte Netzteile.

Alle Geräte sind mit modernsten Si-  
Transistoren bestückt!

Wir senden Ihnen gern ausführliches Informationsmaterial.

**KROHA • elektronische Geräte • 731 Plochingen**

Telefon (071 53) 75 10

**meldet... meldet... meldet... meldet...**

### AEG-Telefunken-Gruppe steigert Weltumsatz um 11 %

Der Weltumsatz der AEG-Telefunken-Gruppe, der den konsolidierten Umsatz der inländischen Konzerngesellschaften und die Eigenleistung der ausländischen Mehrheitsbeteiligungen umfaßt, hat im Geschäftsjahr 1968 5,7 Mrd. DM überschritten. Das entspricht einer Steigerung von rund 11 %. Die Sachanlageinvestitionen im Inland erreichten rund 250 Mill. DM, die zum überwiegenden Teil aus Abschreibungen finanziert wurden. Ende Oktober 1968 wurden 144 000 Mitarbeiter beschäftigt, davon 131 000 im Inland und 13 000 im Ausland.

Zur weiteren Stärkung der Vertriebsorganisation in Westeuropa hat AEG-Telefunken mit Wirkung vom 1. 1. 1969 von der Compagnie Generale di Elettricità (CGE) alle Anteile der Telefunken Radio Televisione S. p. A., Mailand, die als Vertriebsgesellschaft auf dem Sektor Rundfunk, Fernsehen und Photo tätig ist, übernommen.

### BBC übernimmt Elektrogeschäft von Busch-Jaeger

Die Brown, Boveri & Cie AG (BBC), Mannheim, übernimmt den Geschäftsbereich Elektro der Busch-Jaeger Dürrener Metallwerke AG, Lüdenscheid. Wie die Verwaltungen von BBC und Busch-Jaeger mitteilen, wird BBC das Fertigungs- und Vertriebsprogramm des Elektrobereiches im Rahmen einer selbständigen Gesellschaft weiterführen und ausbauen.

### Aufwärtstrend bei Hirschmann fortgesetzt

Hirschmann erwartet für das Jahr 1968 einen Gesamtumsatz von rund 72 Mill. DM. Das entspricht einer Umsatzsteigerung um mehr als 10 % gegenüber dem Vorjahr. Der Exportanteil beträgt etwa 25 % vom Gesamtumsatz. Zur Förderung der Wissenschaft und Forschung und der innerbetrieblichen Aus- und Weiterbildung wurden 1968 rund 250 000 DM aufgewendet. In den drei Werken von Hirschmann in der Bundesrepublik und in den Tochterfirmen in Österreich, Frankreich und Südafrika sind 3000 Mitarbeiter beschäftigt.

### AEG-Telefunken-Beteiligung an den AKO- und den Neff-Werken

AEG-Telefunken hat mit Wirkung vom 1. 1. 1969 eine Beteiligung an den AKO-Werken GmbH & Co., Wangen/Allgäu, sowie eine Mehrheitsbeteiligung an den Neff-Werken, Bretten, erworben. Die AKO-Werke, die insbesondere auf dem Gebiet der elektrischen und elektronischen Steuerungen für Hausrat tätig sind, haben 1968 mit 800 Beschäftigten einen Umsatz von etwa 30 Mill. DM erreicht. Im Lieferprogramm der Neff-Gruppe, die 1968 mit etwa 3000 Beschäftigten einen Umsatz von rund 140 Mill. DM erreichte, stehen Herde und Einrichtungen für Großküchen im Vordergrund.

### Eigner Grundig-Vertrieb in Österreich

Der zwischen der Grundig Verkaufs-GmbH, Fürth, und der Elektra Bregenz GmbH, Bregenz, geschlossene dreijährige Vertretungsvertrag ging am 31. Dezember 1968 zu Ende. Am 1. Januar 1969 übernahm die Grundig Austria GmbH, Wien, den Vertrieb der Rundfunk-, Fernseh- und Diktiergeräte von Grundig in Österreich.

### Grundig-Service-Lehrgänge

Beim Grundig-Zentral-Kundendienst in Nürnberg finden ab Februar 1969 wieder 21 Lehrgänge über Farbfernsehtechnik sowie sechs über Hi-Fi-Vervärker-, Tonband- und Transistortechnik statt. Die Kurse dauern jeweils fünf Tage. Alle Lehrgänge setzen Mindestkenntnisse zu den einzelnen Fachthemen voraus. Anmeldungen nehmen die örtlichen Grundig-Niederlassungen oder -Werksvertretungen entgegen.

### Neue Vorsitzende in den Fachverbänden des ZVEI

Zum Nachfolger von Dr. Eugen Sasse, der nach 20jähriger Arbeit nicht mehr für das Amt des Vorsitzenden des Fachverbandes 23 „Schwachstromtechnische Bauelemente“ kandidierte, wurde Dr. Karl Plümke (Siemens AG, München) gewählt. Dr. Sasse wurde einstimmig zum Ehrenvorsitzenden mit Sitz und Stimme im Vorstand gewählt.

Neuer Vorsitzender des Fachverbandes 11 „Elektro-Hausgeräte“ ist Dir. Hermann Ehrlich (Deutsche Philips GmbH, Hamburg), und stellvertretender Vorsitzender ist Dir. Kurt R. Büttner (Dr. Stiebel-Werke GmbH & Co., Holzminden).

Die Geschäftsführung des Fachverbandes 31 „Datenverarbeitung“ hat Dr. Werner Schmidt übernommen.

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

# FUNK-TECHNIK

R. BINZ und H.-J. KLEIMEIER

## Anforderungen an die künftige Technik der Funkanlagen aus der Sicht der Frequenzverwaltung

Ungezählte Frequenzzuweisungswünsche werden laufend von allen Seiten an die Frequenzverwaltung herangefragen. Lösungen werden in Zukunft immer schwieriger. Entscheidungen zugunsten des einen Funkdienstes gehen zwangsläufig zu Lasten der Interessen anderer Funkdienste. Die Forderung nach Verbesserung der Technik wird künftig nicht nur von seiten des Betriebes, sondern mehr und mehr auch von seiten der Frequenzverwaltung erhoben werden müssen. Dabei müssen technische Einschränkungen und Auflagen genauso hingenommen werden wie wirtschaftliche. Nur unter diesen Voraussetzungen werden berechtigte Frequenzwünsche in verständnisvollem Zusammenwirken der Frequenzverwaltung, der Herstellerfirmen von Funkgeräten und der Frequenzbenutzer auch in Zukunft erfüllt werden können.

Ein störungsfreies Nebeneinanderarbeiten vieler Funkstellen erfordert feste einheitliche Regeln für den Einsatz der einzelnen Funkanlagen. Die stürmische technische Entwicklung mit den sehr vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten des Funkeinsatzes als Übertragungsmittels verpflichten die deutsche Fernmeldeverwaltung, die nach dem „Gesetz über Fernmeldeanlagen“ das Funkhoheitsrecht ausübt, zu Maßnahmen, die vorhandenen Funkfrequenzbereiche nach allgemeinen und volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten den verschiedenen Funkdiensten gerecht zur Verfügung zu stellen. Diese Aufgabe obliegt den Organen der Frequenzverwaltung.

Wichtigste Aufgabe der Frequenzverwaltung ist es, eingehende Analysen über die Belegung der Frequenzbereiche und Frequenzteilbereiche durchzuführen und auf Grund dieser Ergebnisse neue Frequenzen bereitzustellen und den einzelnen Funkstellen zuzuordnen. Funkstellen, die betrieblich zusammen arbeiten sollen, müssen die vorgesehene Verbindung mit ausreichender Betriebsgüte durchführen können. Soweit es möglich ist, muß dabei sichergestellt werden, daß andere Funkdienste dadurch nicht beeinträchtigt oder gar schädlich gestört werden. Funkdienste, die dem öffentlichen Verkehr dienen, das heißt Verbindung mit dem öffentlichen Fernmeldenetz haben, und solche, die öffentlichen Zwecken dienen, zum Beispiel Funkanlagen der Polizei oder Feuerwehr, müssen vorrangig behandelt werden. Wegen der gegen Störungen besonders anfälligen Funkanlagen bedarf die Frequenzauswahl sehr sorgfältiger Überlegungen. Diese Aufgaben werden mit der steigenden Anzahl der Funkanlagen immer schwieriger, weil das verwendbare Frequenzspektrum keineswegs unbeschränkt zur Verfügung steht. Es kann auch nicht beliebig erweitert werden; es kann nur weiter erschlossen und immer wieder rationeller verteilt werden, das heißt, es kann nur immer wieder ökonomischer eingesetzt werden.

### Verfügbares Frequenzspektrum

Die derzeitig gültige internationale Vollzugsordnung für den Funkdienst sieht eine Frequenzzuweisung an die einzelnen Funkdienste bis 40 GHz vor. Das schließt nicht aus, daß einzelne Funkanlagen im Rahmen der Forschung bereits auch höhere Frequenzen verwenden. Insbesondere zählen in der Bundesrepublik Deutschland auch Fernmeldeanlagen, die Lichtwellen benutzen, nach dem Gesetz zu den genehmigungspflichtigen Fernmeldeanlagen. Wegen ihrer beschränkten Reichweite und geringen Störmöglichkeit konnte für diese „Lichtfunkanlagen“ bisher ein vereinfachtes Genehmigungsverfahren angewendet werden.

Oberpostdirektor Dipl.-Ing. Rudolf Binz ist Leiter des Referats C 44 (Funk- und Frequenzverwaltung) im FTZ, dem auch Fernmeldeoberamtmann Hans-Joachim Kleimeier angehört.

Von dem Frequenzbereich bis 40 GHz, der im Bild 1 aufgeteilt nach den einzelnen Funkdiensten dargestellt ist, sind allerdings für verschiedene Funkdienste wesentliche Anteile technisch noch nicht erschlossen. Praktisch sind in großem Umfang nur Frequenzen bis 10 GHz eingesetzt, während die Bereiche bis 15 GHz erst in näherer Zukunft einsetzbar sein werden. Darüber hinaus bis 40 GHz werden nur Funkanlagen für besondere Zwecke, zum Beispiel für geodätische Meßgeräte, betrieben.

Während die Bereiche von 1 bis 10 GHz vorzugsweise den Richt-, Ortungs- und Weltraumfunkdiensten vorbehalten sind, finden die beweglichen Funkdienste zur Zeit noch physikalische Grenzen bei 1000 MHz, so daß sie sich in diesem bis 1000 MHz reichenden Bereich in harter „Frequenzkonkurrenz“ zu den übrigen Frequenzbenutzern dieses heute schon als klassisch zu bezeichnenden Bereiches befinden. Bild 2 zeigt die Aufteilung dieses Bereiches auf die verschiedenen Funkdienste, wobei nunmehr nur die tatsächliche Verfügbarkeit zugrunde gelegt wurde. Nichtzivilen Zwecken zur Verfügung stehende Teilbereiche wurden aus dieser Darstellung herausgenommen. Von dieser Frequenzverteilung muß der Frequenzantragsteller ausgehen, wenn er aufgefordert wird, neuen Frequenzanträgen zuzustimmen. Sehr oft kann seine Antwort hierauf nur abschlägig sein, oder dem Antrag kann nur mit beschränkenden Auflagen stattgegeben werden.

### Befriedigung neuer Frequenzanforderungen

Die Anzahl der Funkanlagen ist bei vielen Funkdiensten in den vergangenen Jahren sprunghaft angestiegen, wie aus Bild 3 am Beispiel der nichtöffentlichen beweglichen Landfunkdienste (nöBL) zu erkennen ist. In 10 Jahren war hier eine Steigerung um nahezu 2000% festzustellen und zu verarbeiten. Neue Bedarfsträger, wie zum Beispiel die Weltraumfunkdienste, oder auch neuer Bedarf (beispielsweise durch weitere Rundfunkprogramme) kamen hinzu. Zusätzliche technische Forderungen, wie die Farbbildübertragung im Fernsehen oder Breitband-Metwertübertragung, waren bei der Frequenzbereitstellung zu berücksichtigen. Die zunehmende volkswirtschaftliche Bedeutung des Einsatzes von Funkanlagen in ganz Europa ließ die Schwierigkeiten — insbesondere auch in den Grenzonen zu den Nachbarländern — erheblich anwachsen.

Zur künftigen Befriedigung aller dieser neuen Wünsche müssen vielfach die technischen Anforderungen erhöht werden oder neue technische Lösungsmöglichkeiten gesucht werden. Darüber hinaus müssen Maßnahmen der Frequenzverwaltung eingeleitet werden, um durch Verlegung von Funkdiensten in andere Frequenzbereiche besonders vordringliche Frequenzanforderungen erfüllen zu können. Das gilt insbesondere dann, wenn Gründe vorliegen, die es zwar dem vorhandenen Funkdienst, aber nicht dem neu hinzugekommenen dienen.

kommenden möglich machen, die Ausweichfrequenzbereiche zu benutzen. So müssen laufend neue Spektralbereiche erschlossen werden, oder bisher ausschließlich einem einzigen Funkdienst zur Verfügung stehende Bereiche müssen künftig mit anderen Funkdiensten geteilt werden. Auch neue Frequenzzuteilungsverfahren können eine geeignete Maßnahme zur besseren Frequenzausnutzung ergeben.

#### Weitere Entwicklung der einzelnen Funkdienste

Vom Richtfunk und den Ortungsfunkdiensten abgesehen, ist die überwiegende Anzahl der Funkanlagen im Frequenzbereich unterhalb 1000 MHz eingesetzt. Der größte Teil dieses sehr wertvollen Frequenzbereiches steht den Rundfunkdiensten zur Verfügung. Gleichwohl können damit noch keineswegs alle Frequenzwünsche für die Ton- und Fernseh-Rundfunksendernetze befriedigt werden. So wurden neue Lösungen gesucht und entsprechende technische Untersuchungen im Frequenzbereich um 12 GHz aufgenommen. Die Ergebnisse dieser Ermittlungen lassen in naher Zukunft den Einsatz dieses Frequenzbereiches möglich erscheinen, wobei jedoch

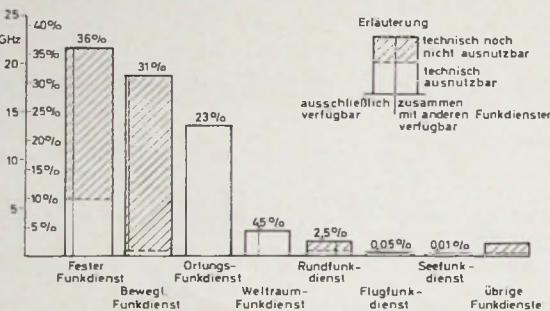
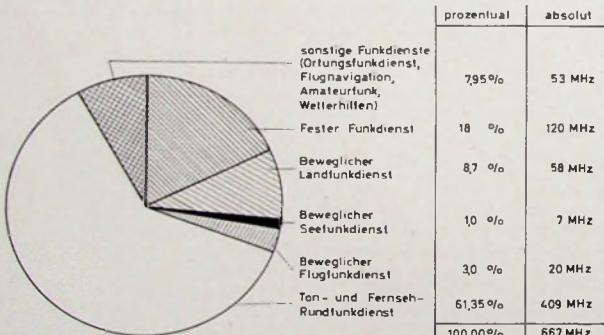


Bild 1. Aufteilung des Gesamt-Frequenzspektrums zwischen 10 kHz und 40 GHz an die einzelnen Funkdienste gemäß Frequenzbereichsaufteilungsplan der BRD; das insgesamt verfügbare Frequenzspektrum von  $\approx 40$  GHz ist zum Teil mehrfach zugewiesen ( $62$  GHz  $\geq 100\%$ )



noch grundsätzliche Fragen planungstechnischer Art entschieden werden müssen: Können oder sollen auch hier in den übrigen Frequenzbereichen verwendeten Modulationsarten verwendet werden? Müssen nicht schon aus Gründen der Wellenausbreitung mehrere Gebäudegruppen über eine Gemeinschafts-Antennenanlage versorgt werden, in der dann auch Modulationsumsetzer wirtschaftlich eingesetzt werden können? Ist es ausreichend, jedes Gebiet einer Stadt nur von einer Stelle aus zu versorgen, oder müssen zur Aufteilung der vielen zu erwartenden Schafzonen von vornherein jeweils mehrere Senderstandorte innerhalb eines Stadtgebietes vorgesehen werden? Wie viele voneinander unabhängige Bedeckungen (Programme) können mit dem vorhandenen Spektrum erzielt werden?

Leider steht noch keineswegs fest, wieviel des Spektrums für derartige Planungen tatsächlich zur Verfügung stehen wird. Nach der Vollzugsordnung für den Funkdienst von Genf 1959 ist der Bereich von 11,7 bis 12,7 GHz dem Rundfunkdienst zugewiesen, keineswegs allerdings zur ausschließlichen Benutzung. Er hat diesen Bereich mit dem Festen und dem Beweglichen Funkdienst (außer dem Beweglichen Flugfunkdienst) gleichberechtigt zu teilen. Darüber hinaus liegen bereits Anforderungen vor, in diesen Bereich auch Rundfunk-Aussendungen über Satelliten mit einzubeziehen. Eine für 1970/1971 angesetzte, neue weltweite Funkverwaltungskonferenz für die Zuweisung von Frequenzbereichen für den Weltraum-Funk-

verkehr wird über diese Wünsche zu entscheiden haben. Hierbei wird auch die Frage eine Rolle spielen, ob nur Bereiche für Verteilsatelliten bereitzustellen sind oder auch für solche Satelliten, die der unmittelbaren Versorgung der Rundfunkempfangsanlagen dienen sollen. Diese Entscheidungen obliegen keineswegs ausschließlich nur der deutschen Fernmeldeverwaltung, wenngleich sie ihre Auflassung zu diesen Fragen entsprechend geltend machen wird. Nicht zuletzt auf deutsche Initiative geht die zusätzliche Frequenzerweiterung von 1959 an den Rundfunkdienst zurück.

Auf sehr lange Sicht gesehen, wird ernsthaft die Frage zu prüfen sein, ob es weiter verantwortet werden kann, für relativ wenig Rundfunkprogramme einen derart hohen Anteil gerade der wertvollsten Frequenzbereiche den anderen Funkdiensten, die auf diese Bereiche angewiesen sind, vorzuhalten.

Weltweite Funkverbindungen mit großem Bündelbedarf oder vor allem solche für bewegliche Funkdienste können nicht über Kabelverbindungen hergestellt werden. Ein Koaxialkabel, das alle Haushaltungen erreicht, könnte jedoch weit mehr Rundfunkprogramme einschließlich einer Reihe von Programmen benachbarter Länder mit ausgezeichneter Qualität zum Teilnehmer bringen. Ansätze zu derartigen Lösungen sind bereits in mehreren Ländern vorhanden, zum Beispiel in der Schweiz, den USA, in den Niederlanden und in Belgien. Daneben sieht eine Zukunftsvision diese Kabel auch dafür geeignet, den oder die Fernsprech- und Fernschreib- und Datenanschlüsse einschließlich aller Feuer- und Polizeimelder aufzunehmen.

Die Rundfunkdienste haben in der Vergangenheit wertvolle Beiträge für eine ökonomische Frequenzausnutzung geleistet. Die Restseitenbandübertragung sowie der Verzicht auf extrem hohe Zeilauflösung beim Fernsehen sind hierbei ebenso zeitsparend wie die Unterbringung des Farbbträgers innerhalb des Übertragungsbandes. Trotzdem bedeutet jedes weitere Rundfunkprogramm in erheblichem Maße eine weitere Verschiebung in der Relation der Frequenzverteilung zuungunsten der übrigen Funkdienste. Ob später

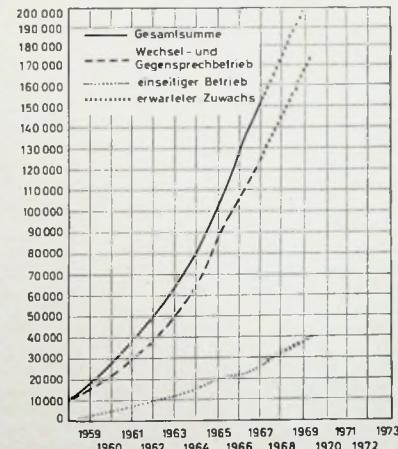


Bild 3. Entwicklung der nichtöffentlichen beweglichen Landfunkdienste

bei unmittelbarer Rundfunkversorgung durch Satelliteneinsatz die Frequenzausnutzung je Programm verbessert werden kann, wird davon abhängen, ob hierdurch überhaupt nationale Programme ersetzt werden können oder ob im wesentlichen überationale, zusätzliche Programme übertragen werden sollen. Denkbar wäre ein Kompromiß in der Weise, daß jeweils ein nationales Programm von einem solchen Satelliten übernommen wird und die dadurch freierwerdenden Fernseh-Rundfunkkanäle — zum Beispiel im Bereich V — für den Satellitenfunkdienst bereitgestellt werden. Das bedeutet einerseits zwar höheren Leistungsaufwand für den Satelliten, wenn man den Vorteil der dort verwendeten Modulationsart für die Empfangsanlagen wahrnehmen will. Andererseits wird eine unmittelbare Rundfunkaussendung von einem Satelliten aus auf jeden Fall Leistungen erfordern, die eine Kernkraftspeisung oder ähnliches voraussetzen.

Im Bereich des Ton-Rundfunks ist beabsichtigt, den Frequenzbereich über 100 MHz hinaus bis 104 MHz für neue Sender zu erschließen. Allerdings waren hier bisher schon Rundfunksender in Betrieb. Außerdem haben benachbarte Verwaltungen in diesem Bereich zum Teil bewegliche Funkdienste eingesetzt, die besonders störfähig gegenüber Einwirkungen leistungsschwacher Rundfunksender sind. Wie schwierig gerade dieses Problem sein kann, hat vor einigen Jahren eine Konferenz in Genf gezeigt, auf der verschiedene östliche Verwaltungen Vorschläge auch für den Einsatz von Fre-

quenzbereichen unterhalb 87,5 MHz für Rundfunkzwecke machen. Ein Großsender in Pilsen hätte dabei jeglichen beweglichen Landfunkdienst im südlichen Raum bis Saarbrücken unmöglich gemacht. In harten Verhandlungen konnte damals eine für beide Seiten brauchbare Lösung gefunden werden.

Für den Mittelwellenbereich wird sich im Rahmen einer künftigen Frequenzverteilung vor allem auch die Frage ergeben, ob durch Verwendung von Einseitenbandverfahren einerseits und durch tonfrequente Bandbreitenbegrenzungen andererseits die notwendige Anzahl störungsfreier Kanäle gewonnen werden kann.

Sehr hohe Frequenzanforderungen werden auch im Bereich der festen Funkdienste im Zusammenhang mit den Weltraumfunkdiensten gestellt. Die Zuweisung von gemeinsamen Frequenzbereichen an diese beiden Gruppen hat im mittteleuropäischen Raum erhebliche Koordinierungsprobleme ergeben. Außerdem ist der hohe Aufwand für die Erdfunkstellen wegen der Leistungsflußbegrenzung vom Satelliten aus für kleinere Länder kaum tragbar. Dadurch entsteht die Forderung nach exklusiven Frequenzbereichen für Fernmeldesatellitenverbindungen, vor allem für regionale Satelliten. Frequenzen bis 20 GHz dürfen hierfür zwar grundsätzlich brauchbar sein; die erhöhte Streckendämpfung widerspricht aber der Forderung nach möglichst einfachen Erdfunkstellen. Diese Forderung kann wegen ihrer wirtschaftlichen Auswirkung bei einer für Europa in Betracht kommenden Anzahl von vielleicht 50 oder mehr Erdfunkstellen von recht erheblicher Bedeutung sein. Jedoch ist die Durchlaufstrecke der Troposphäre für terrestrische Richtfunkverbindungen größer, so daß hier der Aufwand bei höheren Frequenzen noch weit stärker ansteigt. Man wird daher die Frequenzbereiche über 10 GHz im Richtfunk besonders für Nahverbindungen mit einer Funkfeldlänge von 10 bis 20 km, möglicherweise in Verbindung mit Pulscode-Modulationsverfahren, vorsehen müssen. Eingehende Untersuchungen werden Vor- und Nachteile der möglichen Lösungen genau abzuwägen haben. In Frequenzbereichen unterhalb 1000 MHz ist der Einsatz von mehrkanaligen Richtfunkverbindungen in Zukunft nur noch in besonders gelagerten Fällen zu vertreten.

Soweit bisher im KW-Bereich betriebene Weltverkehrsbeziehungen nicht durch Satellitenverbindungen oder Seekabel übernommen werden, müssen die verbleibenden Verbindungen, die besonders nach Ländern mit geringerer Bündelbedarf ausgerichtet werden sollten, durch Einseitenbandverfahren in allen Ländern sparsamsten Frequenzeinsatz ermöglichen. Die Frequenzausnutzung kann dabei noch durch erhöhten Einsatz von Richtantennen und durch Anwendung der Zeitteilung gesteigert werden.

Die außerordentlich starke Entwicklung der beweglichen Landfunkdienste wurde bereits erwähnt. Nur durch straffe Normierung der Funkanlagen und durch neue Verfahren konnte der Frequenzeinsatz für die fast 200000 Funkanlagen in der BRD sichergestellt werden. Eine Senderausgangsleistung von 6 Watt bei fre-

quenzmodulierten Geräten mit 14 kHz belegter Bandbreite in allen zur Verfügung stehenden Frequenzbereichen zwischen 30 und 470 MHz für 90% aller Frequenzeinsätze der letzten Jahre war das Ergebnis dieser Bemühungen, die letztlich eine wirtschaftliche Fertigung der Funkgeräte in großen Stückzahlen ermöglichten.

Eine Sättigungserscheinung ist bei den beweglichen Landfunkdiensten nicht abzusehen. Ein Vergleich mit der entsprechenden Entwicklung in den USA, in denen über 4½ Millionen Landfunkstellen betrieben werden, läßt auch für die BRD noch einen erheblichen Zuwachs erwarten. Ohne die sogenannten „Citizens-Band“-Geräte entspricht der jährliche Zuwachs in der BRD erst ungefähr dem monatlichen Zuwachs in den USA. So kann man auch in der BRD durchaus in nicht zu ferner Zukunft mit einer halben Million Funkanlagen in diesem Funkdienst rechnen. Die für den beweglichen Landfunkdienst neu erschlossenen Frequenzbereiche 146 bis 156 MHz und neuerdings 450 bis 470 MHz sowie die zur Zeit laufenden Umstellungmaßnahmen auf den schmaleren 20-kHz-Kanalabstand in den übrigen Frequenzbereichen dürften die akuten Frequenzprobleme für die nächste Zeit beseitigen. An einer erneute Verringerung des Kanalabstandes, die planungsmäßig übrigens keineswegs den gleichen Gewinn bringen könnte, wie es dem Kanalabstandsverhältnis entsprechen würde, ist daher in der BRD für die voraussehbare Zeit nicht gedacht.

Im beweglichen Seefunkdienst und Flugfunkdienst bahnt sich im Weltverkehr eine völlig neue Entwicklung an. Der Einsatz von Satelliten für diese Zwecke eröffnet ganz neue Möglichkeiten für die Navigation und auch für den Fernmeldeverkehr, und zwar sowohl für die Fernsprech- und Fernschreib- wie auch in der Faksimileübertragung. Vieleicht wird schon in wenigen Jahren die Steuerung superschneller Luftfahrzeuge vom Boden aus ergänzt oder sogar vollautomatisch übernommen werden. Jedes Luft- oder Seefahrzeug wird auf seinem Kurs von einem Rechner verfolgt, und das Ergebnis wird kartennmäßig dargestellt. Versuche dieser Art sind bereits erfolgversprechend verlaufen. Offen ist noch die Frage der zu verwendenden Techniken, Geräte und Frequenzbereiche. Die Mitverwendung der UKW-Bereiche, die für diese beiden Funkdienste zur Verfügung stehen, ist zunächst naheliegend und vielleicht für die ersten Jahre ausreichend. Schwierig ist die Gerätefrage, weil entweder der Satellit in der Lage sein muß, den Seefahrzeuge oder Flugfunkbereich zu verarbeiten, oder die See- und Luftfahrzeuge müßten zusätzlich für die Satellitenverbindung geeignete Geräte mitführen. Sehr viele Kanäle werden in den betreffenden beiden UKW-Bereichen für diese Zwecke nicht freigemacht werden können, so daß Überlegungen über größere Verkehrs volumen zwangsläufig zu höheren Frequenzbereichen führen müssen; Bereiche um 1000 MHz erscheinen hierfür durchaus günstig. Auch die Lösung dieser Fragen ist der nächsten Weltraum-Verwaltungskonferenz vorbehalten, die damit auch die sehr schwierige und undankbare Aufgabe hat, zu fordern, daß gewisse Frequenzbereiche von den derzeitigen Benutzern geräumt werden müssen.

## Tagung der Technischen Kommission der ARD im FTZ Darmstadt

Elf Technische Direktoren deutscher Rundfunkanstalten und Rundfunk-Institute konnte Präsident Dipl.-Ing. F. Maul Anfang Dezember 1968 im FTZ Darmstadt begrüßen.

Dipl.-Ing. J. Feldmann von der Berliner Außenstelle des FTZ berichtete über das in Berlin errichtete Versuchsnetz für einen Fernseherrundfunk im 12-GHz-Bereich, der schon 1959 von Oberpostdirektor K.-O. Schmidt in Darmstadt vorgeschlagen worden war. Ausbreitungsmessungen, in den Abendstunden auch Programmübertragungen für die interne Fernsehversorgung eines kleinen Kreises von Postangehörigen, sollen das Verhalten der extrem kurzen Wellen über einem Ballungsraum klären; dieses Großexperiment wird die Grundlage liefern für ein 1971 von der Bundespost geplantes Erprobungsnetz mit etwa 200 Empfangsstellen, die das 12-GHz-Programm über Mikrowellenantennen und Spezialkonverter mit gewöhnlichen Fernsehgeräten empfangen können.

Dr. Jürgen Großkopf behandelte Ausbreitungsprobleme bei der Übertragung breiter Frequenzbänder auf Wellen von weniger als drei Zentimeter Wellenlänge, die schon durch Niederschläge erheblich gedämpft werden. Inhomogenitäten der Atmosphäre und Reflexionen an Bodenunebenheiten, Wäldern und Bauten verursachen zudem eine Mehrwegeausbreitung, deren meßtechnische Erforschung wichtig für die Planung neuer breitbandiger Funkstrecken ist.

Die Fortschritte in der Technologie mikroskopisch kleiner elektronischer Schaltkreise ermöglichen heute die Ausnutzung einer 30 Jahre alten Erfindung, der Puls-Code-Modulation: Sie wandelt Fernsprechsignale, Hör- oder Fernseh-Rundfunksendungen punktweise in schnelle Telegrafezeichen – „Strom“ oder „Kein Strom“ – um, die sich durch geringste Störanfälligkeit auf dem Leitungsweg auszeichnen. Die „Codierung“ erfolgt so schnell, daß dieselbe Leitung abwechselnd von vielen Teilnehmern nacheinander benutzt werden

kann. Dipl.-Ing. H. Hessenmüller demonstrierte die Wirkung dieses Zeitmultiplex-Verfahrens bei einer Fernsprech-Übertragung. Dipl.-Ing. G. Hanke, zeigte, daß sich sogar Farbfernsehbilder durch PCM-Technik übertragen lassen.

Dipl.-Ing. W. Lorek und Dipl.-Ing. H. Schmidt übertrugen Fernsehbilder über eine Hohlleiterstrecke von etwa 5 km Länge. Dipl.-Phys. R. Grub wies die Eignung eines Laser-Strahls für Musikübertragung nach. Dipl.-Ing. F. Jaeschke und Dipl.-Ing. H. Wendt zeigten an Beispielen einiger Originalaufnahmen von den Olympischen Spielen in Mexiko (die Professor Dr. R. Theile vom Institut für Rundfunktechnik in München über den Satelliten ATS III. und zwar einmal über die englische Erdfunkstelle Goonhilly, das andere Mal über Raisting hatte aufzeichnen lassen) die Eigenschaften des beim Forschungsinstitut des FTZ in wenigen Monaten gebauten elektro-optischen Normwandlers im Vergleich zu dem von der British Broadcasting Corporation entwickelten Gerät, das etwa das Vierfache gekostet hatte.

(Nach FTZ-Angaben)

# Das elektronische FuBK-Farbtestbild

## 1. Aufgabenstellung

Mit dem Beginn des Farbfernsehens in der Bundesrepublik Deutschland entstand die Notwendigkeit, ein elektronisch erzeugtes Testbild auszustrahlen, das sowohl für die Schwarz-Weiß-Empfänger als auch für die PAL-Farbempfänger die notwendigen Informationen enthält, um einen möglichst optimalen Abgleich der Empfänger durchführen zu können. Zur Auswahl eines geeigneten Testbildes wurde die Arbeitsgruppe „Farbfernseh-Testbild“ von der Funkbetriebskommision (FuBK) gegründet, an der Vertreter der interessierten Industrie, der Bundespost und der Rundfunkorganisationen teilnahmen, wobei die Federführung beim Institut für Rundfunktechnik GmbH, München, lag. Die Diskussionen in dieser Arbeitsgruppe führten zu einem Testbild, das nun in der Bundesrepublik Deutschland regelmäßig ausgestrahlt wird und das als FuBK-Farbtestbild bezeichnet werden soll.

- An das Testbild wurden die folgenden Forderungen gestellt:
1. Das Testbild soll dem Teilnehmer eine optimale Einstellung des Empfängers ermöglichen.
  2. Es soll dem Service-Personal die Justage des Empfängers ermöglichen und eine Hilfe für die Installation von Empfängern an ihrem Bestimmungsort bieten.
  3. Es soll eine einfache Funktionskontrolle nach der Installation ermöglichen und einen Eindruck von der erreichten Bildqualität am Ort der Aufstellung vermitteln.
  4. Obwohl das Testbild nur technische Funktionen zu erfüllen hat, so soll es doch einen ansprechenden Bildeindruck geben.
  5. Die Signalfolge der einzelnen Testsignale soll so gewählt werden, daß bei einer eventuellen oszillografischen Auswertung des Testbildes durch das Betriebspersonal der Übertragungsstrecken und der Sender ein übersichtliches Pegel- und Vektoroszillogramm entsteht.

## 2. Beschreibung des Testbildes

Im Bild 1 ist das Testbild so wiedergegeben, wie es bei Schwarz-Weiß-Empfängern auf dem Bildschirm erscheint. Beim Empfang mit Farbfernsehgeräten sind die Farben so verteilt, wie es aus der Strichzeichnung nach Bild 2 hervorgeht. Die im Bild 2 links am Rande markierten Abschnitte 1 bis 14 bedeuten:

### Abschnitte 1 und 2

Gitter zur Beurteilung der Geometrie und der Konvergenz. Das Gitter ist im gesamten Bild einem Graufeld überlagert, dessen Signal 20 bis 30 % vom Signal für 100 % Weiß entspricht.

### Abschnitte 3 bis 5

Farbbalken. Von links nach rechts: 75 % Weiß, 100 % gesättigtes Gelb, Cyan, Grün, Purpur, Rot, Blau und Schwarz. Die Signale in den farbigen Feldern haben 75 % der maximal möglichen Werte.

### Abschnitte 6 und 7

Fünfstufige Grautreppe mit folgenden Signalpegeln: S = Schwarz = 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, W = 100 % Weiß.

### Abschnitt 8

Rechts und links 100 % Weiß; Mitte Schwarz für Sender-Kennung.

### Abschnitt 9

Von links nach rechts: 100 % Weiß, Frequenzgruppen 1 MHz, 2 MHz, 3 MHz, 4,43 MHz = Farbrägerfrequenz. Modulationsphase so, daß im Farbempfänger  $G - Y = 0$  ist. 50 % Weiß für endgültige Ausführung. Gegenwärtig wird Schwarz gesendet.

**Dr.-Ing. Norbert Mayer** ist Leiter der Abteilung für Sonderentwicklungen im Institut für Rundfunktechnik GmbH, München; **Dr.-Ing. Helmut Schönfelder** ist Leiter einer Entwicklungsabteilung für Farbfernsehgeräte bei der Fernseh-GmbH, Darmstadt.

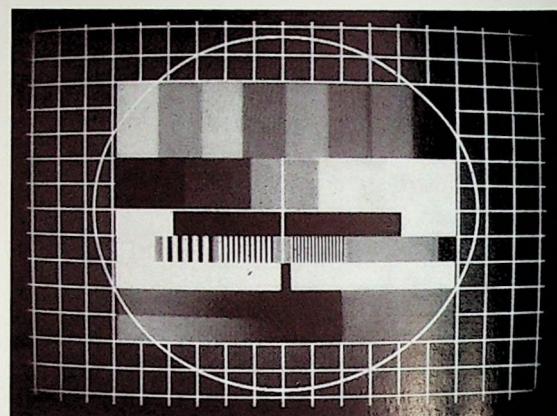


Bild 1. Das Testbild in Schwarz-Weiß-Wiedergabe

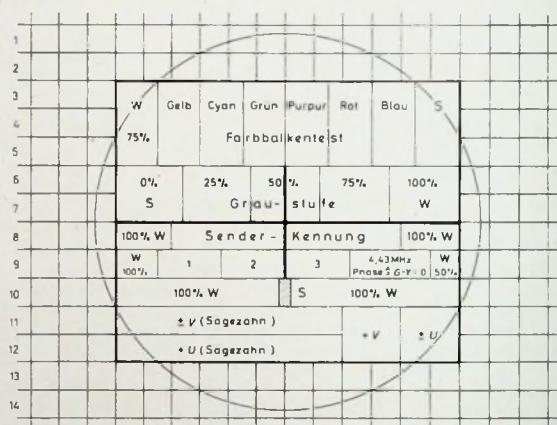


Bild 2. Inhalt des elektronischen FuBK-Farbtestbildes  
(W = Weiß, S = Schwarz, V = R - Y, U = B - Y)

### Abschnitt 10

Links 100 % Weiß, Mitte Schwarz, rechts 100 % Weiß.

### Abschnitte 11 und 12

Links: Leuchtdichtesignal sägezahnförmig. Beginnt links mit Maximalwert, der zwei Gitterlinienabstände konstant ist. Danach sinkt das Leuchtdichtesignal linear auf Null. Es ist ein Farbräger überlagert, dessen Amplitude in gleicher Weise abnimmt. Maximalwert des Gesamtsignals ist gleich 75 % Weiß. Modulationsphase des Farbrägers im Abschnitt 11: zeilenweise wechselnd zwischen +V und -V ( $V = 0,877 (R - Y)$ ). Modulationsphase des Farbrägers im Abschnitt 12: in jeder Zeile + U ( $U = 0,493 (B - Y)$ ).

Rechts: Im Feld +V liegt der Farbrägerzeiger in jeder Zeile bei +V; im Feld ±U liegt der Farbrägerzeiger von Zeile zu Zeile wechselnd in der Richtung +U und -U. Beide Felder haben ein Leuchtdichtesignal mit 37,5 % des Maximalpegels. Beide Felder erscheinen grau, wenn die Farbrägerdemodulation in Ordnung ist.

### Abschnitte 13 und 14

Gitterlinien zur Beurteilung der Geometrie und der Konvergenz. Der Kreis ist für die endgültige Ausführung vorgesehen.

# Die Symmetrie der Materie

## 1. Eine neue Entdeckung:

### Die Materie ist symmetrisch

Bei der Untersuchung der Höhenstrahlung wurde in den dreißiger Jahren ein eigenartiges Teilchen gefunden. Es glich scheinbar aufs Haar dem Elektron, hatte wie dieses die genau gleiche Masse, gleiche Größe und gleichen Spin. Nur in einem Punkt unterschied es sich von diesem, es hatte entgegengesetzte elektrische Ladung. Es handelte sich also offenbar um ein positives Elektron, ein perfektes Spiegelbild, einen „Zwillingsbruder“ des negativen Elektrons. Man nannte es Positron. Es war genau jenes Teilchen, das Prof. Dirac, Cambridge, kurz zuvor in einer äußerst geistvollen Theorie vorausgesagt hatte, wofür er 1933 den Nobelpreis erhielt. Endlich war das gesuchte Loch in der Materie gefunden. Damit begann die neue Ära, die Serie der erregenden Entdeckungen, die die Wissenschaft der letzten Jahre in Atem hielt. Heute gilt die Existenz des Positrons als erwiesen, seitdem man in der Lage war, es in den modernen Teilchenbeschleunigern künstlich zu erzeugen und in der Nebelkammer durch Fotografieren seiner Bahn nachzuweisen. Daß wir dem Positron in der Natur kaum begegnen, hat seinen Grund darin, daß die uns umgebende Materie nur negative und nur ganz selten positive Elektronen enthält, denn diese werden sofort bei ihrem Zusammentreffen mit negativer Materie vernichtet<sup>1)</sup>.

Die Entdeckung des Positrons gab den Wissenschaftlern zu denken und ließ reichen Diskussionsstoff. Auch Einstein machte seine Überlegungen: „Überall in der Welt“, so sagte er sich, „finden wir Symmetrie. Aber im Atom haben wir eine eigenartige Unsymmetrie vor uns. Auf der einen Seite die negativen kreisenden Elektronen, auf der anderen der sich kaum bewegende positive viel größere Kern mit grundverschiedenen Eigenschaften.“ Mit der Entdeckung des Positrons war endlich der von Einstein vorausgesagte neue Baustein gefunden worden. Er bildete den ersten Beweis einer symmetrischen Materie. Die Welt erschien plötzlich unter einem neuen Aspekt. Wenn Einstein recht hatte, dann mußte diese Symmetrie auch für die anderen Materieteilchen gelten, auch für das Proton und Neutron. Wissenschaftler aus aller Welt bemühten sich, diese Frage zu lösen. Ungeheure Energien waren aber notwendig, um den schlüssigen Beweis zu führen, das heißt, um diese Teilchen aufzuspüren oder zu erzeugen. Es mußten Beschleunigungsmaschinen gebaut werden, die Millionen eV zu liefern in der Lage waren. Mit einer dieser Maschinen, dem Protonen-Synchrotron von Berkeley gelang

<sup>1)</sup> Hübner, R.: Die neue Welt der subatomaren Teilchen. Funk-Techn. Bd. 24 (1969) Nr. 1, S. 15-18

es tatsächlich mit einer Energie von  $6 \cdot 10^6$  eV, das ebenfalls von Dirac vorausberechnete und prophezeite negative Proton, das Antiproton, experimentell zu erzeugen und nachzuweisen. Auch das Antiproton stellt das genaue Spiegelbild des Protons dar. Beide unterscheiden sich nur durch die entgegengesetzte Ladung.

Bald darauf folgte die Entdeckung des Antineutrons. Die Forschung der letzten Jahre, die noch längst nicht abgeschlossen ist, förderte weitere Antiteilchen zutage: die Antimesonen, die Antineutrinos, die Antihyperonen und viele andere<sup>1)</sup>. Nur zu einem Teilchen konnte bisher kein Zwillingsbruder gefunden werden: zum Photon. „Anti-Lichtquanten“ gibt es offenbar nicht.

## 2. Die sagenhafte Antimaterie

Die Frage der Antiteilchen beschäftigt die Wissenschaftler in den Kernforschungsstätten und in den Laboratorien der ganzen Welt. Es erhebt sich die Frage, warum man diese Antiteilchen nicht schon früher entdeckt habe und warum diese nicht in der Höhenstrahlung festgestellt werden konnten. Der Grund ist ebenso einleuchtend wie erschütternd: Die Zwillingsbrüder – Teilchen und Antiteilchen – können sich nicht miteinander vertragen. Sobald sie miteinander in Berührung kommen, haben sie nur das eine Ziel, sich gegenseitig so rasch als möglich zu vernichten, das heißt (genauer gesagt) sich in Strahlung zu verwandeln.

Es war ein erregendes Erlebnis, als im Jahre 1933/34 Heiting und Klemperer bei ihren Arbeiten in der Nebelkammer feststellten, daß beim Zusammentreffen eines negativen Elektrons mit seinem positiven Bruder die beiden Teilchen völlig verschwanden und von ihrer einstigen materiellen Existenz nur noch ein unmaterielles Photon, ein Gammaquant Kunde gab (Bild 1).

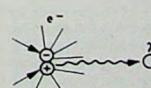


Bild 1. Vernichtungsstrahlung

Was war geschehen? Wie konnten sich die beiden Partikelchen scheinbar in nichts auflösen? Die Erklärung ist in der Einsteinschen Energie-Masse-Gleichung

$$E = m \cdot c^2$$

zu finden, wonach sich Energie in Masse und umgekehrt Masse in Energie umwandeln vermag. Hieraus kann man über die Plancksche Gleichung

$$h \cdot v = E^2$$

für ein Gammaquant

$$h \cdot v = 2 \cdot m_e \cdot c^2$$

ableiten ( $v$  = Frequenz,  $h$  = Plancksche Konstante,  $m_e$  = Masse des Elektrons beziehungsweise des Positrons).

Aus dieser Gleichung läßt sich erkennen, daß zwei gleiche Masseteilchen (hier Elektron und Positron) entgegengesetzter elektrischer Ladung, bei ihrem Zusammenprall ein Gammaquant ergeben und umgekehrt aus einem Gammaquant zwei Teilchen entstehen können. Voraussetzung für eine solche Umwandlung ist allerdings, daß die beiden Partikel mit hinreichend großer Energie von mindestens  $10^6$  eV zusammenstoßen. Man nennt diesen Vorgang Vernichtungsstrahlung.

Aber auch das Gegenteil ist möglich, daß nämlich ein Elektron und ein Positron scheinbar aus dem Nichts geboren werden (Bild 2). Ein solches Elektro-

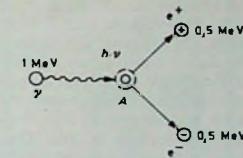


Bild 2. Paarbildung

nenpaar entsteht auf Kosten der Gesamtenergie eines Gammaquants im Felde eines schweren Atomkerns A. Diesen Vorgang bezeichnet man mit Paarbildung oder Materialisation von Energie.

Der Nachweis dieses Vorganges gelang ebenfalls in der Nebelkammer. Vom Atomkern gehen im Moment der Paarbildung zwei Nebelbahnen in verschiedenen Richtungen weg, die in einem Magnetfeld entgegengesetzt gekrümmt werden. Damit eine Paarbildung zusteht kommt, muß auch hier die Energie des Gammaquants genügend groß sein, nämlich

$$h \cdot v \geq 2 m_e \cdot c^2 \geq 10^6 \text{ eV}.$$

Diese Energie wird für die Entstehung der Teilchen benötigt. Jedes Teilchen erhält die Hälfte (nämlich  $0,5 \cdot 10^6$  eV) mit auf den Weg.

Das Positron würde im luftleeren Raum oder abgeschirmt von Normalmaterie unendlich lange leben. Kommt es jedoch mit Normalmaterie in Berührung, dann zerstrahlt es in zwei Gammaquanten.

Bei allen diesen Umwandlungen geht keinerlei Energie verloren. Das Gammaquant beendet sein Dasein in der Nähe des elektrischen Feldes des Kerns und verwendet seine gesamte Energie zur Geburt der beiden neuen Teilchen. Diese beiden Vorgänge der Vernichtungsstrahlung und der Paarbildung

bestätigten die schon früher bekundete Annahme, daß Licht und Materie lediglich verschiedene Erscheinungsformen der Energie darstellen.

Diese Prozesse sind nicht auf das Elektron allein beschränkt. Experimente in den Beschleunigern haben ergeben, daß diese Erscheinungen auch beim Zusammentreffen aller Teilchen aus Koinomaterie mit jenen aus Antimaterie auftreten, wobei auch andere kurzlebige subatomare Teilchen das Licht der Welt erblicken.

Treffen beispielsweise ein Proton und ein Antiproton zusammen, so entsteht

sich zu einer stabilen Form im Welt Raum zusammenfinden, die genauso gebaut ist wie unsere Koinomaterie. Ein Stück Koinomaterie wäre von einem Stück Antimaterie in keiner Weise zu unterscheiden; sie würden ihre Existenz erst beim Zusammentreffen beider Arten in einer furchtbaren Explosion, in einer gleißenden Lichtwolke und tödlicher Gammastrahlung offenbaren.

Auch Professor Gernot Eder und Hannes Alfvén, Stockholm, sind überzeugt, daß die Antimaterie irgendwo im Weltraum existiert. Man sieht

lustig hin- und her hüpfen. Zwischen ihm und der Platte hat sich eine Dampfschicht gebildet, die den Tropfen vor unmittelbarer Berührung mit der Platte schützt. Im kosmischen Geschehen wird auf ähnliche Weise eine Plasmaschicht gebildet, die Kino- von Antimaterie trennt. Hier geht dann die Zerstrahlung in einem kleinen Raumgebiet (analog dem Wassertropfen) nur relativ langsam vor sich. Die gegenseitige Vernichtung in der Berührungszone ist nur oder gerade so groß, daß sie die Bildung und Aufrechterhaltung einer genügend isolierenden Schicht gewährleistet. Nach Prof. Alfvén braucht diese Schicht nur einige Lichtjahre breit zu sein, um sicherzustellen, daß die beiden feindlichen Brüder Kino- und Antimaterie friedlich nebeneinander bestehen können.

Zwar hat man keinerlei Beweise für die Existenz von Antimaterie im Kosmos; bisher wurde weder ein kosmischer Stoff, noch ein Meteor gefunden, der aus kosmischer Antimaterie bestanden hätte. Es gibt aber auch keinen Beweis gegen das Vorhandensein von Antimaterie. Wohl aber sprechen die neuesten Forschungsergebnisse aus der Höhenstrahlung eindeutig für die Existenz von Antiteilchen. Dabei kann aber nicht bewiesen werden, ob diese aus dem Kosmos stammen, was bezweifelt wird, oder erst in der Atmosphäre gebildet wurden.

Die Fragen nach der Symmetrie oder Unsymmetrie der Materie im Weltall und die Existenz von Antimaterie werden die Wissenschaftler noch lange beschäftigen. Viele Überraschungen stehen noch bevor. Vieles wird aber weiterhin im Dunkel bleiben, wie so viele Dinge zwischen Himmel und Erde.

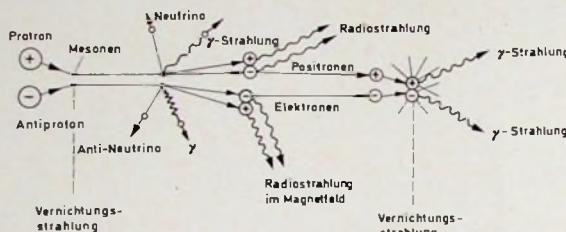


Bild 3. Vernichtungsstrahlung eines Protons und Antiprotons

ebenfalls Vernichtungsstrahlung, die entsprechend Bild 3 eine Reihe weiterer Prozesse nach sich zieht. Es bilden sich zunächst kurzlebige Mesonen, die sich ihrerseits wieder in Neutrinos, Gammastrahlen, Positronen und Elektronen umwandeln. Im Magnetfeld des Kosmos entstehen dabei auch noch Radiostrahlungen. Sobald die eben erst geborenen Positronen und Elektronen sich berühren, kommt es wiederum zur Vernichtungsstrahlung in Form von Gammaquanten, und die gesamte Materie verschwindet.

1956 konnte der Nobelpreisträger Emilio Segrè, Universität Kalifornien, im neuerrichteten Protonen-Synchrotron eine Reihe solcher Vernichtungs- und Paarbildungsprozesse, wie sie im Kosmos dauernd ablaufen, künstlich erzeugen.

Eine unheimliche Vision tauchte vor Physikern auf: Wäre es nicht auch denkbar, komplette Atome, ja ganze Stoffe, aus Antimaterie herzustellen und damit eine Art Atombombe zu fabrizieren, deren Zerstörungskraft noch viel größer wäre als die der H-Bombe. Vorläufig ist diese Möglichkeit mit einem glatten Nein zu beantworten, denn man ist nämlich nicht in der Lage, die Antimaterie zu speichern und dabei von der Koinomaterie fernzuhalten. Das würde nur im vollkommenen Vakuum gelingen.

Es erhebt sich die weitere Frage: Kann Antimaterie irgendwo im Weltraum existieren? Und uns vielleicht eines Tages bedrohen?

Einstein ist fest davon überzeugt, daß aus Symmetriegründen die Hälfte der Welt aus Koinomaterie, die andere Hälfte aus Antimaterie besteht. Der amerikanische Professor Goldhaber glaubt, daß sich die Antimaterie hinter der uns sichtbaren Welt befindet. Der Hamburger Physiker Professor Bagge folgert, daß mit der gleichen Wahrscheinlichkeit wie der Zahlenwert 4 aus  $2+2$  oder  $-2+(-2)$  gewonnen werden kann, auch die Möglichkeit besteht, daß atomare Antipartikelchen

für ihr Vorhandensein zwei Möglichkeiten:

- Sie befindet sich in einem fernen Gebiet des Weltraumes, das wir noch nicht kennen, während unsere gesamte Metagalaxie aus Koinomaterie besteht.
- Es gibt eine genaue symmetrische Aufteilung, zum Beispiel so, daß jede zweite Galaxie aus Koinomaterie beziehungsweise aus Antimaterie aufgebaut ist.

Für deren friedliches Nebeneinander wurde eine spezielle Theorie entwickelt, die sich auf das Leidenfrostthe Phänomen stützt. Dieses beruht auf der Erscheinung, daß ein auf eine glühende Platte gebrachter Flüssigkeitstropfen nicht unmittelbar verdampft, sondern

#### Schrifttum

- Hübner, R.: Licht und Materie — Rätsel und Wunder, Zürich, Orell Füssli Verlag (in Vorbereitung)

## Persönliches

### Philipp-Reis-Plakette für A. Mehlis

In jedem Jahr verleiht die Deutsche Bundespost eine Philipp-Reis-Plakette als Würdigung hervorragender Leistungen auf dem Gebiet des Fernmeldewesens. Am 11. Dezember 1968 erhielt Arthur Mehlis, Ehrensenator der Technischen Hochschule Stuttgart und ehemaliges stellvertretendes Vorstandsmitglied von SEL, diese Plakette aus der Hand des Bundespostministers. Nach dem Krieg trat Mehlis, der bis zu seiner Pensionierung 1963 über 40 Jahre bei SEL tätig war, vor allem mit grundsätzlichen Lösungsvorschlägen für die Fernsprech-Landesfernwahl hervor, die wesentlich dazu beitragen, daß Deutschland als eines der ersten Länder der Welt das nationale Fernsprechnetz automatisierte.

Mehlis blickt auf eine ungewöhnliche Karriere zurück, die ihn vom Labortechniker bis in den Vorstand führte. Sein Interesse galt jedoch nicht nur der Technik, sondern richtete sich vor allem auch auf die Ausbildung und Förderung des Nachwuchses.

### Prokura für E. Christian

Zum Prokuristen der Grundig Werke wurde Dr. Ernst Christian ernannt. Er ist seit mehreren Jahren Leiter eines Magnettalabors (Magnete, Magnetbänder, elektroakustische Wandler

usw.) und der dazugehörigen Fertigungsabteilungen. Dr. Christian arbeitet im Fachnormenausschuß FNE 320.2 Magnettechnik mit, ist Mitglied der Deutschen Physikalischen Gesellschaft und durch zahlreiche Fachveröffentlichungen und Schulanzmeldungen bekannt.

### E. Willner trat in den Ruhestand

Zum Jahresende 1968 trat Dipl.-Ing. Ernst Willner in den Ruhestand, nachdem er von Beginn seiner beruflichen Laufbahn an im Jahre 1930 ununterbrochen in der Berliner Röhrenfabrik Sickingenstraße von AEG-Telefunken tätig gewesen ist, zuletzt — seit 1952 — als deren technischer Leiter.

Sein Nachfolger wird Dipl.-Ing. Günter Eichert, der bisher die technische Leitung des Lindauer Werkes von AEG-Telefunken innehatte.

### A. R. Meyer †

Dr. Dr. Alfred R. Meyer, bis 30. Juni 1957 Vorsitzender der Geschäftsführung der Osram GmbH, verstarb am 11.12.1968 kurz nach Vollendung des 80. Lebensjahres. Dr. Dr. Meyer war Ehrendoktor und Ehrensenator der Technischen Hochschule Karlsruhe und Träger des Sterns zum Großen Verdienstkreuz des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland.

# Kurzschlußsicheres Netzteil für 9, 12 und 24 V mit dem Vielfachbauelement C 601

## 1. Eigenschaften

Die Integration der verschiedenen Stufen elektronischer Geräte erfolgt nicht nur rein monolithisch, sondern auch durch Zusammenschaltung verschiedener monolithischer Halbleiterbauelemente auf einer Trägerplatte. Der Aufsatz beschreibt ein Netzteil, dessen Regalteile mit dem Vielfachbauelement C 601 aufgebaut ist. Hier sind in einem Dual-in-line-Gehäuse vier Transistoren und zwei Z-Dioden untergebracht (Bild 1).

Durch Verändern der zusätzlich benötigten Widerstände ist es möglich, das Vielfachbauelement für 9, 12 oder 24 V und Ströme bis zu 35 mA beziehungsweise 25 mA zu verwenden. Mit einem leistungsfähigeren Transistor und Gleichrichter kann man durch Einsetzen eines externen Transistors bei Auftrennen der Brücke EB (Bild 2) den Belastungsbereich am Ausgang bis auf 1 A beziehungsweise 1,5 A steigern.

Die Ausgangsspannung lässt sich mit einem Trimmstellschraubendreher in einem kleinen Bereich genau einstellen und wird bei Überlastung elektronisch abgeschaltet.

## 2. Schaltung

Über eine Sicherung gelangt die Netzsspannung (220 V~) an die Primärwicklung des Transformators  $Tr$  (Bild 3). Die Spannung an der Sekundärwicklung wird mit dem Zweiweggleichrichter  $Gl$  gleichgerichtet und mit dem Elektrolytkondensator  $C_2$  gespeist. An dieser unregelten Spannung wird über  $R_1$  ein Vorstrom für die Z-Diode  $D_2$  erzeugt. Mit Hilfe des Spannungssteilers  $R_2, R_3$  wird die Referenzspannung an  $D_2$  als konstante Vorspannung für den Transistor  $T_3$  gewonnen. Der Transistor  $T_3$  ist bei einer Belastung des Netzteils bis 35 mA leitend, das heißt als Stromquelle für  $T_1$  wirksam. Die Regeleigenschaft der Schaltung ist bestimmt durch die Spannungsverstärkung von  $T_2$ , und diese ist wiederum bestimmt von dem Innenwiderstand von  $T_3$ , also von dem Strom durch  $T_3$ .

Die Ausgangsspannung wird über die Widerstände  $R_8$  und  $R_9$  einem Trimmwiderstand  $R_V$  zugeführt, dessen Schleifer an der Basis des Transistors  $T_2$  angeschlossen ist. Somit kann man durch Einstellen des Trimmwiderstandes  $R_V$  über den Transistor  $T_2$  das Basispotential von  $T_1$  ändern und die Ausgangsspannung in einem kleineren Bereich genau festlegen. Die Spannung der Z-Diode  $D_1$  dient hierbei als Referenzspannung. Bei Überlastung am Aus-

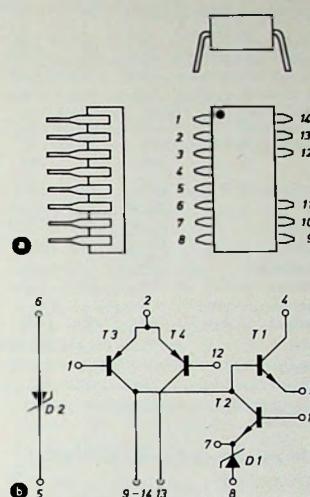


Bild 1. Anschlusschema (a) und Schaltung (b) des Vielfachbauelementes C 601

die Ausgangsspannung geht gegen Null.  $C_1$  dient zur Stabilisierung des Frequenzganges.

## 3. Dimensionierung und Maßwerte

Die Dimensionierung der Schaltung nach Bild 3 für die Ausgangsspannung

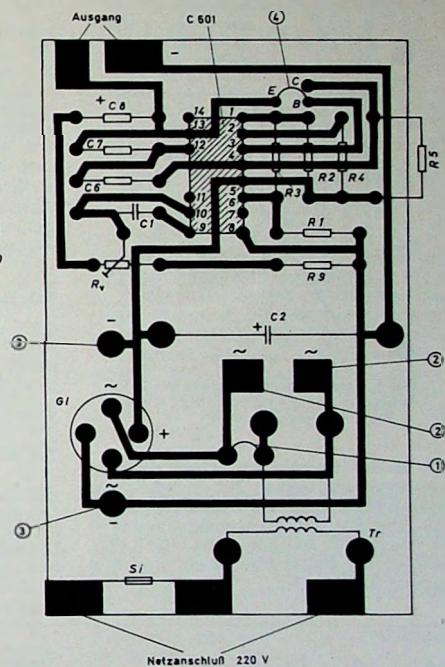


Bild 2. Beispiel des Aufbaus (etwa 1:1) auf einer gedruckten Schaltungplatte für das Netzteil entsprechend der Schaltung nach Bild 3; 1) Brücke (fällt weg bei externem Trafoanschluß), 2) externer Trafoanschluß, 3) Anschlüsse für stärkeren Gleichrichter, 4) Brücke EB (fällt weg, wenn ein externer Transistor  $T_5$  eingesetzt wird)

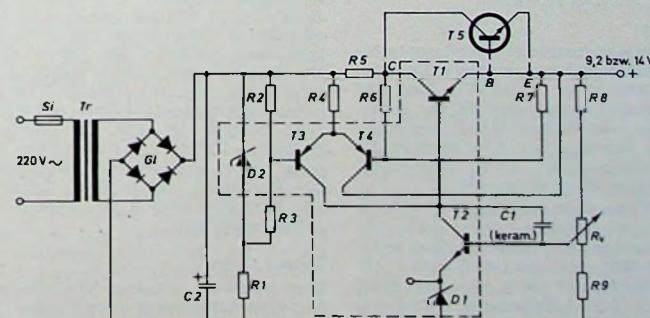


Bild 3. Gesamtschaltbild des Netzgerätes; der gestrichelt umrandete Teil ist das Vielfachbauelement C 601 (Dimensionierung der Tab. I)

gang des Netzteils wird der Strom elektronisch abgeschaltet. Dabei steigt die Spannung über  $R_5$  auf einen Wert, der größer ist als  $(I_{C_1} T_3 \cdot R_1) + U_{BE} T_4$ . Damit wird  $T_4$  durchgeschaltet und  $T_3$  auf Grund des jetzt größeren Stroms durch  $R_4$  gesperrt.  $T_1$  ist gesperrt, und

gen 9 V, 12 V oder 24 V und für verschiedene Maximalströme geht aus Tab. I hervor. Die Einschaltung des externen Transistors  $T_5$  an Stelle von  $T_1$  bei Belastungen über 35 mA beziehungsweise 25 mA ist im Bild 3 ange deutet.

**P. Kutter** ist Mitarbeiter des Applikations-Labors der SGS Deutschland GmbH

In Tab. II sind die Regeleigenschaften eines entsprechend ausgelegten 12-V-Netzteiles und in Tab. III dessen Ausgangsspannungen in Abhängigkeit von der Netzspannung wiedergegeben.

Der Regelkoeffizient des Netzteiles ist 0,2 %, der Temperaturkoeffizient 2 mV/°C. Die Brummspannung liegt unter 0,2 %.

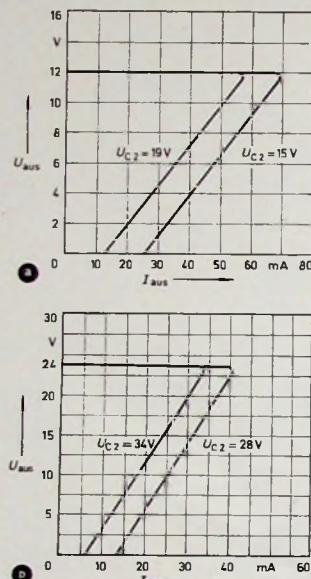


Bild 4. Abschaltcharakteristiken bei 12 V Ausgangsspannung (a) und bei 24 V Ausgangsspannung (b)

Die Bilder 4 a und 4 b zeigen die Abschaltcharakteristiken für verschiedene Spannungen  $U_{\text{C}2}$  am Ladekondensator C 2 und für die Ausgangsspannungen 12 V und 24 V. Bei Belastung oder Leerlauf ist die Störspannung am Ausgang kleiner als 0,5 mV.

Tab. I. Dimensionierung der für das Netzteile nach Bild 3 außer dem Vielfachbauelement C 601 benötigten Bauteile

(alle Widerstände  $\frac{1}{4} \text{ W}$ , max. 5% Toleranz; C 1 keramischer Kondensator; C 2 Elektrolytkondensator 35/40 V)

Bauelemente	9 V			12 V			24 V		
	35 mA	100 mA	1,5 A	35 mA	100 mA	1,5 A	25 mA	100 mA	1 A
R 1	in kOhm	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	10	10	10
R 2	in kOhm	1,6	1,6	1,6	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5
R 3	in kOhm	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3
R 4	in Ohm	270	270	270	270	270	390	390	390
R 5	in Ohm	28	14	0,75	18	43	43	10	1
R 6	in kOhm	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1
R 7	in kOhm	0,1	22	9,3	16	16	22	22	22
R 8	in kOhm	1,8	1,8	1,8	4,7	4,7	12	12	12
R 9	in kOhm	8,2	8,2	8,2	6,8	6,8	4,7	4,7	4,7
R <sub>v</sub> (lin.)	in kOhm	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1
C 1	in pF	51	51	51	51	51	51	51	51
C 2	in $\mu\text{F}$	250	250	500	250	250	250	250	500
Si	in mA	20	20	100	20	20	20	20	150
Gl		B 35							
		C 50	C 300	C 2200	C 50	C 300	C 50	C 300	C 2200
Kern		EJ 32	E 42	M 52*)	EJ 32	E 42	M 52*)	EJ 32	E 42
Tr	Leerlaufspannung, in V	14	15	15	16	17	19	32	33
	Strombelastbarkeit, in mA	60	160	2400	60	160	2400	40	160
T 5		BC 144	BD 118		BC 144	BD 118		BC 144	BD 118
Kühlkörper		5 F	WA 111		5 F	WA 111		5 F	WA 111

\*) nicht auf gedruckter Schaltung

Tab. II. Regeleigenschaften des Netzteiles

(Nennwerte:  $U_{\text{aus}} = 12 \text{ V}$ ,  $I_{\text{aus}} = 35 \text{ mA}$ )

Netzspannung	in V	220	220	220	220
Ausgangsspannung in V		12,000	11,997	11,995	11,994
Belastung	in mA	0	10	20	30

Tab. III. Ausgangsspannung des Netzteiles in Abhängigkeit von der Netzspannung

(Nennwerte:  $U_{\text{aus}} = 12 \text{ V}$ ,  $I_{\text{aus}} = 35 \text{ mA}$ )

Netzspannung	in V	200	220	235
Ausgangsspannung in V				
unbelastet		12,000	12,001	12,001
belastet (30 mA)		12,002	12,003	11,996

## Nette Empfänger

### Grundig

Neue beziehungsweise weiterentwickelte Reiseempfänger meldete Grundig. Der „Ocean-Boy“ (U4KML) hat acht UKW-Stationstasten und ist für Netz-, Batterie- und Akku-Betrieb ausgelegt. Externe Stromquellen können über die Anschlußkabel „381“ (6 V) oder „386“ (12 V) angeschlossen werden.

Der „Prima-Boy“ hat jetzt vier Wellenbereiche (UKML); über eine Anschlußbuchse zur externen Stromversorgung läßt sich das Gerät (mit Hilfe des Netzteiles „TN 12a“) auch am Netz oder an der Autobatterie betreiben. Der „Prima-Boy Luxus“ wurde durch den Langwellenbereich ergänzt. Beide Empfänger sind jetzt mit modernen Siliziumtransistoren bestückt.

Der „Music-Boy“ (UKML) erhält ein neues Gehäuse mit attraktivem Metall-Look; auch er hat jetzt leistungsfähige Siliziumtransistoren.

Beim „Concert-Boy automatic“ (U2KML) ist unter anderem die automatische UKW-Scharfabstimmung neu.

Ergrönt wurde das Zubehör. So liefert Grundig jetzt auch das neue Transistor-Netzteile „TN 14“ (110, 220 V; 9 V, 0,5 A; eingebaute Ladevorrichtung zum automatischen Aufladen der neuen dryfit-PC-Batterie „476“). Es hat gleiche Abmessungen wie das Netzteile „TN 12a“, so daß gegebenenfalls eine Auswechselung möglich ist. Mit der dryfit-PC-Batterie „476“ (8 V, 2,6 Ah) steht nun mehr eine aufladbare Dauerbatterie zur Verfügung, die in ihrer Größe genau dem Platzbedarf von sechs Monozellen entspricht.

### Loewe Opta

Das neue Schwarz-Weiß-Fernsehempfängerprogramm von Loewe Opta enthält fünf Tischgeräte („F 806“, „F 811“, „F 814“, „F 836“, „F 840“) und zwei Standgeräte („S 818“, „S 849“) mit der neuen Rechteckbildröhre A 61-120 W (61 cm Bilddiagonale). Das neue Tischgerät „F 815“ ist mit der Rechteckbildröhre A 50-120 W ausgerüstet.

### Saba

Mit dem neuen „Schauinsland T 240 automatic“ stellte Saba ein preisgünsti-

ges Tischgerät für Schwarz-Weiß-Fernsehempfang mit der neuen Rechteckbildröhre A 61-120 W vor und drang damit in eine Preisklasse ein (gebundener Endverkaufspreis 598 DM), die bisher von Saba noch nicht wahrgenommen wurde.

### Siemens

Neu ist der 49-cm-Farbempfänger „Bildmeister FC 14 Electronic“, ein asymmetrisch gestalteter Typ, den der Hersteller wegen des Betrachtungsabstandes von nur 2 m als für kleine Wohnräume geeignet propagiert. Neu bei den Schwarz-Weiß-Fernsehempfängern sind die beiden 61-cm-Tischgeräte „Bildmeister FT 27 Electronic“ und „Bildmeister FT 18“ mit asymmetrischem Gehäuse.

Neu bei den Reisesupern sind „Turf RK 22“ (Front chrom- oder palisanderfarben; UKML), „Club RK 24“ (mit Netzeil; anthrazitfarbenes Gehäuse mit Chromgitter oder palisanderfarbenen Profilleisten; U2KML) und „Caramat RK 25“ (mit eingebautem Netzgerät; U2K2ML).

## „TD 125“ – Ein neues Schallplattenabspielgerät

Auf der Ausstellung hifi 68 in Düsseldorf wurde erstmals das neue Schallplattenabspielgerät „TD 125“ der Thorens-Linie vorgestellt. Es handelt sich dabei um einen sogenannten „transcription turntable“, also einen Einfachplattenspieler für höchste Ansprüche, der auf jegliche Schalt- oder Wechselautomatik verzichtet. Dafür wurde die Anforderungen eines zuverlässigen Betriebs und den damit verbundenen Forderungen auf ausgezeichnete technische Daten Rechnung getragen. Das Gerät ist von seiner Konstruktion her zum Einbau in Holzzargen oder auch Möbel bestimmt. Für diesen zweiten Fall steht ein Baurahmen zur Verfügung.

### 1. Grundaufbau

Wie beim „TD 150“ von Thorens, so erkennt man auch beim „TD 125“ das Prinzip der „floating-suspension“, also der federnden Aufhängung von Plattenteller und Tonarm. Eine Grundplatine trägt den Motor und die weiteren zum Antrieb nötigen Aggregate. Das Hauptlager für den Plattenteller und der Tonarm befinden sich dagegen auf einem schweren Gußchassis (Bild 1), das durch drei Federn mit der Grundplatine verbunden ist. Der Antrieb des Plattentellers selbst erfolgt durch einen elastischen Riemen; somit entsteht an keinem Punkt eine feste Verkopplung zwischen der Grundplatine und dem Schwingchassis.

Schwingchassis und Federn bilden ein Masse-Feder-System; gegeben durch die große Masse und die große Compliance der Federn ist die Resonanzfrequenz relativ niedrig. Ein solches System ist wenig empfindlich gegen Störungen mit Frequenzen, die höher liegen als seine eigene Resonanzfrequenz. Je höher die Störfrequenzen sind, um so wirkungsvoller werden sie ausgesiebt. Deshalb ist man einerseits bestrebt, die Resonanzfrequenz möglichst tief zu legen, andererseits ist eine große Masse aus Gründen reiner Energie-Überlegungen heraus vorteilhaft. Um eine große Masse zu beschleunigen, sind wesentlich größere Störkräfte erforderlich.

Ein statisch und dynamisch ausbalancierter Tonarm ist unempfindlich gegen Störungen mit rein vertikaler oder mit lateralen Komponenten. Gegen störende Drehmomente dagegen kann der Tonarm nicht geschützt werden, da er immer noch über eine träge Masse verfügt. Aus diesem Grunde wurde bei der Konstruktion angestrebt, die Resonanzfrequenz für Drehmomentschwingungen so tief wie möglich zu legen, was durch geeignete Kombination der Aufhängefedern auch erreicht wurde.

Während die Compliance der Federn  $F$  im Bild 1 in vertikaler Richtung

Dipl.-Ing. Karl Otto Bäder ist Leiter der Entwicklung bei der Elektrometrik Wilhelm Franz KG, 763 Lahr/Schwarzwald.

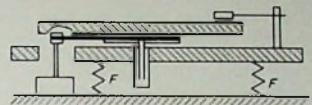


Bild 1. Das Prinzip der federnden Aufhängung (floating-suspension). Das Schwingchassis  $M$  trägt Tonarm und Plattenteller und ist durch die Federn  $F$  mit der Grundplatine  $P$  verbunden, die auch den Motor trägt; eine zweite (elastische) Verbindung zwischen  $M$  und  $P$  stellt der Antriebsriemen vom Motor zum Plattenteller her

nicht über einen beliebigen Wert hinaus erhöht werden kann, da die Federn die Schwerkraft der Masse  $M$  ohne technisch unzumutbare Längenänderung aufnehmen müssen, kann ihre Compliance in lateraler Richtung durch geeignete Formgebung der Federn noch bis zu einem gewissen Maß gesteigert werden. Durch Ausnutzung dieser Möglichkeit wurde daher beim „TD 125“ die Resonanzfrequenz für Drehschwingungen besonders tief gehalten. Die Resonanzfrequenz in vertikaler Richtung ist etwa 4 Hz, die in lateraler Richtung nur etwa 2,4 Hz.

In einem bestimmten Bereich oberhalb der Resonanzfrequenz wirkt die Konstruktion wie ein Tiefpass, das heißt, alle Störungen, die von außen oder durch den Motor erzeugt werden können, werden sehr stark abgefiltert. Das wirkt sich auch in den ausgezeichneten Rumpeldaten des Gerätes aus.

Sämtliche Rumpelstörungen können nun nach dieser Konstruktion praktisch nur noch aus dem Hauptlager des Geräts selbst kommen. Analytische Messungen zeigen, daß dies auch tatsächlich der Fall ist. Das Bestreben ging daher in die Richtung, das Hauptlager möglichst rumpelfrei aufzubauen.

Der wichtigste Grund für die Entstehung von Rumpelgeräuschen ist nun – nach nahezu vollkommener Ausschaltung der Motorstörungen durch die federnde Chassisauflösung – die im Lager vorhandene Reibung. Dieses Reibgeräusch ist um so stärker, je rauer die Welle ist. Insbesondere sind Inkonsistenzen der Reibung oder Unrundheiten der Welle für das Rumpeln verantwortlich, weil dann die Welle kurzzeitig beschleunigt oder abgebremst wird und so um ganz geringe Beträge im Lager taumelt und Stoße verursacht. Auch bei ölgeschmierten Wellen gilt ähnliches, weil dort der Ölfilm stellenweise durch Überdruck verdichtet wird, sich immer mehr verdichtet und schließlich reißen kann.

Interessanterweise trägt das Unterlager (Spurkugellager) bei sauberster Bearbeitung kaum noch zum Rumpeln bei. Das scheint daher zu röhren, daß diese weit unter dem Schwerpunkt liegenden Lagerungen als Drehpunkt der Taumelbewegungen im oberen Hauptlager anzusehen ist, daß also unten eigentlich gar keine Taumelbewegung mehr auftritt (Bild 2). Wichtig ist dabei aller-

dings, daß die Kugel sauber ist und daß Überbestimmungen durch Mehrfachzentrierungen vermieden werden. Einleuchtend ist, daß die genannten Inkonsistenzen der Reibung Null werden, wenn die Reibung selbst auch Null ist.

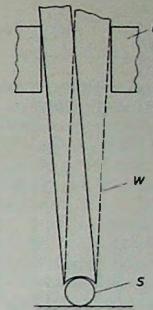


Bild 2. Übertrieben dargestellte Taumelbewegung der Welle  $W$  im oberen Hauptlager  $L$ ; die Spurkugel  $S$  wirkt als Drehpunkt

Die Bemühungen gehen demnach dahin, die Wellenreibung möglichst klein zu halten. Das konnte durch eine spezielle Oberflächenbearbeitung erreicht werden. Messungen an den Plattentellerachsen mit dem „Perth-o-meter“ (einem Oberflächenmeßgerät) zeigen, daß die Rauhtiefe der so bearbeiteten Achse in der Größenordnung von  $10^{-4}$  mm liegt.

### 2. Antrieb

Zum Antrieb wird ein niedertouriger Synchronmotor mit einer hohen Polzahl benutzt. Die hohe Polzahl bewirkt einen relativ gleichmäßigen Lauf und verhindert das bei Synchronmotoren mit geringer Polzahl so unangenehme Polrücken.

Nach der aus der Physik geläufigen Beziehung

$$W = \frac{m}{2} \cdot v^2$$

wird zudem ein niedertouriger Läufer wesentlich weniger Störenergie selbst aufbringen.

Auf der Motorwelle sitzt eine Riemscheibe, auf der der Antriebsriemen läuft (Bild 1); der Riemen selbst treibt den Teller auf einem inneren Durchmesser an. Eine Gleichmäßigkeit der Elastizität des Riemens längs seines Weges ist für einen gleichmäßigen Antrieb von großer Bedeutung. Auch hier hat man es wieder mit einem Masse-Feder-System zu tun, wobei die Masse durch den Plattenteller und die Feder durch die Elastizität des Riemens dargestellt wird.

Auf diesem Weg werden daher Rumpelstörungen, die vom Motor kommen könnten, ausgesiebt, soweit sie über der Resonanzfrequenz Teller–Riemen liegen, wobei diese Siebwirkung wiederum mit steigender Frequenz zunimmt. Da diese Resonanzfrequenz mit  $\leq 1$  Hz sehr niedrig liegt, werden die

Motorstörungen so gut wie vollständig eliminiert. Auch Drehzahlschwankungen des Motors, die schneller sind, als dieser Eigenresonanzfrequenz entspricht, werden aus gleichen Überlegungen so erheblich gedämpft, daß sie am Plattenteller nicht mehr festzustellen sind.

Zwischen Motor und Plattenteller befindet sich keinerlei mechanische Umschaltung der Geschwindigkeit: keine Reibräder, keine Getriebe. Es ist offensichtlich, daß diese einfache und klare Konstruktion eine große Lebensdauer

ist. Durch eine Feinabstimmung der Wien-Brücke mit Hilfe von  $R_{30}$  kann außerdem die Geschwindigkeit des Geräts um  $\pm 3\%$  variiert werden.

Ein bei allen Lichtverhältnissen deutlich sichtbares eingebautes Stroboskop erlaubt dabei die Kontrolle der eingestellten Geschwindigkeit.

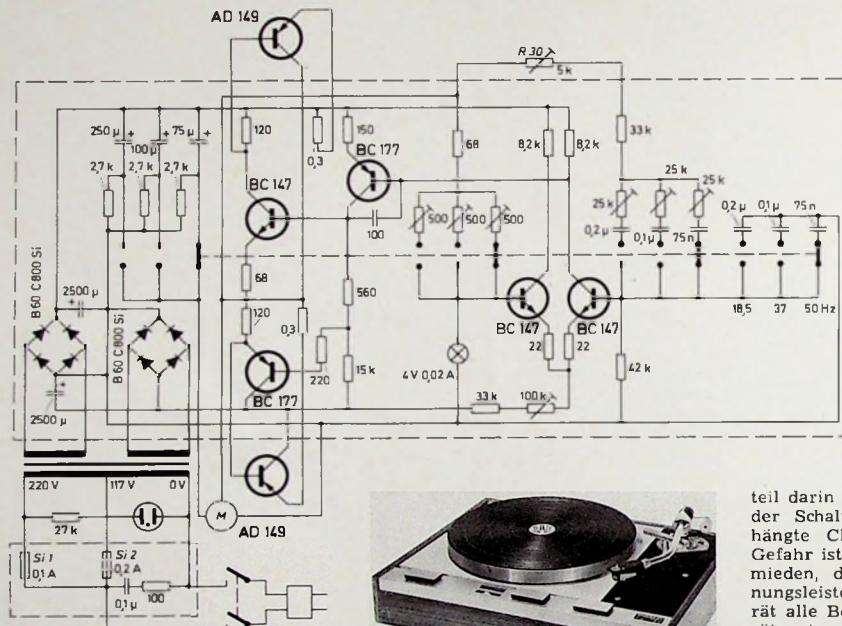
Es ist offensichtlich, daß mit diesem Prinzip das Gerät unempfindlich wird gegen jede Netzzspannungsschwankung oder sogar gegen Frequenzstörungen von der Netzversorgungsseite her. Es ist auch ohne weiteres möglich, das

#### 4. Montagebrett

Wie der Vorgänger „TD 124“, so wird auch das Schallplattenabspielgerät „TD 125“ normalerweise ohne Tonarm geliefert. Es ist statt dessen mit einem Montagebrett versehen, auf das praktisch jeder handelsübliche Tonarm aufgeschraubt werden kann. Für überlange Tonarme (zum Beispiel „SME 12“) ist ein breiteres Brett erhältlich.

#### 5. Bedienung

Normalerweise ist bei Geräten mit einer „floating-suspension“ der Nach-



hat und auch nach längerer Betriebszeit keine Komponenten enthält, die durch eine gewisse Abnutzung Rumpeln erzeugen könnten.

Daß trotzdem ein Betrieb in drei verschiedenen Geschwindigkeiten, nämlich  $16^{2/3}$ ,  $33^{1/3}$  und  $45$  U/min erreicht werden kann, ist mit Hilfe eines eingebauten Generators, der den Synchronmotor mit drei verschiedenen Frequenzen speist, möglich.

#### 3. Generator

Das Gerät verfügt über einen eingebauten, mit Transistoren bestückten Wien-Brücke-Generator (Bild 3), der mit großer Frequenz- und Amplitudenkonstanz drei verschiedene Frequenzen (nämlich nach Wahl entweder 50, 37 oder 18,5 Hz) erzeugt. Zusammen mit der Nenndrehzahl von 375 U/min bei 50 Hz für den Motor und dem Übersetzungsverhältnis, das durch Riemscheiben- und Tellerdurchmesser gegeben ist, entsprechen diese drei Frequenzen den genannten Plattenumdrehungszahlen. Eine spezielle Schaltung (ganz links im Bild 3) bewirkt das schnelle Anfahren des Motors, um so die Hochlaufzeiten kurz zu halten. Eine sorgfältige Dimensionierung sichert ein sauberes Sinussignal am Ausgang des Generators, was für den gleichmäßigen Lauf des Motors und vor allem für dessen Streufeld von großer Bedeutung



Bild 4. Ansicht des „TD 125“

Gerät ohne Umbauten am 50- oder am 60-Hz-Netz zu betreiben; selbst ein Betreiben an einer Batterie wäre grundsätzlich möglich. Alle Maßnahmen, die bisher getroffen werden mußten, um ein Gerät von 50 auf 60 Hz oder umgekehrt umzurüsten, entfallen bei dieser Konstruktion. Übrig bleibt nur noch die Netzzspannungsumschaltung, die auf eine einfache und elegante Weise durch Umstecken einer Sicherung erreicht wird. Wird eine europäische Sicherung (Si 1 im Bild 3) eingeschoben, dann arbeitet das Gerät auf 220 V, wird eine amerikanische Sicherung mit 30 mm Länge (Si 2 im Bild 3) eingeschoben, dann arbeitet das Gerät auf 117 V. Durch geeignete Dimensionierung ist sichergestellt, daß das Gerät jeweils in Spannungsgrenzen von 100 bis 120 V bei der niedrigen Spannung und von 200 bis 240 V bei der höheren Spannung einwandfrei arbeitet.

Die Generatorschaltung ist ebenfalls gegenüber Temperaturunterschieden stabil, so daß immer die gleichen guten Ergebnisse erreicht werden.

Durch einfaches Verschieben der Stroboskopabdeckung wird die Teilung für 50 oder 60 Hz sichtbar.

Bild 3. Schaltung des Wien-Brücke-Generators zur Erzeugung der Frequenzen 50, 37 oder 18,5 Hz zur Speisung des Synchronmotors des „TD 125“

teil darin zu sehen, daß die Betätigung der Schaltknöpfe das federnd aufgehängte Chassis erregen kann. Diese Gefahr ist beim „TD 125“ dadurch vermieden, daß auf einer festen Bedienelementleiste vor dem eigentlichen Gerät alle Bedienungsknöpfe für das Gerät untergebracht sind. Es handelt sich dabei je nach Ausführung um zwei oder drei Schiebeschalter, die (im Bild 4 von links her gesehen) die Geschwindigkeit umschalten, das Netz ein- oder ausschalten oder die Hebe- und Senkvorrichtung betätigen. Zwischen den beiden erstgenannten Schiebknöpfen liegt das Stroboskopfenster mit Linearpotentiometer für die Feinverstellung der Geschwindigkeit.

#### Wichtig für unsere Postabonnenten!

Falls Sie ein Heft unserer Zeitschrift einmal nicht erhalten sollten, wenden Sie sich bitte sofort an die Zeitungsstelle Ihres Zustellpostamtes. Sie wird nicht nur für Nachlieferung des ausgebliebenen Exemplares, sondern auch dafür sorgen, daß Ihnen jede Ausgabe künftig pünktlich und in einwandfreiem Zustand zugestellt wird. Unterrichten Sie bitte auch uns über eventuelle Mängel in der Zustellung, damit wir von hier aus ebenfalls das Nötige veranlassen können.

FUNK-TECHNIK  
Vertriebsabteilung

## Vorverstärker, Aufsprechentzerrer und HF-Generator für Hi-Fi-Magnettongeräte

In diesem Beitrag werden die Dimensionierungsgrundlagen für Vorverstärker, Aufsprechentzerrer und HF-Generator behandelt, die sich für Hi-Fi-Magnettongeräte eignen. In einer früher veröffentlichten Arbeit [1] wurde bereits die Auslegung eines geeigneten Wiedergabeentzerrers beschrieben.

### 1. Vorverstärker

Der Vorverstärker eines Magnettongerätes hat die Aufgabe, die von den Signalquellen abgegebenen Tonfrequenzspannungen auf den Pegel zu verstärken, mit dem der Aufsprechentzerrer angesteuert wird. Signalquellen für die Tonaufzeichnung sind Mikrofone, Rundfunktuner und Tonbandgeräte sowie Tonabnehmer, deren Pegel üblicherweise mit Hi-Fi-Vorstärkern vorverstärkt wird. An einen guten Vorverstärker sind folgende Anforderungen zu stellen:

1. Seine Eingangsempfindlichkeit soll so groß sein, daß auch Signalquellen mit niedrigem Pegel Vollaussteuerung ermöglichen,
2. für Quellen mit niedrigem Pegel soll im Interesse eines guten Fremdspannungsabstandes optimale Rauschanpassung erreicht werden,
3. die Übersteuerungsfestigkeit soll möglichst groß sein, und
4. nichtlineare Verzerrungen sollen vernachlässigbar klein sein.

Die Erfüllung der Forderungen nach 2. und 4. ist nicht besonders schwer. Die optimale Rauschanpassung für dynamische Mikrofone mit einem Quellwiderstand von 200 Ohm erreicht man durch Zwischenschalten eines Übertragers mit dem Übersetzungsverhältnis 1:5. Die Verzerrungsfreiheit des Verstärkers ist eine Frage der Gegenkopplung und damit einer hohen Leerlaufverstärkung. Als grundsätzliche Verstärkerschaltung eignet sich gut die bereits beschriebene dreistufige Ausführung [1], bei der die erforderliche starke Gegenkopplung gewährleistet ist.

Die Forderungen nach 1. und 3. scheinen sich auf den ersten Blick zu widersprechen. Deshalb sollen die Pegelverhältnisse am Verstärkereingang etwas näher untersucht werden. Zunächst sei der Mikrofoneingang betrachtet. Dynamische Mikrofone der erwähnten Impedanz haben einen Übertragungsfaktor von etwa 0,2 mV/μb; mit einem Übertrager 1:5 liefern sie also einen Pegel von rund 1 mV/μb an den Verstärker. Nach von Isophon veröffentlichten Tabellen tritt bei normaler Sprache in 0,5 m Abstand ein Schalldruck von etwa 1 μb auf. Für ein großes Orchester mit 4 Chören und einigen Solisten (insgesamt 365 Mitwirkende), wird ein maximaler Schalldruck von 150 μb angegeben. Diesen Bereich muß der Verstärker unverzerrt verarbeiten können.

Bei den anderen Signalquellen liegen sehr unübersichtliche Verhältnisse vor. Bei normalen Rundfunkgeräten, aber

auch bei manchem Hi-Fi-Verstärker wird die Signalspannung mit hochohmigen Spannungsteilern auf wenige Millivolt abgeschwächt, eine auch bezüglich der Rauschanpassung sehr ungünstige Lösung. Der Konstrukteur eines Tonbandgerätes muß dem jedoch Rechnung tragen und die Eingangsempfindlichkeit seiner Geräte entsprechend auslegen. Von manchen Signalquellen, zum Beispiel Tunern oder Tonbandgeräten sind Pegel von einigen Volt zu erwarten, die ebenfalls noch vom Vorverstärker verarbeitet werden müssen. Diese Forderungen lassen sich nur dann in Übereinstimmung bringen, wenn eine Möglichkeit zur Pegelvoreinstellung vorgesehen wird, denn der eigentliche Pegelregler liegt stets im Ausgang des Vorverstärkers. Die Voregelung im Verstärkereingang mittels Spannungsteilern führt, wie bereits erwähnt, bezüglich des Rauschabstandes zu keinen befriedigenden Ergebnissen. Deshalb wird die Einstellmöglichkeit in den Gegenkopplungsweg gelegt.

### 1.1. Schaltung des Vorverstärkers

Bild 1 zeigt die Schaltung des Vorverstärkers. Ein Vergleich mit dem in [1] angeführten Phonoverstärker zeigt, daß

stehende Serienschaltung.  $C_7$  ist so bemessen, daß sein Blindwiderstand bei der unteren Grenzfrequenz gleich dem Widerstand von  $R_{13}$  ist. In der Stellung „Mikrofon“ von  $S_1$  ist  $P_1$  überbrückt, in der Stellung „Universal“ sind dagegen  $P_2$  und  $R_{10}$  kurzgeschlossen. Nach der Gleichung

$$V' = \frac{R_{GK} + R_E}{R_E}$$

läßt sich nun die Spannungsverstärkung ermitteln. Dabei ist zu berücksichtigen, daß sich der Emitterwiderstand  $R_E$  aus der Parallelschaltung von  $R_1$  mit der Serienkombination aus  $R_{13}$ ,  $P_1$  und  $P_2$  ergibt; der Gegenkopplungswiderstand  $R_{GK}$  besteht aus  $R_{10}$  und  $R_{11}$ . Tab. I gibt die minimalen und maximalen Verstärkungsfaktoren (je nach Einstellung von  $P_1$  und  $P_2$ ) und die mit diesen Werten errechneten Eingangsspannungen an, die auf eine Ausgangsspannung

Tab. I. Verstärkungsfaktoren und Eingangsspannungen des Vorverstärkers

Eingang	$V_{max}$	$V_{min}$	$u_e \text{ min}$	$u_e \text{ max}$	$u_e \text{ grenz}$
Mikrofon	730	10	1,0 mV	50 mV	130 mV
Universal	122	1,65	6,4 mV	470 mV	3000 mV

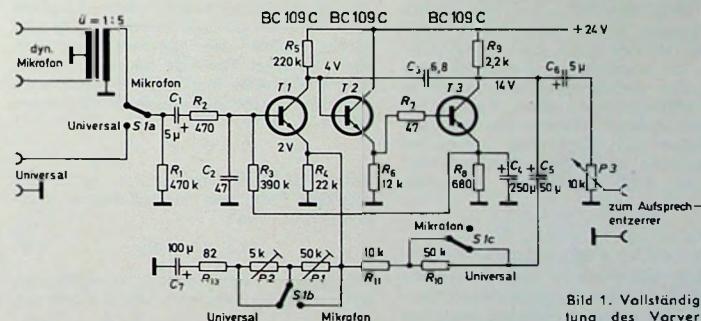


Bild 1. Vollständige Schaltung des Vorverstärkers

an Stelle des Entzerrernetzwerkes eine frequenzunabhängige Gegenkopplung eingeführt wurde und daß der Emitterwiderstand  $R_E$  der Stufe  $T_1$  einen erheblich größeren Wert erhält. Durch die Änderung dieses Widerstands ändern sich auch die Gleichspannungspotentiale der Stufen und damit die erforderlichen Werte der Widerstände  $R_3$ ,  $R_6$  und  $R_8$ . Bei der Dimensionierung der Werte  $R_1$ ,  $R_3$  und  $R_5$  ist zu berücksichtigen, daß wegen der auf  $Z = 5\text{k}\Omega$  aufwärts transformierten Mikrofonimpedanz der Eingangswiderstand des Verstärkers über 200  $\text{k}\Omega$  liegen muß, damit für hohe Frequenzen der Generator nicht belastet wird. Auf diese Umrechnung sei jedoch nicht näher eingegangen.

Im Gegenkopplungsweg liegen die Widerstände  $R_{10}$  und  $R_{11}$  und parallel zum Emitterwiderstand  $R_1$  die aus den Elementen  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $R_{13}$  sowie  $C_7$  be-

von 775 mV bezogen sind. Die Grenzeingangsspannung  $u_e \text{ grenz}$  ergibt sich, wenn die maximale unverzerrte Ausgangsspannung durch den minimalen Verstärkungsfaktor dividiert wird. Bei Auslegung der Schaltung ist noch zu beachten, daß  $R_{11}$  nicht zu niederohmig wird und keine zu großen Belastung für die Stufe  $T_3$  darstellt.

Betrachtet man die Schaltung im Hinblick auf das Rauschen, dann ergibt sich, daß bei kleinsten Signalspannungen nur der geringe Wert des Widerstandes  $R_{13}$  als „rauschender Emitterwiderstand“ wirksam wird. Bei größeren Eingangsspannungen ist der jeweils eingestellte Widerstand von  $P_1$ ,  $P_2$  wirksam. Die dann größer werdende Rauschspannung muß aber zu der größeren Eingangsspannung ins Verhältnis gesetzt werden. Dadurch ergibt sich keine Verschlechterung des Rauschabstandes. Im Gegenteil, er wird

sogar noch etwas besser als bei ganz kleinen Signalspannungen.

Grundsätzlich dürfte diese Art der Pegelleinstellung anderen üblichen Verfahren hinsichtlich Rauschabstands und/oder Aussteuerbarkeit überlegen sein. Die erhaltenen Werte sind so gut, daß an Stelle der üblichen drei Eingänge nur noch zwei benötigt werden. Natürlich ist es möglich, mit zusätzlichem Aufwand den nutzbaren Aussteuerbereich noch weiter auszudehnen.

Der Kondensator  $C_3$  errechnet sich nach der in [1] abgeleiteten Gleichung zu  $6,8 \text{ pF}$ . Bei ungünstigem Aufbau der Schaltung, wobei die Möglichkeit einer kapazitiven Kopplung bei sehr hohen Frequenzen vom Ausgang auf den Eingang des Verstärkers nicht ganz auszuschließen ist, sollte zweckmäßigerweise ein etwas größerer Wert als der errechnete verwendet werden.

## 2. Aufsprechentzerrer

Die Güte einer magnetischen Tonaufzeichnung wird zwar überwiegend von den Eigenschaften des Tonbandes, jedoch auch in nicht geringem Maße durch die Eigenschaften des verwendeten Aufsprechentzerrers und des HF-Generators bestimmt. Der Entzerrer soll eine große Übersteuerungsfestigkeit aufweisen. In der Studio-Technik werden beispielsweise 12 dB verlangt. Die bei Übersteuerung entstehenden Verzerrungen sollen durch das Band und nicht schon durch den Aufsprechverstärker verursacht werden. Verzerrungen, die durch Übersteuerung des Verstärkers entstehen, wirken sich gehörmäßig besonders ungünstig aus, weil bei diesem Vorgang Teilschwingungen hoher Ordnungszahl entstehen. Bandverzerrungen setzen dagegen weicher ein und wirken nicht ganz so unangenehm. Im folgenden soll auf die Probleme des Aufsprechentzerrers etwas näher eingegangen und an Hand eines Beispiels gezeigt werden, wie sich mit den heute zur Verfügung stehenden Schaltmitteln bei relativ bescheidenem Aufwand gute Ergebnisse erreichen lassen.

### 2.1. Wahl der Sprechkopfinduktivität

Während hinsichtlich des Rauschens für den Wiedergabebetrieb mittelohmige Tonköpfe optimal geeignet sind, hat der niederohmige Kopf für den Aufsprechvorgang mehrere Vorteile. Das sei im folgenden kurz begründet. Die Stärke der Bandmagnetisierung ist nicht von der dem Kopf zugeführten Spannung, sondern von dem ihn durchfließenden Sprechstrom abhängig. Kleinleistungstransistoren sind in der Lage, ein Mehrfaches des bei niederohmigen Köpfen benötigten Sprechstroms abzugeben, nicht jedoch ein Mehrfaches der bei hochohmigen Köpfen benötigten Spannung zu liefern. Spezielle spannungsfeste Transistoren seien hier nicht berücksichtigt. Abgesehen davon müßte auch die Amplitude der HF-Vormagnetisierungsspannung bei hochohmigen Köpfen viel größer sein, was zur Folge hätte, daß die störenden HF-Einstreuungen auf Leitungen mit kleinem Pegel beträchtlich größer wären. Um der Gefahr der „Zustopfung“ der Verstärker mit HF zu begegnen, müßten auch die Siebmittel aufwendiger werden.

Tab. II. Daten des Sprechkopfes „UA 223“

Induktivität	20 mH
Aufsprechstrom für Bezugspegel	0,25 mA
Impedanz bei 1 kHz	125 Ohm
HF-Strom bei 100 kHz	2,5 mA
HF-Spannung	15 V

Diese Überlegungen bilden die Grundlage für die Wahl eines niederohmigen Sprechkopfes. Für das nachstehende Beispiel sei der Bogen-Sprechkopf „UA 223“ zugrunde gelegt. Seine technischen Daten enthält Tab. II. Als Speisespannung ist für alle folgenden Überlegungen  $U_B = 24 \text{ V}$  gewählt worden.

### 2.2. Ankopplung des Kopfes an den Verstärker

#### 2.2.1. Speisung über Vorwiderstand

Es wurde bereits ange��tet, daß für den Sprechkopf eine Stromansteuerung erforderlich ist. Bei Vernachlässigung der kleinen Wirkkomponente ist der Sprechkopf als induktiver Blindwiderstand aufzufassen. Demzufolge steigt seine Impedanz proportional zur Frequenz. Läge nun eine Spannungsansteuerung vor, dann würde proportional zur steigenden Frequenz der Sprechstrom und damit die Bandmagnetisierung sinken, was natürlich unerwünscht ist.

Im einfachsten Falle erhält man eine Stromansteuerung des Sprechkopfes, wenn man zwischen Verstärkerausgang und Kopf einen Widerstand legt, der so groß ist, daß bis zur höchsten zu übertragenden Frequenz die Änderung der Kopfimpedanz dagegen vernachlässigt werden kann. Läßt man bei einer oberen Grenzfrequenz von  $16 \text{ kHz}$  einen Abfall des Sprechstromes von zum Beispiel 10 % zu, dann errechnet sich die Größe des Widerstandes nach der hier nicht abgeleiteten Gleichung zu

$$R = 2 \cdot 10^6 \cdot L .$$

Darin ist  $R$  in Ohm und  $L$  in H einzusetzen. Mit den vorgegebenen Werten erhält man

$$R \approx 3,9 \text{ kOhm} .$$

Für diese Schaltung (Bild 2) ergibt sich bei einem Sprechstrom von  $i = 0,25 \text{ mA}$

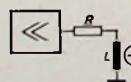


Bild 2. Prinzip der einfachen Stromansteuerung des Aufsprechkopfes

die Spannungsaussteuerung des Verstärkers zu

$$u = 0,25 \cdot 3,9 \approx 1 \text{ V} .$$

Diese Spannung ist noch nicht sehr groß. Bei der gegebenen Speisespannung kann dem Verstärker ohne weiteres eine NF-Spannung von mehr als 5 V entnommen werden, so daß sich immerhin eine fünffache Übersteuerungsreserve ergibt. Bei hochohmigen Köpfen werden die Verhältnisse jedoch viel ungünstiger. Da bei Geräten mit Kombiköpfen ein Kompromiß auch bezüglich der Induktivität eingegangen werden muß, sollte für einen solchen Fall eine andere Lösung angestrebt werden. Im folgenden soll der Ausgang des Verstärkers hochohmig ausgelegt

werden, so daß der Vorwiderstand entfallen kann. Auch wenn bei den weiteren Überlegungen der niederohmige Kopf weiterhin als Grundlage dient, sind Abwendungen auf mittelohmige Köpfe durchaus möglich.

#### 2.2.2. Ausgangswiderstand des Verstärkers

Bild 3 zeigt die Prinzipschaltung einer Verstärkerstufe in Emitterschaltung.

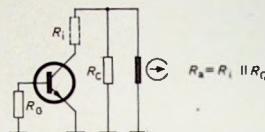


Bild 3. Wirksame Ausgangsimpedanz einer Transistorstufe in Emitterschaltung

Vom Ausgang her gesehen, liegt für Wechselstrom der Kollektorwiderstand  $R_C$  parallel zum Transistor. Damit ergibt sich, daß der Ausgangswiderstand der Stufe durch die Parallelschaltung beider Elemente bestimmt wird. Läßt man den Innenwiderstand des Transistors zunächst unberücksichtigt und wendet sich nur dem Kollektorwiderstand zu, dann ist festzustellen, daß bei konstantem Arbeitspunkt mit steigendem Kollektorstrom  $I_C$  der Widerstand immer kleiner werden muß, und zwar umgekehrt proportional zum Strom. Es gilt

$$R_C = \frac{U_B - U_C}{I_C} .$$

Soll ein ausreichender Kollektorstrom fließen (etwa  $5 \text{ mA}$ ), dann muß  $R_C$  sehr klein sein. Nach dieser Methode läßt sich auch für niederohmige Köpfe keine Stromansteuerung erreichen.

Bessere Ergebnisse als mit einem Vorwiderstand erreicht man, wenn an Stelle des Kollektorwiderstands ein Transistor eingesetzt wird. Zunächst sind aber noch einige Überlegungen zum Innenwiderstand des Transistors anzustellen.

#### 2.2.3. Innenwiderstand des Transistors

Bild 4 zeigt die Stromquellen-Ersatzschaltung des Transistors. Im Basiskreis liegt der Eingangswiderstand  $h_{110} = \beta(R_E + r_E)$ , in der Emitterleitung  $h_{11b} = r_E$  sowie

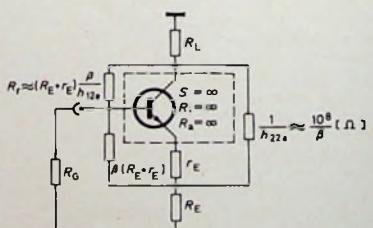


Bild 4. Stromquellen-Ersatzschaltung des Transistors

$r_E$ . Ein weiterer Widerstand liegt zwischen Kollektor und Basis. Seine Größe ergibt sich aus der Spannungsrückwirkung  $h_{220}$ . Schließlich wird noch mit einem Widerstand zwischen Kollektor und Emitter der Ausgangsleitwert  $h_{220}$  berücksichtigt. Die Spannungsrückwirkung ist bei den h-Parametern auf den

offenen Eingang bezogen. Demzufolge ergibt sich für den Widerstand der im Bild 4 angegebene, etwas vereinfachte Ausdruck.

Stellt man eine Analogie zur Röhre her, dann entspricht der Begriff der Spannungsrückwirkung dem Durchgriff und der Kehrwert dem Spannungsverstärkungsfaktor  $\mu$ , der nur für unendlich große Lastimpedanz gilt.

Aus der Ersatzschaltung kann der Innenwiderstand des Transistors abgeleitet werden. Das erfordert jedoch, auch im Hinblick auf den Generatorwiderstand, der durch den Ausgangswiderstand der davor liegenden Verstärkerstufe dargestellt wird, eine mühevollere Rechenarbeit mit recht unübersichtlichen Formeln. In solchen Fällen ist es besser, auf korrekte Ableitungen zu verzichten und statt dessen Näherungslösungen zu verwenden. Die mit Hilfe der folgenden Näherung ermittelten Ergebnisse stimmen gut mit praktischen Messungen überein; sie lautet

$$R_i \approx \mu (R_E + r_E) = \frac{R_E + r_E}{h_{12e}}.$$

Bei Kollektorströmen in der Größenordnung von einigen Milliampere gilt für Kleinleistungstransistoren mit ausreichender Genauigkeit  $\mu \approx 200$ . Nebenbei geht aus der Näherungsgleichung auch hervor, daß mit größer werdendem  $R_E$  also mit stärker werdender Stromgegenkopplung auch der Innenwiderstand größer wird.

#### 2.2.4. Prinzip

##### der hochohmigen Verstärkerstufe

Im Abschnitt 2.2.2 wurde bereits angedeutet, daß an Stelle des Kollektowiderstands ein Transistor als Arbeitswiderstand eingesetzt werden soll. Das Prinzip einer derartigen Schaltung ist im Bild 5 dargestellt. Der untere Transistor verstärkt das an seiner Basis

Transistoren mit dem Widerstand  $R_{11}$ . Als Ausgangsleitwert erhält man

$$G_a = \frac{1}{\mu \cdot R_{14}} + \frac{1}{\mu \cdot R_{15}} + \frac{1}{R_{11}}.$$

Die inneren Emitterwiderstände sind in dieser Gleichung vernachlässigt worden, weil sie gegenüber den äußeren Emitterwiderständen klein sind. Die Innenwiderstände der Transistoren können bei entsprechender Bemessung fast beliebig groß gemacht werden. Der Wert des Widerstands  $R_{11}$  kann größer werden, wenn ein kleinerer Ruhestrom gewählt wird und der Stromverstärkungsfaktor  $\beta$  des oberen Transistors groß ist, weil dann der Strom des Basisspannungsteilers reduziert werden kann. So ergeben sich auch für mittelohmige Kopfe günstigere Möglichkeiten.

Ist der Verstärkerausgang genügend hochohmig, dann wird der Lastwiderstand allein durch die Impedanz des Sprechkopfes und der im Ausgang liegenden Siebmittel bestimmt. Vorerst sollen letztere vernachlässigt werden. Bei Spannungsansteuerung an der Basis des unteren Transistors ergibt sich die Spannungsverstärkung der Stufe zu

$$V_u = \frac{X_L}{R_E} = \frac{\omega L}{R_E}.$$

Aus der Gleichung geht hervor, daß die Spannungsverstärkung proportional zur Frequenz beziehungsweise zur Kopfimpedanz wächst. Das heißt, der Kopf wird mit in bezug auf die Frequenz konstantem Strom angesteuert.

Bild 6 zeigt eine Abwandlung der eben besprochenen Schaltung. Darin ist der obere Transistor mit allen Schaltmitteln umgepolgt worden. Im Prinzip ergibt sich bei dieser Variante die gleiche Impedanz. Für den oberen Transistor braucht man dabei keinen komplementären Typ anzuwenden. Eine derartige

samtschaltung im Bild 7 dargestellt ist, soll zunächst der Auskoppelkreis näher betrachtet werden. Am Sprechkopf wird der Vormagnetisierungsstrom eingekoppelt. Die Einkopplung erfolgt für die NF so hochohmig, daß keine NF-Verluste entstehen. Zwischen Verstärker und Sprechkopf sind noch je ein Sperrkreis und ein Saugkreis angeordnet, die auf die Oszillatorkennfrequenz abgestimmt werden und verhindern sollen, daß der NF-Verstärker mit HF "zugestopft" wird. Die Induktivität des Sperrkreises wird zweckmäßigweise so gewählt, daß sie um etwa eine Zehnerpotenz unter derjenigen des Sprechkopfs liegt. Dadurch wird die Aussteuerbarkeit des Verstärkers nicht negativ beeinflußt. Das LC-Verhältnis des Saugkreises ist bedingt frei wählbar. Im Interesse eines günstigen Siebfaktors der Gesamtkombination ist es zweckmäßig, ähnliche Werte wie beim Sperrkreis zu wählen.

Ferner ist folgendes zu berücksichtigen: Soll, wie im vorliegenden Fall angestrebt, im Auskoppelkreis eine Höhenanhebung durch Resonanzanhebung vermieden werden, dann muß beachtet werden, daß die Gesamtimpedanz des Auskoppelkreises zu der sich aus der Summe von Kopf- und Sperrkreis-Blindwiderständen ergebenden Impedanz für alle Frequenzen im gleichen Verhältnis bleibt. Deshalb darf der Saugkreis nicht zu niederohmig werden. Mit den gewählten Werten ergibt sich ein in jeder Hinsicht günstiger Kompromiß.

Der Lastwiderstand  $R_L$  ergibt sich aus der Gesamtimpedanz aller im Sprech-

Tab. III. Daten des Auskoppelkreises für den Sprechkopf

$f$	Kopfimpedanz	$R_L$
1 kHz	125,6 Ohm	142 Ohm
15 kHz	1880 Ohm	2350 Ohm

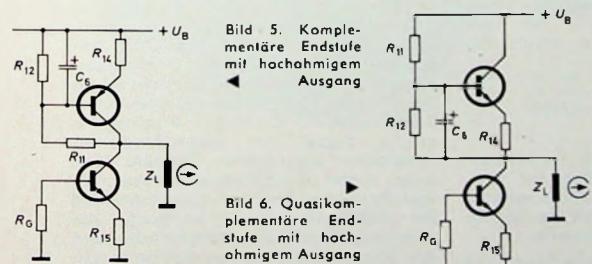


Bild 5. Komplementäre Endstufe mit hochohmigem Ausgang

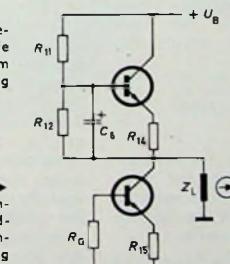


Bild 6. Quasikomplementäre Endstufe mit hochohmigem Ausgang

stehende Signal in normaler Emissorschaltung. Die Basis des oberen Transistors ist für Wechselstrom gegen Masse kurzgeschlossen. Er verstärkt also kein Signal, sondern dient lediglich dem Zweck, den Gleichstromweg zu schließen und für Wechselspannungen eine große Impedanz zu schaffen. Der die Gesamtschaltung durchfließende Ruhestrom muß durch die untere Stufe festgelegt werden. Mit dem Basisspannungsteiler des oberen Transistors wird das Gleichspannungspotential  $U_C$  festgelegt. Der Widerstand  $R_{14}$  soll die Impedanz des oberen Transistors im gewünschten Maße erhöhen. Die Ausgangsimpedanz der Verstärkerstufe ergibt sich aus der Parallelschaltung der Innenwiderstände der beiden

Schaltung ist beispielsweise im Studertonbandgerät „Revox A 77“ enthalten.

#### 2.3. Auskoppelkreis und Festlegung der Arbeitspunkte

Vor der Festlegung der Arbeitspunkte des Aufsprechentzerrers, dessen Ge-

kopfkreis liegenden Bauelemente. Man erhält sie durch vorzeichenrichtige Addition der Einzelleitwerte. Den Wirkwiderstand des Kopfes kann man dabei ebenso wie den nur Meßweisen dienenden Widerstand  $R_{21}$  vernachlässigen. Die hier nicht angeführte Rechnung ergab die in Tab. III zusammen-

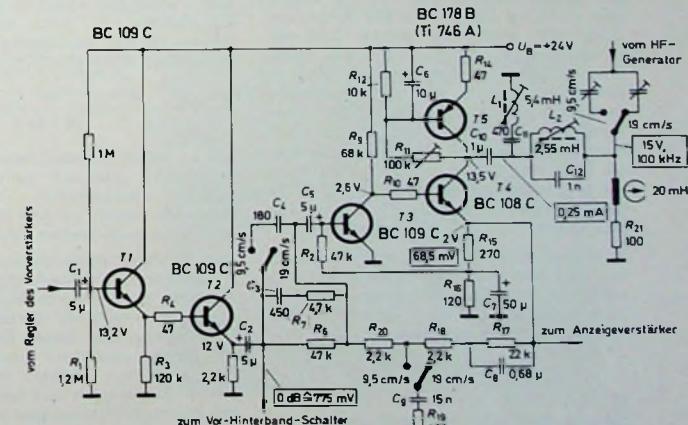


Bild 7. Vollständige Schaltung des Aufsprechentzerrerverstärkers

gestellten Werte. Für die Vollaussteuerung mit einem Sprechstrom von  $i_{sp} = 0,25 \text{ mA}$  erhält man damit bei  $1 \text{ kHz}$   $0,03 \text{ V}$  und bei  $15 \text{ kHz}$   $0,59 \text{ V}$  als erforderliche Spannungen am Kollektor.

Nun können zunächst die Ruheströme der Stufen festgelegt werden. In den Transistoren  $T_4$  und  $T_5$  sollen  $5 \text{ mA}$  fließen. Bei diesem Wert ist ausgeschlossen, daß zu frühe Übersteuerung infolge Stromabkappung auftritt. Die Übersteuerungssicherheit ergibt sich dann zu

$$U = \frac{i_C}{i_{sp} \cdot \sqrt{2}} = \frac{5}{0,25 \cdot \sqrt{2}} \approx 14.$$

Der Strom des Basisspannungsteilers wird mit  $0,1 \text{ mA}$  angenommen. Der Wert liegt noch mit Sicherheit über dem Basisstrom des Transistors, auch wenn dieser eine niedrige Stromverstärkung hat. Doch ist der Unterschied der Ströme so groß, daß sich noch keine Exemplarstreuungen auf die Arbeitspunkteinstellung bemerkbar machen können. Eine merkliche Vergrößerung des Spannungsteilerstroms ist jedoch mit Rücksicht auf die Impedanz von  $R_{11}$  nicht möglich. Den Kollektorstrom der Stufe  $T_3$  wählt man zu  $0,3 \text{ mA}$ . Diese Stufe hat im Interesse einer hohen Leerlaufverstärkung keinen gegengekoppelnden Emitterwiderstand. Die benötigte Basisspannung von  $0,6 \text{ V}$  erhält  $T_3$  über den Zuführungswiderstand  $R_2$  vom Anzapfpunkt des in  $R_{15}$ ,  $R_{16}$  aufgeteilten Emitterwiderstands der Stufe  $T_4$ . Diese Anordnung arbeitet auch bei Temperaturschwankungen stabil. Zur Vermeidung von Wechselspannungsgegenkopplung wird  $R_{16}$  kapazitiv mit  $C_7$  überbrückt.

Nun ist die Emitterspannung für  $T_4$  festzulegen. Um eine Übersteuerung schon am Eingang dieser Stufe zu vermeiden, wird ein Wert von  $2 \text{ V}$  angenommen. Die Basisspannung und damit die Kollektorspannung an  $T_3$  ergibt sich dann zu  $2,6 \text{ V}$ . Für die Aussteuerung der Stufe  $T_4$  gelten folgende Überlegungen: Nach unten hin kann eine Aussteuerung bis zu  $3 \text{ V}$  erfolgen (Emitterspannung plus  $1 \text{ V}$  Kniespannung). Nach oben hin kann bei Vernachlässigung von  $R_{14}$  bis zu  $23 \text{ V}$  durchgesteuert werden. Der ungünstigste Fall tritt bei  $15 \text{ kHz}$  auf, weil dann die größte Spannung benötigt wird. Für diese Frequenz muß die günstigste Kollektorspannung gefunden werden.

Für Wechselspannungen wird am Emitter von  $T_4$  nur der Widerstand  $R_{15}$  wirksam, den man mit einer einfachen Rechnung zu  $270 \text{ Ohm}$  ermittelt. Bei  $0,25 \text{ mA}$  Sprechstrom fallen an ihm

$$u_E = 270 \cdot 0,25 = 68,5 \text{ mV}$$

ab. Bei  $15 \text{ kHz}$  ergibt sich ein Verhältnis der Kollektorschwingspannung zur Emitterspannung von

$$V_u = \frac{0,59}{0,0685} = 8,6.$$

In dem für die Aussteuerung verfügbaren Spannungsbereich von  $24 - 1 - 3 = 20 \text{ V}$  muß die Kollektorspannung mit ihrem doppelten Spitzenwert und die Emitterspannung mit einfachem Spitzenwert untergebracht werden. Bezeichnet man den verfügbaren Aus-

steuerbereich mit  $\Delta U$ , dann ergibt sich die bezüglich der Aussteuerung optimale Kollektorgleichspannung zu

$$U_C = U_B - 1 - \Delta U \frac{V_u}{1 + 2 V_u}.$$

Nach Einsetzen der zuvor ermittelten Werte erhält man

$$U_C = 13,5 \text{ V}.$$

Die Übersteuerungsfestigkeit bei  $15 \text{ kHz}$  ergibt sich damit zu

$$U = \frac{23 - 13,5}{0,59 \cdot \sqrt{2}} = 11,4.$$

Bei tieferen Frequenzen wird die Übersteuerungsgrenze durch die Stromdurchsteuerung festgelegt.

Um ein Maß für die in der Stufe  $T_4$  auftretenden Verzerrungen zu erhalten, muß man den Gegenkopplungsgrad  $p$  der Stromgegenkopplung ermitteln. Er ergibt sich zu

$$p = \frac{R_E \cdot I_C}{25,9} = \frac{270 \cdot 5}{25,9} = 52.$$

Entsprechend einem Erfahrungswert hat eine nicht gegengekoppelte Transi-

#### 2.4. Entzerrernetzwerk

Außer der Zeitkonstante für die Anhebung der tiefen Frequenzen von  $3180 \mu\text{s}$  standen für die Dimensionierung des Entzerrernetzwerkes noch die im Bild 8 wiedergegebenen Kurven des Kopfherstellers zur Verfügung. Um die Übergangsfrequenzen einigermaßen genau feststellen zu können, ist folgendes Verfahren zweckmäßig: Man zeichnet in das Diagramm eine Gerade mit einer Neigung von  $6 \text{ dB/Oktave}$  ein und bringt sie durch Parallelverschiebung soweit an die Kurve heran, daß sie diese als Tangente berührt. Der Schnittpunkt der Geraden mit der horizontalen Nulllinie ergibt dann die Übergangsfrequenz. Da bei der Bandgeschwindigkeit  $9,5 \text{ cm/s}$  eine größere Steilheit der Kurve erforderlich ist, wird das Verfahren mit einer Geraden von  $12 \text{ dB/Oktave}$  wiederholt. Der Schnittpunkt dieser Geraden mit der ersten ergibt die zweite Übergangsfrequenz. Die Auswertung der Entzerrkurve nach diesem Verfahren ergibt für die Höhenentzerrung folgende Übergangsfrequenzen und Zeitkonstanten: Bei  $19 \text{ cm/s}$   $5 \text{ kHz} \triangleq 31,8 \mu\text{s}$ , bei  $9,5 \text{ cm/s}$   $3,5 \text{ kHz} \triangleq 45 \mu\text{s}$  und  $10 \text{ kHz} \triangleq 16 \mu\text{s}$ . Die Tiefenentzerrung mit  $3180 \mu\text{s}$  ist für beide Geschwindigkeiten gleich.

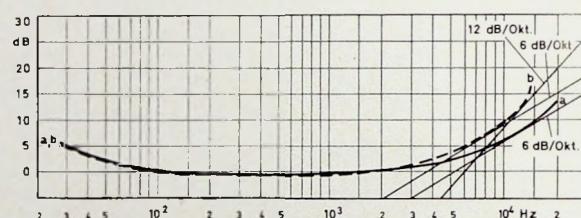


Bild 8. Erforderlicher Frequenzgang des Aufsprechenentzerrers nach Angaben des Kopfherstellers

storstufe in Emitterschaltung bei maximal möglicher Aussteuerung einen Klirrfaktor von rund  $20 \%$ . Bei Aussteuerung auf Bezugspegel ergibt sich danach ein Klirrgrad von

$$k \approx \frac{20}{p \cdot U} = \frac{20}{52 \cdot 11,4} \approx 0,035 \text{ \%}.$$

Dieser Wert gewährleistet einen ausreichenden Abstand zu den auf dem Band entstehenden Verzerrungen. Praktisch wird er bei der gewählten Schaltung noch weiter verbessert.

Da die Gleichspannungspotentiale und Ruheströme nun festliegen, können alle übrigen Widerstände nach bewährter Methode ermittelt werden. Auf die Wiedergabe des Berechnungsgangs sei hier aber verzichtet. Der Widerstand  $R_{14}$  wird mit  $47 \text{ Ohm}$  festgelegt.  $R_{11}$  sollte man wegen der bereits erwähnten Exemplarstreuungen am besten einstellbar machen, um damit die Kollektorspannung  $T_4$  exakt einzustellen zu können. Zur Vermeidung von Gleichstrom im Sprechkopf sollte für  $C_{10}$  kein Elektrolytkondensator (Reststrom), sondern ein statischer Kondensator verwendet werden.

Die Nachrechnung des Ausgangswiderstandes ergab einen Wert von  $R_A = 30,7 \text{ kOhm}$ , der mit den am Versuchsexemplar vorgenommenen Messungen gut übereinstimmte.

Nun sind noch die Entzerrernetzwerke festzulegen. Da vor der Endstufe eine hochverstärkende Treiberstufe liegt, kann man zur Entzerrung eine frequenzabhängige inverse Gegenkopplung verwenden. Die Wirkungsweise ist im Bild 9 (s. Heft 3/69) ange deutet. Zwei Spannungsquellen mit  $R_i = 0$  geben das gleiche Signal mit unterschiedlicher Amplitude gegenphasig auf die Leitung, in der die Scheinwiderstände  $Z_1$  und  $Z_2$  liegen. Am Mittelpunkt  $M$  wird die Differenzspannung wirksam, die vom Verhältnis der Widerstände und der Eingangsspannungen abhängig ist. Mit dieser Differenzspannung wird die Basis des Transistors  $T_3$  (s. Bild 7) angesteuert. Hier gilt grundsätzlich: Je höher die Leerlaufverstärkung dieser Stufe wird, um so kleiner wird die Differenzspannung  $\Delta u$ . Im Grenzfall, bei  $V_{leer} = \infty$  würde  $\Delta u = 0$  werden. Der Vorteil dieser Anordnung liegt darin, daß  $Z_1$  und  $Z_2$  frequenzabhängig gemacht werden können. Damit lassen sich große Kurvensteilheiten erreichen, ohne daß eine zu große Phasendrehung innerhalb der Gegenkopplungsschleife auftritt kann. (Schluß folgt)

#### Schrifttum

- [1] Ratzki, W.: NF-Vorverstärker in Hi-Fi-Qualität. Grundsätzliche Betrachtungen und Bemessungsregeln. Funk-Techn. Bd. 23 (1968) Nr. 20, S. 769-772, und Nr. 21, S. 807-808, 813-814.

# Verfahren und Geräte zur Herstellung gedruckter und integrierter Schaltungen

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 24 (1969) Nr. 1, S. 27

## 1.6. Weitere Bearbeitung und Prüfen der gedruckten Schaltungen

Nach der Fertigstellung der gedruckten Schaltung müssen die Bestückungslöcher und gegebenenfalls erforderliche Durchbrüche angebracht werden. Während man Durchbrüche im allgemeinen stanzt, werden die Bestückungslöcher vielfach auch mit manueller oder automatisch gesteuerten Mehrspindelmaschinen gebohrt. Als Beispiel für eine derartige Bohrmaschine sei die „ABH 28“ von Schmoll angeführt, die mit maximal 8 Bohrspindeln ausgerüstet werden kann. Bei manueller Steuerung erfolgt die Abtastung über Schablonen

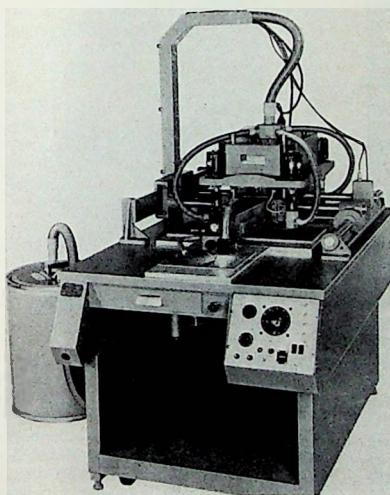
untersucht, ob die Leiterbahnen sauber ausgeätzt und ob keine Unterbrechungen der Leiter oder unzulässige Verringerungen der Leiterbreite und der Leiterabstände vorhanden sind. Zum Beispiel dürfen Verringerungen der Leiterbreite und des Leiterabstands 30 % nicht überschreiten. Fehler an Lötaugen, die sich über mehr als  $\frac{1}{4}$  des Umlangs oder mehr als  $\frac{2}{3}$  der Lötaugenbreite erstrecken, sind ebenfalls unzulässig. Bei durchkontaktierten Löchern ist ein Plattfehler von maximal  $\frac{1}{4}$  des Lochumfangs erlaubt.

Für derartige Prüfungen liefert technik spezial den Prüftisch „TP 2001“. Über eine Richtoptik wird die Oberfläche der

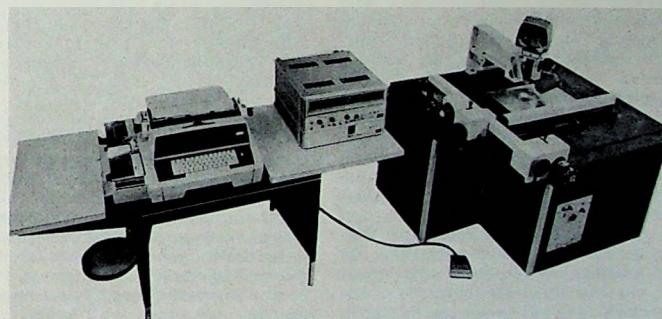
der FUNK-TECHNIK behandelt“). Daher soll im folgenden weniger auf Herstellungsverfahren, sondern mehr auf die zur Fertigung verwendeten Geräte eingegangen werden.

## 2.1. Herstellung der Siliziumscheiben

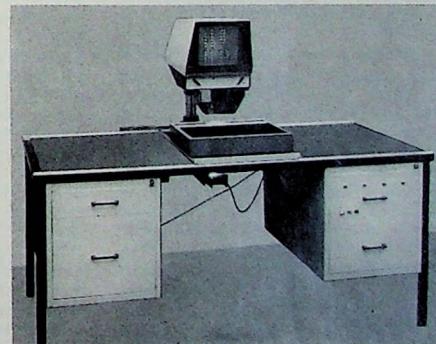
Das Ausgangsmaterial für integrierte Schaltungen ist geschmolzenes, extrem reines Silizium, das nur Verunreinigungen in der Größenordnung von  $10^{-12}$  aufweisen darf. Das Silizium wird mit Bor dotiert, so daß man P-leitendes Material erhält, aus dem man dann Einkristall-Silizium-Rohblöcke von 25 bis 75 mm Durchmesser und bis zu 60 cm Länge zieht. Von diesen Einkristallblöcken werden dünne Scheiben (Wafer) abgeschnitten, auf denen die



Mehrspindelbohrmaschine „Quad-Drill“ (Moderne)



Oben: „Opic 1“ zur Herstellung der Lochstreifen für numerisch gesteuerte Bohrmaschinen (Moderne)



Prüftisch „TP 2001“ für gedruckte Schaltungen (technik spezial)

oder einen Projektor mit einer Positioniergenauigkeit von 0,02 mm. Die maximale Bohrleistung ist 45 Bohrungen je Minute, wobei 32 Platten in einem Durchgang gebohrt werden können. Erwähnt seien auch die Mehrspindelbohrmaschine „BGS 4030“ von Swiatkowski, die eine maximale Bohrleistung von 60 Bohrungen je Minute hat und mit Bohrspindeldrehzahlen bis zu 100 000 U/min arbeitet, sowie die „Quad-Drill“ von Moderne.

Zur Lochstreifenherstellung für numerisch gesteuerte Bohrmaschinen liefert Moderne die „Opic 1“, mit der sich jede Bohrung auf optischem Wege mit einer Genauigkeit von 0,0025 mm positionieren läßt. Die Lochkoordinaten werden auf den Lochstreifen übertragen und gleichzeitig auf einer Schreibmaschine ausgedruckt sowie mit einem Zähler angezeigt. Mit der Anlage kann man bis zu 1000 Bohrungen je Stunde programmieren.

Die Prüfung der fertigen Platinen erfolgt auf optischem Wege. Hierbei wird

Leiterplatte mit 10-, 20 oder 50facher Vergrößerung auf einer Mattscheibe abgebildet, so daß alle Fehler der Leiterbahnen einwandfrei zu erkennen sind. Mit einem besonderen Objektivkopf lassen sich auch die Innenwände von durchkontaktierten Bohrungen mit 10facher Vergrößerung darstellen.

## 2. Integrierte Schaltungen

Die Herstellung integrierter Schaltungen wurde bereits verschiedentlich in

integrierten Schaltungen aufgebaut werden.

Das Schneiden der Siliziumscheiben muß sehr sorgfältig erfolgen. Alle zu einer Serie gehörenden Wafer müssen

<sup>1)</sup> Lorenz, G.: Technologie der integrierten Schaltung. Funk-Techn. Bd. 23 (1968) Nr. 10, S. 388

Günther, K., u. Scheiding, J.: Die Entstehung einer integrierten Schaltung. Funk-Techn. Bd. 23 (1968) Nr. 15, S. 568-589

die gleiche Dicke haben. Außerdem dürfen die Schnittflächen keine Beschädigungen wie Kratzer und dergleichen aufweisen, um die notwendige Nachbehandlung auf ein Mindestmaß zu beschränken. Diese Forderungen erfüllt zum Beispiel die Schneidemaschine „DS-350“ von Hamco, die Einkristallblöcke bis zu 90 mm Durchmesser und 60 cm Länge aufnehmen kann. Die Scheibendicke, die sich zwischen 0,127 und 1,27 mm wählen läßt, wird bei der Serienfertigung mit  $\pm 0,005$  mm eingehalten. Als Schneidwerkzeug dient eine an ihrem Umfang eingespannte dünne ringförmige Stahlscheibe, deren Innenrand mit Diamantstaub belegt ist und die mit bis zu 3000 U/min rotiert. Die maximale Schnittleistung ist 12 cm/min. Zum Ziehen der Einkristallblöcke liefert Hamco die Kristallziehmaschine „CP-324“, mit der man Einkristalle bis zu 75 mm Durchmesser und 60 cm Länge ziehen kann. Die Kristalle wachsen in einer Inertgas-Atmosphäre (vorzugsweise Argon) bei Temperaturen unterhalb 1650 °C.

Nach dem Schneiden werden die Siliziumscheiben auf die erforderliche Dicke geläppt und poliert. Auf der electronica zeigte Kulicke and Soffa die Läpp- und Poliermaschine „901“, mit der sich in einem Arbeitsgang 10 Scheiben von 38 mm Durchmesser oder 8 Scheiben von 50 mm Durchmesser gleichzeitig auf beiden Seiten bearbeiten lassen. Die Scheiben werden zwischen zwei optisch planen Quarzringen mit Hilfe einer gelochten Mylarfolie exzentrisch bewegt. Die minimale Scheibendicke ist etwa 50 µm bei gespannter Folie und 180 µm bei freilaufender Folie. Mit der Maschine erreicht man Dicken- und Ebenheitstoleranzen von  $\pm 0,5$  µm beim Läppen und von  $\pm 0,1$  µm beim Polieren. Eine Verunreinigung der Siliziumscheiben ist nicht möglich, da sie bei der Bearbeitung nur mit Siliziumcarbid (SiC), deionisiertem Wasser, Quarz und Mylar in Berührung kommen.

## 2.2. Epitaxie, Oxydation, Diffusion

Mit Epitaxie bezeichnet man das Aufwachsen einkristalliner Schichten auf dem Wafer aus der Gasphase unter Umgehung der flüssigen Phase. Dabei wird in einer Wasserstoffatmosphäre bei 1200 °C gasförmiges Siliziumtetrachlorid über den Wafer geführt, das an der Oberfläche des Siliziumkristalls in Silizium und gasförmige Salzsäure zerfällt. Auf dem Siliziumkristall wächst dann eine einkristalline Siliziumschicht mit einer Geschwindigkeit von etwa 2 µm/min auf. Je nachdem, ob man der Gasatmosphäre Phosphor oder Bor zusetzt, ergibt sich eine N- oder P-leitende Schicht; bei integrierten Schaltungen ist diese Schicht N-leitend.

Im weiteren Verlauf der Herstellung der integrierten Schaltung müssen in dieser Schicht an bestimmten Stellen P-leitende Bereiche und in diesen gegebenenfalls auch wieder N-leitende Bereiche erzeugt werden, indem man durch Diffusion Phosphor- oder Boratome in das Silizium-Kristallgitter einbaut. Dazu sind die Stellen, an denen keine Diffusion erfolgen soll, mit Siliziumoxid, das für Phosphor und Bor

nahezu undurchlässig ist, abzudecken. In der Praxis deckt man zunächst die gesamte Siliziumscheibe mit Siliziumoxid ab und ätzt dann an den betreffenden Stellen das Siliziumoxid wieder fort. Die Oxydation erfolgt bei 1200 °C in einer Wasserdampfatmosphäre. An der Kristalloberfläche zersetzen sich die Wassermoleküle, und der dabei entstehende Sauerstoff verbindet sich mit Silizium zu Siliziumoxid. In etwa zwei Stunden entsteht eine rund 1 µm dicke Siliziumoxidschicht.

Auch die Diffusion, bei der Atome aus der Gasphase in das feste einkristalline Silizium eindringen, erfordert hohe Temperaturen. Bei 1200 °C benötigt Bor beispielsweise zwei Stunden, um 5 µm tief in das Silizium einzudringen. Zur Dotierung verwendet man gasförmiges Borbromid oder Phosphorchlorid, die sich an der Kristalloberfläche zersetzen, so daß nur der gewünschte Dotierungsstoff in das Silizium eindringt.

Für diese Hochtemperaturprozesse verwendet man Diffusionsöfen. Die Serie „68“ von Kulicke and Soffa umfaßt Modelle mit 1, 2 oder 3 Diffusionsrohren, die eine maximale Arbeitstemperatur von 1300 °C haben. Das 1 m lange Heizelement mit einem wirksamen Innen Durchmesser von 88 oder 115 cm ist in drei Zonen aufgeteilt, von denen die Mittelzone 60 cm umfaßt. Bemerkenswert sind die sehr kurzen Aufheiz- und Abkühlungszeiten; 1300 °C werden, von der Raumtemperatur ausgehend, in maximal 35 min erreicht. Die Abkühlung von 1300 auf 1100 °C dauert 15 min, von 1300 auf 900 °C 35 min und von 1300 auf 500 °C 90 min. Der Temperaturverlauf längs des Heizelements ist sehr konstant. Jedes Heizelement hat einen Bereich von 56 cm Länge, in dem die Temperaturtoleranz nur  $\pm 0,25$  grd beträgt. Weitere Diffusionsöfen wurden unter anderem von Advanced Semiconductor Materials N. V. („Omega I“) und Royce-Thermo (Serie „Pacesetter 525“) gezeigt.

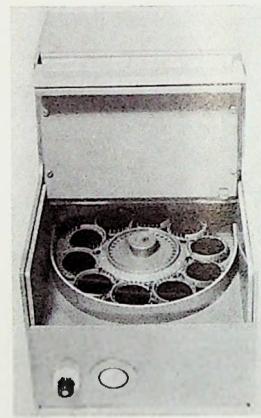
## 2.3. Fotoprozeß, Ätzung

Wie bereits erwähnt, muß vor jedem Diffusionsprozeß das Siliziumoxid an bestimmten Stellen mit sehr großer Präzision (Genauigkeit 1 µm) entfernt und das darunter liegende Silizium freigelegt werden. Das hierbei angewandte Verfahren entspricht dem Fotodruckverfahren bei der Herstellung gedruckter Schaltungen. Die Beschichtung der oxydierten Siliziumscheibe mit Fotolack (zum Beispiel „KTFR“, „KMER“, „KPR“ oder verdünnter „KPL“ von Kodak) erfolgt hier jedoch nicht durch Tauchen oder Spritzen, sondern durch besondere Beschichtungsmaschinen, um die erforderliche dünne und gleichmäßige Schichtdicke zu erreichen. Die Beschichtungsmaschine „1201“ von Kulicke and Soffa arbeitet nach dem Schleuderverfahren. Die Siliziumscheibe (mit 11 ... 51 mm Durchmesser) wird auf einem Vakuumteller verspannungsfrei gehalten, der mit bis zu 15 000 U/min in einem Polypropylenbehälter rotiert. Die Schleuderzeit läßt sich zwischen 1 und 99 s wählen.

Zur Entwicklung der belichteten Scheiben, bei der sichergestellt sein muß, daß sich auch noch feinste Strukturen mit weniger als 2 µm Breite herstellen lassen, hat sich die Sprühentwicklung

als besonders geeignet erwiesen. Die Sprühentwicklungsmaschine „693“ von Kulicke and Soffa kann bis zu 10 Halbleiter scheiben von 20 bis 57 mm Durchmesser aufnehmen, die mittels Vakuums auf einem Drehsteller festgehalten werden. Der gesamte Entwicklungs vorgang läuft vollautomatisch ab. Da während der Entwicklung der Entwickler dauernd auf die Scheibe gesprührt wird, wirkt ständig frischer Entwickler auf den Fotolack ein. Mit diesem Gerät lassen sich auch Masken bis zum Format 50 mm  $\times$  50 mm entwickeln.

Auch die Ätzmaschine „50c“ (Kulicke and Soffa) arbeitet nach dem Sprühverfahren, wobei die Prozeßfolge größtenteils automatisch abläuft. Die bis zu 10 Halbleiter scheiben von 22 bis 56 mm Durchmesser werden auf einem rotierenden Scheibenträger so befestigt, daß sie einerseits zuverlässig festgehalten werden, andererseits aber die Berührungsflächen mit den Scheiben möglichst klein sind. Bei jeder Umdrehung



Ätzmaschine „50c“ (Kulicke and Soffa)

des Scheibenträgers passiert jede Scheibe einmal den Säureschleier. Den Spülvorgang mit deionisiertem Wasser unterstützen zusätzliche Düsen in der Ätzkammer. Zur abschließenden Trocknung werden die geätzten Scheiben mit hoher Drehzahl geschleudert.

## 2.4. Maskenherstellung, Maskierung

Besondere Präzision erfordert die Herstellung der Masken. Wegen der verschiedenen Diffusionsprozesse bei der Herstellung integrierter Schaltungen, die jeweils vorher einen Fotoprozeß mit anschließender Ätzung und damit jeweils eine besondere Maske erfordern, ist eine Paß- und Einrichtgenauigkeit der Masken nötig, die die bei der Fertigung von Mehrlagschaltungen noch weit übertreffen. Die Maske selbst ist ein Glasdia, das durch fotografische Verkleinerung der Originalzeichnung und Vielfachkopie mit einer Step-and-Repeat-Kamera (zum Beispiel dem halbautomatischen System „Watson Mark III“ von Advanced Semiconductor Materials N. V.) gewonnen wird.

Um die erforderliche hohe Genauigkeit bei der Herstellung der Originalzeichnungen zu erreichen, hat die Compu

*graphics International Ltd.* (die Originale nach Kundenangaben liefert) ein Verfahren entwickelt, bei dem die Originale durch ein von einem Computer gesteuertes Zeichengerät hergestellt werden. Hierbei wird eine Zeichengenauigkeit von 0,09 mm über eine Fläche von  $140 \times 120$  cm erreicht. Die dazu benötigten Daten muß der Kunde entweder in Form einer Schaltungszeichnung auf Millimeterpapier oder als Liste mit Koordinaten auf speziellen Datenblättern zur Verfügung stellen.

Für die Maskenherstellung liefert *Kodak* die „High Resolution“-Platte, die ein Auflösungsvermögen von mehr als 2000 Linien/mm hat und deren Fotoschicht nach der Entwicklung etwa 4  $\mu\text{m}$  dick ist. Einen Feuchtigkeits-Ausdehnungskoeffizienten von Null und daher höchste Beständigkeit hat die „Metall-Clad“-Platte Typ „N“ von *Kodak*. Bei dieser Platte sind auf der 1,52 mm dicken Glasplatte eine 0,07  $\mu\text{m}$  dicke Chromschicht und darüber die 0,8  $\mu\text{m}$  dicke Fotoschicht sowie eine wasserlösliche Schutzschicht aufgebracht. Die optische Dichte der Chromschicht beträgt mehr als 2,2 und ist für die üblichen Maskierungen völlig ausreichend. An die Entwicklung muß sich hier natürlich noch ein Ätzvorgang anschließen, bei dem die Chromschicht an den nichtbelichteten Stellen fortgeätzt wird. Als Typ „C“ werden diese Platten auch ohne Fotoschicht für Anwender geliefert, die die Platten selbst beschichten wollen.

Ähnliche Platten wurden auch von *Bell & Howell* unter der Typenbezeichnung „HC“ gezeigt. Der besondere Vorteil der aus derartigen Platten hergestellten Masken ist neben der Feuchtigkeitsunempfindlichkeit ihre erheblich geringere Abnutzung. Außerdem lassen sich diese Fotomasken auch wiederholten Reinigungen, ohne daß die Bildqualität erheblich verringert wird.

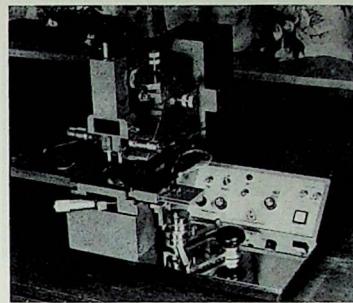
Bei der Herstellung der Masken geht man im allgemeinen so vor, daß die eigentlichen Arbeitsmasken mittels Kontaktkopie von Meistemaschen (zum Beispiel mit dem automatischen Kopiergeräten „CP-2F“ oder „CP-3“ von *Siliconix*) gewonnen werden. Zum Vergleich der Meistemasche mit den Arbeitsmasken liefert *Süss* das Komparatormikroskop „4101“, mit dem sich bei 500facher Vergrößerung noch Abweichungen von 0,1  $\mu\text{m}$  feststellen lassen. Mit Hilfe einer Vergleichsokularbrücke kann man auch eine Struktur der Meistemasche und die entsprechende Struktur der Arbeitsmasche nebeneinander im selben Gesichtsfeld abbilden, wodurch ein visueller Vergleich ermöglicht wird.

Die Übertragung der durch die Masken bestimmten Struktur auf die mit Fotolack beschichteten Siliziumscheiben erfolgt heute noch in den meisten Fällen durch Kontaktkopierung in Maskenjustiergeräten mit eingebauter Belichtungseinrichtung. Bei den hier geforderten außerordentlich hohen Genauigkeiten ist die Justierung der Masken nur unter einem Mikroskop mit Mikromanipulatoren möglich. Derartige Geräte wurden auf der electronica beispielsweise von *Electroglas* („500 C“), *Kasper Instruments* („17 A“), *Kulicke and Soffa* („686“) und *Süss* („MJB III“) ausgestellt. Außerdem kündigte *Kulicke and Soffa* ein Gerät für die Projektions-

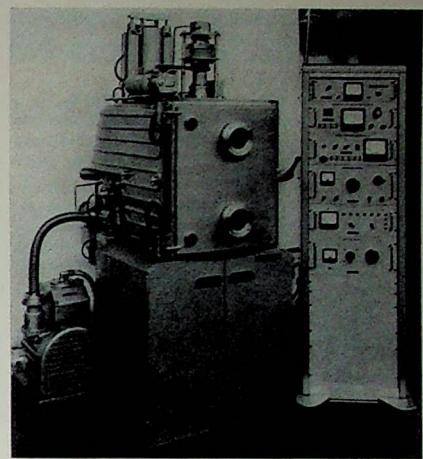
maskierung<sup>2)</sup> mit dem Abbildungsmaßstab 1:1 an, das von *AEG-Telefunken* und *Zeiss* entwickelt wurde.

## 2.5. Bedampfungsprozeß

Nachdem durch die wiederholten Diffusionsprozesse die einzelnen Kompo-



Maskenjustier- und Belichtungsgerät „MJB III“ (Süss)



Hochvakuum-Aufdampfanlage „BA k550“ (Balzers)

nenten der integrierten Schaltung hergestellt sind, müssen diese durch leitende Verbindungen zur eigentlichen Schaltung „zusammengeschaltet“ werden. Für die Leiterbahnen verwendet man Aluminium oder ein anderes gut leitendes Metall, das im Hochvakuum auf die Siliziumscheibe aufgedampft wird und zunächst als dünner Film die gesamte Scheibenoberfläche bedeckt. Durch anschließende Maskierung und Ätzung entsteht dann wie bei gedruckten Schaltungen das Leiterbild.

Die neue Hochvakuum-Aufdampfanlage „BA k550“ von *Balzers* eignet sich auch für den Betrieb in sauberen Räumen, da sich die Türen der waagerecht angeordneten Vakuumkammer und des Gestells bei entsprechendem Einbau in eine Wand vom sauberen Raum aus öffnen lassen, während der größte Teil der Anlage und der Pumpstand im abgetrennten „schmutzigen“ Raum stehen. Die Vakuumkammer kann 174 Substrate von 25 mm Durchmesser, 54 Substrate von 50 mm Durchmesser oder 48 Substrate von 50 mm  $\times$  50 mm aufnehmen, die an einem an der Kammerdecke drehbar aufgehängten Substrathalter befestigt werden. Bei sauberer, leerer und vorgeheizter Anlage werden  $10^{-5}$  Torr im 2 ... 3 min,  $10^{-6}$  Torr in 4 ... 5 min und  $5 \cdot 10^{-7}$  Torr in 6 ... 8 min erreicht. Der Enddruck liegt bei  $5 \cdot 10^{-8}$  Torr. Zur Schichtdickenkontrolle dient die Frequenzänderung eines gleichzeitig bedampften Schwingquarzes, der das frequenzbestimmende Element eines Quarzoszillators bildet. Erwähnt seien auch noch die Hochvakuum-Aufdampfanlagen von *Edwards*, *Leybold-Heraeus*, *MRC*, *Norton*, *Ultek*, *Varian* und *Veeco*.

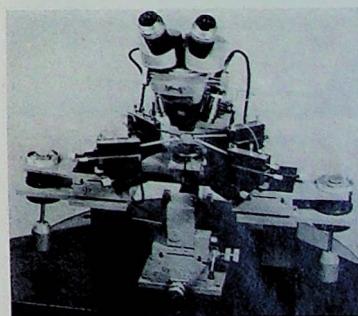
## 2.6. Prüfung der fertigen Scheiben und Trennung der einzelnen integrierten Schaltungen

Eine Siliziumscheibe enthält nach der Fertigstellung etwa 100 ... 500 einzelne integrierte Schaltungen, die vor der Trennung auf einwandfreie Funktion geprüft werden müssen. Die hierbei verwendeten Geräte arbeiten mit Son-

den, die die Anschlußpunkte der integrierten Schaltung berühren und so die erforderlichen elektrischen Messungen ermöglichen. Die Justierung der Sonden und ihre Absenkung auf die Schaltung läßt sich mit einem Stereo-Mikroskop beobachten. Fehlerhafte Schaltungen werden durch eine spezielle Sonde mit einem farbigen Punkt gekennzeichnet.

Einen kleineren, universell einsetzbaren Sondenmeßplatz, der mit maximal 10 Sondenmeßköpfen bestückt werden kann, zeigte *Süss*. Er umfaßt zwei Mikromanipulatoren mit Aufspannflächen für die Sondenmeßköpfe, einen in drei Ebenen verschiebbaren Tisch mit drehbarer Vakuumhalterung für die Siliziumscheibe und ein Stereo-Mikroskop. Größere, weitgehend automatisch arbeitende derartige Prüfgeräte, die vor allem für den Einsatz in der Serienfertigung bestimmt sind und bis zu 20 Sonden aufnehmen können, werden unter anderem von *Electroglas* („900“) und *TAC* („1200“) hergestellt.

Nach der elektrischen Prüfung wird die Scheibe in die einzelnen integrierten



Sondenmeßplatz von Süss

Schaltungen zerlegt. Dazu dienen Ritzautomaten, wie sie beispielsweise von *Süss* gefertigt werden, in denen die Scheiben mit einer Diamantnadel automatisch angeritzt werden. Ein leichter

<sup>2)</sup> Die Vorteile der Projektionsmaskierung. Funk-Techn. Bd. 23 (1968) Nr. 2, S. 45-46

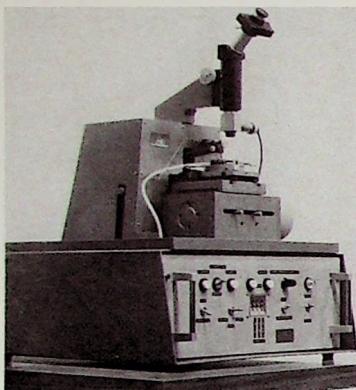
Druck auf die Rückseite genügt dann, um die Scheiben zu zerteilen.

#### 2.7. Herstellung der Anschlüsse, Gehäuse

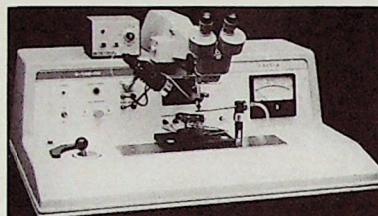
Wie jedes andere Halbleiterbauelement erhält auch die integrierte Schaltung ein Gehäuse. Zunächst wird sie aber

taktfläche und der Draht mit Ultrahochfrequenz aneinander gerieben und verschweißt dabei auf kaltem Wege. Derartige Bonder werden zum Beispiel von Advanced Semiconductor Materials N. V., Kulicke and Soffa („848“) und Unitek („8-141-02“) hergestellt. Kulicke and Soffa stellten auf der electronica

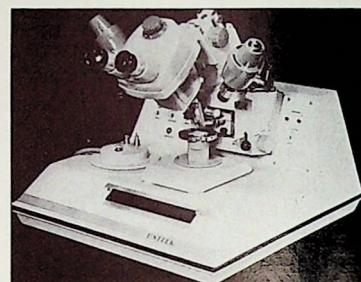
und Kunststoffgehäusen (Flat-Pack, Dual-in-Line). Die zum Einkapseln verwendeten Preßmassen werden unter anderem von Dow Corning geliefert. Kulicke and Soffa zeigte eine 500-t-Kunstharz-Spritzpresse für Kunststoffgehäuse der O. & K. Geissler GmbH, die eine maximale Spritzkraft von



Ritzautomat von Süß



Thermokompressions-Drahtbonder „8-146-02“ (Unitek)



Ultraschall-Drahtbonder „8-141-02“ (Unitek)

auf eine Grundplatte, die die Anschlußdrähte trägt, oder auf einen Systemträger (für Dual-in-Line-Gehäuse oder Flat-Packs) zum Beispiel mit dem Systemlegiergerät „642“ von Kulicke and Soffa oder „8-140-02“ von Unitek, aufgeschweißt. Systemträger, die bisher nach einem Ätzverfahren hergestellt wurden, werden jetzt von Stocko auch als Stanzteile geliefert. Die Verbindung der Anschlußdrähte mit den Anschlußpunkten der integrierten Schaltung durch 18 ... 125 µm dicke Gold- oder Alu-

mit dem neuen Ultraschall-Bonder „472“ ein Gerät vor, das es ermöglicht, auch beim Ultraschallverfahren eine kugelförmige Kontaktstelle (wie beim Thermokompressionsverfahren) zu erreichen. Bei allen Bondern ist dafür gesorgt, daß beim Kontaktieren keine Drahtenden überstehen. Außerdem kann man in zwei Ebenen (das heißt, die beiden zu verbindenden Punkte brauchen nicht die gleiche Höhe zu haben) arbeiten sowie das sogenannte Stitch-Bonding anwenden, wobei mehr als zwei Kontaktstellen miteinander verbunden werden.

Integrierte Schaltungen gibt es sowohl in TO-Gehäusen als auch in Keramik-

10 Mp hat. Einbettmaschinen für Flat-Packs wurden von der GTI Corporation vorgestellt.

#### 2.8. Schlupfrprüfung

Für die abschließende Kontrolle aller elektrischen Funktionen der integrierten Schaltung wurden von verschiedenen Firmen Testgeräte entwickelt, die weitgehend automatisch arbeiten. Erwähnt seien die Geräte „102“ von Ceta, „350“ von Daymarc, „701“, „710“, „711“, „715“ und „716“ der Microdyne Instruments Inc. sowie „1100“ von Signetics und „J 133“ von Teradyne. U. Radke



Systemlegiergerät „8-140-02“ (Unitek)

miniumdrähte, das sogenannte Bonden, kann nach zwei verschiedenen Verfahren erfolgen. Beim Thermokompressionsverfahren, nach dem beispielsweise der Bonder „8-146-02“ von Unitek arbeitet, wird an den Golddraht mit einem Wasserstoffbrenner ein kleiner Ball angeschmolzen, der dann unter Druck mit dem Anschlußpunkt verschweißt wird. Nachdem die zweite Schweißstelle hergestellt ist, wird mit dem Wasserstoffbrenner der Draht abgeschnitten.

Das Ultraschallverfahren hat den Vorteil, daß keine zusätzliche Erwärmung notwendig ist. Hierbei werden die Kon-

## Schulfernsehen in Nordrhein-Westfalen ab 1.9.69

Der Empfang des vom Westdeutschen Rundfunk vorbereiteten Schulfernsehens in den Schulen des Landes Nordrhein-Westfalen ist zum Beginn des neuen Schuljahres im Herbst 1969 gesichert, nachdem die Landesregierung, die Alfried Krupp von Bohlen und Halbach-Stiftung sowie Konsul Dr. h. c. Max Grundig übereingekommen sind, zusammen 1,2 Millionen DM zur Beschaffung von Fernsehempfängern zur Verfügung zu stellen.

Das Kuratorium und der Vorstand der Alfried Krupp von Bohlen und Halbach-Stiftung haben in ihrer Sitzung vom 4. Dezember 1968 beschlossen, einen Betrag von 400 000 DM für die Anschaffung von Schwarz-Weiß-Fernsehgeräten für die rund 3000 Hauptschulen, Realschulen und Gymnasien des Landes Nordrhein-Westfalen zur Verfügung zu stellen. Mit diesem Entschluß unterstützt die Alfried Krupp von Bohlen und Halbach-Stiftung zum erstenmal seit ihrer Gründung ein für das Land Nordrhein-Westfalen neuartiges bildungspolitisches Projekt.

Das Land Nordrhein-Westfalen wird bestrebt sein, über den bereits zuge-

sagten Betrag von 200 000 DM hinaus im Etat des Kultusministeriums für 1969 weitere 200 000 DM bereitzustellen. Konsul Dr. h. c. Max Grundig, gleichfalls Mitglied des Kuratoriums der Krupp-Stiftung hat sich bereit erklärt, für den gleichen Zweck einen Betrag von 400 000 DM zu spenden.

Kultusminister Fritz Holthoff und Intendant Klaus von Bismarck unterzeichneten in einer Sitzung des Rundfunkrats am 20.12.1968 einen Vertrag, in dem die Zusammenarbeit zwischen dem Land Nordrhein-Westfalen und dem Westdeutschen Rundfunk über das Schulfernsehen geregelt wird. Der Vertrag sieht die Bildung eines Schulfernsehbeirats vor, der unter anderem eine sinnvolle Integration der Schulfernsehprogramme in den Schulunterricht sicherstellen soll.

Ein regelmäßiges Schulfernsehprogramm wird wdr/Westdeutsches Fernsehen ab 1. September 1969 ausstrahlen, nachdem der Rundfunkrat der Einführung des Schulfernsehens in Nordrhein-Westfalen zugestimmt hat.

## AM-UKW-Kleinsender für 144 MHz

### Technische Daten

Sendefrequenz:	145 MHz
Quarzfrequenz:	72,5 MHz
Sender:	zweistufig
Senderleistung:	30 mW (bei 9 V)
Modulator:	zweistufig
Mikrofoneingang:	niederohmig
Antennenaustritt:	60 Ohm
Betriebsspannung:	9 V
Stromaufnahme:	20 mA
Bestückung:	2 SB 75, 2 x 2 SB 77, 2 x AFY 11

gungen abreißen. Die Drossel  $D r 1$  verhindert einen Kurzschluß der HF nach Masse. Das kalte Ende des Schwingkreises ist mit dem Kondensator  $C 3$  abgeblockt.

Die Oszillatorenfrequenz wird über  $C 4$  der Verdopplungsstufe zugeführt. Da die Impedanzen des Oszillatorenrausgangs und des Endstufen-einganges etwa gleich groß sind, kann man dieselbe Anzapfung für die Rückkopplung und für die Ankopplung über Kondensator  $C 4$  verwenden. Widerstand  $R 6$  legt den Arbeitspunkt von  $T 2$  fest.

vorspannung von  $T 3$  bestimmt der Spannungssteiler  $R 7, R 8$ . Die negative Betriebsspannung gelangt über  $R 10$  an die Treiberstufe. Der Elektrolytkondensator  $C 11$  blockt die NF vor dem Widerstand  $R 10$  ab.

Der Transformator  $Tr 1$  paßt die Treiberstufe an die Endstufentransistoren an. Durch den Spannungssteiler  $R 11, R 12, R 13$  (an der Mittelanzapfung der Sekundärwicklung von  $Tr 1$ ) erhalten die Transistoren  $T 4, T 5$  die positive Vorspannung. Der Kollektorruhestrom wird vom Halbleiter  $R 12$  im Basiskreis stabilisiert. Der gemeinsame Emitteranschluß von  $T 4$  und  $T 5$  liegt über  $R 14$  (8,2 Ohm) an Masse. Die beiden Kollektoranschlüsse speisen den Ausgangsübertrager  $Tr 2$ , der über die Mittelanzapfung negative Betriebsspannung erhält. Kondensator  $C 12$  verhindert wilde Schwingungen der Endstufe.

Eine Besonderheit dieses Modulators ist die zusätzliche Sekundärwicklung des Ausgangsübertragers für einen 5-Ohm-Lautsprecher. Man kann dadurch den Modulator auch als Empfänger verstärker verwenden. Bei der Verwendung eines zusätzlichen HF-Empfangsteiles ergibt sich dann eine komplette kleine Sende- und Empfangsanlage.

Über die obere Sekundärwicklung des NF-Ausgangsübertragers  $Tr 2$  wird die Sender-Endstufe ( $T 2$ ) am Kollektor amplitudenmoduliert. Die Drossel  $D r 2$  verhindert das Abfließen der Hochfrequenz. Den hohen Ausgangswiderstand

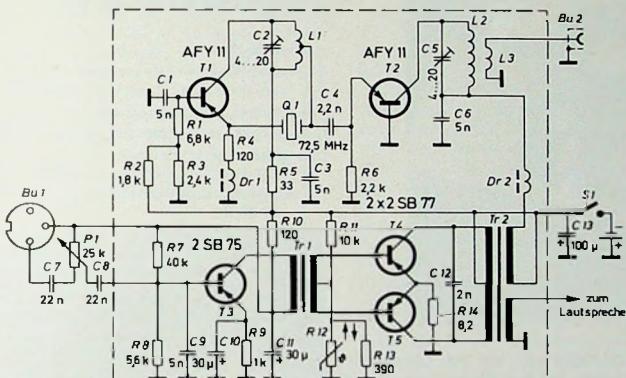


Bild 1. Schaltung des Senders mit Modulator

Dieser 2-m-Miniatursender eignet sich besonders gut für Newcomer und beim transportablen Einsatz für die UKW-Fuchsjagd. Verwendet man zusätzlich noch einen HF-Empfangsteil, dann kann man den Modulator auch als Empfänger verstärker verwenden. Der Sender liefert 30 mW HF-Ausgangsleistung und läßt sich auf relativ kleinem Raum zusammenbauen. Der für den Sender benutzte Grundbaustein ist handelsüblich.

### Schaltung

Wie die Schaltung nach Bild 1 zeigt, arbeitet der UKW-Kleinsender mit zwei Transistoren im HF-Teil und drei Transistoren im Modulator. Der Sender besteht aus einem getrennten Oszillator mit  $T 1$  (AFY 11) und einer Endstufe mit  $T 2$  (AFY 11). Beide Transistoren verwenden Basissschaltung. Der Spannungssteiler  $R 2, R 3$  bestimmt den Arbeitspunkt des Oszillatortransistors  $T 1$ . Da sich beim Einsetzen der Schwingung ein höherer Basisstrom einstellt und damit ein wachsender Kollektorstrom, muß der Schwingstrom begrenzt werden. Durch den Teilwiderstand  $R 1$ , der bei größerem Strom einen größeren Spannungsabfall hervorruft, erhält man eine ausreichende Stabilisation. Kondensator  $C 1$  blockt die HF an der Basis ab. Der Schwingkreis  $L 1, C 2$  ist für die Quarzfrequenz von 72,5 MHz zu messen und muß dementsprechend abgeglichen werden, da sonst die Schwin-

Tab. I. Wickeldaten der Spulen

Spule	Induktivität μH	Anzahl der Windungen	Anzapfung bei Windung	Drahtdurchmesser mm
$L 1$	0,4	7,5	2,5	1,0 CuAg
$L 2$	0,2	3,5	—	1,0 CuAg
$L 3$	—	1	—	0,5 CuAg, isol.

Spulen freitragend gewickelt, Innendurchmesser 8 mm

Der Modulator besteht aus Treiber- und Endstufe, die durch einen Transformator  $Tr 1$  gekoppelt sind. Da der Eingang der Treiberstufe niederohmig ist, müssen niederohmige Mikrofonssysteme angeschlossen werden. Der Lautstärkeregler  $P 1$  wird über  $C 7$  an das Mikrofon und über  $C 8$  an die Basis des Treibertransistors  $T 3$  gekoppelt. Die Basis-

transformiert die Wicklung  $L 3$  auf 60 Ohm. Für die Antennenbuchse  $Bu 2$  muß daher eine Koaxialausführung verwendet werden.

Die Betriebsspannung läßt sich durch den mit dem Lautstärkeregler  $P 1$  kombinierten Schalter  $S 1$  ein- oder aus-

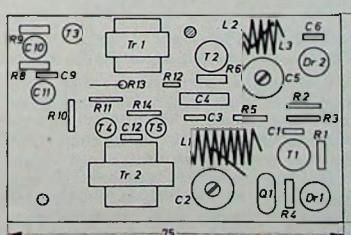


Bild 2. Anordnung der Bauelemente des Sender- und Modulatorbausteins

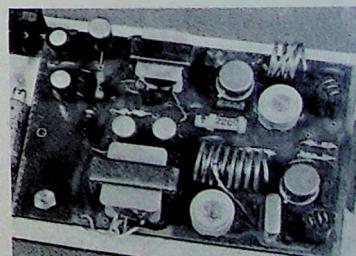


Bild 3. Blick auf die Sender- und Modulator-Einheit

schalten. Parallel zur Batterie liegt der Elektrolytkondensator C13, der den Wechselstrom-Innenwiderstand der Batterie verringert.

Der Sender liefert bei einer Betriebsspannung von 9 V eine Ausgangsleistung von 20 bis 30 mW.

Grid-Dip-Meter oder ein mit S-Meter ausgestatteter, auf die Sendefrequenz abgestimmter UKW-Super beziehungsweise ein Relativ-Outputmeter.

Zunächst stimmt man den Oszillator mit dem Trimmkondensator C2 auf die Frequenz 72,5 MHz ab, bis ein maximaler Ausschlag am Indikator erscheint. Damit die Schwingungen nicht abreissen, geht man auf einen etwas geringeren Ausschlag zurück. Danach gleicht man die Sender-Endstufe mit C5 auf die Frequenz 144,5 MHz ab, bis maximale Ausgangsleistung erreicht ist (größter Zeigerausschlag).

Wenn der Sender richtig abgestimmt ist, schließt man das Mikrofon an (geeignet ist vor allem ein niederohmiger dynamischer Typ).

#### Antenne

Grundsätzlich kann jede 2-m-Antenne mit etwa 60 Ohm Anschlußimpedanz verwendet werden. Für portablen Betrieb eignet sich besonders eine auf das Gerät steckbare Antenne. Zum Beispiel

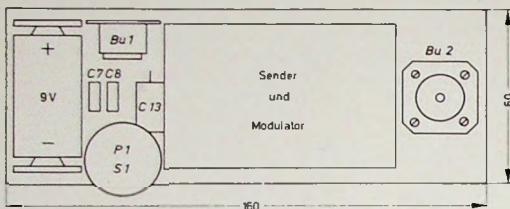
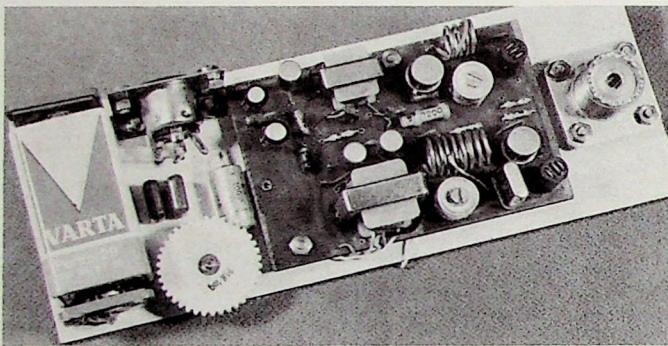


Bild 4. Maßskizze und Einzelteileanordnung für das Gesamtgerät

Bild 5 (unten). Der betriebsfertige UKW-Kleinsender mit Batterie, Mikrofonbuchse sowie Aussteuerungsregler P 1 (links) und Antennenbuchse Bu 2 (rechts)



stung von 20 bis 30 mW. Erhöht man die Versorgungsspannung (beispielsweise auf 15 V), dann steigt die HF-Leistung bis zu 100 mW. Bei über 15 V Betriebsspannung erwärmen sich besonders die HF-Transistoren durch den steigenden Kollektorstrom unzulässig und können schon bei geringer Überlastung zerstört werden. Bei hoher Ausgangsleistung empfiehlt es sich daher, für die Wärmeabfuhr Kühlsschellen zu verwenden.

Wickeldaten der Spulen L1, L2 und L3 sind in Tab. I angegeben.

Wenn der Sender richtig abgestimmt ist, schließt man das Mikrofon an (geeignet ist vor allem ein niederohmiger dynamischer Typ).

Wenn der Sender richtig abgestimmt ist, schließt man das Mikrofon an (geeignet ist vor allem ein niederohmiger dynamischer Typ).

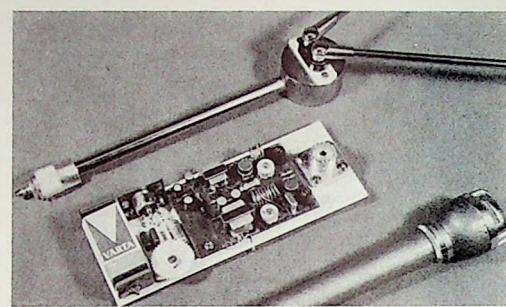


Bild 6. Gesamtansicht des UKW-Kleinsenders mit 144-MHz-Dipol und dynamischem Mikrofon

#### Einzelteilliste

2-m-Baustein „KM 2“	(Conrad)
Buchse, dreipolig (Bu 1)	(Pröh)
Buchse „Nr. SO 239“ (Bu 2)	(Haeberlein)
MKS-Kondensatoren,	
100 V = (C 7, C 8)	(Wima)
Elektrolytkondensator,	(AEG-Tele-
15/18 V = (C 13)	funk/NSF)
Potentiometer mit	
Schalter, 25 kOhm (P 1)	(Dralowid)
Batterie, „Nr. 29“, 9 V	(Pertritz)
Bezug der angegebenen Bauelemente	
nur über den einschlägigen Fachhandel!	

bestehen die 144-MHz-Dipole von Blum-Elektronik oder Semcoset aus einem offenen, symmetrischen  $\lambda/2$ -Dipol und einem Breitbandübertrager (Eingang 60 Ohm unsymmetrisch und Ausgang 60 Ohm symmetrisch). Das Kopfstück ist mit einem 200 mm langen Rohr verbunden, das in einem Koaxialstecker endet (Bild 6). Für die Verbindung zwischen Koaxialstecker und Breitbandübertrager ist im Trägerrohr ein 60-Ohm-Koaxialkabel eingezogen.

## KW-Kurznachrichten

### Verzeichnis der deutschen Amateurfunkstellen

Ende November 1968 wurde das neue Verzeichnis der deutschen Amateurfunkstellen – Ausgabe 1968 – an die Oberpostdirektion ausgeliefert. Bestellungen nehmen alle Postämter zum Abgabepreis von 4,70 DM entgegen.

### Deutsche Sektion des ITT Worldwide Amateur Radio Clubs

Funkamateure, die den in aller Welt verstreuten Firmen der ITT angehören, sind unter anderem im ITT Worldwide Amateur Radio Club zusammengefaßt. Die deutsche Sektion umfaßt 131 Angehörige von Standard Elektrik Lorenz, Graetz und Intermetal; aufgeteilt nach Orten, in denen sich entsprechende Werke befinden, ergibt sich folgendes Bild: Berlin 13, Bochum 5, Eßlingen 7, Freiburg 13, Landshut 2, Mannheim 9,

München 5, Pforzheim 33, Rastatt 6, Saarbrücken 4, Stuttgart 28, sonstige 6. Leiter der deutschen Sektion ist G. Sackewitz DL 7 BY, Sekretär ist E. Koch DL 1 HM.

### Schutztasche für den „Satellit“

Die Schutztasche für den Reisesuper „Satellit“ von Grundig, der unter anderem acht sich überlappende KW-Teilbereiche (10 ... 60 m) enthält, wird nunmehr in einer verbesserten Ausführung geliefert. Sie hat jetzt einen Rückwand-ausschnitt, der den freien Zugang zu sämtlichen Anschlußbuchsen einschließlich derjenigen für den SSB-Zusatz gestattet, ohne deswegen die Tasche abnehmen zu müssen. Die tief angesetzte Frontklappe mit Reißverschluß und Einstellschraube für Sendertabellen oder ähnliche Unterlagen ermöglicht eine frei-zügige Gesamtbedienung des Gerätes.

## Quarzuhr mit Synchronmotor

Im Heft 10/1968 veröffentlichte die FUNK-TECHNIK die Beschreibung einer einfach aufzubauenden Quarzuhr. Diese Uhr wurde mit einem Schrittmotor betrieben, der eine relativ aufwendige Steuerung benötigt und auch die erforderliche Betriebsspannung und den Stromverbrauch der Uhr auf Werte festlegt, die einen wirklich wirtschaftlichen Betrieb aus Batterien nicht zulassen. In dem Beitrag wurde deshalb ein Pufferbetrieb vorgeschlagen.

Inzwischen sind sehr preiswerte Synchronmotoren zu haben, die speziell für den Betrieb von Uhren aus einer 1,5-V-Monozeile entwickelt wurden. Es ist nun reizvoll zu versuchen, auch die übrige Schaltung auf diese Spannung umzustellen und für so geringen Stromverbrauch auszulegen, daß ein Betrieb aus einer einzigen 1,5-V-Babyzelle für ein Jahr möglich ist.

Mit der hier beschriebenen Lösung kann man den Gesamtpreis von rund 100,- DM, der für die Quarzuhr mit Schrittmotor angegeben wurde, ganz erheblich unterschreiten. Verwendet

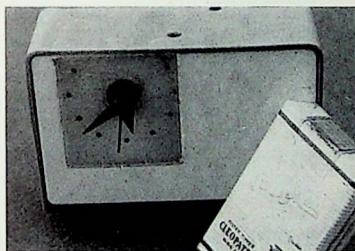


Bild 1. Das Mustergerät im Gehäuse

wurde ein Werk „dilectron“ der Uhrenfabrik Diehl, Nürnberg. Uhren mit diesem Antrieb sind sehr preisgünstig in Ausführungen für jeden Geschmack zu haben. Damit ist das gesamte mechanische Problem des Antriebs, der Übersetzung und der Anzeige schon für wenig Geld ideal zu lösen. Bild 1 zeigt den Versuchsaufbau in einem Kunststoffge-

Schwinger synchronisiert, wie Bild 2 zeigt. Die Synchronimpulse sollen aber nun von der Quarzfrequenz abgeleitet werden. Damit ist der mechanische Schwinger nicht mehr erforderlich und

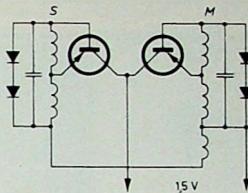


Bild 2. Schaltung des „dilectron“-Antriebs; S Schwinger, M Motor

wird samt dem zugehörigen Transistor ausgebaut. An seine Stelle tritt ein Transistor BC 192, der die Ankopplung des Motors an die letzte Frequenzteilerstufe besorgt. Der Kondensator parallel zur Motorwicklung dient der Unterdrückung wilder Schwingungen und muß installiert bleiben. Ebenso verbleiben die Dioden parallel zur Motorwicklung in der Schaltung. Sie stabilisieren die Motordrehzahl und verhindern so ein Herauslaufen der Drehzahl aus dem Fangbereich der Synchronisierung. Die Solldrehzahl des Motors ist 400 U/min. Er wird bei angelegter Betriebsspannung mit dem Dämpfungsblech so eingestellt, daß bei horizontaler Motorachslage (größte Reibung) der nicht-synchronisierte Motor eine Drehzahl von etwa 410 U/min annimmt.

Da es sich um einen 4poligen (2 Polpaare) Motor handelt, benötigt er je Umdrehung zwei Impulse, bei einer Drehzahl von 400 U/min also Synchronisierimpulse mit einer Frequenz von 13,33... Hz (800 je Minute). Diese Frequenz läßt sich bequem mit nur vier Teilerstufen aus einer Quarzfrequenz von 10 kHz ableiten. Die als monostabile Multivibratoren ausgeführten Teiler haben ein Untersetzungsverhältnis von 6:5:5:5, teilen also die Frequenz des Quatzes durch 750 und erzeugen damit aus einer 10-kHz-Quarz-

als monostabile auch als astabile Multivibratoren betrieben werden, indem der Basiswiderstand des jeweils ersten Transistors einer Stufe auf etwa 5 MΩ erhöht wird. Der Vorrat, dann um die Hälfte kleinere Kapazitätswerte des Rückkopplungskondensators  $C_1$  verwenden zu können, geht aber auf Kosten der Stabilität (eingegangter Temperaturbereich, Abgleich kritisch, sehr spannungsabhängig). Man sollte deshalb bei der monostabilen Ausführung bleiben. Um die Kapazität einer Monozeile möglichst weitgehend auszunutzen zu können, muß die Gesamtschaltung mit Eingangsspannungen von 1,8...1,0 V stabil arbeiten. Da nun aber die Impulslänge der verwendeten Multivibratoren (und damit das Teilverhältnis einer Stufe) bei Verwendung von Silizium-Transistoren unterhalb 2,5 V Betriebsspannung merklich spannungsabhängig wird, ist diese Forderung nur durch Spannungsstabilisierung zu erfüllen.

Die Forderungen an diese Stabilisierung sind: Sie darf keine – oder nur eine sehr geringe – zusätzliche Strombelastung der Batterie bedingen, die stabilisierte Ausgangsspannung soll möglichst wenig unterhalb der niedrigsten Eingangsspannung liegen, um einerseits die Batterie voll ausschöpfen zu können, andererseits aber auch bei kleinsten Batteriespannung noch eine Betriebsspannung ausreichender Höhe für Motor, Teiler und Oszillator zur Verfügung zu haben, und schließlich soll auch noch der Aufwand so gering wie möglich sein.

Die Lösung des Problems zeigt die Gesamtschaltung nach Bild 3. Man bedenke, daß die Verwendung von Emittierfolgern (Kollektorbasisisschaltung) bei Betriebsspannungen von etwa 1 V mit Silizium-Transistoren ausscheidet, da dabei zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung eine Differenz von mindestens der Basis-Emitter-Schleusenspannung erforderlich ist. Das wäre hier aber schon die halbe Eingangsspannung. Mit der so verbleibenden Betriebsspannung von nur noch etwa 0,5 V läßt sich die Schaltung (eben we-

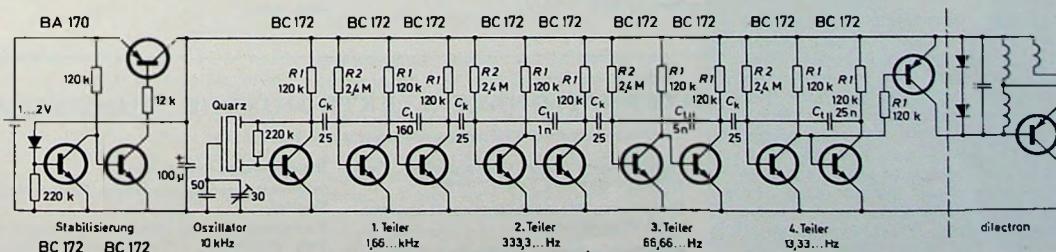


Bild 3. Gesamtschaltung der Quarzuhr für Batteriebetrieb; PNP-Transistor in der Stabilisierungsstufe und PNP-Ankopplungstransistor: BC 192

häuse im Vergleich zu einer Zigarettenpackung, woraus zu erssehen ist, wie klein sich die Anordnung ausführen läßt.

Im Originalzustand wird der Motor in diesem Werk von einem mechanischen

frequenz die erforderliche Synchronisierfrequenz von 13,33... Hz. Die Teiler sind für stabiles Arbeiten im Temperaturbereich von 0...60 °C auf möglichst geringe Stromaufnahme und minimalen Aufwand ausgelegt. Sie können statt

gen der hohen Schleusenspannung von Silizium-Transistoren) aber nicht mehr betreiben. Die Verwendung von Germanium-Transistoren scheidet in dieser Schaltung (Teiler) aber wegen der im Heft 10/1968 erläuterten Gründe aus.

Bei der hier gezeigten Stabilisierungsschaltung wird die Ausgangsspannung festgelegt durch die Summe der Schleusenspannungen der Diode BA 170 und des von ihr gespeisten Transistors BC 172. Im Bereich einer Eingangsspannung (Batteriespannung) von 1...2 V zeigte die Ausgangsspannung Werte von 0,91 bis 0,92 V bei voller Belastung; eine Stabilität also, die für den Betrieb der Uhr bei weitem ausreichend ist.

Der Motor wurde mit an die stabilisierte Spannung angeschlossen, weil er bei Betriebsspannungen unter 1,2 V merklichen Drehzahlabfall zeigt und so leichter innerhalb des Synchronisierungsbereiches zu halten ist.

Der Fang- oder Synchronisierungsbereich kann an sich beliebig groß gemacht werden, bis hin zu dem Extremfall, daß der Motor nicht mehr frei läuft und synchronisiert wird, sondern nur noch von der Synchronimpulsspannung getrieben wird. Diese Betriebsart bringt allerdings Anlaufschwierigkeiten mit sich. Der Motor ist grundsätzlich nicht selbstlaufend, muß also angeworfen werden. Bei – im Extremfall der Synchronisierung – nicht freilaufendem Betrieb kann er dann beim Anwerfen die Synchondrehzahl so schnell durchlaufen, daß die zur Verfügung stehende elektrische Energie nicht ausreicht, ihn in den Synchronlauf zu zwingen. Der Motor bleibt dann wieder stehen und muß erneut angeworfen werden.

In der gewählten Anordnung ist der Fangbereich nur wenig variabel. Es wurde bewußt von der ursprünglich für den Motor vorgesehenen niederohmigen induktiven Einkopplung der Synchronisierungssignale abgängen. Statt dessen wird jeweils während der kurzen Zeit, in der der Eingangstransistor des letzten Frequenzteilers leitend ist, die Motorwicklung kurzgeschlossen. Da der Motor ein wenig über Synchondrehzahl läuft, ist der motortreibende Transistor wegen des Rückkopplungsmechanismus noch leitend, wenn der Synchronimpuls eintrifft und der Transistor sperrt. Damit wird der Antrieb unterbrochen, der Motor dreht auf Grund seiner Trägheit weiter und schaltet infolge Induktion die Antriebsenergie zum richtigen Augenblick wieder ein. Dann wird die Zeit des Antriebs wieder begrenzt durch den sie beenden Synchronimpuls. Der Kurzschluß der Motorwicklung wirkt zusätzlich dämpfend und damit bremsend auf den Motor.

Der ganze Synchronisierungsprozeß dauert nur so lange, wie der Monovibrator in der stabilen Lage steht, das heißt, solange der BC 192 leitend ist. Das ist aber nur ein sehr geringer Teil einer vollen Motorumdrehung; damit ist der Fangbereich auch entsprechend beschränkt. Stellt man die Freilaufdrehzahl des Motors zu hoch ein, dann reicht die in dieser kurzen Zeit zur Verfügung gestellte Bremsenergie nicht aus, um den Motor in den Synchronlauf zu zwingen. Der Motor prägt dann sogar rückwirkend über die Kollektor-Basis-Diode des Ankopplungstransistors dem Monovibrator seine Frequenz auf. Die Einstellung des Dämpfungsbleches für die richtige Freilaufdrehzahl ist nicht schwierig und nicht kritisch. Im Mustergerät überdeckt das Blech etwa  $\frac{1}{3}$  des Motorläufers, genau wie im An-

lieferzustand. Sollte dennoch ein größerer Fangbereich erwünscht sein, so schaltet man dem letzten Frequenzteiler einen Monovibrator nach (Untersetzung natürlich 1:1), bei dem man mit dem Rückkopplungskondensator oder dem Basiswiderstand den Synchronimpuls beliebig variieren kann bis zur maximal halben Periodendauer, das heißt  $\frac{1}{4}$  Motor-Umdrehung.

Hingewiesen sei übrigens noch auf eine Eigenart der Ankopplung des BC 192 an den letzten Teiler: Was sich beim Entwurf der Spannungsstabilisierung als

Im Hinblick auf die Konstanz der Quarzfrequenz sollte die Uhr keinen extremen Temperaturwechseln unterworfen werden (Temperaturlang je nach verwendetem Quarz). Zum Abgleich der Teilerfrequenzen gilt hier grundsätzlich das bereits im Heft 10/1968 Gesagte. Es sei lediglich noch darauf hingewiesen, daß man mit einer Frequenzmessung an einem Teiler nach Einlöten des zeitbestimmenden Basiswiderstandes so lange warten sollte, bis dieser wieder annähernd Umgebungs temperatur angenommen hat (wegen des großen Temperaturlanges der Kohleschichtwiderstände). Das dauert keineswegs nur Sekunden, sondern man muß sich schon einige Minuten gedulden.

Der Aufbau ist unkritisch. Anregungen zu diesbezüglichen Möglichkeiten sollen die Bilder 4 und 5 geben. Es erwies sich als günstig, den Trimmer für den exakten Quarzabgleich so anzurichten, daß er durch eine Gehäuseöffnung von außen zugänglich ist (im Mustergerät von unten). Da am Wohnort des Verfassers ein Normalfrequenzsender zum Frequenzvergleich nicht zu empfangen ist, erstreckte sich der Feinabgleich nach Zeitzeichen über 2 Wochen. Danach stellten sich in Vergleichsabständen von etwa 4 Wochen Gangabweichungen in der Größe von 1...2 Sekunden mit unterschiedlichem Vorzeichen ein, die auf Temperaturunterschiede zurückzuführen sind und naturgemäß mit dem Trimmer nicht mehr ausgeglichen werden können.

Abschließend soll noch auf die Möglichkeit hingewiesen werden, an diese eine Uhr nahezu beliebig viele Tochteruhren (jeweils mit „dilectron“-Werk, eigener Batterie und eigenem Synchronisiertransistor) über eine Trennstufe anzuschließen.

Mancher Leser mag sich die Frage stellen, wie er diese Uhr nachbauen könnte, ohne ein Gerät zu besitzen, mit dem die niedrigen Frequenzen gemessen werden können, zum Beispiel zum Einstellen der Motorfreilaufdrehzahl. Das läßt sich entweder durch Frequenzvergleich am Oszilloskop mit Hilfe eines auf etwa 2% genau geeichten Tongenerators bewerkstelligen oder aber, was besonders bei den niedrigen Frequenzen günstiger ist, mit einem digitalen Frequenzmesser, der für Frequenzen bis 100 Hz geeignet ist, sich für etwa 50,- DM aufbauen läßt und in einem der nächsten Hefte beschrieben wird.

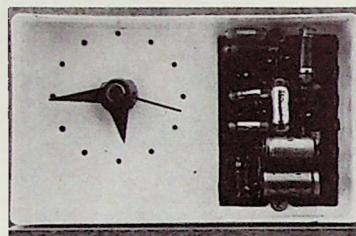


Bild 4. Frontansicht bei abgenommener Deckplatte



Bild 5. Rückansicht, Rückwand entfernt

hinderlich erwies, führt hier zu einer besonders einfachen Anordnung. Dadurch, daß die Betriebsspannung niedriger ist als zwei Schleusenspannungen der Basis-Emitter-Dioden, sperrt der PNP-Transistor BC 192 tatsächlich, solange der Eingangstransistor des Teilers gesperrt ist, obgleich seine Basis doch über die Basis-Emitter-Strecke des zweiten Teilertransistors mit Minuspotential verbunden ist.

Die Gesamtschaltung einschließlich des laufenden Motors entnimmt der Batterie 180  $\mu$ A bei 1,5 V Batteriespannung. Die Stromaufnahme ändert sich um  $\pm 5 \mu$ A bei einer Batteriespannungsänderung von  $\pm 0,5$  V.

## INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUND SCHAU

brachte im Januarheft 1969 unter anderem folgende Beiträge:

Rauschkennwerte rückgekoppelter Verstärkerstufen und Transistoren

Dreiphasen-Wechselrichter mit geschalteten Transistoren

Akustisch-optische Effekte in der Quantenelektronik

Das Zwischenbild-Index-Verfahren

Elektronische Schreiber

International Broadcasting Convention London

Elektronik in aller Welt · Aus Industrie und Wirtschaft · Tagungen · Persönliches · Neue Bücher · Kurznachrichten · Neue Erzeugnisse · Industriedruckschriften

Format DIN A 4 · monatlich ein Heft · Preis im Abonnement 12,30 DM vierteljährlich, Einzelheft 4,20 DM Zu beziehen durch jede Buchhandlung im In- und Ausland, durch die Post oder direkt vom Verlag

**VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH · 1 BERLIN 52**

## Einfaches Transistor-Ohmmeter

### Technische Daten

Meßbereiche:	
(durch Drucktasten umschaltbar)	0...5 kOhm
	0...50 kOhm
	0...500 kOhm
Skalenmitte: 10 Ohm	
Meßinstrument: 250 $\mu$ A	
Betriebsspannung: 1,5 V beziehungsweise 9 V für den Anzeigeverstärker	
Stromaufnahme des Anzeigeverstärkers: etwa 5 mA	
Bestückung: BC 107, 2 × BAY 44	

Widerstandsprüferäte sind vor allem bei der Bauelemente-Kontrolle oder in Servicefällen nützlich. Oft sollen ferner regelbare Widerstände durch einen Festwiderstand ersetzt werden, oder

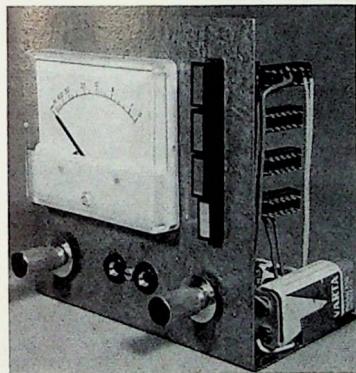


Bild 1. Frontansicht des Transistor-Ohmmeters

man hat einen Widerstand, dessen Wert nicht mehr ablesbar ist. Das beschriebene einfache Transistor-Ohmmeter (Bild 1) kann ohne großen Kostenaufwand gebaut werden. Mit insgesamt drei Meßbereichen ist es möglich, die gängigsten Widerstandswerte leicht zu ermitteln.

### Schaltungseinzelheiten

Die Schaltung (Bild 2) besteht aus einer Ringschaltung und einem Anzeigeverstärker. Bei der Ringschaltung wird der Nebenwiderstand für den kleinsten Meßbereich unterteilt. Je nach Bereich wirkt er als Vor- oder als Nebenwiderstand. Der Kreis wird mit dem gesuchten Widerstand geschlossen. Je nach Größe des gesuchten Widerstandes zeigt das Instrument dann einen mehr oder weniger großen Zeigerausschlag an.

Der Ringschaltung ist ein Anzeigeverstärker nachgeschaltet, der aus dem BC 107, R 1, R 2 und R 3 besteht. Das Meßinstrument liegt im Emitterkreis des BC 107. Mit P 2 wird der Vollausschlag des Instruments eingestellt. Die Begrenzungsdioden D 1 und D 2 arbeiten als Über-

lastungsschutz. Mit dem Potentiometer P 1 wird die Nullpunkt Korrektur vorgenommen.

Die Bereichsumschaltung erfolgt mit S 2, S 3 und S 4. Für R 6, R 7 und R 8 sollen Meßwiderstände verwendet werden. Notfalls sieht man unter Widerständen mit einer Toleranz von 10 % jeweils den passenden Wert aus. Dazu muß allerdings ein genau anzeigenches Widerstandsmeßgerät oder eine Meßbrücke benutzt werden.

### Aufbau

Die 200 mm × 140 mm große Frontplatte (Bild 3) besteht aus 0,75 mm dickem Eisenblech und ist im unteren Teil auf eine Länge von 65 mm um 90° nach hinten abgewinkelt. Die Skala des 250- $\mu$ A-Instruments wurde gegen eine weiße Papp scheibe ausgetauscht, die mit Hilfe eines Röhrenvoltmeters und mit Regel-

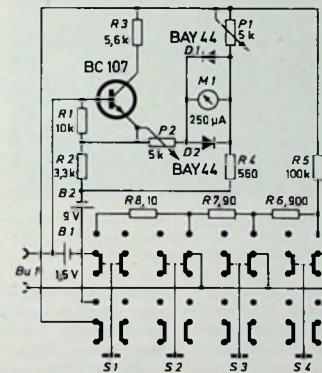


Bild 2. Schaltung des Transistor-Ohmmeters

### Einzelteilliste

Widerstände, 0,33 W	(Siemens)
Potentiometer „55 U“	(Dralowid)
Dioden BAY 44	(Siemens)
Transistor BC 107	(Siemens)
Meßinstrument „Rtd 85“, 250 $\mu$ A	(Neuberger)
Drucktasten	
„1 X D 17,5 DSA 4 u, 3 X G 17,5 DSA 4 u“	(Schadow)
Drehknöpfe „490/6“	(Mozart)
Buchse „700“	(Mozart)
Batterien	
1,5 V „Pertrix 236“	(Varta)
9 V „Pertrix 438“	(Varta)
Bezug der angegebenen Bauteile nur über den einschlägigen Fachhandel	

Boden gelöteten Schrauben befestigt. Bild 4 zeigt noch den Aufbau des Anzeigeverstärkers und Bild 5 die Rückansicht des Ohmmeters.

### Inbetriebnahme und Abgleich

Nachdem beide Batterien eingesetzt sind und das Gerät eingeschaltet ist, regelt man P 1 so, bis der Zeiger auf  $\infty$  zeigt.

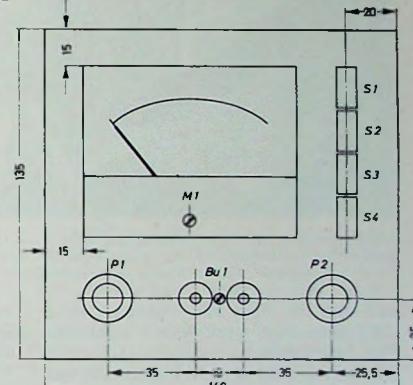


Bild 3. Maßskizze der Frontplatte

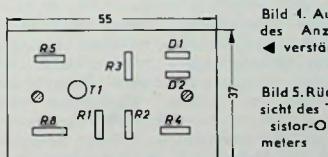
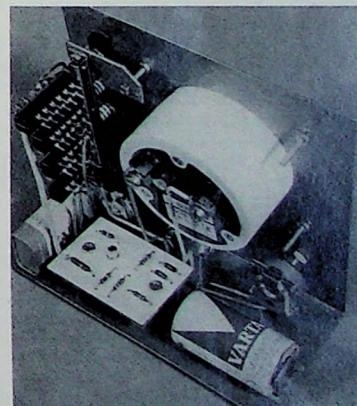


Bild 4. Aufbau des Anzeigeverstärkers

Bild 5. Rückansicht des Transistor-Ohmmeters



widerständen geeicht wurde. Neben dem Instrument liegt das Drucktastenaggregat S 1, S 2, S 3 und S 4. Es ist mit zwei Blechplättchen an der Halterung des Instruments befestigt. Mit S 1 werden die beiden Batterien ein- beziehungsweise ausgeschaltet. Bei gedrückter Taste S 2 ist der Meßbereich 0 bis 5 kOhm. Bei gedrückter Taste S 3 ist der Skalenwert mit 10 multipliziert, bei gedrückter Taste S 4 ist er mit 100 multipliziert.

Die beiden Batterien sind mit Blechwinkeln an der nach hinten gebogenen Bodenplatte befestigt. Im mittleren Teil ist auf einem 55 mm × 37 mm großen und 2 mm dicken Resopalplättchen der Anzeigeverstärker aufgebaut. Diese Aufbau-Einheit wird an zwei auf den

Dann werden die beiden Anschlüsse der Buchse Bu 1 kurzgeschlossen. Jetzt regelt man P 2 so ein, daß der Zeiger des Instruments auf Null zeigt. Diese Eichung ist vor jeder Ohmmessung vorzunehmen. Das Gerät läßt sich bis herab zu einer Betriebsspannung von 6 V verwenden.

W. W. Diefenbach

## Ausbildung

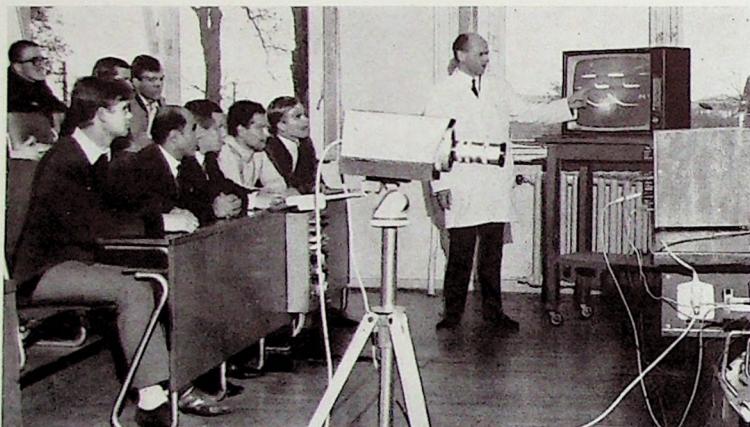
### Fachrichtung „Elektronik“ an der staatlichen Technikerschule Weilburg

#### 1. Fachrichtung „Elektronik“ neu aufgenommen

Das arbeitsteilig optimale Verhältnis von Diplom-Ingenieuren, graduierten Ingenieuren und Technikern liegt heute etwa bei 1:3:3. Nach einer Untersuchung der Deutschen Kommission für Ingenieur-Ausbildung wird der Anteil der schulisch ausgebildeten Techniker in der Metallindustrie mit 3,3 % und in der Elektroindustrie mit 4 % der Gesamtbeschäftigtzahl angegeben. Das

schluß des Hessischen Kultusministers im Frühjahr 1963, in diesem Gebäudekomplex eine Technikerschule als Modellschule für das Land Hessen einzurichten, wurde sogleich mit der Verwirklichung des Planes begonnen.

Die Bedürfnisse einer modernen Technikerschule, vor allem hinsichtlich der Laboratorien, machten sehr umfangreiche Umbauten notwendig. Inzwischen ist das ursprüngliche Bauprogramm mit 14 Normallehrsälen, 4 Sonderlehrsälen



Untersuchung eines Multivibrators mit Hilfe eines Zweistrahlzoszillografen. Damit auch in einem großen Unterrichtsraum in der Technikerschule alle Studierenden das Schirmbild gut beobachten können, wird es über eine Fernsehkamera dem Fernsehempfänger zugeführt

bedeutet für diese zwei Sektoren einen jährlichen Nachwuchsbedarf von etwa 5000 Technikern.

Die fortschreitende Mechanisierung und Automation wird diese Zahl noch erheblich ansteigen lassen. Weiterhin wird mit der vorgesehenen Anhebung der Ingenieurschulen zu Fachhochschulen und einer damit verbundenen Aufstockung des theoretischen Niveaus zwangsläufig der Techniker in die entstehende Lücke hineinwachsen müssen. Damit kommt der Technikerausbildung in Zukunft eine gestiegerte Bedeutung zu.

Die vorstehenden Beweggründe waren es, die die Technikerschule Weilburg veranlaßte, ihr Ausbildungsprogramm um die Fachrichtung „Elektronik“ zu erweitern. Interessierten jungen Menschen, die die notwendigen Voraussetzungen (Elektrotechnischer Lehrberuf und mindestens zwei Jahre Fachpraxis nach der Lehrabschlußprüfung) erfüllen, sollen solide Kenntnisse und Fertigkeiten vermittelt werden, die sie die Aufgaben eines Elektronik-Technikers meistern lassen. Der Anfang ist gemacht. Am 1. September 1968 haben 20 Studierende der Fachrichtung „Elektronik“ ihre Ausbildung in Weilburg aufgenommen.

#### 2. Organisation der Schule

Im Herbst 1963 wurden die Gebäude des damaligen Pädagogischen Instituts frei, nachdem die Lehrerbildung Sache der Universitäten wurde. Nach dem Be-

für Physik, Chemie, Konstruktionstechnik und 14 Laborräumen baulich und einrichtungsmäßig abgeschlossen. In einem erweiterten Bauprogramm entstehen noch weitere 9 Laboratorien sowie ein Verwaltungstrakt einschließlich Bibliothek. Damit steigt die Kapazität auf 500 Ausbildungsplätze.

Der Schule ist ein Internat mit Mensabetrieb angegliedert. Dieses ist in dem sogenannten Windhof – einer historischen Schloßanlage – untergebracht. Die Wirtschaftsgebäude dieses Komplexes wurden zu einem Wohnheim mit 250 Betten in Zwei-Bett-Zimmern umgebaut. In unmittelbarer Nähe befindet sich die Mensa mit einer modern eingerichteten Großküche.

Abweichend von der meist gebräuchlichen Organisationsform für Technikerschulen, dem einer Berufsschule angegliederten Ausbildungszweig, ist die Staatliche Technikerschule Weilburg eine selbständige Schule mit eigenem Haushalt. Der Träger ist das Land Hessen. Zur Zeit wird die Schule von etwa 350 Studierenden besucht. Neben der neu eingerichteten Ausbildungseinrichtung „Elektronik“ bildet die Schule in folgenden Fachrichtungen aus: „Maschinenbau“ mit den Schwerpunkten „Fertigungstechnik und Entwicklungstechnik“ (geplant auch „Feinwerktechnik“); „Elektrische Energietechnik“; „Meß- und Regeltechnik“.

Die Ausbildungsdauer beträgt drei Ta-gessemester bei durchschnittlich 34 Wo-

chenstunden. Die Technikerprüfung wird am Ende des dritten Semesters durchgeführt. Die Semester beginnen jeweils am 1. Februar und am 1. September.

Zur Zeit sind an der Schule 30 Lehrkräfte beschäftigt, die, soweit sie die technischen Fächer vertreten, grundsätzlich eine abgeschlossene Ingenieurausbildung mit mehrjähriger Industriepraxis haben.

#### 3. Teilnahmekosten

Das Einzugsgebiet der Schule ist Hessen und darüber hinaus die ganze Bundesrepublik. Etwa 10 % der Studierenden sind Ausländer, vornehmlich Afrikaner und Orientalen.

Unterrichtsgeld und Lernmittelfreiheit steht allen zu, die ihren Wohnsitz in Hessen oder einem Bundesland haben, mit dem Gegenseitigkeit verbürgt ist (das sind die Länder Bayern und Bremen für Schulgeld- und Lernmittelfreiheit, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen nur für die Schulgeldfreiheit). Das Schulgeld beträgt für alle anderen – mit Ausnahme der Regierungs-Stipendiaten aus Entwicklungsländern – 75 DM je Halbjahr. Zuzüglich muß eine Laborgebühr von 15 DM je Halbjahr von allen Studierenden bezahlt werden.

Auch die Aufwendungen für den Lebensunterhalt sind niedrig. Der monatliche Mietpreis für einen Platz in einem Zwei-Bett-Zimmer des Wohnheims ist 20 DM; die Kosten für die Vollverpflegung bei drei Mahlzeiten belaufen sich je Tag auf 3,75 DM. Das ergibt Gesamtkosten für Unterkunft und Verpflegung von etwa 130 DM im Monat. Da fast alle Studierenden Beihilfen zur Fortbildung von ihren zuständigen Arbeitsämtern in einer durchschnittlichen Höhe von monatlich 200 DM bekommen und darüber hinaus bedürftigen begabten Studierenden vom Land Hessen eine zusätzliche Beihilfe gewährt werden kann, bedeutet die Aufnahme der Technikerausbildung im allgemeinen kaum eine finanzielle Belastung.

Nähere Unterlagen mit Studienplänen können angefordert werden bei: Staatliche Technikerschule Weilburg, 629 Weilburg/Lahn, Frankfurter Str. 40; Anru (0 64 71) 3 41.

## Datenverarbeitungsseminare für Führungskräfte

Um die Führungskräfte der Wirtschaft über den jetzigen Stand der Computer-technik zu unterrichten, führt die NCR Datenverarbeitungsseminare durch. Die Schwerpunkte liegen bei den neuen Computer-Systemen „Century 100“ und „Century 200“ mit Dünnschichtkurstabspeicher sowie der neu entwickelten Arbeitsmethode Koraplan (koordinierte rationelle Systemplanung). Hierbei handelt es sich um eine Arbeitsmethode mit vorgeschriebenen Formularen, die dazu dienen, organisatorische Probleme für die EDV vorzubereiten.

Die nächsten Seminare finden vom 21. bis 22. 1. 1969, vom 11. bis 12. 2. 1969, vom 11. bis 12. 3. 1969, vom 9. bis 10. 4. 1969, vom 6. bis 7. 5. 1969 und vom 10. bis 11. 6. 1969 in Augsburg statt.

Weitere Auskünfte erteilt die NCR, Abteilung EDV-Schulung, 8900 Augsburg, Ulmer Straße.

## Der Oszilloskop in der Service-Werkstatt

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 24 (1969) Nr. 1, S. 34

### 1.4. Anwendungen in Misch- und Oszillatorteststufen

Der Einsatz des Oszilloskopen in Misch- und Oszillatorteststufen kommt im Rahmen der Servicetechnik verhältnismäßig selten vor. Trotzdem sollen die wichtigsten Gesichtspunkte nachstehend behandelt werden.

#### 1.4.1. Oszilloskopische Darstellung des Mischvorganges

Die nähere Analyse des Mischvorganges scheidet hier aus. Es interessiert jedoch mitunter, bis zu welcher Eingangsspannung die Mischstufe noch nicht übersteuert wird, also noch ihre volle Mischverstärkung aufweist. Man führt dann nach Bild 49 dem Eingang der Mischstufe eine dosierte Hochfrequenzspannung zu, die man zum Beispiel mit einem Röh-

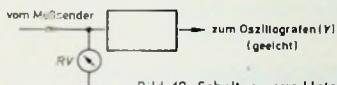


Bild 49. Schaltung zur Untersuchung von Mischstufen

renvoltmeter RV mißt. Der Ausgang der Mischstufe wird unter Beachtung der bereits besprochenen Vorsichtsmaßregeln mit dem Y-Eingang des Oszilloskopen verbunden. Der Oszilloskop sollte geeicht sein und muß die Hochfrequenzschwingungen noch auflösen.

Die Mischverstärkung ist stets das Verhältnis von (am Oszilloskop ablesbarer) Zwischenfrequenzspannung und Eingangsspannung. Erhöht man nun die Meßsenderspannung langsam, so kann man sofort erkennen, wann eine Verzerrung der ZF-Spannung auftritt. Man weiß dann, wie weit man die Mischstufe aussteuern darf, ohne Verzerrungen befürchten zu müssen. Solche Verzerrungen äußern sich im Leuchtschirmbild gewöhnlich durch eine Abkuppung der Scheitel der Wechselspannung. Gegebenenfalls kann man durch Ändern des Arbeitspunktes der Mischröhre oder des Mischtransistors, bei nicht selbstschwingenden Mischstufen auch des Oszillators, eine Verbesserung erreichen, die aus dem Oszilloskopogramm deutlicher als bei Verwendung von Zeitgeräten erkennbar ist.

**1.4.2. Untersuchung der Kurvenform von Oszillatoren**  
Eine möglichst unverzerrte Oszillatorenspannung ist für den einwandfreien Betrieb eines Überlagerungsempfängers wichtig, weil Oberwellen zu störenden Pfeifstellen und anderen unangenehmen Erscheinungen führen können. Deshalb sollte man den zeitlichen Verlauf der Oszillatorenspannung in einem Oszilloskopogramm sichtbar machen, sobald Pfeifstellen im Übermaß auftreten. Bild 50 zeigt als Beispiel die heute als Stan-

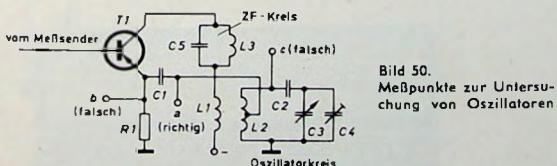


Bild 50.  
Meßpunkte zur Untersuchung von Oszillatoren

dard zu betrachtende Schaltung einer selbstschwingenden Transistor-Mischstufe für Mittelwellen. Im Kollektorkreis von T1 liegt der ZF-Kreis C5, L3, während der Oszillatorkreis durch L2, den Verkürzungskondensator C2, den Abstimmkondensator C3 und den Paralleltrimmer C4 dargestellt wird. Dieser Kreis ist induktiv über L1 mit dem Kollektorkreis gekoppelt. Da der Emittor des Transistors T1 über C1 an eine Anzapfung der Spule L2 angeschlossen ist, ergibt sich eine Rückkopplung zwischen Kollektor und Emitter und bei richtiger Phasenlage eine Erregung der Oszillatoren-Schwingung.

In Bild 50 sind drei Meßpunkte a, b, c angegeben. Schließt man den Y-Teil des Oszilloskopen unter Beachtung der üblichen Vorsichtsmaßregeln am Punkt a an, so ist das am besten, denn man belastet dann den Oszillatoren wegen der meistens verhältnismäßig niedrig liegenden Anzapfung von L2 nur unwesentlich. Die Verstärkung des Y-Teiles im Oszilloskop reicht gewöhnlich aus, um die Oszillatorenspannung darstellen zu können. Die Kippfrequenz des Oszilloskopen muß natürlich mindestens bis etwa 1 MHz reichen, was für alle modernen Service-Oszilloskope zutrifft. Weist die Spannung am Meßpunkt a nennenswerte Verzerrungen auf, so liegt bestimmt ein Fehler in der Mischstufe vor.

Oszillografiert man dagegen die Spannung am Punkt b, so kann sich trotz einwandfreien Arbeitens der Mischstufe ein verzerrtes Oszilloskopogramm ergeben, weil die an R1 auftrende Spannung dem Emitterstrom von T1 proportional ist. Dieser Strom muß aber keineswegs die gleiche Kurvenform wie die Oszillatorenspannung haben. Man sollte also den Meßpunkt b nicht verwenden. Das gilt auch für den Meßpunkt c, der gegenüber äußeren Belastungen sehr empfindlich ist. Schon geringe kapazitive Belastungen führen zu einer Verstimmung des Oszillators, und ohmsche Belastungen dämpfen den Kreis zu stark. Unter Umständen reißt sogar die Oszillatoren-Schwingung ab. Man sollte also stets den Meßpunkt a bevorzugen.

#### 1.4.3. Oszilloskopischer Nachweis tröpfelnder Oszillatoren

Besonders bei hohen Frequenzen neigen Oszillatoren zum „Tröpfeln“, was gleichbedeutend mit dem vom Sperrschwinger her bekannten Effekt ist. Der Oszillatoren liefert dann keine kontinuierliche Sinusschwingung, sondern kurze, gedämpfte Schwingungszüge, zwischen denen Pausen bestimmter Länge liegen. Schuld daran ist meistens ein zu großes L/C-Verhältnis oder eine unzulässige Dämpfung des Oszillatorkreises.

Solch ein tröpfelnder Oszillatoren liefert eine Spannung, die ein einwandfreies Arbeiten des Empfängers unmöglich macht. Über den ganzen Frequenzbereich hinweg verteilt, treten Zwitscher- und Pfeiftöne auf, die äußerst störend sein können. Mit einem Zeigerinstrument kann man einen tröpfelnden Oszillatoren keineswegs exakt identifizieren, auch wenn man die Oszillatorenspannung gleichrichtet und die Gleichspannung mißt. Hier hilft nur das Oszillagrafieren der Oszillatorenspannung entsprechend den Angaben zu Bild 50.

Man kann aber auch ein Oszillatortröpfeln nachweisen, wenn man nur einen Oszilloskop mit kleiner maximaler Kipp-

Bild 51. Oszilloskopogramm bei tröpfelnden Oszillatoren



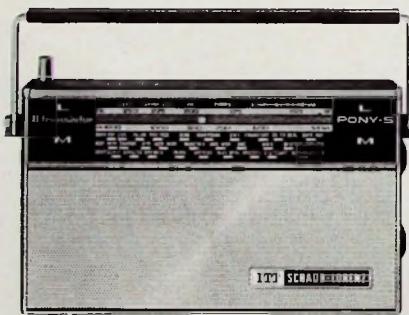
frequenz, etwa 10 kHz, zur Verfügung hat. Der Oszilloskop löst dann jedoch die Schwingungen des Oszillators nicht mehr auf, so daß sich nach Bild 51 ein leuchtendes Rechteck ergibt. Schwingt der Oszillatoren einwandfrei, so ist die Helligkeit überall gleich. Tröpfelt dagegen der Oszillatoren, so zeigen sich in der Mitte des Rechtecks dicht aufeinanderfolgende helle Pünktchen, die darauf hindeuten, daß der Strahl an diesen Stellen nicht abgelenkt wird. Zu diesen Zeitpunkten ist die Oszillatoren-Schwingung unterbrochen, das heißt, der Oszillatoren tröpfelt. Es ist dann nicht schwer, durch entsprechende Maßnahmen am Oszillatoren unter gleichzeitiger Beobachtung des Schirmbildes den Fehler zu lokalisieren.

**1.5. Empfänger - Oszilloskopogramme „über Alles“**  
Unter der „Über-Alles“-Prüfung eines Rundfunkempfängers versteht man das Beobachten der Ausgangsspannung oder der Ausgangsleistung in Abhängigkeit von einer Spannung, die an die Antennenanschlüsse gelangt. Es ergibt sich dann

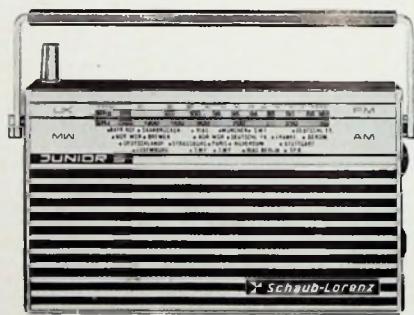
# Ihre 1. Garnitur

Wir haben nicht nur umfangreiche Marktuntersuchungen durchgeführt. Wir haben vor allem Schlußfolgerungen daraus gezogen. Jedes unserer neuen Modelle ist maßgeschneidert für die Wünsche des Marktes: Jedes unserer neuen Modelle

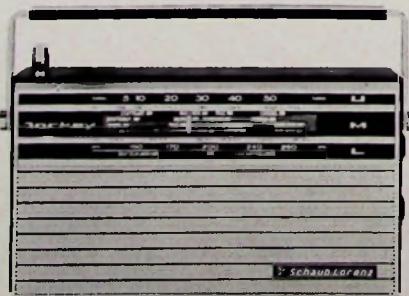
ist eine ausgereifte Konstruktion. Vom preisgünstigen 'Pony S' bis zum anspruchsvollen 'Pacific multiband': hier werden alle Forderungen erfüllt, die der Verbraucher an ein modernes Transistorgerät stellt. Prüfen Sie doch bitte selbst!



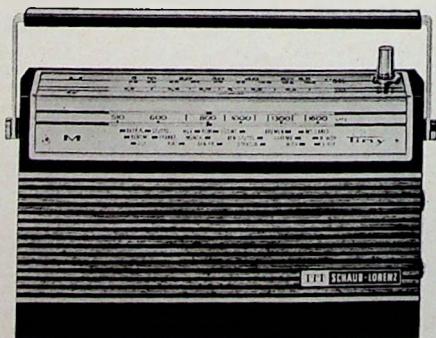
**PONY S (hohe Ausgangsleistung)**  
Mittel- und Langwelle. Gegentakt-Endstufe mit der vergleichsweise hohen Ausgangsleistung von ca. 400 mW. 8 Transistoren. Im schicken Geschenkkarton. Handlich und klein.



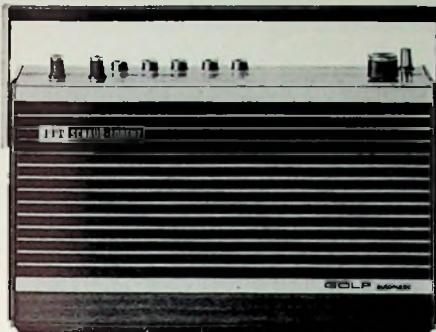
**JUNIOR S (große Trennschärfe)**  
UKW und Mittelwelle. Beachtliche Trennschärfe. Ausziehbare, schwenkbare Teleskopantenne. Ferritantenne. Anschluß für Ohrhörer oder Außenlautsprecher. Neun Transistoren.



**JOCKEY K (erstaunliche Klangfülle)**  
UKW, Kurzwelle und Mittelwelle. Ausziehbare, schwenkbare Teleskopantenne. Übersichtliche Winkelskala. Stromversorgung: 4 Mignonzellen oder Netzanschußgerät. Neun Transistoren.

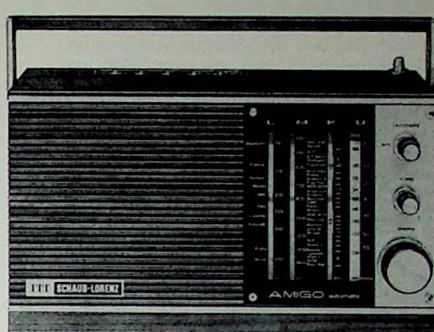


**TINY 3 (hohe UKW-Empfindlichkeit)**  
UKW, MW und gespreiztes 49-m-Europaband (KW). Ferritantenne und Teleskopantenne. Anschlüsse für Ohrhörer oder Außenlautsprecher und Netzanschußgerät. Neun Transistoren.



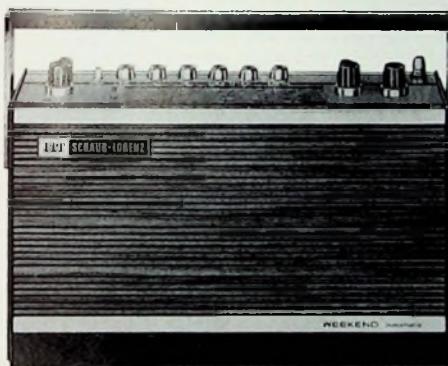
#### **GOLF automatic (UKW-Abstimmautomatik)**

UKW, MW, LW und gespreiztes 41- und 49-m-Europaband (KW), UKW-Abstimmautomatik. Gegentakt-Endstufe (ca. 2 Watt!). Klangblende. Stromversorgung: 6 Monozellen oder 2 Flachbatterien bzw. Netzanschlußgerät.



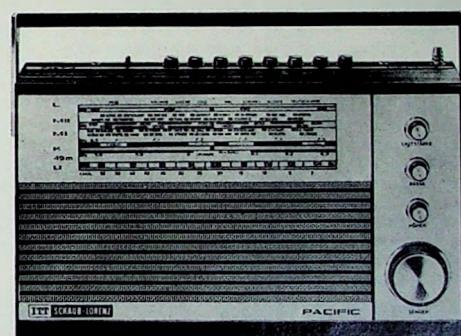
#### **AMIGO automatic (Netz- und Batteriebetrieb)**

UKW, KW, MW und Langwelle. UKW-Abstimmautomatik. Stufenlose Klangblende. Ausgangsleistung ca. 2 Watt. Vielseitige Anschlußmöglichkeiten. Holzgehäuse ('Unser tragbares Heimgerät').



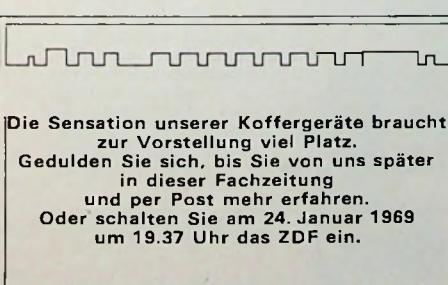
#### **WEEKEND automatic (vielseitige Anschlußmöglichkeiten)**

UKW, MW, LW und gespreiztes 41- und 49-m-Europaband (KW), UKW-Abstimmautomatik. Getrennte Senderwahl AM/FM. Stromversorgung: 6 Monozellen oder 2 Flachbatterien bzw. Netzanschlußgerät.



#### **PACIFIC multiband (Konzertlautsprecher 13x26 cm)**

UKW, KW 1, KW 2, MW 1, MW 2, LW. Duplex-Skalenantrieb. Ausgangsleistung ca. 2 Watt. UKW-Abstimmautomatik. Stromversorgung: 6 Monozellen oder 2 Flachbatterien bzw. seriell eingesetztes Netzanschlußgerät.



Rundfunk

Fernsehen

Phono

**ITT**

**SCHAUB-LORENZ**

die grundsätzliche Schaltung nach Bild 52. Über eine künstliche Antenne wird ein Meßsender, eventuell auch ein Wobbel sender, angeschlossen, wobei darauf zu achten ist, daß die künstliche Antenne auch für den betreffenden Antennenanschluß paßt. Den Empfänger muß man mit dem Ausgangswiderstand der Endstufe abschließen. Will man den Laut-

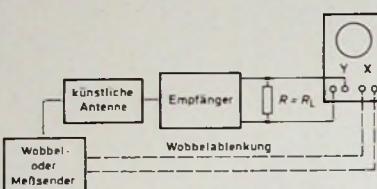


Bild 52. Gesamtschaltung bei Messungen „über Alles“.

sprecher nicht mit in die Untersuchung einbeziehen, so klemmt man ihn ab und schaltet an seine Stelle einen Ersatzwiderstand  $R$ , der den Wert des Lautsprecherwiderstandes  $R_L$  hat. Nun kann man den Spannungsabfall an  $R$  den Y-Anschlüssen des Oszillografen zuführen, während man – bei Betrieb mit einem modulierten Meßsender – die Zeitablenkung des Oszillografen intern mit der Y-Spannung synchronisiert. Arbeitet man mit einem Wobbel sender, so muß dessen Niederfrequenzausgang mit den X-Anschlüssen in Verbindung stehen, wie das im Bild 52 gestrichelt ange deutet ist.

#### 1.5.1. Deutung von Verzerrungen aus Niederfrequenzoszillogrammen

Bei der Über-Alles-Prüfung wird man zunächst eine modulierte Meßsenderspannung anlegen und dabei das am Oszillografen auftretende Leuchtschirmbild beobachten. Zu den wichtigsten Prüfungen gehört die Untersuchung der Übersteuerungsfestigkeit und der Wirksamkeit der Regelung. Man beginnt mit sehr niedrigen Meßsenderspannungen, bei denen das Rauschen des Empfängers noch überwiegt, und erhöht die Spannung langsam, wobei gleichzeitig die Verstärkung des Y-Verstärkers im Oszillografen zurückgeregelt werden muß. Das darf man nicht übersehen, um nicht den Y-Verstärker selbst zu übersteuern. Es gibt nämlich Oszillografen, bei denen eine Übersteuerung schon eintritt, bevor der Fleck über den Schirm hinaus abgelenkt ist.

Übersteuerungen zeigen sich gewöhnlich als Abplattung der Kuppen der Sinusspannung. Man kann nun feststellen, welche Empfängerstufe an den Übersteuerungsscheinungen Schuld hat. Regelt man zum Beispiel den Lautstärkeregler bei übersteuertem Empfänger zurück und verschwindet dann die Übersteuerung, so weiß man, daß der Niederfrequenzteil eine zu hohe Spannung erhielt. Bleiben dagegen die Verzerrungen bestehen, so deutet das auf eine Übersteuerung vor dem NF-Teil hin, also im Demodulator, im ZF- oder im Mischteil. Am häufigsten sind natürlich niederfrequente Übersteuerungen.

Auch die Wirksamkeit der automatischen Verstärkungsregelung läßt sich am Oszillografen gut beurteilen. Ändert man die Eingangsspannung in gleichmäßigen Stufen, so muß sich die Ausgangsspannung wesentlich weniger ändern. Man könnte zwar die Ausgangsspannung messen, der Oszillograf erlaubt jedoch gleichzeitig die Beobachtung eventueller mit dem Regelvorgang verbundener Verzerrungen. Manche Regelschaltungen neigen zu Verzerrungen, die sich nicht als Abflachung der Kuppen, sondern durch Verformung des steilen Teils der Sinuskurve äußern. Solche Erscheinungen können mit Zeigerinstrumenten nicht erkannt werden. Deshalb ist an dieser Stelle der Einsatz des Oszillografen durchaus gerechtfertigt.

Will man den Gesamt-Frequenzgang des Empfängers mit dem Wobbel sender darstellen, so muß bedacht werden, daß der Niederfrequenzteil gegenüber einer zu langsamen Wobbelgeschwindigkeit sehr empfindlich ist. Bereits eine Wobbel frequenz von rund 50 Hz wird vom Niederfrequenzteil oft nicht mehr einwandfrei wiedergegeben. Bei diesen Frequenzen hat der Verstärker im allgemeinen schon eine erhebliche Dachschräge. Das äußert sich durch verzerrte Wobbel oszillogramme, bei denen ein Teil der Resonanzkurve unter die Nulllinie sinkt. In diesem Fall muß man die Eingangsspannung für den Y-Teil des Oszillografen vor dem Niederfrequenzteil abgreifen, also hinter dem Demodulator, even-

tuell sogar vor diesem. Dann erhält man den Gesamt-Frequenzgang des Empfängers, der ja für dessen elektrische Eigenschaften maßgebend ist. Dieser Frequenzgang sollte bei der höchsten und bei der tiefsten Empfangsfrequenz untersucht werden. Zeigen sich dabei große Unterschiede, so deutet das auf einen fehlerhaften Abgleich des Gleichlaufs zwischen Oszillator und Vorstufe hin. Auch hier erweist sich der Oszillograf als recht nützlich, denn solche Fehler lassen sich mit Zeigerinstrumenten nur schwer feststellen.

#### 1.5.2. Oszillogramme als Hilfsmittel bei Fernempfang

Der Fernempfang von Rundfunksendern unterliegt besonders im Mittel- und Langwellengebiet Schwankungen, die auf Vorgänge in der Ionosphäre zurückzuführen sind. Trotz der heute üblichen recht wirksamen Regelschaltungen bleibt es nicht aus, daß die Lautstärke der Fernsender oft mehr oder weniger schwankt und daß damit Verzerrungen verbunden sind. Zwar erkennt man diese Erscheinungen deutlich im Lautsprecher, wesentlich mehr Aufschluß geben jedoch Oszillogramme, die man aber nicht dem Niederfrequenzteil der Empfänger entnehmen kann. Beim Empfang von Rundfunk sendern, auf die man bei solchen Versuchen angewiesen ist, liegt ja eine ganz willkürliche Sprach- oder Musikmodulation vor, mit der sich meßtechnisch nichts anfangen läßt. Aus diesem Grunde sind Oszillografen unerlässlich, die noch die Darstellung der ZF-Ausgangsspannung erlauben.

Man schließt den Oszillografen an die letzte ZF-Stufe unter Beachtung der bekannten Vorsichtsmaßnahmen an und oszillografiert die Kurve der Zwischenfrequenzspannung. Tritt Empfangsschwund ein, so wird die Amplitude kleiner und zeigt außerdem typische, auf die ionosphärischen Vorgänge zurückzuführende Verzerrungen, die sich allerdings quantitativ nur schwer oder gar nicht auswerten lassen. Trotzdem ist die Beobachtung interessant, weil sich die Verzerrungen von denen unterscheiden, die durch Fehler im Gerät hervorgerufen werden. Man kann daher mit Hilfe des Oszillografen bestimmte Fehlerarten mit Sicherheit ausschließen beziehungsweise ermitteln.

Auch bei Peilver suchen, beispielsweise mit der in vielen Geräten anzutreffenden Ferritantenne, ist der Oszillograf recht nützlich. Exakter als mit einem Lautsprecher kann man zum Beispiel das Peilminimum erkennen. Auch die Peilschärfe läßt sich durch das Leuchtschirmbild sehr gut beurteilen.

Wie die Ausführungen dieses ersten Hauptabschnittes unserer Beitragsreihe gezeigt haben dürfen, ist der Oszillograf schon bei Rundfunkempfängern ein nützliches und kaum noch fortzudenkendes Hilfsmittel. Eine geradezu überragende Bedeutung hat er jedoch beim Service von Fernsehgeräten, wovon im folgenden die Rede sein soll. (Fortsetzung folgt)

## *Nue Druckschriften*

#### Rahmenlehrpläne für die Elektronikschulung im Handwerk

Das Heinz-Piest-Institut hat die neuen Rahmenlehrpläne für die Elektronikschulung im Handwerk in einer 40seitigen Broschüre „Elektronikschulung im Handwerk, Teil 1, Schulungsprogramm und Rahmenlehrpläne“ veröffentlicht. Die überarbeiteten und erweiterten Lehrpläne entstanden wieder in enger Zusammenarbeit mit dem Elektrohandwerk, Lehrgangsleitern sowie Fachleuten aus Handwerk und Industrie. Die Broschüre kann gegen eine Schutzgebühr von 2,50 DM zuzüglich Porto vom Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik an der Technischen Universität Hannover, 3 Hannover, Wilhelm-Busch-Straße 18, bezogen werden.

#### Berichtigung

Angleichung an DIN 40 712 „Schaltzeichen“. Funk-Techn. Bd. 24 (1969) Nr. 1, S. 29

Im Beispiel e „Spule mit stufig veränderbarer Induktivität“ muß das Symbol des Bauelements schwarz ausgefüllt sein (Induktivität; nicht Widerstand).

# Jetzt in Deutschland

## Musik-Power-Systeme

Hochleistungs-Lautsprecher von 20 bis 150 Watt Nennleistung. Impedanz 4, 8 oder 16 Ohm lieferbar. Hervorragende Eigenschaften für Solo, Gesang, Sprache, Gitarre, Orgel, Baß.



G 12  
G 15  
G 18

## Hi-Fi-Coaxial-Lautsprecher

Baß u. Hochtondruckkammer-Verbund-Systeme, regelbare Frequenzweiche Übertragungsbereich 25 Hz bis 20 (40) KHz Nennleistung 20 bis 30 Watt, Impedanz 15 Ohm Verwendet für Studio-Monitor-Boxen.

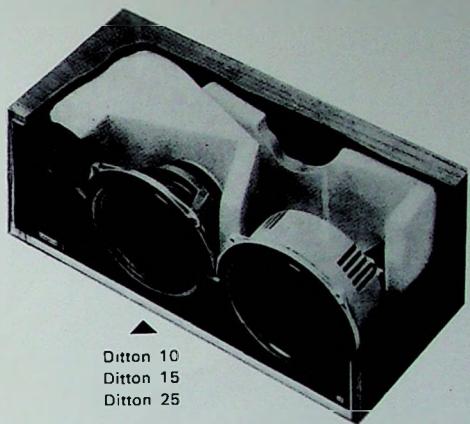


CX 2012  
CX 1512

## Celestion

## Hi-Fi-Studio-Kompaktboxen

Ultra-linearer Frequenzgang: 20 Hz bis 40 KHz bei Ditton 25'; neuartige Baßwiedergabe durch Baßstrahler mit 8 Hz Eigenfrequenz; keine Intermodulation! Verwendet als Abhör-Monitor im Studio. Ditton 10', 15 Watt, Ditton 15' 20 Watt, 4-8 Ohm.



Ditton 10  
Ditton 15  
Ditton 25

Vertretung und Lager: Dipl.-Ing. G. Hauser · 3 Hannover · Stolzestraße 4-6

## Elektronische Selbstbau- Orgeln



alle Größen.

Neu: Elektron. Selbstbau-Schlagzeug!

Nettliste kostenlos direkt von:  
Electron Music, 4951 Döhren 70,  
Postfach 10/18

## Kaufgesuche

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

Spezialröhren, Rundfunkröhren, Transistoren, Dioden usw., nur fabrikneue Ware, in Einzelstücken oder größerer Partien zu kaufen gesucht.

Hans Kaminsky  
8 München-Solln  
Spindlerstraße 17

## Bastelbuch gratis!

für Funk-Radio-Elektronik-Bastler und alle, die es werden wollen. Bauanleitungen, praktische Tips, Bezugsquellen.

Technik-KG,  
28 Bremen 17, Abteilung B C 6

Jeder Service braucht ihn

**PICO 3481**  
schießt -

das Bauteil heraus, auch aus durchkaschierten Platten! - präzis - im Nonstop!  
PICO 3481 ist in harter Praxis erprobtl  
Prospekt P 81 Netto-Industriepreis DM 54,-

LÖTRING Abt. 1/18 1 BERLIN 12

## Preiswerte Halbleiter

AA116	DM .50
AA117	DM .55
AC122 gn	DM 1.25
AC151 V	DM 1.60
AC187/188 K	DM 3.45
AD133 III	DM 6.95
AD148 V	DM 3.95
AF118	DM 3.35
BC107 A:B	DM 1.20 10/DM 1.10
BC108 A:B:C	DM 1.10 10/DM 1.10
BC109 B:C	DM 1.20 10/DM 1.10
BC170 B	DM 1.05 10/DM .95
BF115	DM 3.20 10/DM 3.20
ZG 2,7 ... ZG 33	je DM 2.40
2N 706	DM 1.65 10/DM 1.55
2N 708	DM 2.35 10/DM 2.20
2N 2218	DM 3.15 10/DM 2.90
2N 2219 A	DM 4.35 10/DM 3.95
2N 3702	DM 1.60 10/DM 1.50

Nur 1. Wahl. Schneller NN-Versand! Kostenlose Bauteile-Liste anfordern.

M. LITZ elektronische Bauteile  
7742 St. Georgen, Postfach 55

## Die günstige Einkaufsquelle für Büromaschinen



Trotz Mehrwertsteuer aus Lagerbeständen stets günstige Gelegenheiten, Sonderposten, fabrikneu und aus Retouren Koffermaschinen, Saldiermaschinen, Rechenautomaten, Buchungsmaschinen. Versäumen Sie nie, auch unser Angebot einzuhören.

Fordern Sie Spezial-Katalog II/907

**NÖTHEL AG** Deutschlands großes  
Büromaschinenhaus

34 Göttingen · Markt 1 · Postfach 601  
Telefon 62008, Fernschreiber Nr. 096-893

## RIM+ GÖRLER HF/NF-Baugruppen

nach dem letzten Stand der Technik für Werkstätten - Labors - Amateure.

Verlangen Sie Angebot „RIM- und Görl.-Bausteine“!

RIM-Bausteinfibel - eine moderne Schaltungssammlung von HF/NF-Baugruppen mit Beschreibungen und Bildern.

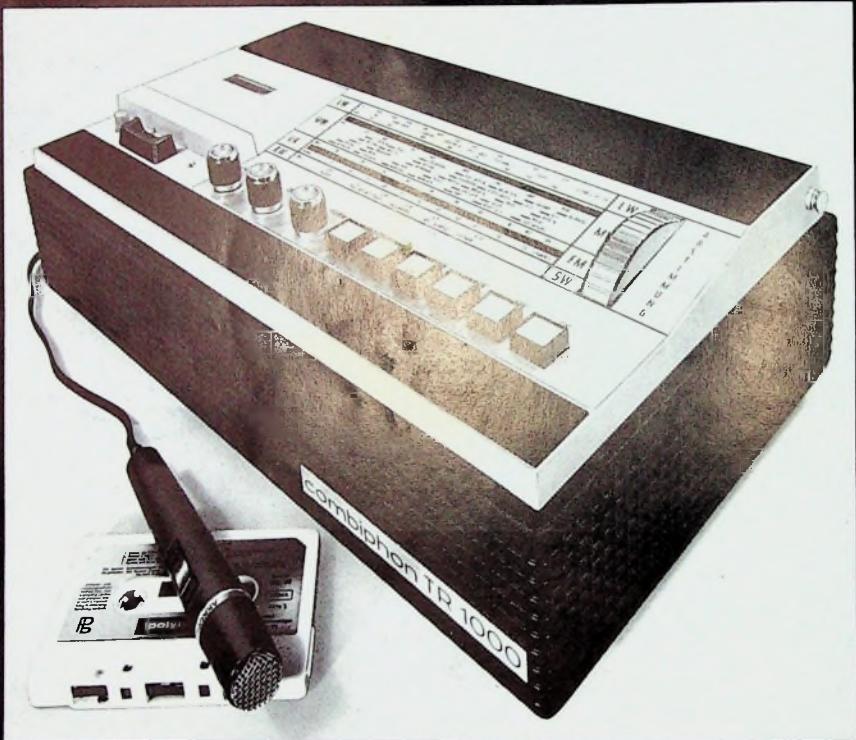
Schutzgebühr DM 3.50: Nachr. Inland  
DM 5.20

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

8 München 15 · Postfach 275  
Tel. 557221 · FS 05-28166 ramim-d

**Neu  
von  
akkord**

# Steckbrief



## Name: **combiphon TR 1000**



Charakteristik: Radio + Cassetten-Tonbandgerät kombiniert

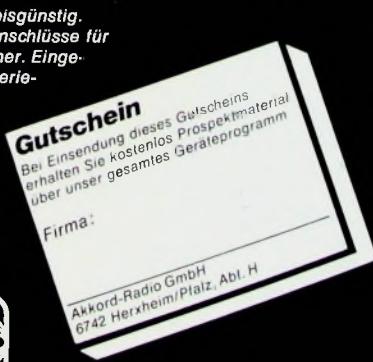
Leistung: Universell! Bringt komplettes Radioprogramm auf UKW, Kurz-, Mittel- und Langwelle. Nimmt Rundfunksendungen oder Schallplatten auf Compact-Cassetten auf. Liefert Musik vom laufenden Cassetten-Tonband. Steht für Mikrofon-Aufnahmen jeder Art zur Verfügung. Nimmt Diktate auf. Dient bei Partys als Alleinunterhalter... und kann noch einiges mehr!

Eigenschaften: Vielseitig und leistungsstark, robust, handlich und preisgünstig.

Sonstiges: 18 Transistoren/17 Kreise. Ferritstab+Teleskopantenne. Anschlüsse für Plattenspieler, Tonbandgerät, Mikrofon, Ohrhörer und Zweitlautsprecher. Eingebautes Netzteil zum Direktanschluß an 220-V-Wechselstrom. Für Batteriebetrieb: 6 Monozellen, 1,5 V. 2 Watt Ausgangsleistung. Leicht transportabel durch praktischen Tragegriff.

Besondere Kennzeichen: Vieles Siehe Angaben unter Charakteristik, Leistung und Sonstiges. – Unter dem Namen "Combiphon 845" übrigens auch in spezieller Koffergeräte-Ausführung lieferbar.

Wichtiger Hinweis: Combiphon TR 1000 könnte Ihr Verkaufs-schlager für 1969 werden. Disponieren Sie bitte rechtzeitig, denn die Nachfrage ist groß!



# akkord

Akkord-Radio GmbH  
6742 Hörheim/Pfalz  
Deutschlands erste  
Spezialfabrik für Kofferradios

