

BERLIN

# FUNK- TECHNIK



ESSA 6: APT-Aufnahmen  
2. 7. 1968

Flugrichtung: Nord → Süd

Mittlere Flughöhe: 1470 km

Aufnahmeintervall: 352 Sekunden

15 | 1968  
1. AUGUSTHEFT

## GLASS AMP®

DO - 29  
to 1500 Volt - to 1 Amp.  
to 4 usec.  
glass/metal - hermetic seal



## PLANAR DIODES

DO - 35  
to 150 Volt - to 200 mA  
to 2 usec. - 2 pF



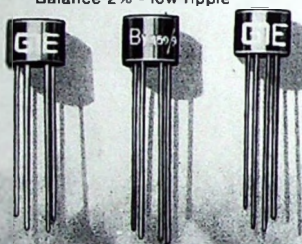
## 1 WATT ZENERS

DO - 29  
10 Volt to 200 V  
stable  
glass/metal - hermetic seal



## BRIDGE RECTIFIERS

BY 159 series  
to 400 Vrms - 0.8 Amp.  
Balance 2% - low ripple



GENERAL  
**INSTRUMENT**  
DEUTSCHLAND

Sonnenbergerstrasse 64 62 Wiesbaden  
tel. 06121/ 30.37.50 telex 4/18.61.45

|                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| gelesen · gehört · gesehen .....                                                                                                                | 556 |
| FT meldet .....                                                                                                                                 | 558 |
| Programmierte Instruktion und Lehrautomaten verändern unser gesamtes Schul- und Ausbildungswesen .....                                          | 559 |
| Beispiele einfacher Lehrautomaten .....                                                                                                         | 560 |
| Satelliten                                                                                                                                      |     |
| Wettersatelliten .....                                                                                                                          | 563 |
| Persönliches .....                                                                                                                              | 566 |
| Meßtechnik                                                                                                                                      |     |
| Wechselspannungs-Millivoltmeter mit Siliziumtransistoren .....                                                                                  | 567 |
| Halbleiter                                                                                                                                      |     |
| Die Entstehung einer integrierten Schaltung .....                                                                                               | 568 |
| Fernsehen                                                                                                                                       |     |
| Nur eine Antennensteckdose für zwei Fernsehgeräte .....                                                                                         | 570 |
| Netzteile für halbleiterbestückte Fernsehgeräte .....                                                                                           | 575 |
| Für den KW-Amateur                                                                                                                              |     |
| 7. Internationales Bodenseetreffen der Funkamateure .....                                                                                       | 578 |
| Antennen                                                                                                                                        |     |
| Mehrfach-Antennenanordnungen .....                                                                                                              | 579 |
| Für Werkstatt und Labor .....                                                                                                                   | 582 |
| FT-Bastel-Ecke                                                                                                                                  |     |
| Stereo-Verstärker für Kopfhörerwiedergabe .....                                                                                                 | 583 |
| Geregeltes Speisegerät geringer Restwelligkeit .....                                                                                            | 584 |
| Technik von morgen                                                                                                                              |     |
| Elektronik für den Flug zum Mond; II. Bordelektronik des Trägerfahrzeuges Saturn V, des Apollo-Raumfahrzeuges und des Mondlandefahrzeuges ..... | 585 |
| Für den jungen Techniker                                                                                                                        |     |
| Die Technik moderner Service-Oszillografen .....                                                                                                | 587 |
| Neue Druckschriften .....                                                                                                                       | 589 |

Unser Titelbild: Mosaik-Wettersatelliten-Aufnahme vom 2. 7. 1968 (s. a. S. 566)

Aufnahme: Abteilung Meteorologische Satellitenforschung des Instituts für Meteorologie und Geophysik der FU Berlin

Aufnahmen: Verfasser, Verkaufsaufnahmen. Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser. Seiten 554, 571–574 und 590–592 ohne redaktionellen Teil

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



## EROFOL 30 TYP Ht



**kleine Fläche  
optimale Nutzung**

### KEIN BAUELEMENT IST GRÖßER ALS SEINE GRUNDFLÄCHE

Höhe steht in den meisten Fällen zur Verfügung — gratis. Das gilt nicht nur dann, wenn beim Städtebau die Möglichkeiten optimal genutzt werden sollen. Entscheidend ist in jedem Falle die benötigte Grundfläche. Darum auch vereint der Ht alle Vorteile in sich.

### CHARAKTERISTIKEN

Vieles, ja alles spricht für diesen Kondensator für die Unterhaltungs-Elektronik:

- Er benötigt bis 0,33  $\mu\text{F}$  praktisch nicht mehr Grundfläche als ein MKT-Kondensator.
- In äußerster Nutzung aller Möglichkeiten gestattet er größte Packungsdichte.
- Der snap-in-Draht erleichtert wesentlich die Montagearbeit und paßt sich allen Bohrungen von 0,95 - 1,45  $\varnothing$  an.
- Der Ht bietet Preisvorteile, wie sie nur ein Bauelement bieten kann, das schon von der Fertigung her in allen Teilen auf den Einsatz in der Unterhaltungselektronik abgestimmt ist.

### DAS PROGRAMM

| Nennspannung | Kapazitätsbereich                  |
|--------------|------------------------------------|
| 160 V—/100~  | von 1000 pF bis 0,33 $\mu\text{F}$ |
| 400 V—/150~  | von 1000 pF bis 0,22 $\mu\text{F}$ |



**ERNST ROEDERSTEIN**  
SPEZIALFABRIK FÜR KONDENSATOREN G-M-B-H  
8300 LANDSHUT/BAYERN  
Ludmillastraße 23—25 • Postfach 588/89 • Telefon 30 85



### Neue Farbfernsehempfänger

Die neuen Siemens-Farbfernsehempfänger „Bildmeister FC 15 Electronic“ (56-cm-Bildröhre) und „Bildmeister FC 17 Electronic“ (63-cm-Bildröhre) haben das gleiche Chassis wie die Typen „FC 14“ und „FC 17“. Zur Abstimmung dienen sechs Stationstasten mit automatischer Programmspeicherung. Neu ist die Erzeugung der Hochspannung, die mit einer Gleichrichter-kaskade an Stelle der bisher üblichen Gleichrichter-röhre erfolgt.

### Stereo-Tonbandgerät „944“

Das Metz-Tonbandgerät, das bisher in fünf Modellen geliefert wurde, ist jetzt auch in einer sechsten Ausführung erhältlich. Bei dem neuen Typ „944“ handelt es sich um ein transistorbestücktes Stereo-Koffergehäuse mit Vierspur-Aufzeichnung, 9,5 cm/s Bandgeschwindigkeit und 18-cm-Spulen. Eine Verriegelung an der feststellbaren Tricktaste kuppelt diese so mit dem Einknopf-Steuerschalter, daß sie sich bei Aufnahmebereitschaft automatisch auslöst. Außerdem kann die Tricktaste während einer Aufnahme auch nicht

mehr gedrückt werden. Dadurch wird vermieden, daß bei Aufnahme auf einem bereits bespielten Band die alte Aufnahme deshalb nicht gelöscht wird, weil die für „Aufnahme“ gedrückte und arretierte Tricktaste vorher nicht in die Normalstellung gebracht wurde. Bei allen Metz-Tonbandgeräten sind die Tonköpfe jetzt durch eine abnehmbare Kappe abgedeckt, so daß man die Köpfe leicht reinigen kann.

### Autokoffer mit eingebautem Cassetten-Recorder

Der neue Autokoffer „Trabant de Luxe RT 12“ von Siemens enthält neben einem 7/10-Kreis-Super mit den Wellenbereichen UKML und KW-Lupe ein Compact-Cassetten-Tonbandgerät für Aufnahme und Wiedergabe. Bandaufnahmen werden durch Mithören, eine optische Glühlampenanzeige und mit dem Aussteuerungsinstrument kontrolliert. Die in die zugehörige Autohalterung „RZ 9791“ eingebaute zusätzliche NF-Endstufe liefert bei 12-V-Betrieb 6 W und bei 6-V-Betrieb 4 W Ausgangsleistung. Bei Kofferbetrieb (Ausgangsleistung 1,8 W) wird das Gerät aus sechs

Monozellen versorgt. Anschluß an das Netz kann über ein 9-V-Netzgerät erfolgen.

### „Golf 100 automatic“

Schaub-Lorenz ergänzte jetzt das Reiseempfängerprogramm durch den „Golf 100 automatic“ (6/9 Kreise, UKML). Die Gentakt-Endstufe gibt 2 W Ausgangsleistung ab. Für gute Wiedergabequalität sorgt der große Konzertlautsprecher (15 cm x 9 cm). Die Stromversorgung kann aus sechs 1,5-V-Monozellen, zwei 4,5-V-Flachbatterien oder aus dem Netzteil „NG 3000“ erfolgen.

### Verzögerungsleitung „DL 20“

Als Nachfolger der Verzögerungsleitung „DL 1“ für Farbfernsehempfänger brachte Philips jetzt den Typ „DL 20“ heraus, der gegenüber der „DL 1“ rund 60 % weniger Platz auf der Chassiplatine benötigt. Die „DL 20“ arbeitet im Temperaturbereich von 0 bis 70 °C und hat eine Verzögerungszeit von  $63,943 \pm 0,005 \mu\text{s}$  bei 4,433619 MHz. Die Einfügungsdämpfung ist  $11 \pm 3 \text{ dB}$ , die zulässige Eingangsspannung 10 V<sub>eff</sub> und die Bandbreite  $> 1,8 \text{ MHz}$ .

### Neues Mikrofon für Tonbandamateure

Mit dem neuen Cardioid-Mikrofon „D 190C“, dem Nachfolger des „D 19C“, brachte die AKG ein Mikrofon heraus, das sich wegen seiner guten elektroakustischen Eigenschaften besonders für Tonbandamateure eignet. Das „D 190C“, das der Hi-Fi-Form DIN 45 500 entspricht, überträgt den Frequenzbereich 30 ... 16 000 Hz und hat eine Impedanz von 200 Ohm. Der Nennabschlußwiderstand wird mit  $\geq 500 \text{ Ohm}$  angegeben.

### Digitales Vielfachmeßgerät „PM 2420“

Die Philips Industrie Elektronik GmbH, Hamburg, hat ein neues transistorbestücktes digitales Vielfachmeßgerät „PM 2420“ für die Verwendung im Service, Prüffeld und Laboratorium in ihr Vertriebsprogramm aufgenommen. Das Gerät hat fünf Gleichspannungsbereiche (100 mV ... 1000 V), fünf Gleichstrombereiche (100  $\mu\text{A}$  bis 1 A), vier Wechselspannungsbereiche (300 mV ... 300 V), vier Wechselstrombereiche (300  $\mu\text{A}$  bis 300 mA) und fünf Widerstandsbereiche (100 Ohm bis

## Neue Funkamateur-Geräte von HEATHKIT



### 5 Band-SSB / CW-Transceiver HW-100

Erlaßt alle Amateurbänder von 80 bis 10 Meter • Aus SSB-Betrieb im unteren oder oberen Seitenband und CW-Betrieb umschaltbar • Input 160 W P.E.P. bei CW • Quarzfilter • Neuarbeiter „HARMONIC DRIVE“-Skalantrieb mit Einglied-Stellknopf • Eingebauter 100 kHz-Eichquarzgenerator • HF-Kompression (TALC) • Transistorisierter VFO • Versetzt angeordneter CW-Trägerquarz • ALC-Ausgang • VDX- und PTT-Steuerung • Höchster Bedienungskomfort • Ortsfester und Mobilbetrieb durch passende HEATHKIT-Netzteile

Bausatz: DM 1298.- betriebsfertig: DM 2300.-  
Mobil-Netzteil HP-13 Bausatz: DM 369.-; Univ.-Netzteil HP-23 E Bausatz: DM 259.-  
Die genannten Preise verstehen sich einschl. Mehrwertsteuer. Geräte und Bausätze ab DM 100.- auch auf Teilzahlung lieferbar.



### 2 m-AM Transceiver HW-17

Volltransistorisierter Empfänger (Doppelsuper) mit teillnterisierterem Sender in Hybridschaltung • Abstimmereich 143,2 – 148,2 MHz • Empfänger-Eingangsempfindlichkeit 1  $\mu\text{V}$  bei 10 dB S+N-H • Trennschärfe 27 kHz bei -5 dB • Input 18 – 20 W • Output 8 – 10 W • Betriebsart AS (AM) • autom. Modulationsbegrenzung auf max. 100 % • Vier TX-Quarzfrequenzen und Anschlußmöglichkeit für externen VFO (z. B. HEATHKIT HQ-10B) • Eingebautes Netzteil für 120/240 V, 50 – 60 Hz • Mobilbetrieb mit Transistor-Spannungswandler HWA-17-1 • Auto-Einbaualterung und Kristall-Mike im Preis inbegriffen • Einfacher Selbstbau durch gedruckte Schaltung und Kabelbaum-Verdrahtung

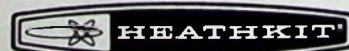
Bausatz: DM 680.-\* betriebsfertig: DM 900.-\*  
\* einschl. Standzubehör, jedoch ohne Quarze  
Transistor-Spannungswandler HWA-17-1 (prim. 12 V=) Bausatz: DM 150.-

Bitte senden Sie mir kostenlos den neuen HEATHKIT-Katalog sowie Datenblätter für: HW-100 O HP-23E O HW-17 O HWA-17-1 O  
(Zutreffendes bitte ankreuzen)

(Name) .....

(Postleitzahl und Wohnort) .....

(Straße und Hausnummer) ..... (beir. PR-Analysen)



### HEATHKIT-Geräte GmbH

6079 Spremlingen b. Frankfurt/M.  
Robert-Bosch-Straße 32-38, Postfach 220

Zweigniederlassung:  
HEATHKIT Elektronik-Zentrum  
8 München 23 Wartburgplatz 7



1 MOhm). Der Anzeigebereich reicht von -1400 über 0 bis +1400; die Fehlergrenze liegt bei 0,5 %. Der Meßkreis ist gegen Überlastung geschützt. Die Polaritätsanzeige erfolgt automatisch, und die Kommanzeige ist mit dem Meßbereichsschalter gekoppelt.

#### Laser für die Universität Birmingham

Einer der leistungsfähigsten Laser Großbritanniens wurde jetzt von Elliot-Automation an die Universität von Birmingham ausgeliefert. Das Strahlenbündel dieses CO<sub>2</sub>-Lasers, dessen Laserröhre eine Länge von über 10 m hat, eignet sich sehr gut dafür, Kunststoffe, dünne Metallbleche und Textilien zu schneiden. Er kann dabei entweder durch ein verhältnismäßig einfaches mechanisches Plotter-System oder durch einen Computer gesteuert werden.

#### Hochleistungs-Tischrechner „9100A“

Der kompakte Tischrechner „9100A“ von Hewlett-Packard wurde vorzugsweise für den technisch - wissenschaftlichen Einsatz entwickelt. Er ermöglicht es, 196 Programmschritte

zu programmieren und auf einer Magnetkarte zu speichern, wobei der zur Verfügung stehende Speicher beliebig mit Konstanten oder Programmen belegt werden kann. Eine besondere Programmiersprache ist dazu nicht erforderlich. Fest verdrahtet sind unter anderem die vier Grundrechnungsarten, Quadratwurzel, Sinus, Cosinus und Tangens, die Arcus- und hyperbolischen Funktionen sowie  $\ln x$ ,  $e^x$ ,  $\log x$  und die Transformation von Koordinaten. Außerdem stehen zur Programmierung bedingte und unbedingte Verzweigungsbefehle zur Verfügung. Der Inhalt von zwei Arbeitsregistern und einem Zwischenspeicher wird ständig auf einer Katodenstrahlröhre angezeigt.

#### Tonaufnahme-Wagen für die Schallplattenproduktion

Die Elektromesstechnik Wilhelm Franz KG (EMT) lieferte der bulgarischen Schallplattenproduktionsfirma Balkanton einen Tonaufnahmewagen, der alle für technisch hochwertige Schallplattenaufnahmen erforderlichen Einrichtungen und Geräte enthält. Die Regieeinrichtung umfaßt ein Mischpult

mit 12 Eingangs- und vier Summenkanälen, drei Richtungsmischer und sechs Panoramapotentiometer mit Entzerrer für Stereo-Aufnahmen, spezielle Entzerrer- und Effektfiler, eine Nachhallrichtung, Kompressoren zur Veränderung der Dynamik sowie zwei Kreuz-Schaltfelder. Zur Kontrolle der Aufnahme dienen vier Spitzenwert-Aussteuerungsinstrumente und eine Stereo-Abhöranlage. Als Aufnahmegeräte stehen eine Vierspur-Magnettonmaschine „J 37“ und zwei Stereo-Magnettongeräte „C 37“ zur Verfügung. Ergänzt wird die Regieeinrichtung durch eine Fernsehanlage, deren Kamera sich ferngesteuert vom Wagen aus auf alle Partien des Aufnahmebereiches richten und einstellen läßt. Alle Studioeinrichtungen lassen sich ohne Schwierigkeiten aus dem Wagen herausnehmen und als ortsfeste Anlage aufbauen.

#### Ausgaben für die Weltraumforschung 1966 bis 1968

Die Ausgaben der Bundesrepublik Deutschland im Bereich der Weltraumforschung sind in den letzten Jahren weiter kräftig gestiegen. Von 1966 auf 1967

erhöhten sie sich um 51,2 % auf 268,4 Mill. DM. Nach dem Bundeshaushaltsplan 1968 ergibt sich eine weitere Zunahme um 56,3 Mill. DM (21 %). Darüber hinaus stehen in diesem Jahr noch 3,2 Mill. DM aus dem zweiten Programm für konjunktur- und strukturpolitische Maßnahmen zur Verfügung, so daß sich ein Gesamtbetrag von rund 328 Mill. DM ergibt. Den stärksten prozentualen Anstieg erfuhren die Ausgaben für die technische Entwicklung. Von 1966 auf 1968 haben sich diese Ausgaben verdreifacht.

Vom Beginn der Förderung der Weltraumforschung im Jahre 1962 bis einschließlich 1968 wurden aus dem Bundeshaushalt 1,1214 Mrd. DM ausgegeben. Die Hauptausgaben sind: wissenschaftliche Forschung 212,6 Mill. DM (19 %), technische Entwicklung 262 Mill. DM (23,4 %), internationale Organisationen 642,5 Mill. DM (57,2 %), sonstige Ausgaben 4,3 Mill. DM (0,4 %). Von den gesamten Ausgaben wurden 34,7 Mill. DM (3,1 %) an die Hochschulen und ihre Institute und 33,3 Mill. DM (3 %) an Institute der Max-Planck-Gesellschaft gezahlt.

## INFORMATION

## für die Werbeabteilungen der Elektronik-Industrie

Im Herbst erscheint der neue

*Kretzmann*

# HANDBUCH DER ELEKTRONIK Bauelemente und industrielle Schaltungstechnik

Herausgeber: DR. REINHARD KRETZMANN  
Mitautoren: Ing. Paul Gerke · Ing. Franz Kunz

Auf Grund der schon jetzt vorliegenden Bestellungen konnte die Erstauflage auf 8000 Exemplare festgesetzt werden.

Unsere Neuerscheinung erhält einen Anzeigenteil, um den Herstellern elektronischer Erzeugnisse die Möglichkeit zu einer gezielten Dauerwerbung zu geben.

Wir bitten, unser Insertionsangebot bis Ende dieses Monats anzufordern.

**FUNK-TECHNIK-Buchverlag** Anzeigenabteilung

1 Berlin 52, Eichborndamm 141-167 · Telefon: (03 11) 4 12 10 31 · Fernschreiber: 01 81 632 vrft · Telegramme: Fokiverlag Berlin

## Rechtzeitig vor Beginn der neuen Hauptsaison erscheint das



Herausgegeben vom Verband Deutscher Rundfunk- und Fernseh-Fachgroßhändler (VDRG) e. V.

Bearbeitet von der Redaktion der FUNK-TECHNIK

Der Katalog enthält auf annähernd 500 Seiten technische Daten, Abbildungen und, soweit kartellrechtlich zugelassen, auch Preisangaben für Geräte der nachstehend aufgeführten Gruppen:

|                               |                         |
|-------------------------------|-------------------------|
| Farbfernsempfänger            | Zerhacker               |
| Schwarz-Weiß-Fernsempfänger   | Wechselrichter          |
| Rundfunk-Tischempfänger       | Wechselgleichrichter    |
| Kombinierte Rundfunkempfänger | Phonogeräte             |
| Stereo-Steuergeräte           | Tonabnehmer             |
| Hi-Fi-Tuner                   | Phonomöbel              |
| Hi-Fi-Verstärker              | Tonbandgeräte           |
| Hi-Fi-Lautsprecher            | Tonbänder               |
| Koffereempfänger              | Spulen und Kassetten    |
| Taschenempfänger              | Antennen                |
| Autoempfänger                 | Röhren                  |
| Omnibusempfänger              | Halbleiterdioden        |
|                               | Transistoren            |
|                               | Halbleitergleichrichter |

Preis 11,60 DM je Exemplar einschließlich Mehrwertsteuer zuzüglich Versandspesen. Lieferung von Einzelexemplaren erfolgt per Nachnahme. Für den Handel bzw. bei Großabnahme Sonderpreis auf Anfrage

Das Handbuch 1968/69 ist ausschließlich für den persönlichen Gebrauch der Angehörigen der Rundfunk- und Fernsehwirtschaft bestimmt

**VERLAG FÜR  
RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH**  
Katalog-Abteilung 1 Berlin 52 (Borsigwalde)

**F** meldet... **F** meldet... **F** meldet... **F**

**DIN 45 500 Bl. 7 in neuer Auflage**  
Das Blatt 7 der Qualitätsnorm DIN 45 500 über Mindestanforderungen an Lautsprecher ist mit einigen Änderungen in neuer Auflage erschienen. Das neue Blatt 7 kann von der Beuth-Vertriebs GmbH, 1 Berlin 30, Burggrafenstraße 4-7, zum Preise von 2,10 DM, zuzüglich Versandspesen und 5 % Mehrwertsteuer, bezogen werden.

### 119 Firmen auf der „hifi 68“

Auf der „hifi 68“ in Düsseldorf (30. 8.-3. 9.) werden 119 Firmen in 60 Einzelständen auf rund 4500 m<sup>2</sup> Netto-Ausstellungsfläche ihre Erzeugnisse präsentieren. Insgesamt 56 schallgedämpfte Kabinen wurden von den Ausstellern für die Vorführung von Hi-Fi-Anlagen gemietet. Außerhalb der Vorführräumen dürfen die Anlagen nur mit Kopfhörerviwegabgabe betrieben werden.

### Kolumbien-Auftrag für AEG-Telefunken

Vom kolumbianischen Ministerium für Nachrichtenwesen erhielt AEG-Telefunken einen Auftrag zur Lieferung und Einrichtung von drei Funkkontrollstationen, die für die Überwachung des drahtlosen Funkverkehrs nach den geltenden internationalen Richtlinien bestimmt sind. Die Stationen werden ihre Standorte in Medellín, Pasto und Cucuta haben und drei bereits bestehende, ebenfalls von AEG-Telefunken installierte Systeme ergänzen, die seit 1967 in Bogotá, Barranquilla und Cali betrieben werden.

### Mullard verdoppelt Kapazität der Glasherstellung

Um der steigenden Nachfrage nach Glas für die Bildröhrenherstellung nachzukommen, will die Mullard Ltd. die Kapazität der Glasherstellung in ihrer Bildröhrenfabrik in Simonstone durch den Einbau einer zweiten Glasherstellungseinheit auf 240 t je Tag verdoppeln. Die Einheit, die aus dem Hauptschmelzofen, dem Glühofen und der Kolbenpresserei besteht, wird innerhalb eines Jahres den Betrieb aufnehmen. Die Bildröhrenfabrik in Simonstone, in der bereits jährlich 1,5 Mill. Schwarz-Weiß-Bildröhren hergestellt werden, soll bis Ende 1968 eine zusätzliche Fertigungskapazität von jährlich 150 000 Farbbildröhren erreichen.

### Preissenkungen bei Union Carbide

In der ab Juni geltenden Preisliste für Halbleiter-Bauelemente von Union Carbide sind die Preise um etwa 20-40 % gegenüber der letzten Preisliste gesenkt. Neu veröffentlicht wurde eine Preisliste über monolithische Keramik - Kondensatoren. Alle Union Carbide - Halbleiter - Bauelemente können auch über die Saco GmbH, München, bezogen werden.

### Datendienst mit den USA

Seit dem 1. August 1968 sind Datelverbindungen auch mit den

USA offiziell zugelassen. Mit Hilfe dieser Verbindungen können deutsche Fernsprechteilnehmer, die über die erforderliche Zusatzeinrichtung (Modem) verfügen, Daten zu einer entsprechend ausgerüsteten Gegenstelle in den USA übermitteln. Die gewünschten Verbindungen müssen beim Fernamt unter dem Stichwort „Datelverbindung“ angemeldet werden. Die Gebühr für eine 3-Minuten-Verbindung beträgt 48 DM, jede weitere angefangene Minute 16 DM. Außerdem sind Datelverbindungen nach den Ländern möglich, deren Teilnehmer von der Bundesrepublik Deutschland aus im Selbstwählerdienst erreichbar sind und die über die notwendigen Einrichtungen verfügen. Für diese Verbindungen gelten die Gebührensätze des Selbstwählerdienstes.

### Arbeitsgemeinschaft Unterrichts-Technologie

Anlässlich der diesjährigen Europäischen Lehrmittel-Messe Didacta wurde eine „Arbeitsgemeinschaft Unterrichts-Technologie“ innerhalb des Fachverbandes Phonotechnik gegründet. Aufgabe dieser Arbeitsgemeinschaft ist es, die Zusammenarbeit aller Herstellerfirmen von Sprachlehranlagen, Lehrmaschinen und ähnlichen technischen Unterrichtsmitteln zu fördern und die Interessen der einschlägigen Industrie gegenüber den zahlreichen Instituten und Organisationen des Bildungswesens sowie des Staates und der Verwaltung zu vertreten.

### Gewerbeförderungsanstalt der Handwerkskammer Düsseldorf

Die Gewerbeförderungsanstalt der Handwerkskammer Düsseldorf legte jetzt eine Jahresübersicht über die im Jahre 1967 durchgeführten Weiterbildungsveranstaltungen vor. Danach wurden 1967 dort in 583 Veranstaltungen (13 766 Unterrichtsstunden) 20 050 Teilnehmer geschult. Davon entfielen auf die Gebiete Elektronik, Elektrotechnik und Radio-Fernseh-Technik 38 Veranstaltungen (1182 Unterrichtsstunden) mit 1520 Teilnehmern.

### Geschäftsführung der Kolbe & Co.

Direktor Hans-Georg Aue, Direktor Hans-Ulrich Göhring und Hans Joachim Hoos wurden von dem geschäftsführenden Gesellschafter der Kolbe & Co., Hans Kolbe, in die Geschäftsführung berufen. Im einzelnen sind die Herren für folgende Gebiete zuständig: Direktor H.-G. Aue Technische Geschäftsführung; Direktor H.-U. Göhring Kaufmännische Geschäftsführung; H. J. Hoos Geschäftsführung Vertrieb. Die Berurteilung in die Geschäftsführung erfolgte im Rahmen einer Umorganisation der Unternehmensspitze und unter gleichzeitiger Anerkennung der bisherigen Verdienste und Leistungen.

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

RUNDFUNK  
FERNSEHEN  
PHONO  
MAGNETTON  
HI-FI-TECHNIK  
AMATEURFUNK  
MESSTECHNIK  
ELEKTRONIK

**FUNK-  
TECHNIK**

U. LEHNERT

## Programmierte Instruktion und Lehrautomaten verändern unser gesamtes Schul- und Ausbildungswesen

Eine der Folgen der wissenschaftlichen Entwicklung ist es, daß das Gesamtvolumen an wissenschaftlichen Kenntnissen exponentiell steigt. Gerechnet vom Jahre 1800 an hat sich der Umfang des Wissens um 1900, 1950, 1960 und 1966 jeweils verdoppelt. Der Wissensstoff, der der Menschheit zur Verfügung steht, hat sich also seit dem Jahre 1800 sechzehnmal — so das Ergebnis einer Untersuchung der Brooks Foundation, Stanford University, Kalifornien. Das heißt, ein strebsamer Wissenschaftler muß neben seiner eigentlichen Tätigkeit einen ständig größer werdenden Teil seiner Arbeitszeit der Wissensaneignung widmen. Eine Folge der damit zusammenhängenden technischen Entwicklung ist es, daß in immer rascherem Maße neue Maschinen bereitgestellt und neue technische Verfahren eingeführt werden. Dies wiederum bedeutet, daß der im Berufsleben Stehende gehalten ist, durch Fortbildung und Umschulung sich auf die sich ständig ändernde Berufssituation einzustellen.

Dem beschleunigten Ansteigen der wissenschaftlichen Erkenntnisse entspricht aber auch ein entsprechend rasches Veralten des für die Lebensgestaltung nötigen Wissens. Vom Lehrstoff der Volksschule veraltet zur Zeit etwa die Hälfte nach spätestens zwanzig Jahren. Diese sogenannte Halbwertszeit beträgt zur Zeit für Hochschulwissen 10 Jahre, für Fachwissen aus Industrie und Wirtschaft im Durchschnitt sogar nur noch 7 Jahre.

Die erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten müssen gelehrt und gelernt werden. Sie bilden den Inhalt des — wie man auch sagt — didaktischen Informationsumsatzes. Eine quantitative Betrachtung der geschilderten Entwicklung in Wissenschaft und Technik aber zeigt, daß der zu vermittelnde Lehrstoff schneller ansteigt als die zur Verfügung stehenden Lehrkräfte.

Die genannten Tatbestände — ständige Wissensvermehrung, rasches Veralten von Berufskenntnissen und zunehmender Mangel an Lehrkräften — zwingen dazu, die konventionellen Methoden des Lehrens zu verbessern, neue Lehrmethoden zu entwickeln, insbesondere das Lehren zu objektivieren, das heißt bestimmte Lehrerfunktionen an technische Systeme zu delegieren. Das Ziel ist es also — unter dem Schlagwort „Rationalisierung des Lehrens und Lernens“ —, eine objektivierbare Unterrichtsform zu entwickeln, die mit möglichst geringem Aufwand den besten Lehr- und Lernerfolg erreicht.

Die Programmierte Instruktion ist ein solches objektiviertes Lehrverfahren, und es ist inzwischen durch viele Versuche eindeutig erwiesen, daß sie mit sehr gutem Erfolg Lehrfunktionen zu übernehmen vermag.

Um das Wesen dieser Methode zu erfassen, ist es zweckmäßig, sich zu vergegenwärtigen, wie ein gut vorbereiteter beziehungsweise erfahrener

Lehrer im Einzelunterricht einen Schüler belehrt. Er trägt den Lehrstoff systematisch vor und vergewissert sich in bestimmten Abständen durch „Rück“-fragen, ob der Schüler seinen Ausführungen mit Verständnis folgen kann. Je nach gegebener Antwort wird der Lehrer sein Vortragstempo variieren, er wird gegebenenfalls zusätzliche Beispiele bringen oder auf nähere Erläuterungen eines Sachverhaltes verzichten, wenn er aus der Antwort des Schülers auf Verständnis schließen kann.

Die Eigenschaften eines guten Lehrers findet man in der Methode der Programmierten Instruktion wieder. Sie setzte sich zunächst in Form der Lehrprogrammbücher durch, zuerst in Wirtschaft und Industrie, langsam auch in Schule und Hochschule. Das äußerlich auffälligste Kennzeichen eines Lehrprogrammbuchs ist die Zergliederung des Lehrstoffs in eine Vielzahl kurzer Lehrschritte. Jeder Lehrschritt enthält eine Aussage und einen oder mehrere Begriffe des zu erlernenden Stoffes und schließt grundsätzlich immer mit einer Frage ab. Diese Frage oder Aufgabe, die das Einprägen und Verstehen unterstützen soll, ist vom Lernenden selbständig zu lösen. Das Entscheidende ist nun, daß der Schüler im darauffolgenden Lehrschritt die richtige Antwort erfährt. Er kann dadurch seine eigene Antwort kontrollieren und feststellen, ob und inwieweit er richtig mitgearbeitet hat. Das Arbeitstempo bestimmt der Schüler dabei selbst. Er wird allerdings durch die ständigen Fragen davor bewahrt, schneller zu lesen, als er begreifen kann.

Bei einfacheren Lehrprogrammen ist die Reihenfolge der Lehrschritte fest vorgegeben. Neben diesen linearen Programmen gibt es die verzweigenden Programme, bei denen es von der Antwort abhängt, wo der Lernende im Programm fortfährt. Dazu werden ihm zu jeder Frage mehrere Antworten mit jeweils spezieller Programmfortsetzung zur Auswahl angeboten. Verzweigende Lehrprogramme passen sich der Vorbildung und dem individuellen Auffassungsvermögen des Einzelnen noch besser an. Der langsam begreifende oder mit weniger Vorkenntnissen beginnende Schüler wird deshalb öfter auf zusätzliche Erklärungen oder Beispiele geführt werden.

Vorteile der Programmierten Instruktion sind, daß der Lernende ohne Lehrer arbeiten kann und seinem eigenen Lerntempo folgt. Ferner, daß er ständig Fragen beantworten muß und so gezwungen ist, immer aktiv mitzuarbeiten. Programmiert heißt diese Methode, weil der Lehrstoff in kleine, überschaubare Lehrschritte aufgeteilt ist und das Vorgehen des Lernenden an jeder Stelle des Textes genau vorgeschrieben ist. Obwohl er ohne Lehrer arbeitet, wird ihm didaktische Fähigkeit — wie es beim konventionellen Lehrbuch der Fall ist — nicht zugemutet.

Lehrprogrammbücher haben allerdings entscheidende Nachteile. Der Schüler kann mögeln, indem er durch vorzeitiges Umläutern die richtige Antwort ohne eigene Mitarbeit herausfindet. Zudem sind Bücher in der Präsentation des Lehrstoffs eingeschränkt auf das schriftlich formu-

Dipl.-Ing. Uwe Lehnert ist wissenschaftlicher Assistent im Institut für Kybernetik der Pädagogischen Hochschule Berlin.

lierte Wort und stehende Bilder. Wieviel instruktiver ist eine Darbietungsform, die den Lehrstoff in optischer und akustischer Form anbietet! Tonband, Videorecorder, Film- und Diaprojektor, elektrische Schreibmaschine sind vielseitige und abwechslungsreiche Ausgabemedien. Diese Bausteine durch eine elektronische Steuereinheit ergänzt und zu einem Gesamtsystem zusammengefaßt, ergeben die in vielfältiger Form existierenden Lehrmedien: Tonbildschau, Sprachlehranlagen oder einfache Lehrmaschinen mit der Möglichkeit zur Programmbeeinflussung. Wir sprechen von einem Lehrautomaten allerdings erst dann, wenn dieser auf Grund entsprechender Programmierung in der Lage ist, das Lernverhalten des Schülers zu prüfen und sich diesem in der Darbietungsgeschwindigkeit und im Lehrweg anzupassen. Die komplexeste Form solcher Lehrautomaten stellt der rechnerunterstützte Unterricht dar. Ihm wird die Zukunft gehören, da die beim Lehrprozeß anfallenden didaktischen Probleme anders nicht zufriedenstellend zu lösen sind. Lehrautomaten können als Einzel-, Gruppen- oder — bei der derzeitigen Klassenstruktur der Schule — als Parallelschulungsautomaten eingesetzt werden. Ihre Wirksamkeit liegt einmal in der didaktisch geschickten und sorgfältig erprobten Aufbereitung des Lehr- und Übungsstoffes, in der instruktiven Form der Präsentation des Stoffes und in ihrer Anpassungsfähigkeit an das individuelle Lernverhalten des Schülers. Rund achtzig Prozent der Lehrstoffe — so sagen Untersuchungen — können durch Lehrautomaten wirkungsvoll übermittelt werden.

Die rapide wissenschaftliche und technische Entwicklung wird zur Folge haben, daß in Zukunft ein mehrmaliger Berufswechsel durchaus normal

ist. Ausbildung und Weiterbildung werden dadurch bis zum Ende der Berufstätigkeit notwendig sein, das heißt, Lehren und Lernen wird nicht mehr allein auf den Zeitraum der Schule und Berufsausbildung beschränkt sein. Die Bereitschaft zum ständigen Weiter- und Umlernen wird vielmehr eine notwendige Voraussetzung für das berufliche und gesellschaftliche Fortkommen sein. Programmierbare Instruktion und kybernetische Maschinenteknik haben die erforderlichen Einrichtungen geschaffen, daß jederzeit schnell und effektiv gelernt werden kann — auch ohne persönlich anwesenden Lehrer. Erwähnt sei hier nur am Rande, daß die Übertragung von Lehrerfunktionen an technische Systeme sich nicht nur auf den Lehrprozeß beschränkt. Elektronische Datenverarbeitungsanlagen werden bereits ebenso zur Erzeugung von Lehrprogrammen, zur Prüfungsautomatisierung und zur pädagogischen Betreuung von Schülern eingesetzt.

Große Industriebetriebe und Einzelhandelsketten führen mehr und mehr ihre Nachwuchsschulung und Mitarbeiterfortbildung mit Methoden der Programmierten Instruktion durch. Schule und Hochschule folgen vorläufig meist noch in Form der Lehrprogrammbücher. Die wachsenden Forderungen einer demokratischen und hochtechnisierten Gesellschaft an individuellere Ausbildung und die Möglichkeit, diesen individuellen Unterricht durch die Methodik der Programmierten Instruktion zu bewältigen, stellt das System der Jahrgangsklassen in Frage. Denn es gibt keinen vernünftigen Grund, den schneller Lernenden nicht auch schneller lernen zu lassen. Einzelunterricht — einst Privileg der Reichen — wird zukünftig selbstverständlich sein.

H. RICHTER

## Beispiele einfacher Lehrautomaten

Aus der Vielfalt möglicher Lehrautomaten können an dieser Stelle nur einige wenige herausgegriffen werden. Dabei sei von den bisher üblichen Formen des Lehrens ausgegangen.

Die „einfachste“ Form des Lehrens ist die des Vortrages oder der Vorlesung. Der Dozent trägt einen Sachverhalt vor, ohne sich um die Reaktion der zu Belehrenden zu kümmern (Bild 1). Es handelt sich hier

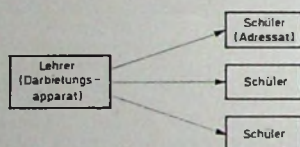


Bild 1. Einseitig gerichteter Informationsfluß bei herkömmlichen Lehrveranstaltungen (Vorträge, Vorlesungen)

um ein System einseitig gerichteten Informationsflusses. Daß dieses System sehr schlecht ist, wird jeder bestätigen, der in den Genuß von Vorlesungen an deutschen Hochschulen kam: Der Vortragende fährt in seiner Vorlesung fort, auch wenn die

Mehrzahl der Hörer (Adressaten) ihm nicht mehr folgen kann. Der Grund dafür liegt darin, daß keine Rückmeldung von den Hörern zum Vortragenden erfolgt.

Ein verbessertes System würde aussehen, wie es Bild 2 zeigt. Der Lehrer schreitet in der Darbietung des Stoffes entsprechend der vom Schüler rückgemeldeten Informationen fort.

Hinsichtlich der Verwirklichung eines Lehrautomaten kommt es darauf an, die vom Lehrer wahrgenommenen Funktionen einem technischen System zu übertragen. Man muß unterscheiden zwischen Einzelschulung und Parallelschulung. Bei der Einzelschulung wird jeder Adressat von einem einzelnen Lehrautomaten bedient. Bei der Parallelschulung werden mehrere Adressaten gleichzeitig unterrichtet. Der Nachteil der Parallelschulungsautomaten ist der, daß sie sich nicht nach dem einzelnen Schüler, sondern nur nach der Mehrheit richten, der Vorteil ist, daß die Kosten je Schüler erheblich geringer sind. Wegen der geringeren Kosten je Schüler werden Parallelschulungsautomaten vorerst dominieren. Deshalb beschränken sich die nachstehenden Hinweise auf ihre Beschreibung.

Wie überall in der Technik gibt es auch hier mehrere Möglichkeiten, Lehrsysteme technisch zu verwirklichen. Eine altentfahrene Technik der Lehrautomaten existiert noch nicht; dazu ist das Gebiet zu neu. Deshalb sollen die mitgeteilten Lösungen als grundsätzliche Möglichkeiten aufgefaßt werden, die die prinzipielle Wirkungsweise kennzeichnen.

Wie Untersuchungen zeigen, ist der Lernerfolg am größten, wenn der Lehrstoff in optisch-akustischer Weise dargeboten wird. Davon sei bei der Konzipierung eines technischen Lehrsystems ausgegangen.

Ein Lehrsystem nach Bild 1 läßt sich sehr einfach verwirklichen. Alle kennen es, und

zwar besteht dieses System aus einem ansteuerbaren Diaprojektor, einem Tonbandgerät und einem Dia-Vertoner. Der Dia-Vertoner erzeugt an den Stellen, an denen Bildwechsel gewünscht wird, auf dem Magnetband einen Impuls diskreter Frequenz. Bei der Wiedergabe des Bandes wird der Wechselspannungsimpuls gleichgerichtet, geformt und dann dem Diaprojektor zugeführt. Ein solches einfaches Gerät erfüllt bereits Lehrfunktionen; es ist aber noch kein Lehrautomat im eigentlichen Sinn.

Ein Lehrautomat dagegen steuert den Programmablauf unter Auswertung der Adressatenreaktionen. Um die Auswertung der Adressatenreaktionen automatentechnisch verwirklichen zu können, hat es sich als zweckmäßig erwiesen, den Lehrtext in kleine Abschnitte, sogenannte „Lehrschritte“, einzuteilen. Nach jedem Lehrschritt erfolgt eine Abfrage der Adressatenreaktion.

Zunächst seien die Vorgänge während eines Lehrschrittes betrachtet. Auf der Spur 1 (Bild 4) eines Zweispur-Tonbandes befinden sich die Informationen für Bildwechsel, Lehrschrittmarkierung und für die Codierung der richtigen Auswahlantwort (s. unten). Die Lehrschrittmarkierungsfrequenz ist über die ganze Dauer eines Lehrschrittes vorhanden und damit für die Auswerteschaltungen (Steuereinheit) das Kriterium für dessen Vorhandensein.

Während eines Lehrschrittes ist der Thyristor II (Bild 3) gezündet. Gezündeter Thyristor II bedeutet: Magnetbandgerät läuft. Tritt jetzt auf dem Band ein Bildwechselimpuls auf, dann wird er über ein Filter (Bild 6) und eine Impulsformerstufe auf den Thyristor I gegeben. Dieser zündet und schaltet den Karussellprojektor um einen Schritt weiter. Nach erfolgter Weitschaltung gibt der Projektor einen Löschimpuls auf den Thyristor I. Mit dem

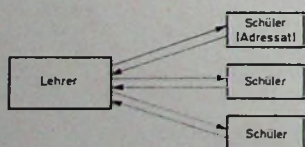


Bild 2. Prinzip eines Lehrautomaten; zweiseitig gerichteter Informationsfluß

Dipl.-Ing. Horst Richter ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Kybernetik der Pädagogischen Hochschule Berlin.

Ende eines Lehrschrittes verschwindet dessen Markierungssignal. Die Stufe IMP kippt in den Ruhezustand zurück und gibt einen Löschimpuls auf den Thyristor II. Damit wird das Magnetbandgerät gestoppt,

g) keiner der vorgenannten Punkte erfüllt ist, jedoch eine am Zeitglied einstellbare Zeit verstrichen ist. Die Entscheidung, welches Kriterium verwendet wird, kann nur durch Zusammen-

ist deren Gesamtstromverbrauch, der als Spannungsabfall an einem Widerstand gemessen werden kann und bei Überschreiten eines vorher einstellbaren Wertes eine Elektronik (zum Beispiel Multivibrator) zum Ansprechen bringt. Eleganter wäre die Möglichkeit, daß jeder Adressat beim Drücken der Taste einen Konstantstromgenerator betätigt. Die Generatoren werden ausgangsseitig parallel geschaltet. Der Strom erzeugt an einem Widerstand eine Spannung, die ausgewertet werden kann. Mit dem Adressatenpult greifen die Schüler in das Verhalten des Lehrautomaten ein. Im Adressatenpult werden Soll- und Istwert miteinander verglichen. Bei Übereinstimmung leuchtet die Lampe „richtig“ auf, bei Abweichung die Lampe „falsch“. (Diese Mitteilung an den Schüler, ob er die richtige Antwort gegeben hat, ist aus lernpsychologischen Gründen erwünscht; sogenanntes „reinforcement“.)

Ein Adressatenpult kann zum Beispiel nach Bild 5 aufgebaut werden.

Der Reihenfolge 1...4 der Auswahlantworten entspricht die Anordnung 1...4 der Tasten. Angenommen, die Auswahlantwort 2 sei die richtige: dann muß bei Drücken der Taste 2 das Lämpchen „richtig“ aufleuchten, bei Drücken irgendeiner anderen Taste das Lämpchen „falsch“. „Antworttaste 2 gedrückt ist richtig“, sei auf dem Tonband in der Form der Frequenz  $f_2$  codiert (Bild 4). Diese Frequenz wird in der Decodiereinrichtung von einem Filter herausgegriffen, gleichgerichtet und in einem Flip-Flop gespeichert. Das Flip-Flop legt ein Signal an die Konjunktion 2 (Bild 5). Wird jetzt auch die Taste 2 gedrückt, dann gibt die Konjunktion 2 ein Signal an die nachgeschaltete Disjunktion, und die Lampe „richtig“ leuchtet auf. Wird dagegen die Taste 3, 4 oder 1 gedrückt, also eine falsche, dann erscheint an beiden Eingängen der Konjunktion 5 ein Signal, und die Lampe „falsch“ leuchtet auf.

Nach Abfrage der parallel geschalteten Adressatenpulte wird ein Startsignal auf Thyristor II gegeben. Welche Bedingungen dazu erfüllt sein müssen, richtet sich danach, welche Kriterien a) bis f) der Konzeption des Lehrautomaten zugrunde gelegt wurden. Damit wird das Magnetband-

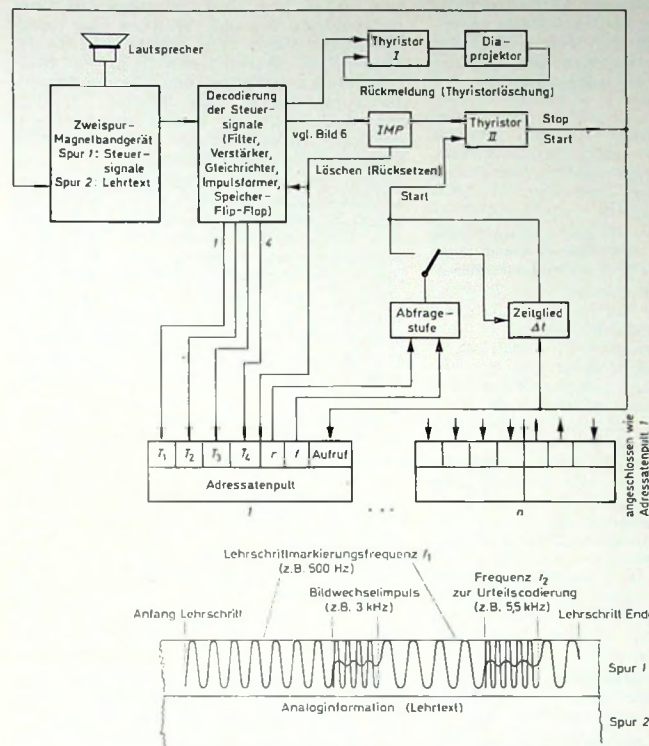


Bild 3. Beispiel eines einfachen Lehrautomaten ohne Rechner (Prinzip)

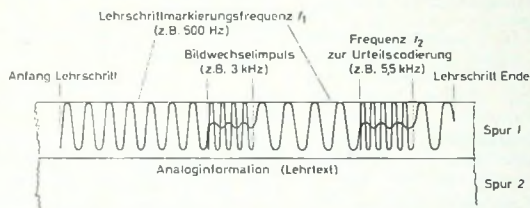


Bild 4. Beispiel für die Impulsfolgen innerhalb eines Lehrschrittes (Spur 1 und Spur 2 werden vom Bandgerät gleichzeitig gelesen)

und auf dem Adressatenpult leuchtet das Lämpchen „Aufruf“ auf.

Damit hat die Abfrageperiode begonnen, die bereits als wesentliches Kennzeichen eines Lehrautomaten erwähnt war. Durch die „Aufruf“-Lampe wird der Schüler aufgefordert, aus einem Repertoire von mehreren (zum Beispiel vier) vorgegebenen Antworten die ihm auf Grund des vorangegangenen Lehrschrittes richtig scheinende auszuwählen und sie dem Lehrautomaten durch Drücken der zugeordneten Taste mitzuteilen. Es liegt nahe, die Reaktionen der Schüler für die Pausenzeit zu bewerten.

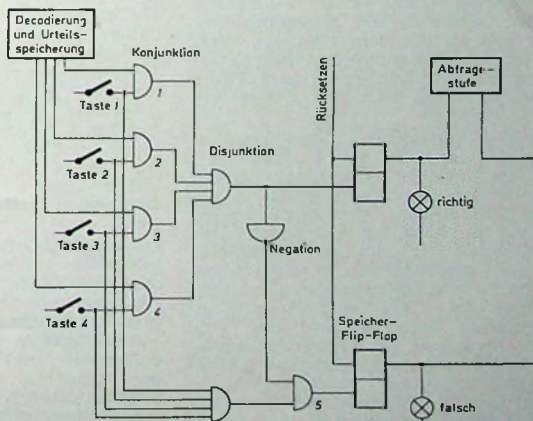
An Hand eines einfachen Beispiels soll gezeigt werden, wie sehr didaktische Forderungen die Lehrmaschinenentwicklung in Fluß halten; welches Kriterium hinsichtlich der Adressatenreaktion soll angewandt werden, damit der Lehrautomat nach Bild 3 mit dem nächsten Lehrschritt fortfährt?

Der nächste Lehrschritt kann dann begonnen werden, wenn

- alle Schüler richtig reagieren,
- alle Schüler überhaupt reagieren,
- ein gewisser Prozentsatz der Schüler richtig reagiert,
- einige ausgewählte Schüler richtig reagieren,
- ein einzelner, aber beliebiger Schüler richtig reagiert,
- ein ausgewählter einzelner Schüler überhaupt reagiert,

arbeit von Ingenieuren und Pädagogen gefällt werden. Es müssen Kompromisse zwischen didaktischen Forderungen und technischem Aufwand gefunden werden. Der Leser wird für jede der aufgezeigten Möglichkeiten a) bis g) eine schaltungs-

Bild 5. Zur Funktionsweise des Adressatenpultes in einem Lehrautomaten nach Bild 3 (vereinfacht)



mäßige Lösung angeben können. Möglichkeit c) beispielsweise ließe sich auf einfache Weise dadurch verwirklichen, daß man den Strom durch die Richtiglampen (Bild 5) mißt. Je mehr Adressaten richtig reagiert haben, um so mehr Richtiglampen werden parallel geschaltet, um so größer

gerät wieder in Betrieb gesetzt, der nächste Lehrschritt beginnt, und die Lehrschrittmarkierungsfrequenz  $f_1$  bewirkt über die Stufe IMP die Löschung (Rücksetzung) aller gespeicherten Zustände. Der Übersichtlichkeit wegen ist im vorliegenden Adressatenpult die gegenseitige Verriegelung

der Tasten nicht eingezeichnet. Sie bewirkt, daß nach Betätigen einer Falschtaste das Drücken weiterer Tasten wirkungslos bleibt.

Ein Beispiel für eine Decodiereinrichtung sei durch Bild 6 gegeben. Natürlich gibt es noch andere Möglichkeiten zur Codierung der richtigen Auswahlantwort auf dem Tonband, zum Beispiel durch zwei Frequenzen. Ordnet man der einen Frequenz die binäre 1, der anderen Frequenz die

beschriebene Lehrautomat dar. Durch Einfügen eines auf dem Markt befindlichen Kleinrechners erhält man die zweite Ausbaustufe, mit der sich die Forderung der Wegadaptivität und der Protokollausgabe bequem verwirklichen läßt. Erweitert man die im Bild 5 angegebenen Adressatenpulte um die schon weiter oben erwähnte gegenseitige Verriegelung der Tasten und um ein zusätzliches Gatter, das dem Rechner erlaubt, mittels eines entsprechenden Co-

ermöglichen, alle Steuerungs- und Abfragefunktionen durchzuführen.

Ein erster Lehrautomat nach dem Prinzip von Bild 8, ergänzt durch Tasten, die dem Schüler die Möglichkeit einer subjektiven Beurteilung des Schwierigkeitsgrades geben, wird zur Zeit in einer Berliner Grundschule erprobt. Weitere vier Lehrautomaten dieses Typs sollen im Laufe des Winters an verschiedenen Orten des Bundesgebiets getestet werden. Mit der Serienfertigung dieses vom Berliner Institut für Kybernetik in Zusammenarbeit mit der Industrie entwickelten Automaten wird für das nächste Jahr gerechnet.

Neben den beiden beschriebenen gibt es Lehrautomaten, die nach einem völlig anderen Prinzip arbeiten. Während die beiden besprochenen Automaten mit Auswahlantworten arbeiten, gibt es Automaten, die Freiwahlantworten zulassen.

Hierbei kann jeder Schüler die Antwort auf eine Frage frei formulieren und mittels einer elektrischen Schreibmaschine in den Automaten eingeben. Der Automat vergleicht dann die eingegebene Antwort

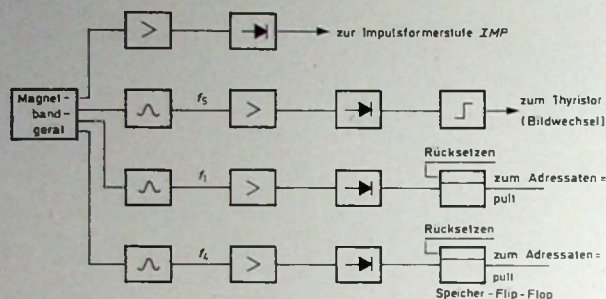


Bild 6. Vereinfachtes Blockschaltbild einer Decodiereinrichtung

binäre 0 zu, dann kann man die Auswahlantworten wie folgt codieren:

Auswahlantwort 1 ist richtig 001

Auswahlantwort 2 ist richtig 101

Auswahlantwort 3 ist richtig 011

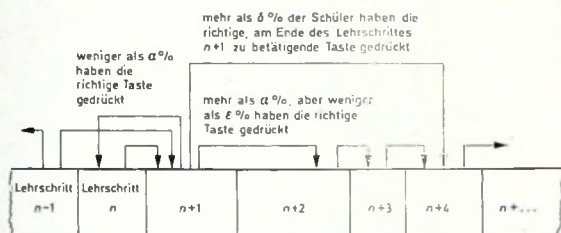
Auswahlantwort 4 ist richtig 111

Die zeitlich aufeinanderfolgenden Impulse der Frequenzen  $f_1$ ,  $f_2$  werden in ein Schieberegister eingelesen und über eine entsprechende Logik ausgewertet.

Welche Lehrleistungen solch einfache Automaten wie der hier geschilderte bereits vollbringen, zeigt die am Institut für Kybernetik gesammelte Erfahrung. Seit einigen Semestern wird Prof. Frank's Vorlesung „Allgemeine Kybernetik I“ von einem Automaten gehalten, der noch etwas einfacher aufgebaut ist, als der hier geschilderte. Der Lernerfolg wurde durch einen Vor- und einen Nachtest der Lernenden ermittelt. Durch einen gleichen Test wurde der Lernerfolg der Hörer ermittelt, die die von Prof. Frank selbst gehaltene Vorlesung „Allgemeine Kybernetik I“ hörten. Dabei stellte sich heraus, daß der Lernerfolg der Automatenhörer größer war als der Lernerfolg der Hörer von Prof. Frank. Das bestätigt unsere Auffassung, daß ein Lehrsystem nach Bild 2 einem Lehrsystem nach Bild 1 überlegen ist.

Der soeben beschriebene Lehrautomat ist zeitadaptiv, das heißt, die Pausenzeit zwischen den einzelnen Lehrschritten ist von den Adressatenreaktionen abhängig. Im Fall c) beispielsweise wäre es wünschenswert, bei Nichterreichen des vorgegebenen Prozentsatzes der richtigen Reaktionen Teile des Lehrprogramms zu wiederholen, bei wesentlichem Überschreiten dieses Prozentsatzes Teile des Lehrprogramms zu überspringen. Damit erreicht man eine bessere Anpassung des Lehrprogrammbauaufbaus an das Adressatenverhalten („Wegadaptivität“). Darüber hinaus besteht im allgemeinen der Wunsch, ein Protokoll über das Adressatenverhalten zur Zeugniserstellung anzufertigen. Die Verwirklichung dieser Forderungen führt für finanzschwache Schulen im Augenblick noch zu einem zu hohen Preis. Um Lehrautomaten auch heute schon eine weite Verbreitung zu sichern, wurde die Idee eines Lehrautomatenbaukastensystems geboren. Die einfachste Ausbaustufe stellt der oben-

Bild 7. Zum Aufbau eines nichtlinearen Lehrprogramms für Parallelschulung (vereinfachtes Beispiel)



des die Adressatenreaktionen nacheinander abzufragen, dann kann die Reaktion jedes Adressaten ausgedruckt werden.

Der Idee des rechnerunterstützten Parallelschulungsautomaten lag unter anderem der Gordon-Helmer-Bericht zugrunde, der voraussagt, daß Rechner in zehn Jahren etwa zehnmal so billig als heute sein werden, sowie die Überlegung, daß das laufend wachsende Bruttosozialprodukt wesentlich höhere Ausgaben für das Bil-

mit dem Repertoire der möglichen Antworten (die ihm vorher mitgeteilt wurden). Ein derartiger Automat, der naturgemäß aufwendiger ist als der nach Bild 8, ist ebenfalls am Institut für Kybernetik entwickelt worden.

Mit diesem Aufsatz sollte versucht werden, Lesern, die sich noch nicht mit dem Gebiet der programmierten Instruktion befaßt haben, dieses näher zu bringen. Diejenigen, die sich mit dem Problem

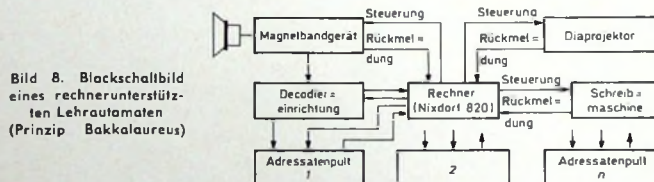


Bild 8. Blockschaltbild eines rechnerunterstützten Lehrautomaten (Prinzip Bakkalaureus)

dungswesen (hoffentlich!) zur Folge haben wird.

Einen Ausschnitt aus einem wegadaptiven Lehrprogramm zeigt Bild 7. Vom Lehrschritt  $n-1$  wird auf den Lehrschritt  $n+1$  gesprungen. Je nachdem, wie groß der Prozentsatz der Schüler ist, der die richtige Auswahlantwort wählt, wird von dort entweder auf den Lehrschritt  $n+4$  gesprungen, linear im Programm fortgefahren, oder auf den Lehrschritt  $n$  zurückgesprungen, der den Schülern Zusatzinformationen vermittelt in der Hoffnung, daß der Prozentsatz der richtig Drückenden beim zweiten Durchlauf des Lehrschritts  $n+1$  größer sein möge.

Der Rechner im Lehrautomaten nach Bild 8 ist die zentrale Steuereinheit. Er kann aufgefaßt werden als ein Gebilde mit einer Vielzahl logischer Schaltungen, die ihm

Lehrautomation näher befassen wollen, seien auf das einschlägige Schrifttum verwiesen.

#### Schrifttum (Auswahl)

- Frank, H. (Herausg.): Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht. Bd. 1 bis 4. Stuttgart und München 1963-1966
- Frank, H. (Herausg.): Kybernetische Maschinen. Frankfurt 1964
- Frank H.: Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. 2. Aufl., Baden-Baden (ersch. Ende 1968)
- Corell, W.: Programmierbares Lernen und Lehrmaschinen. Braunschweig 1965
- Cram, D.: Lehrmaschinen, Lehrprogramme. Weinheim 1965
- Bibliographie: Programmierter Unterricht. Herausgegeben vom Pädagogischen Zentrum Berlin

# Wettersatelliten

Meteorologen sind zwar erfahrungsgemäß sehr zurückhaltend, wenn es darum geht, die unmittelbare Bedeutung der Wettersatelliten für die Qualität der Wettervorhersagen zu beurteilen, jedoch wird niemals bestritten, daß der Einsatz von Wettersatelliten ein großer Gewinn für die Wissenschaft der Meteorologie ist. War doch die Beobachtung des Wettergeschehens „von außen“ ein alter, bisher unerfüllt gebliebener Wunsch der Wetterwissenschaft.

Da Satelliten sich stets im nahezu luftleeren Raum bewegen müssen – sie würden sonst sofort verglühen –, können sie die Erdoberfläche nur über die elektromagnetische Strahlung beobachten. Sie sind somit nicht in der Lage, Luftdruck und Luftströmung unmittelbar festzustellen. Dennoch gewinnen die Wettersatelliten eine Fülle von meteorologischen und auch nichtmeteorologischen Daten. Die Kameras der Satelliten machen Aufnahmen, neuerdings sogar Farbaufnahmen, der Erdoberfläche, die dem Fachmann erstaunlich vielfältige Informationen geben über die Wolkenverteilung und damit über Entstehung und Alterung von Hoch- und Tiefdruckgebieten, Strahlströmen, Warm- und Kaltfronten, Zyklonen und Taifunen. Sozusagen als Nebenprodukt entnimmt der Nicht-Meteorologe den Wetteraufnahmen die Nordgrenze des Schnees, die Vereisung von Gewässern, den Zustand der Vegetation großer Gebiete, die Lage von Dürre- und Überschwemmungszonen, von Küstenlinien, von Resten erodierter Gebirge und erhält vielleicht eines Tages auch Aufschluß über tropische und subtropische Insektenschwärme. Die Infrarotsensoren der Satelliten messen Oberflächentemperatur, Wasserdampfverteilung und Wolkenhöhen und geben den Nicht-Meteorologen Auskunft über Waldbrände, Vulkane und Meeresströmungen. Weil die Absorption und Abstrahlung der Infrarot-Energie abhängig vom Luftdruck ist, läßt sich eine gewisse Vertikalaufklärung und damit eine Bestimmung der vertikalen Temperaturschichtung erreichen.

Da die Aufnahmegeräte für Wetterdaten eine gewisse Richtwirkung haben, müssen die Satelliten lagestabilisiert sein. Außerdem besteht die an sich triviale Forderung, daß sich der Satellit während der Messung in einer günstigen Lage zu dem zu beobachtenden Gebiet befinden muß.

Die ersten Wettersatelliten hatten niedrige, zum Äquator stark geneigte Bahnen (Inklination etwa 58°). Sie rotierten um eine Achse, die zwar im Weltraum, aber nicht relativ zur Erde feststand. Beide Merkmale bewirkten, daß die eingebauten Kameras nur selten (etwa 20 % der Zeit) gegen die Erdoberfläche gerichtet waren. Moderne Satelliten haben polnahe Bahnen und überfliegen damit jede Zone der Erdoberfläche. Zum Teil sind sie lagestabilisiert und zeigen mit ihrer Achse stets gegen den Erdmittelpunkt, zum Teil sind sie drallstabilisiert, wobei jedoch im Gegensatz zu den vor-

genannten Satelliten die Achse senkrecht zur Bahnebene steht. Es ergibt sich so der Eindruck, als ob der Satellit wie ein Rad um die Erde rolle (sogenannte Wheel-Satelliten). Auch in synchronisierte Satelliten, die über dem Erdäquator mit einer Umlaufperiode von 24 Stunden rotieren und deshalb relativ zur Erde stillzustehen scheinen, werden neuerdings meteorologische Instrumente eingebaut. Wegen der großen Entfernung (Bahnhöhe rund 36 000 km) ist jedoch die Auflösung der Geräte begrenzt.

Obwohl die Wettersatellitentechnik noch nicht zehn Jahre alt ist, wurde bereits eine so große Anzahl von – meist erfolgreichen – Programmen durchgeführt, daß ein Überblick nicht ganz leicht fällt. Die militärischen Aufklärungssatelliten, über die ohnehin nur spärliche Informationen zu erlangen sind, die aber mit ihren eingebauten Kameras den Wettersatelliten nahekomen, seien hier nur kurz gestreift. Die amerikanischen Samos-Satelliten fotografieren die Erdoberfläche und stoßen die belichteten Filme in besonderen Behältern so aus, daß sie zur Erde gelangen und dort aufgefangen werden können. Die amerikanischen Midas-Satelliten tragen Infrarotsensoren, deren Signale durch Funk zur Erde übertragen werden [1]. Man darf annehmen, daß wenigstens ein Teil der russischen Kosmos-Satelliten, die nach Erfüllung ihrer Mission zur Erde zurückgeholt werden, mit ähnlichen Einrichtungen versehen ist; bekannt ist dies für den mit Magnetometer, Fernsehkameras, Infrarotsensoren und aktinometrischen Meßgeräten versehenen Kosmos 144 [2].

Bereits der am 17. Februar 1959 gestartete Vanguard 2 hatte eine Abtastvorrichtung, die die Erdoberfläche durch die Satellitenrotation in Verbindung mit der Fortbewegung streifenweise abtasten sollte [3]. Der Satellit torkelte aber so stark, daß aus den übertragenen Zeilen-signalen kein Bild aufgebaut werden konnte. Erfolgreicher war Explorer 6 (7. August 1959), der mit der gleichen Technik einige, wenn auch sehr unscharfe Bilder lieferte. Einen großen Fortschritt brachte die erfolgreiche Tiros-Serie (Tiros = Television and Infrared Observation Satellite). Tiros 1 wurde am 1. April 1960 in seine Umlaufbahn gebracht. Seitdem verging kein Jahr ohne mindestens einen weiteren Start eines Wettersatelliten. Die Tiros-Satelliten sind mit Fernsehkameras und Infrarotsensoren ausgerüstet. Sie lieferten große Mengen an Informationen; allein der am 19. Juni 1962 gestartete Tiros 5 übermittelte in seinen ersten neun Betriebsmonaten 50 000 Wolkenfotografien [4]. Die von den Wettersatelliten Tiros 1 bis 7 gesammelten Daten wurden auf einem eingebauten Magnetbandgerät zunächst gespeichert und von einer in Fairbanks (Alaska) gelegenen Bodenstation dann abgerufen, wenn der Satellit diese passierte. Mit Hilfe konventioneller Übertragungseinrichtungen gelangten die Informationen quer über den amerikanischen Kontinent nach Suitland (Maryland) zur Auswertung in der dortigen Datenzentrale des amerikanischen Wetterdienstes. Der

große Informationsfluß stellte erhebliche Anforderungen an die Kapazität der Übertragungswege; eine Weiterverteilung der Daten an andere Kontinente war wegen der beschränkten Aufnahmefähigkeit der bestehenden Verbindungen außerordentlich schwer, wenn nicht sogar unmöglich. In jedem Fall ergab sich eine für Wetterinformationen besonders nachteilige Zeitverzögerung von mehreren Stunden. Diese Spanne erklärt sich daraus, daß eine gewisse Zeit vergeht, bis der Satellit nach dem Überfliegen eines interessierenden Gebietes in eine günstige Lage zur Abfragestation kommt; darüber hinaus ist noch der für die Datenauswertung und die konventionelle Weiterleitung der Informationen erforderliche Zeitaufwand zu berücksichtigen [5].

Diese Überlegungen führten zu einem Bildübertragungssystem, das den Interessenten in die Lage versetzt, mit einer preisgünstigen Bodenanlage die Wolkenbilder seiner Umgebung (Radius etwa 2000 km) praktisch ohne Zeitverzögerung empfangen zu können. Das System der laufenden Bildübertragung (APT-System = Automatic Picture Transmission System), mit dem Wettersatelliten ab Tiros 8 ausgerüstet sind, erfüllt diese Forderung.

Die für das APT-System vorgesehene Kamera ist mit einem Tegea-Linsensystem (Kinoptic, Paris) ausgerüstet. Die Brennweite ist 5,7 mm bei einem Öffnungsverhältnis von 1:1,8, der Öffnungswinkel 107°. Der Bildwandler arbeitet nach dem Vidikon-System und hat einen Ladungsträger von 11,2 mm × 11,2 mm. Zur leichteren Auswertung dienen winkelförmige Bildmarken. Während der 40 ms dauernden Öffnung des Kameraverschlusses baut sich auf der Speicherplatte ein der Helligkeitsverteilung des Bildes entsprechendes Ladungsrelief auf. Das besondere Problem dabei ist, diese Ladungsverteilung mindestens 200 Sekunden lang unverändert aufrechtzuerhalten, da zwischen Bildwandler und Sender beim APT-System kein Speicher (Magnetbandgerät) vorhanden ist. Das Ladungsrelief wird durch einen Elektronenstrahl abgetastet, dessen Stromstärke die Momentan-Amplitude eines Hilfsträgers (2400 Hz) bestimmt. Die Frequenz dieses Hilfsträgers wird durch eine im Satelliten erzeugte Normalfrequenzeinrichtung konstant gehalten, aus der gleichzeitig die Zeilenfrequenz (4 Hz) abgeleitet wird. Der Modulationsgrad während der Bildübertragung ist 0...80 %. Die Amplitude des Hilfsträgers ist der Helligkeit des jeweiligen Bildelements proportional (Positivmodulation). Der Hilfsträger moduliert die Frequenz eines im Bereich 136...138 MHz liegenden Hauptträgers; es handelt sich also um ein AM-FM-System. Die Frequenzmodulation des Hauptträgers erfolgt mit 10 kHz Hub derart, daß Empfänger mit 40...50 kHz Zwischenfrequenzbandbreite verwendbar sind. Dabei sind die durch die Relativbewegung zwischen Satellit und Bodenanlage entstehende Dopplerverschiebung (etwa ± 3 kHz) sowie eine gewisse Frequenzabweichung durch Ungenauigkeiten der Frequenzbestimmenden Quarze berücksichtigt. Die APT-Sendungen erfolgen einheitlich auf den Frequenzen

Dipl.-Ing. Franz R. Huber leitet die Entwicklungsabteilung der Firma Rohde & Schwarz, München, für UHF/SHF-Antennen, Satelliten-Bodenanlagen und koaxiale Bauelemente.



Bild 1. Wolkenbild des Wettersatelliten Tiros 8 (Mittelmeerküste Nordafrikas, Bildmitte etwa bei Sfax)

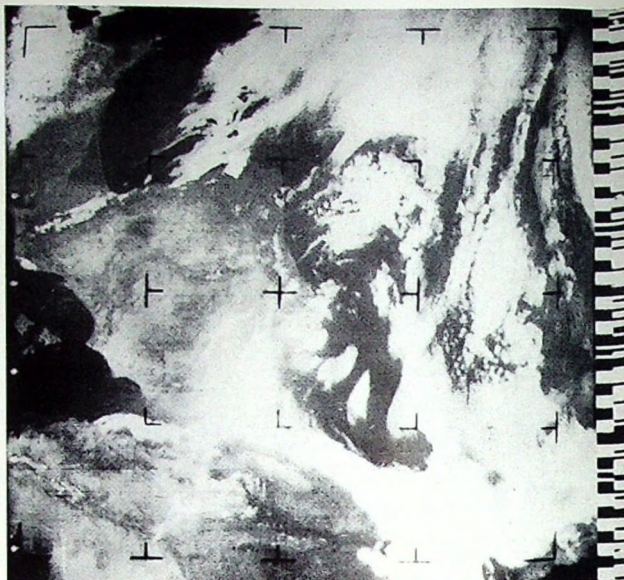


Bild 3. Wolkenbild des Wettersatelliten Nimbus 2 mit Informationscode am Rand (Bildmitte Tyrrhenisches Meer)

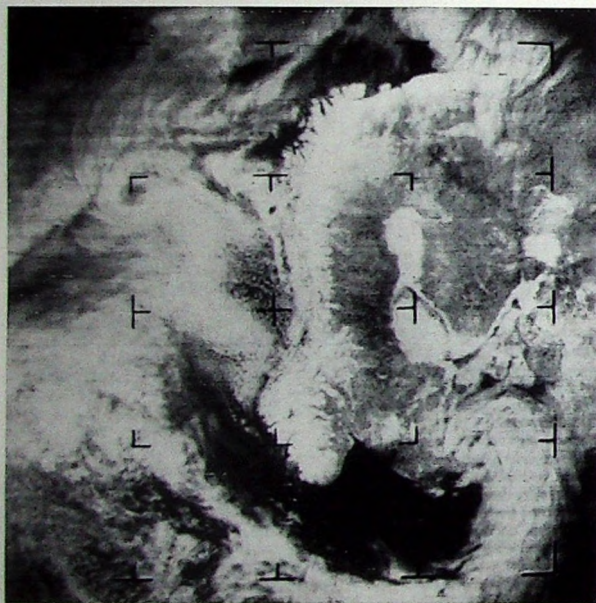


Bild 2. Wolkenbild des Wettersatelliten Nimbus 1 (Skandinavien)

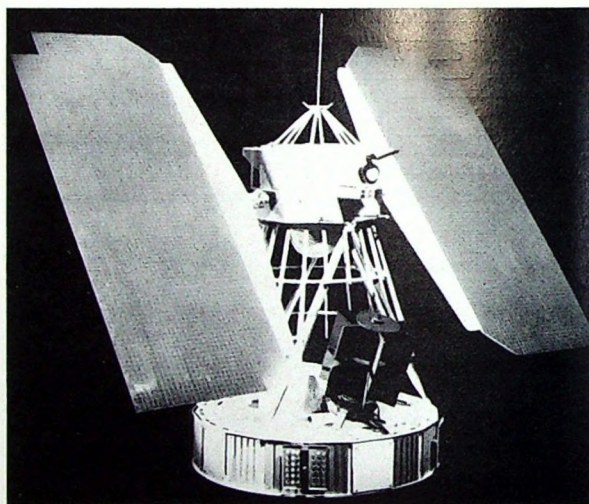


Bild 4. Modell des Nimbus 3. Deutlich erkennbar sind die Sonnenpaddel, der Atomreaktor, der kugelförmige Stickstoffbehälter für die Lagestabilisierung und (oben) eine stablförmige Antenne, darunter Stickstoffdüsen

136,95 und 137,5 MHz mit 5 W Sendeleistung.

Mit dem Erscheinen des ersten APT-Satelliten Tiros 8 (21. Dezember 1963) wurden auch außeramerikanische Interessenten in die Lage versetzt, Wolkenbilder unmittelbar zu empfangen. Bereits im Januar 1963 begann die Sternwarte Bochum Bildsendungen aufzuzeichnen. Im Winter 1963/64 wurde die erste industriell hergestellte Wettersatelliten-Empfangsanlage Europas bei Rohde & Schwarz, München, in Betrieb genommen.

Die Bilder des Tiros 8 hatten bereits eine brauchbare Qualität (Bild 1), wenn sie auch einem Vergleich mit heutigen Bildern nicht standhalten. Besonders interessant

ist die für die frühen APT-Satelliten charakteristische wellenförmige Bildverzerrung. Durch die Drallstabilisierung des Satelliten mit einer Periode von etwa 6 Sekunden veränderte der Satellit und damit auch der die Speicherplatte abtastende Elektronenstrahl fortlaufend seine Lage zum Magnetfeld der Erde. Da die Kamera gegen Magnetfelder mangelhaft abgeschirmt war, beschrieb der Elektronenstrahl eine kleine überlagerte Kreisbewegung mit einer Frequenz von 0,15 Hz, die sich in den Bildern als wellenförmige Verzerrung aller vertikalen Konturen auswirken und gleichzeitig zu horizontalen hellen und dunklen Streifen führen mußte, und zwar mit einer Periode von etwa 25 Zeilen. Die schräge

Bildkante im Bild 1 ist auf die nicht ausreichende Synchronisierung der Zeilenfrequenz zurückzuführen.

Die Satelliten der Nimbus-Serie brachten eine erhebliche Steigerung der Bildqualität (Bild 2). Diese Satelliten sind nicht wie die der Serie Tiros 1 bis 8 raumstabilisiert, sondern sie werden durch Lageregelung mit Hilfe von Stickstoffdüsen auf den Erdmittelpunkt ausgerichtet (Erdstabilisierung). Die Nimbus-Satelliten haben nahezu polare Bahnen (Inklination 99°). Dieser Inklinationswinkel ergibt den besonderen Vorteil der „Sonnensynchronisierung“, so daß der Satellit, während sich die Erde unter ihm hinwegdreht, die einzelnen Bodenstationen stets zur örtlichen Mittags- oder Mitternachtszeit überfliegt.

Nimbus 1 (28. August 1964) wurde bereits nach vier Wochen wegen eines Fehlers in der Energieversorgung betriebsunfähig [6].

Nimbus 2 (15. Mai 1966) hat neben Kameras und Infrarotsensoren, deren Meßwerte gespeichert und von den amerikanischen Bodenstationen abgerufen werden, eine APT-Kamera und als wichtige Neuerung ein DRIR-System (Direct Readout Infrared System). Das DRIR-System wird während der Nachtstunden in Betrieb genommen und sendet die Infrarotbilder der Erdoberfläche, ähnlich wie die APT-Satelliten, sofort aus, so daß sie von den APT-Bodenstationen empfangen werden können. Ein Unterschied ergibt sich für die Aufnahmeapparatur insofern, als die Zeilenzahl nicht 240/min, sondern etwa 45/min beträgt. Die APT-Tagbilder des Nimbus 2 enthalten am rechten Bildrand kodierte Angaben über die Bahndaten des Satelliten und die Aufnahmezeit des Bildes (Bild 3) [6].

Eine verbesserte Ausrüstung ist für die weiteren Satelliten der Nimbus-Serie vorgesehen. Zur Unterstützung der Sonnenbatterien soll versuchsweise ein Atomreaktor der SNAP-Serie (50 W Leistung) eingesetzt werden; das Gerät ist im Bild 4 mit seinen schwarzen Kühlflächen deutlich erkennbar. Eine neue IDCS-Kamera (Image Dissector Camera System) hat an Stelle der Bildspeicherung (Speichervidikon) eine ständige Bildabtastung. Dadurch wird die Satellitenbewegung für das Bildformat mitbestimmend. Der Vorteil des neuen Kamerasystems ist eine erheblich verbesserte Gradation. Leider ist der Start des Satelliten Nimbus B am 19. Mai 1968 gescheitert; für diesen Satelliten war die Bezeichnung Nimbus 3 vorgesehen (die Satellitenprojekte werden vor dem Start mit Buchstaben, nach dem Start mit Zahlen gekennzeichnet).

Das Lageregelungssystem der Nimbus-Satelliten bringt eine gewisse Anfälligkeit und eine begrenzte Lebensdauer mit sich. Diese Nachteile werden durch die Satelliten des TOS-Programms (Tiros Operational System) vermieden. Der erste Satellit dieser Serie war Tiros 9 (22. Januar 1965). Dieser Satellit hat ebenso wie die darauffolgenden der Essa-Serie (Essa = Environmental Survey Satellite) eine nahezu polare Bahn. An Stelle der Erdstabilisierung der Nimbus-Satelliten haben die Essa-Satelliten eine Drallstabilisierung mit zur Bahnebene senkrechter Rotationsachse. Die Kameras sind mit radialer Orientierung am Umfang des „Rades“ angeordnet und werden immer dann ausgelöst, wenn sie zum Erdmittelpunkt zeigen. Eine Vorstellung von der Bildqualität mag Bild 5 geben, das eine Zusammenstellung der in Berlin empfangenen Essa-6-Aufnahmen eines Tages gibt. Der Empfangsbereich erstreckte sich nahezu vom Nordpol bis weit in die Sahara, von Grönland bis zum Tienschan an der russisch-chinesischen Grenze.

Einen vorläufigen Höhepunkt der Wettersatelliten auf niedrigen und mittleren Bahnen dürfte der für 1969 vorgesehene Tiros M darstellen, der als Prototyp für eine weitere Serie von drei Stück gilt. Der Instrumententeil dieses Satelliten wird mit einer Umdrehung pro Erdumlauf rotieren und dadurch die Achsen aller Sensoren gegen den Erdmittelpunkt richten. Zur Stabilisierung im Raum ist ein Schwungradsystem vorgesehen.

Es würde überraschen, wenn sich die Meteorologie nicht auch der Vorteile syn-

chronisierter Satelliten bedienen würde. So wertvoll die hohe Bildauflösung niedrig fliegender Satelliten und die relativ geringe Entfernung zwischen Satellit und Bodenstation ist, so störend wird meist die schnelle Satellitenbewegung mit ihren Komplikationen auch auf seiten der Bodenstation empfunden. Synchronisierte Satelliten überblicken wegen ihrer großen Höhe nahezu die Hälfte der Erdoberfläche und sind somit bestens geeignet, einen schnellen, weiträumigen Überblick zu verschaffen. Synchronisierte Spezial-Wettersatelliten stehen noch nicht zur Verfügung. Als Versuchsausführungen können die Satelliten der ATS-Serie (Applications

Technology Satellite) angesehen werden. Die ATS-Satelliten – insgesamt sind fünf Stück dieser Serie vorgesehen – dienen als Experimentiersatelliten für Nachrichtenübertragungsversuche sowie technologische und meteorologische Experimente [9]. Für meteorologische Zwecke sind vor allem die Farbaufnahmen der Erdoberfläche interessant, die allerdings nicht die Qualität der bekannten Astronautenfotos erreichen und die der Schwarz-Weiß-Aufnahmen (ATS-Wefax-System). Die von der Satellitenkamera (Spin Scan Cloud Camera) aufgenommenen Bilder werden im Gigahertz-Bereich zu der amerikanischen Bodenstation gefunkt. Dort wird aus dem

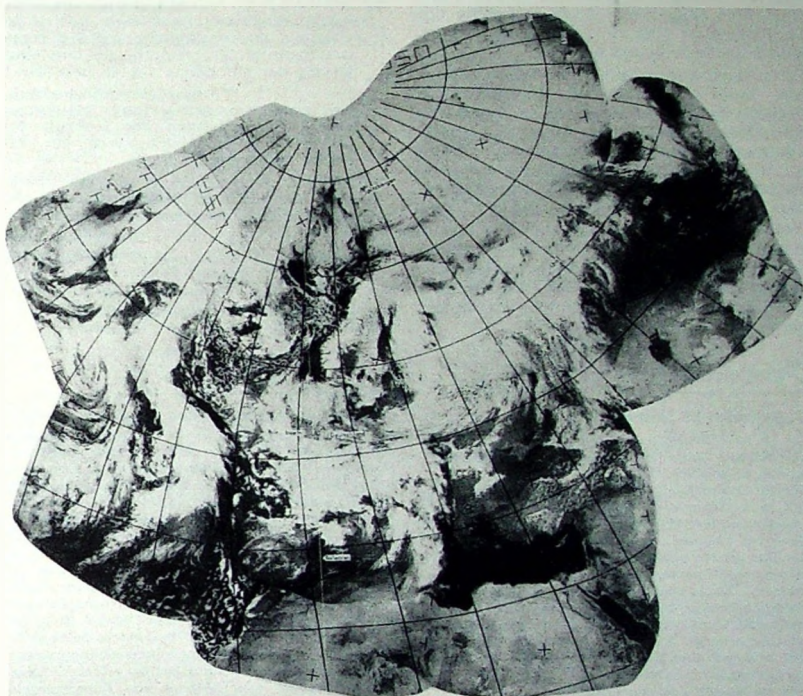


Bild 5 (oben). Wetterbild-Mosaik vom 21. Mai 1968 (APT-Aufnahmen des Essa 6)

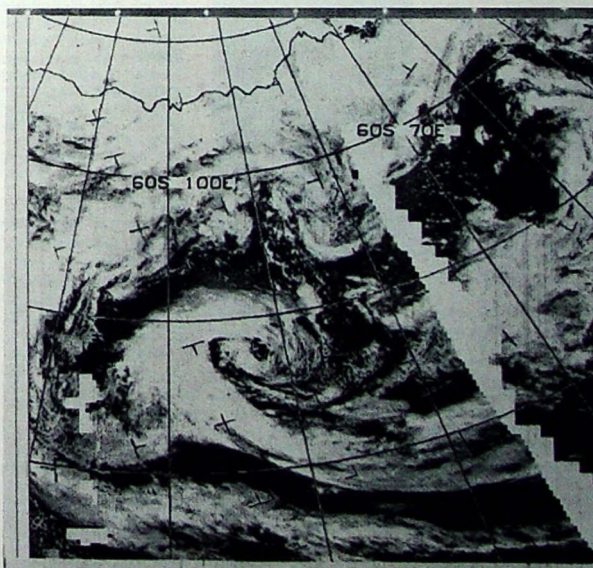


Bild 6. ATS-3-Bild vom 16. November 1967 ▶

2000zeiligen Globalfoto eine Vielzahl von Bildausschnitten gewonnen, die etwa den üblichen APT-Fotos entsprechen. Diese werden im VHF-Bereich wieder zum Satelliten übertragen und von diesem über einen VHF-Transponder abgegeben, so daß sie von den APT-Stationen empfangen werden können. Leider konnten bisher Empfangsversuche in Europa kaum durchgeführt werden. Der Satellit ATS 1 ist über dem Pazifik stationiert und kommt für Europa nicht in Betracht. ATS 2 wies technische Fehler auf [10]. ATS 3 war nur kurze Zeit im November 1967 über dem Atlantik, wurde dann für andere Versuche zum Pazifik dirigiert und kehrte erst im Mai 1968 zum Atlantik zurück. Der Sternwarte Bochum gelang am 17. November 1967 die Aufnahme des im Bild 6 wiedergegebenen Fotos.

Es ist durchaus anzunehmen, daß die ohnehin bereits weitgehend durchgebildete Technik der Wettersatelliten in den nächsten Jahren noch eine weitere Vervollkommenheit erfährt. Wünschenswert wäre es, die Bildauflösung weiter zu steigern. Es ist auch denkbar, daß in Zukunft farbige oder stereoskopische Bilder übertragen werden.

Während der vorliegende Beitrag sich im wesentlichen mit den Eigenschaften der Wettersatelliten befaßt, soll die Technik der Bodenempfangsanlagen Gegenstand eines weiteren Aufsatzes sein.

## Persönliches

### G. Schmidt 85 Jahre

Am 19. Juli 1968 vollendete der Geschäftsführer der *Electroacoustic GmbH* (Elac), Kiel, Gerhard Schmidt, sein 85. Lebensjahr. Der aus Ostpreußen Gebürtige kam nach seiner Tätigkeit in verschiedenen Großbetrieben der Elektrobranche im Jahre 1912 nach Kiel. 1926 wurde von ihm die Firma *Electroacoustic* (Elac) in Kiel mitbegründet. Die Elac gehört auf ihren Spezialgebieten (nautische Anlagen und Phonogeräte) zu den führenden Unternehmen. Als verantwortlicher Gesellschafter-Geschäftsführer war Gerhard Schmidt entscheidend an der Entwicklung und dem Aufstieg dieses Unternehmens beteiligt. Trotz seines hohen Alters nimmt er noch heute lebhaften Anteil an dem Geschehnis der Firma. Die Christian-Albrecht-Universität, Kiel, verlieh ihm 1951 die Würde eines Ehrenbürgers.

### Hans C. Boden 75 Jahre

Der Vorsitzende des Aufsichtsrats der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft AEG-Telefunken, Dr. jur. et rer. pol. Hans Constantin Boden, vollendete am 28. Juli sein 75. Lebensjahr. Der in Braunschweig Geborene studierte als Cecil-Rhodes-Stipendiat an der Universität Oxford und erwarb dort das diplom. of econ. pol. science. Nach Unterbrechung durch den ersten Weltkrieg vollendete er seine akademische Ausbildung an der Universität Würzburg. 1925 wurde der erst 32jährige Dr. Boden, inzwischen Oberratsrat im Reichsfinanzministerium, Mitglied der deutschen Delegation bei der Reparations- und Kriegslasten-Kommission in Paris. Bald darauf erhielt er die Berufung zum Generalsekretär der deutschen Delegation für die Young-Plan-Konferenz in Paris und Den Haag. Geheimrat Dr. Hermann Bücher, der spätere Vorstandsvorsitzende der AEG, lernte Dr. Boden bei diesen Verhandlungen kennen und berief ihn 1929 als seinen persönlichen Berater in die Hauptverwaltung des Unternehmens nach Berlin. Schon nach vier Jahren wurde Dr. Boden Vorstandsmitglied der Gesellschaft.



## Schrifttum

- [1] • Carroll, I. M.: Der elektronische Krieg. Frankfurt a. M./Berlin 1967, Ullstein
- [2] G. G.-I. A.: The Soviet meteorological satellite COSMOS 144. *Telecommunication J. Bd. 34* (1967) Nr. 5, S. 159-160
- [3] • Gauthier, C., u. M. Müller, P.: Raumfahrt. Stetten a. F. 1967, Ehapav-Verlag
- [4] Wüsthoff, P.: Über den automatischen Empfang von Wettersatelliten-Daten. *Fernmelde-Praxis Bd. 40* (1963) Nr. 20, S. 878-883
- [5] Huber, F.R.: Eine Bodenempfangsanlage für Wettersatelliten mit laufender Bildübermittlung. *Rohde & Schwarz-Mitt.* (1965) Nr. 19, S. 175-185
- [6] Haupt, I., u. Mitarbeiter: Wettersatellitenbeobachtungen und ihre Auswertung. Meteorologische Abhandlungen des Instituts für Meteorologie und Geophysik der FU Berlin Bd. 70 (1966) Nr. 2
- [7] Haupt, I.: Wettersatellitenbeobachtungen und ihre Auswertung. Meteorologische Abhandlungen des Instituts für Meteorologie und Geophysik der FU Berlin Bd. 70 (1966) Nr. 1
- [8] Berliner Wetterkarte 14. 5. 1968: Amtsblatt des Instituts für Meteorologie und Geophysik der FU Berlin
- [9] Kaminski, H.: Empfangsstudien mittels ATS-C. *Raumfahrtforschung Bd. 12* (1968) Nr. 1, S. 29-32
- [10] Applications Technology Satellite. *Telecommunication J. Bd. 34* (1967) Nr. 12, S. 473-475

Nach dem zweiten Weltkrieg war Dr. Boden einer der zielbewußten Initiatoren des Wiederaufbaus der AEG. Als Finanzchef des neuen AEG-Vorstands unter dem Vorsitz von Regierungsbaurat a. D. Dr.-Ing. E. H. Friedrich Spennrath spielte er eine maßgebende Rolle in der Geschäftsführung. Hier oblag ihm die seinerzeit besonders schwierige Aufgabe der Finanzierung des Aufbauprogramms der AEG und ihrer Tochtergesellschaften, darunter vor allem der *Telefunken GmbH* und der *Olympia Werke AG*. Das Dr. Boden in diesen Jahren von Wirtschaftskreisen des In- und Auslands entgegengebrachte Vertrauen fiel auch bei seiner Berufung in die deutsche Delegation für den Schumann-Plan im Jahre 1950 ins Gewicht. Seine große Erfahrung bei der Behandlung internationaler Wirtschafts- und Finanzprobleme trat bei seiner Tätigkeit als Vorsitzender oder Mitglied von Außenhandelsbeiräten und -kommissionen der Regierung und der Wirtschaftsorganisationen wie des BDI und der deutschen Gruppe der Internationalen Handelskammer immer wieder hervor. 1956 löste Dr. Boden Baurat Spennrath im Vorsitz ab. Als AEG-Chef setzte er seine vorangegangenen erfolgreichen Bemühungen fort, den Ausbau der Betriebsstätten und der Vertriebsorganisation des Unternehmens bei gleichzeitiger Verbreiterung des Lieferprogramms zu fördern. Sein besonderes Augenmerk galt den Investitionen für die Forschung und Entwicklung.

Im Jahre 1961 gab Dr. Boden die aktive Geschäftsleitung ab und wurde zum Vorsitzenden des Aufsichtsrats gewählt, dem er mit einer kurzen Unterbrechung bis heute vorsteht. Im selben Jahr berief ihn die Internationale Handelskammer (Paris) zu ihrem Präsidenten. Diese Position bekleidete Dr. Boden bis 1963. Anschließend wurde er zum Ehrenpräsidenten gewählt.

1953 wurde Dr. Boden mit dem Großen Bundesverdienstkreuz und 1963 — für seine Verdienste um die Anerkennung der deutschen Wirtschaft im Ausland — mit dem Großen Bundesverdienstkreuz mit Stern und Schulterband ausgezeichnet.

### M. Scheerbarth 75 Jahre

Maximilian Scheerbarth, langjähriger Geschäftsführer der *Deutschen Philips GmbH*, Apparatefabrik Berlin-Mariendorf, wurde am 8. Juli 1968 75 Jahre. Kurze Zeit nach Kriegsende betraute ihn der damalige Geschäftsführer der *Deutschen Philips GmbH*, Theodor Graf Westarp, mit dem Aufbau einer *Philips-Fabrik* in Berlin. Unter schwierigsten Bedingungen errichtete er in der Frankfurterstraße eine Fertigungsstätte, die schon 1947 mehrere hundert Mitarbeiter beschäftigte. In ihr wurden Rundfunkgeräte, später aber auch Plattenspieler und Plattenwechsler gebaut. Maßgeblichen Anteil hatte M. Scheerbarth an dem Bau der nach modernsten Grundsätzen geplanten und gebauten neuen Fabrik in Berlin-Mariendorf, die 1956 bezogen wurde.

Für seine großen Verdienste verlieh ihm Bundespräsident Prof. Dr. Theodor Heuß 1958 das Verdienstkreuz Erster Klasse des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland.

### N. Riessner trat in den Ruhestand

Der langjährige Leiter der *Grundig-Niederlassung Frankfurt a.M.*, Direktor Nikolaus Riessner, trat jetzt in den Ruhestand. Mehr als zwei Jahre über seinen 65. Geburtstag hinaus war er noch aktiv für die *Grundig-Verkaufsorganisation* tätig gewesen. Nikolaus Riessner ist einer der ältesten Angehörigen der „drahtlosen“ Branche. Seit 1953 leitete er die Niederlassung Frankfurt a.M.; 1957 ernannte ihn Max Grundig zum Direktor.

### H. Donn 60 Jahre

Dipl.-Ing. Heinz Donn, Geschäftsführer der *Deutschen Philips GmbH*, Apparatefabrik Berlin-Mariendorf, wurde am 29. Juli 1968 60 Jahre. Nach dem Studium an der TH Hannover, das er 1936 abschloß, war H. Donn in namhaften Firmen der Elektroindustrie tätig und widmete sich der Entwicklung und Produktion von Rundfunk-, Fernseh-, Phono- und Tonbandgeräten. 1960 trat er bei Philips ein und wurde 1961 mit der Leitung der Berliner Apparatefabrik betraut.

### W. Junge bei Kuba Imperial ausgeschieden

Wolfgang Junge, bisher Presschef der *Kuba Imperial GmbH*, ist auf eigenen Wunsch nach fast 4jähriger Tätigkeit am 30. 6. 1968 aus dem Wollenbüttler Firmenverband ausgeschieden. Als Abteilungsleiter hatte er die Presseabteilung zu einem wirksamen Instrument der Geschäftsleitung ausgebaut. Ab 15. Juli 1968 übernahm er jetzt ein Verkaufsbüro in Freiburg und ist im südwest-badischen Raum für den Vertrieb der *Kuba- und Imperial General Electric-Erzeugnisse* zuständig.

Die Pressestelle der *Kuba Imperial GmbH* wird von Frau Barbara Afimus, einer langjährigen Mitarbeiterin der Presseabteilung, übernommen.

### Essa 6-Aufnahmen vom 2. 7. 1968

Die mit Hilfe des Wettersatelliten Essa 6 (s. S. 563—566) von der Abteilung Meteorologische Satellitenforschung des Instituts für Meteorologie und Geophysik der FU Berlin am 2. 7. 1968 durchgeführten, im Titelbild dieses Heftes wiedergegebenen Aufnahmen wurden wie folgt kurz kommentiert:

Übersicht: Die Bewölkung entlang der Tiedruckrinne des alten Wirbels „Y“, dessen Reste südlich Islands und über dem europäischen Nordmeer noch vorhanden sind, hat sich besonders in ihrem südlichen Abschnitt nach Osten verlagert. Dabei hat sich die gestern ziemlich zerrissene Wolkenfront infolge Zufuhr leuchtender Luftmassen aus Südwesten zu einem breiten dichten Wolkenband formiert, das sich von der Biskaya über Westfrankreich, die Britischen Inseln und Norwegen erstreckt. Mit der Ostwärtsverlagerung dieser Wolkenzone und dem mit seinem immer noch umfangreichen Wolkenfeld nach Südwesten gezogenen ehemaligen tropischen Wirbelsturm BRENDA wurde die von Nordafrika bis Finnland reichende fast wolkenlose Hochdruckzone besonders in einer Breite um 50° stärker eingegliedert. Das Wolkenfeld des sehr energiereichen und langlebigen Wirbels BRENDA wird aber jetzt von mehrfach herumgeführter Kaltluft aufgerissen. Seine beiden Ausläufer haben sich inzwischen auch von dem Wirbelzentrum gelöst. Seine Kaltfront erscheint immer noch als ein breites Band dichter Bewölkung, das sich bis zum Elbrusgebirge verfolgen läßt, während sein nördlicher Ausläufer schon stärkere Auflösungsscheinungen zeigt. Er endet in einem Tiedruckgebiet bei etwa 68° N und 91° E, das aus der gestern westlich des Ob-Busens gelegenen Welle hervorgegangen ist. Während der östliche Atlantik unter Hochdruckeinfluß weiterhin wolkenarm ist, erscheint bei etwa 30° W die dichte Stratusbewölkung in nordwestlicher Richtung ziehender Zyklonen.

# Wechselspannungs-Millivoltmeter mit Siliziumtransistoren

Das beschriebene einfache Gerät zur Messung von Wechselspannungen im Millivoltbereich ist mit fünf Silizium-Planar-Transistoren aufgebaut. Netz- und Batteriebetrieb sind möglich. Das Millivoltmeter eignet sich vor allem für Messungen an NF-Verstärkern und Tonbandgeräten.

## 1. Schaltungsaufbau

Das Schaltungsprinzip ist aus Bild 1 ersichtlich. Auf den frequenzkompensierten Eingangsteiler folgt ein rauscharmer Impedanzwandler. Ein Zwischenteiler schließt sich dieser Stufe an. Eingangsteiler und Zwischenteiler sind mechanisch gekuppelt und elektrisch so verbunden, daß sich 12 Meßbereiche ergeben. Von hier gelangt das Signal zum Anzeigeverstärker, an dessen

wobei sich eine Spannungsverstärkung von

$$V = \frac{R_8 + R_9}{R_9} = 10$$

ergibt.

Der Ausgangswiderstand am Kollektor von T2 ist  $R_{out} \leq 100 \Omega$ , so daß die Belastung durch den Zwischenteiler vernachlässigbar ist.

## 1.3. Zwischenteiler und Anzeigeverstärker

Zum leichteren Verständnis ist es zweckmäßig, beide Baugruppen gemeinsam zu betrachten.

Der Anzeigeverstärker arbeitet mit der bei Analog-Rechenverstärkern üblichen

R23 auf Vollausschlag. Die Widerstandswerte der beiden Spannungsteiler wurden weitgehend auf glatte Werte festgelegt, so daß die Widerstände mit einer genauen Meßbrücke aus Werten der Normreihe E12 herausgemessen werden können.

## 1.4. Stromversorgungsteil

Die Stromversorgung erfolgt über Netz oder Batterien. In beiden Fällen wird über eine Z-Diode stabilisiert. Als Spannungsquellen werden drei normale Taschenlampen-Flachbatterien mit 4,5 V verwendet. Zur Vermeidung von Brummeinstreuungen ist der Batteriebetrieb vorzuziehen. Erfahrungsgemäß wird aber doch mitunter das Abschalten vergessen, so daß die Batterien im entscheidenden Augenblick leer sind. Daher sollte man auf den Netzzusatz nicht verzichten.

## 2. Mechanischer Aufbau

Der Aufbau der Schaltung ist nicht sehr kritisch. Es kann für die beiden Verstärker eine der handelsüblichen Experimentierplatten verwendet werden. R1 und C1 werden direkt in den Schalter S1 eingelötet, während die übrigen Teilerwiderstände auf der Platine Platz finden. Das Netzteil ist möglichst gut vom Verstärker zu trennen. C13 sollte unmittelbar am Verstärker angeschaltet sein. Für das Instrument M1 kann jede 100-µA-Ausführung

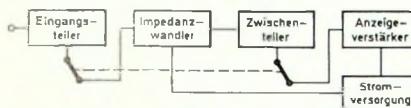


Bild 1: Blockschaltbild des Millivoltmeters

Bild 2 (unten): Gesamtschaltbild des Millivoltmeters

## Technische Daten

- Meßbereiche:  
1, 3, 10, 30, 100, 300 mV,  
1, 3, 10, 30, 100, 300 V
- Eingangswiderstand:  
≥ 500 kΩ in den  
Bereichen 1 bis 30 mV,  
≥ 1 MΩ in den Berei-  
chen 100 mV bis 300 V
- Frequenzbereich:  
20 Hz bis 100 kHz
- Stromaufnahme: etwa 11 mA

Ausgang des Anzeigeelement liegt. Im Bild 2 ist das komplette Schaltbild zusammengefaßt.

## 1.1. Eingangsteiler

Mit dem Eingangsteiler können die Teilerverhältnisse 1:1, 1:100 und 1:1000 gewählt werden. Um den Frequenzgang bis 100 kHz linear zu halten, sind die 3 Kompensationskondensatoren C1, C2 und C3 eingesetzt, von denen jedoch nur C1 als Trimmer ausgeführt zu werden braucht. Bei C2 und C3 genügt das Ausmessen auf ihre Sollwerte mit einer Meßbrücke, da Schaltkapazitäten hier nicht mehr eingehen. In den Meßbereichen von 100 mV Vollausschlag aufwärts ist der Eingangswiderstand praktisch nur durch

$$R_1 + R_2 + R_3 = 1 \text{ M}\Omega$$

bestimmt. Die Eingangskapazität ist je nach Aufbau weniger als 10 pF. Bei den Bereichen bis 30 mV Vollausschlag liegt zu R1 und C1 der Eingangswiderstand  $R_{in} \geq 1 \text{ M}\Omega$  des Impedanzwandlers parallel, so daß hier der Wirkanteil des resultierenden Eingangswiderstandes  $\geq 500 \text{ k}\Omega$  ist.

## 1.2. Impedanzwandler

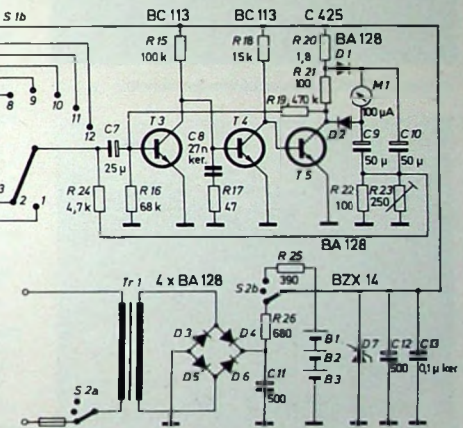
Der Impedanzwandler besteht aus dem NPN-Transistor T1 und dem PNP-Transistor T2. Die Stufe ist vom Kollektor von T2 auf den Emitter von T1 gegengekoppelt,

Ing. (grad.) Rudolf Daubach ist Mitarbeiter der SGS-Fairchild GmbH, Stuttgart.

Gegenkopplungstechnik. Die Schaltung besteht aus den Stufen T3, T4 und T5. Die Stabilisierung der Arbeitspunkte erfolgt durch Gegenkopplung über R19. Ein zweiter Gegenkopplungsweig führt vom Ausgang über R24 zur Basis von T3. Die Größe dieses Widerstandes und des jeweils durch S1b vorgeschalteten Teilerwiderstandes bestimmt die Spannungsverstärkung des Anzeigeverstärkers. Zwischen dem Ausgang von T2 und dem Verbindungspunkt C9, C10 ist zum Beispiel in Schalterstellung 11 (Bereich 100 V) dieser

$$\text{Wert } V = \frac{4,7}{47} = 0,1. \text{ Auf Grund der aus-}$$

gangsseitigen Niederohmigkeit des Impedanzwandlers T1, T2 treten als Teilerwiderstände nur die Werte von R11 bis R14 in Erscheinung. Am Ausgang des Anzeigeverstärkers liegen die Dioden D1 und D2, die in Verbindung mit C9 und C10 sowie R22 und R23 als Spannungsverdoppler für M1 arbeiten. R21 bestimmt den Skalenverlauf der Anzeige. Bei R21 = 100 Ω ist die Skala etwa ab 20 % des Vollausschlages weitgehend linear. Bei größeren Werten für R21 wird die Linearität verbessert, doch wandert dann wegen des vergrößerten Instrumentenstromes im nicht ausgesteuerten Zustand der elektrische Nullpunkt nach oben, so daß ein Teil der Skala für die Anzeige verlorengeht. Die Eichung erfolgt mit



mit  $R_1 \approx 2 \text{ k}\Omega$  verwendet werden. Das Netzteil wurde für einen 12,6-V-Heiztransformator ausgelegt und kann entsprechend einem vorhandenen Typ leicht abgeändert werden. Für R23 ist Schraubenziehereinstellung vorgesehen. Die Meßgenauigkeit hängt von den Widerständen R1, R2, R3, R11, R12, R13, R14 und R24 ab, so daß hierfür einprozentige Meßwiderstände zu verwenden sind oder aber diese Werte genau ausgemessen werden müssen.

## 3. Abgleich

Der Abgleich von R23 erfolgt im Bereich 10 mV. Es wird eine Spannung von 10 mV, 1 kHz an den Eingang gelegt und M1 mit R23 auf Vollausschlag eingestellt. Zum Abgleich von C1 benötigt man eine Spannung von 10 mV, 100 kHz. Im gleichen Meßbereich wird dann M1 mit C1 auf Vollausschlag abgeglichen. Nach Beendigung dieser Abgleichvorgänge sind die Meßbereiche 1 mV, 10 mV, 100 mV usw. auf den Skalen-Endwert, die Meßbereiche 3 mV, 30 mV, 300 mV usw. auf 94 % des Skalen-Endwertes abgeglichen.

## Die Entstehung einer integrierten Schaltung

Die monolithische integrierte Schaltung stellt ohne Zweifel eine der markantesten und faszinierendsten Entwicklungen auf dem Gebiet der Halbleitertechnik seit der Erfindung des Transistors dar. Die Bildergeschichte erläutert die Hauptphasen der Herstellung integrierter Schaltungen am Beispiel des Produktionsprozesses in einem der größten Halbleiterwerke der Welt, der *Motorola Semiconductor Products Inc.*, Phoenix (USA).

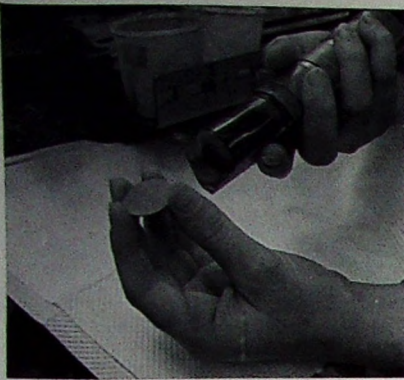


Bild 1. Vom Rohblock geschnittene Scheibe

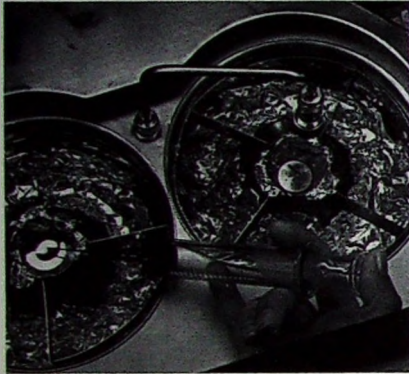


Bild 2. Auftragen einer Fotoschicht

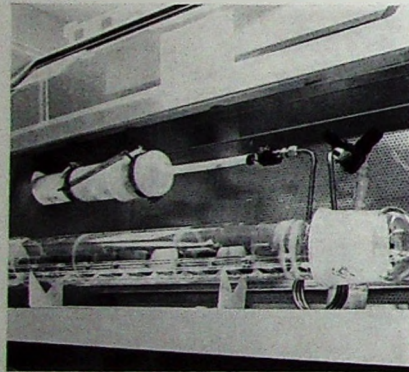


Bild 3. Der Diffusionsprozeß

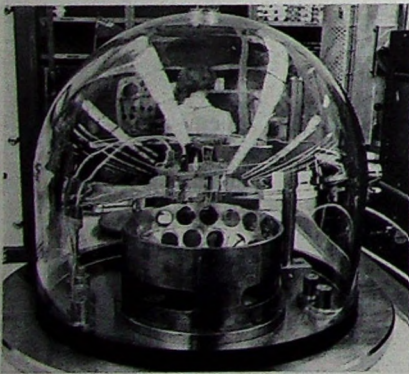


Bild 4. Aufdampfen der elektrischen Leitungswege

Bild 5. Das endgültige Schaltkreisbild

**Phase 1: Der Kristallisationsprozeß.** Der Herstellungsprozeß beginnt im Kristallisationsofen mit geschmolzenem, extrem reinem Silizium, dessen Verunreinigungen nur in Größenordnungen von  $10^{-12}$  liegen dürfen. Nach der Dotierung mit extrem genau kontrollierten Mengen eines zweiten Elements (Bor) wird ein Kristallkeim von oben in das geschmolzene Silizium eingeführt und langsam wieder herausgezogen. Dabei „gefriert“ ein gewisser Teil des geschmolzenen Siliziums auf dem Kristallkeim und läßt ihn „wachsen“. Es entsteht ein Einkristall-Silizium-Rohblock (P-Material). Dieser Prozeß nimmt mehrere Stunden in Anspruch.

**Phase 2: Zerschneiden, Läppen, Polieren, Oxydieren.** Ist der Rohblock abgekühlt, wird er von automatisch gesteuerten Diamantsägen in papierdünne Scheiben zerschnitten (Bild 1). Bevor man sie weiterverarbeitet, werden sie auf eine präzise Dicke geläppt und spiegelblank poliert, damit während der folgenden Bearbeitungsprozesse eine epitaxiale Schicht „wachsen“ kann. Gleichzeitig bildet die spiegelblanken Oberfläche nach einer später folgenden Oxydierung zu Siliziumdioxid eine Schutzschicht. Damit hat die Scheibe drei Schichten: eine P-Schicht, darauf die N-Schicht und schließlich die Schutzschicht aus  $\text{SiO}_2$ .

**Phase 3: Beschichten und Belichten.** Im Photo-Resist-Laboratory, einem „orangefarbenen“ Raum, wird auf die Oberfläche der Scheiben die Emulsion einer lichtempfindlichen Fotoschicht aufgetragen (Bild 2). Die so beschichteten Scheiben setzt man nun einem ultravioletten Licht aus, und zwar durch eine schwarze Maske hindurch, die speziell präpariert und präzise ausgefluchtet wird. Sie ist genau mit den Details übereinstimmend schabloniert, die gebraucht werden, um die einzelnen elektronischen Komponenten einer jeden integrierten Schaltung herstellen zu können. Beispielsweise korrespondieren die festen oder dunklen Stellen der Maske mit den Teilen der Scheibe, die später zu Transistoren, Widerständen und Dioden werden. Da die Fotoschicht, die nun die Scheiben bedeckt, lediglich auf das blaue Ende des Spektrums empfindlich reagiert, läßt sich im Laboratorium relativ helles, „blau-freies“ Licht verwenden.

**Phase 4: Fotochemischer Entwicklungsprozeß.** Jetzt wird das latente, auf die Fotoschicht projizierte Bild entwickelt und anschließend fixiert oder gehärtet. Dabei wird die weiche, unbelichtete Emulsion in der Entwicklerlösung aufgelöst, während die mit UV-Licht bestrahlte und damit gehärtete Emulsion nicht angegriffen wird.

**Phase 5: Prüfen, Ätzen, Waschen, Prüfen.** Ein Prüfer kontrolliert sorgfältig jede Struktur auf den Scheiben, um sicherzustellen, daß alle reproduzierten Bilder ihr korrektes Aussehen während des Entwicklungsprozesses zurückerhalten haben. Im Ätzraum werden nun die Scheiben in Säure getaucht, die das glasähnliche Siliziumdioxid von den „entwickelten“ Stellen entfernt. Unter der harten Fotoschicht bleibt es erhalten. Anschließend taucht man die Scheiben in heiße Schwefelsäure, um die haltengebliebenen Teile der Schicht abzuwaschen. Es schließt sich eine erneute sorgfältige Prüfung an.

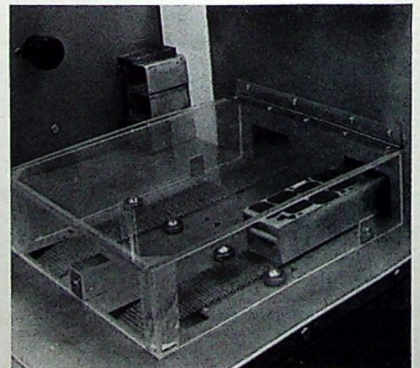
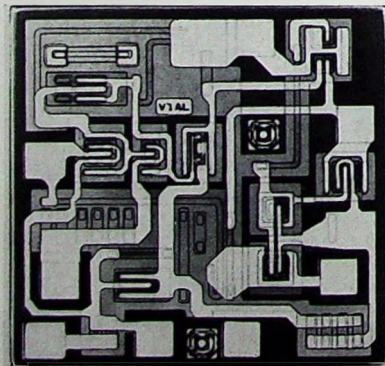
**Phase 6: Diffusion.** Jetzt ist alles bereit für den Diffusionsprozeß. Im hierfür bestimmten Ofen werden heiße Gase, die genau bestimmte Mengen N- oder P-Material enthalten, über die stark erhitzten Siliziumscheiben geführt (Bild 3). Hierbei diffundieren die Gase in jene Bereiche der Scheibe ein, die nicht mehr den Siliziumdioxid-Schutzmantel haben. Nach einer exakt vorgeschriebenen Diffusionszeit strömt heiße Luft in den Ofen, die durch Oxydation eine neue Schutzschicht erzeugt.

**Phase 7: Wiederholung der Phasen 3 bis 6.** Erneut kommen die Scheiben in das Photo-Resist-Laboratory, wo sie wiederum, unter Verwendung einer anderen Maske, ultraviolettem Licht ausgesetzt werden. Die bereits beschriebenen Phasen (Belichten, Entwicklung, Ätzen und Diffundierung) wiederholen sich dreimal. Auf diese Weise werden dünne „Inseln“ hergestellt, die jetzt die für die einzelnen elektronischen Komponenten gewünschten elektrischen Eigenschaften aufweisen.

**Phase 8: Mechanische und elektrische Kontrollen.** Unter starken Mikroskopen werden mehrere optische Kontrollen durchgeführt, um die mechanischen Ergebnisse der Verfahren zu überprüfen. Den Abschluß eines jeden Diffusionsprozesses, der die elektrische Charakteristik der Siliziumscheibe verändert, bildet eine Kontrolle dieser Eigenschaften mit einer Dreipunkt-Prüfspitze. Durch das Ansetzen der Spitze an ganz bestimmten Stellen jeder Scheibe werden deren elektrische Eigenschaften auf einem Oszillografen dargestellt und anschließend ausgewertet.

Klaus Günther und Jürgen Scheiding sind Mitarbeiter der *Motorola Halbleiter GmbH*, Wiesbaden.

Bild 6. Auftragen einer dünnen Glashaut



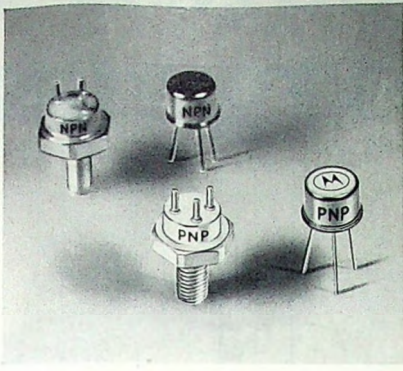


Bild 14. Motorola-Gehäuseformen: Flachgehäuse (l.), Metallgehäuse (M.), „Unibloc“-Plastic-Gehäuse (r.)



Bild 13. Die Öfen für den Ausbrennprozeß

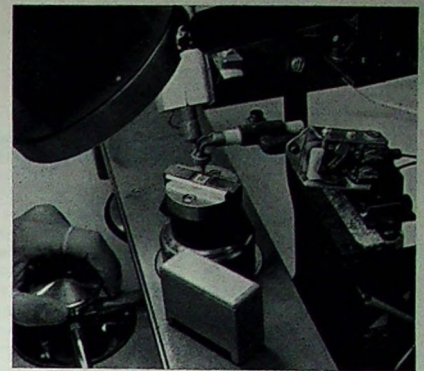


Bild 12. Kontaktierung der einzelnen Schaltungen

**Phase 9: Der Bedampfungsprozeß.** Nachdem die Scheiben viermal belichtet, entwickelt und geätzt wurden, kommen sie in einen Vakuumbedampfer (Bild 4). Dienten die Diffusionsphasen dazu, separate elektronische Komponenten auf jeder Scheibe herzustellen, so entsteht beim Bedampfungsprozeß die elektrisch leitende Verbindung zwischen diesen Komponenten. Aluminium oder ein anderes gut leitendes Material wird verdampft und schlägt sich auf der Oberfläche der Scheibe als dünner Film nieder. Durch erneute Maskierung und Ätzung entsteht nun das tatsächliche Schaltkreisbild (Bild 5). Der Metallfilm wird hierbei von allen Stellen entfernt, an denen er nicht notwendig ist. Zurück bleiben miteinander verbundene, metallisierte Platte zwischen den Komponenten der integrierten Schaltungen.

**Phase 10: Bildung einer Glashaut.** Zum Schutz der integrierten Schaltung erhält die Siliziumscheibe nun eine dünne Glashaut (Bild 6). In das Glas werden feine Löcher eingeätzt, durch die später die Kontaktierung der Anschlußdrähte erfolgt. An diesem Punkt des Produktionsprozesses sind die Scheiben mit ihren mannigfaltigen, individuellen Schaltungen komplett. Heute können 100 bis 500 integrierte Schaltungen auf einer einzigen Siliziumscheibe hergestellt werden. Bild 7 zeigt den Ausschnitt einer Siliziumscheibe, bei der allein schon in der mittleren Spalte 17 integrierte Schaltungen untereinander untergebracht sind. Bei dieser Serienfertigung verringern sich naturgemäß die Kosten je Schaltung ganz erheblich.

**Phase 11: Der „100%-Test“ mit Prüfmarkierung.** Obwohl nun die Scheiben komplettiert sind, haben sie damit längst nicht alle Verarbeitungsschritte durchlaufen. Die sich anschließende Kontrolle mit dem 100%-Prüfgerät ist von außerordentlicher Bedeutung. Bild 8 zeigt in der Mitte eine Schaltung auf der Siliziumscheibe, die über Prüfspitzen von einem angeschlossenen Computer getestet wird. (Eine fehlerhafte Schaltung wird markiert und nicht mehr verwendet.) Dieser Prüfvorgang ist hochautomatisiert, um menschliche Fehler auszu-schalten. Das Prüfgerät wird zwar manuell eingestellt, jedoch entscheidet der Computer, der mit den Prüfspitzen verbunden ist, ob die getestete Schaltung allen Anforderungen 100%ig entspricht. Fehlerhafte Schaltungen erhalten automatisch Tinten-Punkte, so daß sie erkannt und später aussortiert werden können.

**Phase 12: Trennen der Schaltungen und Aussortieren.** Jetzt wird jede Scheibe in die einzelnen Schaltungen zerlegt. Mit einer Diamantnadel wird sie angeritzt. Ein leichter Druck auf die Rückseite genügt, sie zu zerteilen (Bild 9). In der „High Power Die Inspection Area“ werden die mit Tinte markierten Schaltungen automatisch aussortiert. Daran schließt sich eine optische Kontrolle mit einem Hochleistungs-Mikroskop an (Bild 10). Denn obwohl jetzt die Schaltungen elektrisch einwandfrei sind, könnten andere Fehler, beispielsweise ein sehr feiner Kratzer, ihre Lebenszeit verkürzen.

**Phase 13: Aufschweißen und Prüfen.** Die einzelnen Schaltungen werden unter sehr hoher Temperatur auf eine Grundplatte aufgeschweißt und erneut kontrolliert (Bild 11), um sicherzustellen, daß eine feste Verbindung besteht.

**Phase 14: Kontaktieren, Auswaschen, Ausbrennen.** Unter der Lupe werden feine Drähte — sie haben nur ein Drittel der Dicke eines menschlichen Haares! — auf die metallisierten Flächen der Schaltungen geschweißt und mit den Anschlußstiften auf der Grundplatte verbunden (Bild 12). Die fertig verdrahteten Teile werden dann in einem besonderen Verfahren mit extrem reinem Wasser ausgewaschen sowie anschließend ausgebrannt und so von allen Unreinheiten befreit (Bild 13).

**Phase 15: Einbau in das Gehäuse.** Auf die Grundplatte wird eine Kappe gesetzt, die das Innere hermetisch gegen äußere Einflüsse abschließt. Dabei sind eine Vielzahl von Gehäuseformen möglich. Als Material kann Metall, Keramik und Kunststoff verwendet werden, um die Schaltungen einzuschließen (Bild 14).

**Phase 16: Endkontrolle und Qualitätsprüfung.** Als letztes durchlaufen die fertigen Schaltungen noch einmal mehrere Kontrollstufen. Beispielsweise werden sie verschiedenen Temperaturschocks unterworfen, in einer Zentrifuge einem sehr hohen Druck ausgesetzt und mit Helium auf Dichtigkeit geprüft. Es schließt sich der individuelle, computerkontrollierte Test verschiedener elektrischer Bedingungen an. Und zu guter Letzt erwartet die einwandfreien Schaltungen noch während einer Qualitätskontrolle ein Stichprobentest.

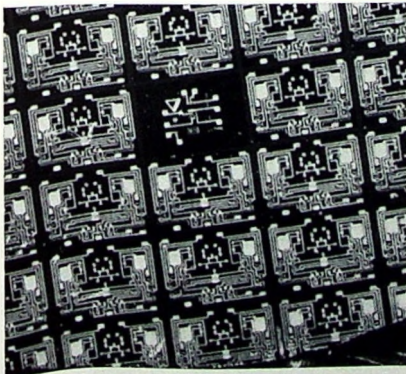


Bild 7. Ausschnitt aus einer Siliziumscheibe mit fertigen integrierten Schaltungen

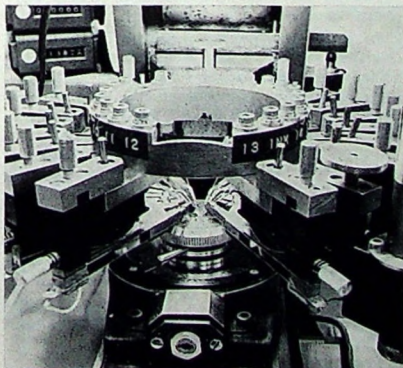


Bild 11. Kontrolle der Verbindung mit der Grundplatte



Bild 10. Kontrolle durch ein Hochleistungs-Mikroskop



Bild 9. Trennung der einzelnen Schaltungen

◀ Bild 8. Der „100%-Test“

## Nur eine Antennensteckdose für zwei Fernsehgeräte

Mit der Einführung des Farbfernsehens wurde für die Fernsehteilnehmer ein Problem aktuell: der Anschluß zweier Fernsehgeräte, des Farbempfängers und des Schwarz-Weiß-Empfängers, an eine einzige Antennensteckdose. Obwohl mit dem Farbempfänger auch die heute immer noch vorherrschenden Schwarz-Weiß-Programme empfangen werden können, so wird man sich von dem bisherigen Schwarz-Weiß-Gerät im allgemeinen doch nicht trennen, zum Beispiel um die teure Farbbildröhre zu schonen oder um den Schwarz-Weiß-Empfänger als Zweitgerät zu verwenden, damit man in einem an-

tungsinduktivitäten lassen sich durch diese Technik genügend klein halten.

Für fast das gesamte Frequenzband wird eine Rauschzahl von  $F = 5 \dots 7$  (entsprechend  $5 \dots 7 \text{ kT}_0$ ) erreicht (Bild 3). Das entspricht einer Grenzempfindlichkeit, die besonders im UHF-Bereich von 470 bis 862 MHz bei älteren Fernsehempfängern kaum erreicht wird.

Ein wichtiger Gesichtspunkt für die Qualität der übertragenen Signale ist die Aussteuerung des Verstärkers. Der Störabstand gegen Kreuzmodulation muß bei Bereichsverstärkern mindestens 60 dB betragen.

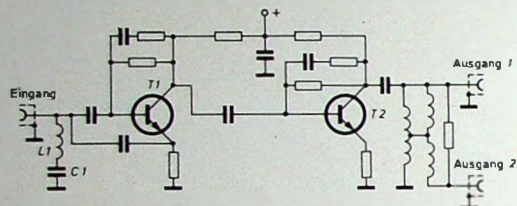


Bild 1. Schaltung des Zweitgerätverteilers mit Verstärker

Bild 2. Verstärkung (a) und Entkopplungsdämpfung der Ausgänge (b) des Verteilungsverstärkers in Abhängigkeit von der Frequenz

Bild 3. Rauschzahl  $F$  des Verteilungsverstärkers

deren Raum gleichzeitig ein anderes Programm sehen kann.

Der Anschluß zweier Fernsehgeräte an eine einzige Antennensteckdose ist jedoch nicht ohne weiteres möglich, da sie sich bei gleichzeitigem Betrieb gegenseitig stören würden. Deshalb hat Siemens zwei Zweitgerätverteiler entwickelt, und zwar einen ohne Verstärker (für Antennenanschlüsse mit hohem Signalpegel) und einen mit Verstärker (für schwache Signale oder für ältere Empfänger). Im zuletzt genannten Fall ist noch zusätzlich eine Qualitätsverbesserung zu erreichen, weil der Fernsehempfänger ein etwa dreimal größeres Eingangssignal erhält. Die freie Wahl zwischen allen angebotenen Programmen in allen Fernsehbereichen muß auch beim Zwischenschalten des Verteilungsverstärkers für beide Fernsehgeräte möglich sein. Der Zwischenverstärker muß also als Breitbandverstärker für ein Frequenzband von 47 bis 862 MHz ausgelegt sein.

Bei dem Verteilungsverstärker handelt es sich um einen zweistufigen RC-Verstärker (Bild 1). Durch Strom- und Spannungsgegenkopplung wird in dem jeweils interessierenden Frequenzbereich eine annähernd gleichmäßige Verstärkung erreicht (Kurve a im Bild 2).

Der mechanische Aufbau ist so gewählt, daß parasitäre Kopplungen vermieden werden. Bei den hier vorliegenden hohen Frequenzen machen sich nämlich bereits kleine Lageänderungen von Widerständen und Kondensatoren sowie Lageänderungen der Anschlußdrähte zwischen den Bauelementen bemerkbar. Dies gilt besonders für die Emittierwiderstände, für die Masewiderstände mit Kappen verwendet werden. Diese Gefahren wurden durch konstruktive Maßnahmen, besonders aber durch die gedruckte Schaltung vermieden, die einen mechanisch und elektrisch stabilen Aufbau gewährleistet. Vor allem die schaltungsmäßig sehr ungünstigen Lei-

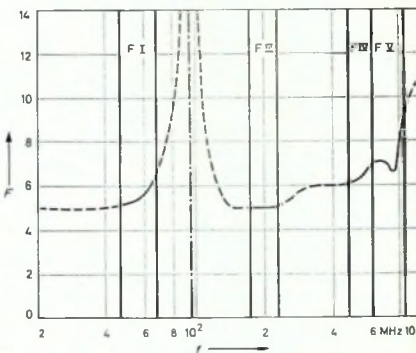
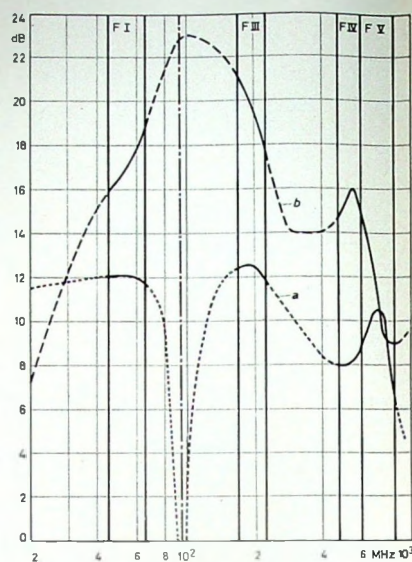
Der maximal zulässige Kanalpegel bei Aussteuerung mit zwei Signalen ist für diesen Störabstand beim Verteilungsverstärker 92 dB $\mu$ V, bei Aussteuerung mit fünf Signalen 88 dB $\mu$ V. Stören kann nur der UKW-Bereich, dessen Oberwellen in die Fernsehkanäle des Bereichs III fallen. Um solche Störungen zu verhindern, wurde am Eingang des Verteilungsverstärkers der Saugkreis L1, C1 angeordnet, der den UKW-Bereich dämpft.

Vor den Verstärkerausgang ist ein Zweifachverteiler geschaltet, der nach dem Prinzip der Gabelschaltung arbeitet. Infolge der hohen Rückwärtsdämpfung der Gabelschaltung sind die Empfänger-eingänge so weit entkoppelt, daß sich die angeschlossenen Empfänger nicht gegenseitig beeinflussen können (Kurve b im Bild 2).

Das Zweitgerät kann auch in einem Nebenraum aufgestellt werden. Dafür gibt es heute Antennenanslußkabel mit bis zu 10 m Länge. Der Verstärker gleicht aber auch noch die Leitungsverluste eines auf 25 m verlängerten Anschlußkabels aus.

Bei hohen Pegeln an der Antennensteckdose kann selbstverständlich der Breitbandverstärker entfallen und die zuerst genannte Ausführung des Zweitgerätverteilers ohne Verstärker eingesetzt werden. Hier ist also nur die Gabelschaltung vorhanden.

Da der Breitbandverstärker mit Transistoren bestückt ist, konnten die äußeren Abmessungen und das Gewicht klein gehalten werden. Zusammen mit dem Stromversorgungsteil ist der Verstärker in einem grauen Kunststoffgehäuse mit den Abmessungen 16 cm  $\times$  12 cm  $\times$  7 cm untergebracht. Der Stromverbrauch ist so gering, daß er kostengünstig nicht ins Gewicht fällt. Deshalb und auch wegen der elektrischen Dimensionierung kann der Zweitgerätverteiler ununterbrochen am Netz angeschlossen bleiben. Das Gerät genügt darüber hinaus voll den einschlägigen Sicherheitsvorschriften. Dieser Punkt verdient Erwähnung, weil die Antennensteckdose (und



damit auch der Verteiler) meistens in der Nähe des Fußbodens an der Wand montiert wird und keine Gefährdung im Haushalt darstellen darf.

### „Fundstellennachweis“

Wenn man etwas verliert, ist es nicht immer ganz verloren. Oft findet sich ein FINDER; der Platz, an dem er den Gegenstand gefunden hat, ist für ihn eine Fundstelle. Gibt er diesen Gegenstand freundlicherweise in einer Sammelstelle für gefundene Gegenstände ab, dann besteht auch für mich bei Nachfrage in einem solchen Fundbüro (oder einer solchen Fundstelle) die Möglichkeit, meinen Gegenstand wiederzufinden. Solche Fundbüros (oder Fundstellen) gibt es viele. Ein „Fundstellennachweis“ würde für mich eine Liste bedeuten, in der die Adressen solcher Fundstellen aufgeführt sind.

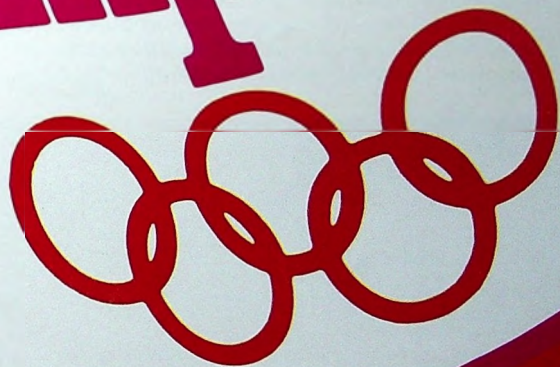
Sucht man in einem älteren Jahrgang einer Zeitschrift irgendeinen Aufsatz oder eine Notiz, dann nimmt man sich zuerst das Inhaltsverzeichnis vor. Da in diesem Verzeichnis etwas gesucht wird, sagt mancher Verlag zu dem Inhaltsverzeichnis auch Suchverzeichnis. Oft (nicht immer) wird an Hand dieses Verzeichnisses der gesuchte Beitrag auch auf einer bestimmten Seite (also an einer bestimmten Stelle) des Jahrganges gefunden. Diese Stelle wäre vom „Sucher“ aus gesehen die Fundstelle. Warum soll also der Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen seinem Amtsblatt nicht einen „Fundstellennachweis“ beilegen, anstatt dazu schlicht Inhaltsverzeichnis zu sagen.

-e

Dipl.-Ing. Hans Bi e b l ist Mitarbeiter der Siemens AG.

**Philips ruft  
zur großen...**

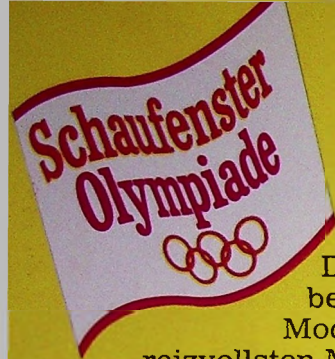
# **Schaufenster Olympiade**



**Ladies first – meine Herren!**

Statt ursprünglich geplanter Einzelreisen nach Mexiko, fliegen jetzt – auf vielfachen Wunsch der Damen – 40 Damen und Herren in die Mode-Metropole des Südens. Rom erwartet Sie.





Dekorieren Sie Ihr Schaufenster mit Philips Fernsehgeräten und Werbematerial und schon gehören Sie zu den Gewinnanwärtern der großen Philips Schaufenster-Olympiade. Doch wie bei der Olympiade selbst, liegen auch hier die Gewinnchancen in der besten Leistung. Die ersten Preise für die besten Dekorationen: 40 Reisen für 20 Ehepaare nach Rom.

Der Botschafter der Alta berth - präsentiert Ihrer Modelle seiner Kollektion. reizvollsten Mannequins der Tiber-ziel jeder Frau: Ein Schuberth - Modell

Sie fliegen am 8. 11. 68 mit der Linienmaschine 1. Klasse. Sie landen gegen Mittag auf dem römischen Flughafen Leonardo da Vinci.

Sie wohnen im exklusiven Hotel Excelsior auf der weltberühmten Via Veneto im Herzen von Rom.

Sie erleben einen Reigen bunter Überraschungen wie Sie in keinem Reiseplan zu finden sind:

Kreuzfahrt durch 3000 Jahre

In modernen Reisebussen durchfahren Sie die nahezu 3000jährige Vergangenheit dieser großen Stadt. Mit Besichtigung der Peterskirche und den vatikanischen Museen. Bummel durch die mondänen Einkaufsstraßen. Prunkvolle Geschäftshäuser laden zum Schauen und Kaufen, Cafes zur Erfrischungspause und pulsierendes Leben fordert zum Abend ohne Ende ... doch schon wartet Philips mit neuen Überraschungen auf.

Emilio Schuberth bittet zum Cocktail ...

Ihr großer Tag meine Damen beginnt mit einem Cocktail und endet mit einem Traum-Modell von Emilio Schuberth. Nicht gleich zum Mitnehmen, aber am Weihnachtsabend wird es Ihnen überreicht.

... und Philips lädt zum - doch nein, wir wollen nicht alles vorwegnehmen. Genießen Sie Rom - mit all seiner bunten Vielseitigkeit; aktuell und folkloristisch - am Tag und bei Nacht. Genießen Sie diese erregend schöne Reise mit

PHILIPS!

Moda - Emilio Schuberth - präsentiert Ihrer Modelle seiner Kollektion. Vorgeführt von den Stadt. Das Traum-nach eigener Wahl.



*Ich freue mich sehr, die Sieger im Philips  
Farbfernseh - Schaufenster Wettbewerb bei meiner  
Inszenierung in Rom begrüßen zu können*  
Emilio Schuberth



21. - 100. Preis

Das exquisite Parfüm, das den Namen seines Schöpfers trägt: Emilio Schuberth.



101. - 3000. Preis

Sonderprägungen des mexikanischen Olympia-Pesos für Sammler, Liebhaber und Freunde edler Dinge von besonderem Wert.

Das alles liegt greifbar vor Ihnen. Greifen Sie zu. Allein das Foto Ihres Philips Schaufensters genügt zum Gewinnen. Bitte, senden Sie das Foto an die Deutsche Philips GmbH „Schaufenster-Wettbewerb“, 2000 Hamburg 1, Postfach 1093.



Die Bewertung, ob das Schaufenster vom werblichen Standpunkt mit „gut“ zu bezeichnen ist, erfolgt durch eine Wettbewerbs-Jury. Bei mehr als 20 mit „gut“ beurteilten Schaufenster-Dekorationen erfolgt die Preisverteilung in Gegenwart eines Notars unter Ausschluss des Rechtsweges. Gehören Sie zu den Gewinnern, erhalten Sie innerhalb einer Woche Nachricht. Die Gewinne sind nicht auszählbar, können jedoch auf Familienmitglieder oder Angestellte Ihrer Firma übertragen werden. Wir wünschen Ihnen viel Glück beim Wettbewerb und viel Erfolg mit Philips Farb-Fernsehgeräten.

# Ihr erster Schritt nach Rom:

Das verkaufswirksame Philips Schaufenstermaterial. (Als einziger deutscher Fernsehgeräte-Hersteller bietet Ihnen Philips mexikanische Original-Plakate)



▲ **Aufstellplakat.** Nur 30 x 40 cm ist dieser vierfarbige Plakataufsteller groß. Er findet überall seinen Platz: auf dem Ladentisch und im Fenster.



☺  
**Dabeisein mit PHILIPS Fernsehen**

▲ **Hintergrunddekoration**  
Mit diesem vierfarbigen Großplakat (60 x 80 cm) bekommt Ihr Fenster einen dekorativen Mittelpunkt, der nicht zu übersehen ist.

▶ **Mobile.** Es dreht sich beim kleinsten Luftzug – und Bewegung zieht die Blicke auf sich! Hängen Sie es deshalb an eine besondere Stelle in Ihrem Geschäft.



▲ **3-D-Dekoration.** Eine plastische Vordergrunddekoration aus den mexikanischen Original-Plakaten. Verstellbar in den Abmessungen. Grundmaße 90 x 30 cm.



◀ **Fensterkleber.** Dieser Fensterkleber ist 30 x 70 cm. Er ist besonders gut für die Innenfläche der Tür oder die Seitenflächen des Fensters geeignet.

▶ **Deckenhänger.** Dieser dreiteilige Deckenhänger beansprucht nur wenig Platz. Da er über den Geräten hängt, versperrt er die Sicht nicht.



◀ **Bildschirmkleber**  
Ein Plastikstreifen – leicht anzubringen und rückstandslos abzulösen zur farbenfrohen Kennzeichnung der Philips Geräte.

....nimm doch  
**PHILIPS**  
Fernsehen



Bitte fordern Sie dieses Material per Postkarte direkt von der Deutschen Philips GmbH, Schaufenster-Wettbewerb, 2 Hamburg 1, Postfach 1093.

# Netzteile für halbleiterbestückte Fernsehgeräte

In Fernsehgeräten mit Röhrenbestückung wird zur Erzeugung der Betriebsspannungen üblicherweise eine Einweggleichrichterschaltung mit anschließender Siebung durch RC-Glieder verwendet. Der Einfluß von Netzspannungsschwankungen auf die Horizontalablenkschaltung wird durch einen VDR-Widerstand und Schirmgittergegenkopplung in der Zeilen-Endstufe klein gehalten. Da bei Verwendung von Halbleiterbauelementen im Horizontalablenkteil die Betriebsspannungsschwankungen selbst nicht ausgeglichen werden können, muß die Betriebsspannung unabhängig von Schwankungen der Netzspannung konstant gehalten werden. Außerdem muß im Netzteil dafür gesorgt werden, daß bei Hochspannungsüberschlägen die Versorgungsspannung zusammenbrechen kann, da sonst die Halbleiter des Ablenkteils zerstört werden. Der Netzbrumm am Ausgang sollte kleiner sein als 0,5% der Ausgangsspannung, da sich der Brumm sonst störend im Bild bemerkbar macht. Die hier beschriebenen Netzteile liefern eine Gleichspannung von 110 V bei einem Strom von 0,45 A. Diese Forderungen ergeben sich zum Beispiel bei der Verwendung eines abschaltbaren Thyristors BT 103 im Horizontalablenkteil und der Gewinnung der übrigen Versorgungsspannungen des Fernsehgerätes durch Gleichrichtung der Hinlaufspannung an einer Teilwicklung des Zeilentransformators.

## 1. Netzteil 1

Bild 1 zeigt ein Netzteil mit Netztransformator und anschließende Serienstabilisierungsschaltung. Der Netztransformator wurde als Spartransformator ausgeführt, wodurch sich die Kerngröße gegenüber einem Transformator mit getrennten Wicklungen erheblich verkleinert. Man kommt hier schon mit einem EI-66-Kern aus.

Mit einem Siliziumgleichrichter wird die transformierte Spannung gleichgerichtet und mit dem anschließenden Regelnetzteil konstant gehalten. Dieses Regelnetzteil soll Lastschwankungen, Netzspannungsschwankungen

widerstand  $R_V$  der größte Teil der Spannung ab, und der Transistor wird spannungsmäßig nicht überlastet. Allerdings muß der Transistor eine Sperrspannung von mindestens 45 V haben, da im Falle einer 10%igen Netzüberspannung am Transistor etwa 42 V vernichtet werden müssen. Das ergibt für den Transistor bei 10%iger Netzüberspannung eine Dauerbelastung von etwa 20 W. Die bei dieser Belastung entstehende Wärme muß durch eine genügend große Kühlfläche abgeführt werden. Die Funktion des Regelnetztes darf als bekannt vorausgesetzt werden. Der Widerstand  $R_S$  begrenzt die im Ablenkteil auftretenden Stromspitzen bei Hochspannungsüberschlägen, so daß die Halbleiter des Horizontalablenkteils geschützt sind.

gegenüber der Netzspannung um 90° phasenverschoben. Der Zündzeitpunkt ist von der Phasenverschiebung und der Größe der Steuerwechselspannung abhängig. Da der Thyristor zündet, wenn die Spannung an der Steuerelektrode positiv gegenüber der Spannung an der Kathode wird, muß zum Zündzeitpunkt die Steuerwechselspannung größer als die Spannung am Ladekondensator werden. Das ist aus Bild 3 ersichtlich.

Bild 3 a zeigt die Spannung  $U_{RV1}$  am Vorwiderstand  $R_V$ , die in ihrem Verlauf dem Ladestrom proportional ist, und gestrichelt die Netzspannung. Der Thyristor wird im Zeitpunkt  $t_1$  eingeschaltet. Sobald die Netzspannung unter die Spannung am Ladekondensator sinkt (Zeitpunkt  $t_2$ ) schaltet  $Th$  wieder ab. Die mit 1 bezeichneten

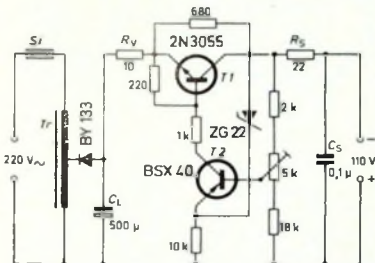


Bild 1. Netzteil mit Spartransformator und Transistorschaltung zur Serienstabilisierung

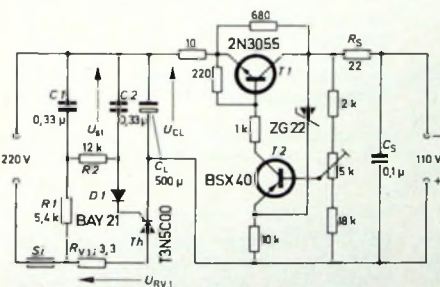
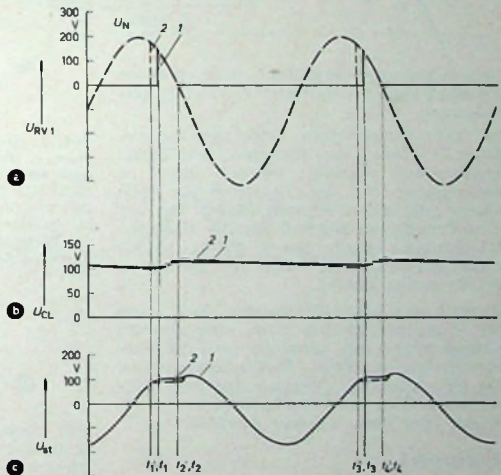


Bild 2. Thyristor-Netzteil mit anschließender Transistor-Serienstabilisierung

Bild 3. Spannungsverläufe beim Thyristor-Netzteil nach Bild 2: a) Spannung am Vorwiderstand  $R_V$ , b) Spannung  $U_{CL}$  am Ladekondensator  $C_L$ , c) Steuerwechselspannung  $U_{st}$



kungen sowie den Netzbrumm ausregeln. Da im Kurzschlußfall der maximal zulässige Strom durch den Längstransistor nicht überschritten werden darf, wurde eine Strombegrenzung mit Hilfe des Vorwiderstandes  $R_V$  vorgenommen. Beim Weglassen eines Vorwiderstandes würde im Kurzschlußfall die gesamte Spannung des Ladekondensators am Längstransistor liegen, und dieser müßte eine sehr große Spannungsfestigkeit haben.

Da der Transistor  $T1$  als Serienregelglied im Kurzschlußfall leitend ist, fällt am Vor-

## 2. Netzteil 2

Bild 2 zeigt ein Netzteil, bei dem der in der Schaltung nach Bild 1 verwendete Spartransformator und die Siliziumdiode durch eine Thyristorschaltung ersetzt wurden. Durch Phasenanschnittsteuerung wird nur ein Teil der positiven Halbwelle zur Aufladung des Ladekondensators verwendet. Die am Ladekondensator  $C_L$  auftretende Gleichspannung wird dabei durch den Einschaltzeitpunkt des Thyristors und den Vorwiderstand  $R_V$  bestimmt. Dieser Vorwiderstand begrenzt den Ladestrom unter den für den Thyristor zugelassenen Wert.

Damit der Thyristor  $Th$  nicht schon zu Beginn der positiven Spannungshalbwelle zündet, wird die Zündwechselspannung

Kurven zeigen die Zustände bei kleinerer Last. Bild 3 c zeigt die Steuerwechselspannung  $U_{st}$  vor der Diode  $D1$ , Bild 3 b die Spannung  $U_{CL}$  am Ladekondensator.

In der Zeit, in der der Thyristor leitend ist, steigt infolge des Ladestroms die Spannung am Ladekondensator  $C_L$  und fällt durch die Belastung nach dem Sperren des Thyristors bis zum nächsten Zündpunkt  $t_3$  wieder ab. Die mit 2 bezeichneten Kurven zeigen den Vorgang bei größerer Belastung. Bei größerer Belastung wird die abfallende Flanke steiler, und der Thyristor zündet schon zum Zeitpunkt  $t_1'$ , weil die Steuerspannung schon hier die Spannung am Ladekondensator übersteigt. Die Belastungsschwankungen werden auf diese Weise also ausgeglichen.

Bei Netzspannungsschwankungen ändert sich auch die Zündwechselspannung, und die Kondensatorspannung  $U_{C1}$  schwankt mit. Aus diesem Grunde muß hinter das Thyristornetzteil noch ein Regelnetzteil geschaltet werden. Hierzu kann das Regelnetzteil von Bild 1 verwendet werden.

Für die  $90^\circ$ -Phasennachdrehung sind zwei Phasendrehglieder  $R1, C1$  und  $R2, C2$  erforderlich, da einerseits die Phasendrehung relativ groß sein muß, jedoch andererseits die Widerstände  $R1$  und  $R2$  so niederohmig sein müssen, daß noch genügend Steuerstrom fließen kann. Durch die Diode  $D1$  wird die negative Spannungshalbwelle der Steuerspannung auf einen Wert unterhalb der maximal zulässigen negativen Spannung begrenzt.

Da die Größe der Ausgangsspannung von der Phasenlage der Steuerspannung abhängt, kann man durch Verändern der Phasendrehglieder die Spannung am Ladekondensator  $C1$  variieren. Eine kleinere

zahnähnliche Komponente überlagert ist (s. Bild 5c). Damit diese Spannung die Größe der Referenzspannung  $U_R$  erreicht, wird die Netzspannung durch den Spannungsteiler  $R3, C2$  und  $R4 + R5$  heruntergeteilt. Gleichzeitig wird durch dieses Netzwerk die Phase der Steuerwechselspannung gegenüber der Netzspannung vorgekehrt. Im Zeitpunkt  $t_1$  überschreitet die Basisspannung  $U_{B0}$  die Referenzspannung  $U_R$ ; es fließt Basisstrom, und der Transistor  $T1$  wird leitend. Zum Zeitpunkt  $t_2$  wird die Referenzspannung von der Basisspannung unterschritten, und der Transistor  $T1$  sperrt. Wegen des fließenden Basisstroms wird die maximale Basisspannung im Bild 5c auf die Z-Spannung begrenzt. Die sägezahnähnliche Spannung  $U_{B1}$  vor dem Widerstand  $R7$  ist gestrichelt eingezeichnet.

Die Vorgänge am Kollektor des Transistors  $T1$  werden aus dem Kollektorspannungsverlauf  $U_{C0}$  (Bild 5b) ersicht-

Netzspannung ist dort gestrichelt dargestellt.

Die in dem Phasendrehglied erzeugte Phasenvordrehung der Steuerspannung gegenüber der Netzspannung ist notwendig, weil der Transistor von dem Zeitpunkt an leitend sein muß, an dem die positive Halbwelle die Spannung am Ladekondensator  $C4$  übersteigt. Ist der Transistor in diesem Zeitpunkt noch nicht leitend, dann zündet der Thyristor schon hier und leitet während der Dauer der ganzen positiven Halbwelle. Da der Phasenschnittzeitpunkt von der Größe der Steuerspannung abhängig ist, kann die Ausgangsspannung durch Ausbildung des Widerstandes  $R5$  als Potentiometer eingestellt werden.

Die mit 1 bezeichneten Kurven im Bild 5 zeigen die Spannungsverläufe in der Schaltung bei Netznormalspannung und die mit 2 bezeichneten bei Netzunterspannung. Aus Bild 5c wird ersichtlich, daß bei Netzunterspannung die Gleichspannungskomponente der sägezahnähnlichen Spannung kleiner wird, wodurch der Einschaltzeitpunkt  $t_2'$  früher erfolgt. Infolgedessen fließt der Ladestrom in den Kondensator  $C4$  länger, und die Ausgangsspannung bleibt konstant. Der Einfluß von Netzspannungsschwankungen

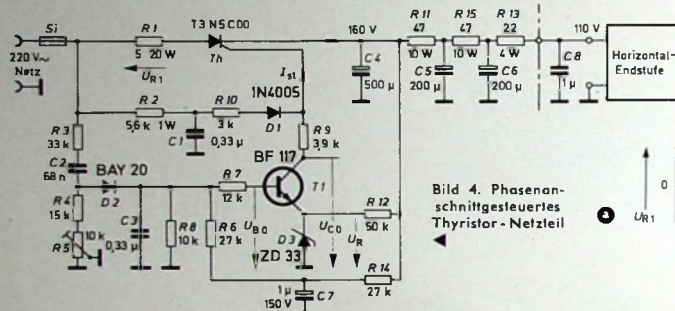


Bild 4. Phasenschnittgesteuertes Thyristor-Netzteil

Phasendrehung vergrößert, eine größere Phasendrehung verringert die Ausgangsspannung.

Bei sehr kleiner Last neigt sich die abfallende Flanke der Spannung am Ladekondensator weniger; deshalb kann es vorkommen, daß der Thyristor nur jede zweite oder dritte Periode zündet. Bei der Verwendung als Netzteil für die Horizontalablenkung kann dieser Effekt jedoch nicht auftreten, da sich die Belastung relativ wenig ändert.

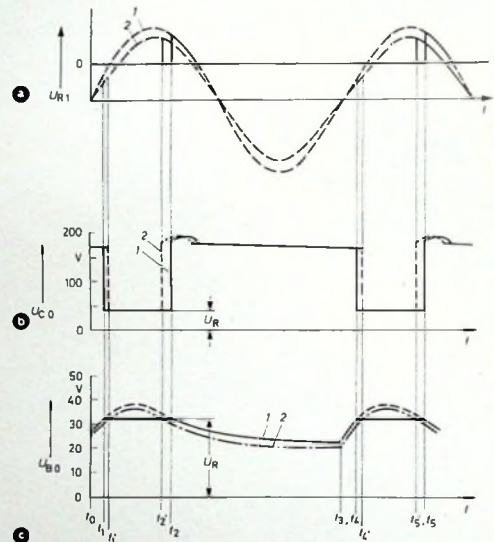
Anstatt des Vorwiderstandes  $R_{V1}$  kann zur Strombegrenzung auch eine Drossel eingesetzt werden. Dadurch wird die Verlustleistung an dieser Stelle herabgesetzt. Da sich jedoch die Version mit dem Vorwiderstand als die wirtschaftlichere erwies, wurde hier diese Lösung gewählt.

### 3. Netzteil 3

Bild 4 zeigt die Schaltung eines Thyristor-Netzgerätes [1], bei dem die Netzspannungsschwankungen durch Veränderung des Phasenschnittzeitpunktes ausgeglichen werden. In der bisherigen Technik wurde die Veränderung des Phasenschnittzeitpunktes durch ein veränderbares Phasendrehglied durchgeführt. Da diese Methode ohne Verwendung eines Transformators Schwierigkeiten bereitet, wird hier mit Hilfe des Spannungsvergleichs einer sägezahnähnlichen Spannung mit einer Referenzspannung gearbeitet. Die Referenzspannung  $U_R$  wird an der Diode  $D3$  gewonnen.

Infolge Gleichrichtung der an den Widerständen  $R4$  und  $R5$  stehenden Wechselspannung mit Hilfe der Siliziumdiode  $D2$  entsteht an der Basis des Transistors  $T1$  eine Gleichspannung  $U_{B0}$ , der eine säge-

Bild 5. Spannungsverläufe beim phasenschnittgesteuerten Thyristor-Netzteil nach Bild 4: a) Spannung  $U_{R1}$  am Vorwiderstand  $R1$ , b) Kollektorspannung  $U_{C0}$  des Transistors  $T1$ , c) Basisspannung  $U_{B0}$  des Transistors  $T1$



lich. Zum Zeitpunkt  $t_2$  fließt über  $R2, R10$  und  $D1$  in die Steuerelektrode des Thyristors ein positiver Steuerstrom  $I_{st}$ , da der Transistor sperrt und damit ein gegenüber der Kathode positives Potential an der Steuerelektrode liegt. Dabei wird durch  $R2$  und  $C1$  die Zündspannung gegenüber der Netzspannung in der Phase vorgekehrt, damit zum Zündzeitpunkt  $t_2$  die Zündspannung groß genug ist. Die Siliziumdiode  $D1$  begrenzt während der negativen Halbwelle die negative Spannung am Steueranschluß auf einen zulässigen Wert. Wegen des positiven Steuerstroms wird der Thyristor leitend, und es fließt so lange Strom, bis die Netzspannung kleiner wird als die Spannung am Ladekondensator  $C4$  und der Thyristor abschaltet. Die während des leitenden Zustandes des Thyristors auftretende Spannung  $U_{R1}$  am Vorwiderstand  $R1$ , deren Verlauf proportional dem Ladestrom des Kondensators  $C4$  ist, zeigt Bild 5a. Die

gen wird also schon von der Netzseite her durch Steuerung ausgeglichen. Die Wirksamkeit dieser Steuerung hängt vom RC-Glied  $R8, C3$  ab, das im wesentlichen die Steigung der sägezahnähnlichen Spannung  $U_{B0}$  im Abschaltzeitpunkt bestimmt. Da sich auf diese Steigung die Toleranzen der passiven Bauelemente des Spannungsteilers und des RC-Gliedes auswirken, muß diese Einwirkung durch eine zusätzliche Regelung von der Kathode des Thyristors (Spannung am Ladekondensator) her über den Spannungsteiler  $R14, R6, R8$  zur Basis des Transistors verkleinert werden.

Zur Glättung der Ausgangsspannung – am Ladekondensator  $C4$  stehen etwa 20 V Brumm – dienen die Siebglieder  $R11, C5$  und  $R15, C6$ . Durch diese Siebglieder vermindert sich der Netzbrumm auf einen Wert unterhalb 0,5 % der Speisespannung. Ein weiteres Siebglied  $R13, C8$  verringert die im Ablenkteil auftretenden Strom-

spitzen bei Hochspannungsüberschlägen, so daß der Endstufentransistor beziehungsweise -thyristor geschützt ist. Der Innenwiderstand dieses Netzgerätes liegt mit etwa 130 Ohm relativ hoch, jedoch wirkt er sich auf die Bildbreitenänderung in

entstehende trapezförmige Spannung  $U_{E1}$  liegt am Emittor des Transistors  $T1$  (Bild 8 c). Über den Widerstand  $R3$  wird der Kondensator  $C2$  verzögert aufgeladen. Diese im Bild 8 b gezeigte Spannung  $U_{B2}$  liegt an der Basis des Transistors  $T2$ .

Durchschalt Augenblick entstehende Spannungssprung gelangt über den Kondensator  $C3$  an die Steuerelektrode des Thyristors, und dieser wird leitend. Den durch den nun fließenden Ladestrom des Kondensators  $C4$  am Vorwiderstand  $R1$  entstehenden Spannungsabfall zeigt Bild 8 a. Der Triggerimpuls an der Steuerelektrode des Thyristors ist im Bild 8 d dargestellt.

Da sich bei Netzspannungsschwankungen über den Spannungsteiler  $R4, R6, R7$  von der Netzseite her und über den Spannungsteiler  $R5, R6, R7$  von der Lastseite her das Emittorpotential des Transistors  $T2$  und damit die Ansprechschwelle der Kippschaltung ändert, wird eine Verschiebung des Zündzeitpunktes erreicht, und die abgegebene Gleichspannung bleibt konstant. Mit dem Potentiometer  $R6$  kann die Ausgangsspannung eingestellt werden.

An Stelle der im Kippstufen verwendeten Transistoren kann auch ein entsprechendes Vierschichtelement eingesetzt werden.

\*

Bei den Netzteilen 2, 3 und 4 kann es wegen des hohen Oberwellenanteils der dabei auftretenden Stromspitzen zu Störungen im Rundfunkbereich kommen. Zur Verhinderung dieser Störungen kann vor die Netzteile ein LC-Glied geschaltet werden, wie es im Bild 7 angedeutet ist. Bei Verwendung einer Drossel an Stelle des Vorwiderstandes  $R1$ , der den Thyristorstrom begrenzen soll, kann diese in Verbindung mit einem Kondensator das er-

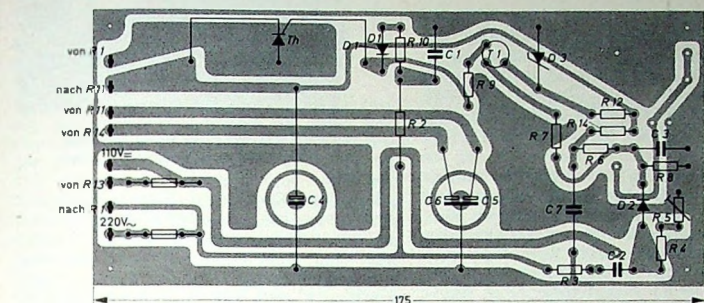


Bild 6. Gedruckte Platte zum phasenanschnittgesteuerten Thyristor-Netzteil nach Bild 4

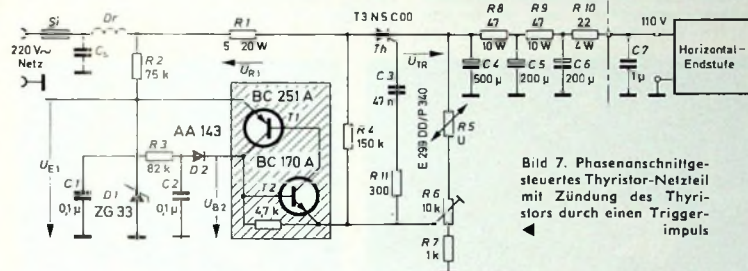


Bild 7. Phasenanschnittgesteuertes Thyristor-Netzteil mit Zündung des Thyristors durch einen Triggerimpuls

Abhängigkeit von Strahlstromänderungen positiv aus.

Der Vorwiderstand  $R1$  des Thyristors  $Th$  dient zur Begrenzung des Thyristorstroms und wird durch den großen Ladestrom des Kondensators  $C4$  stark belastet. Um diese Verlustleistung zu senken, kann ebenso wie im Schaltungsvorschlag nach Bild 2 eine Drossel eingesetzt werden. Da jedoch der Vorwiderstand  $R1$  preisgünstiger sein dürfte als eine Drossel, wurde hier die Verlustleistung in Kauf genommen.

Bild 6 zeigt die gedruckte Leiterplatte für das Netzteil nach Bild 4.

#### 4. Netzteil 4

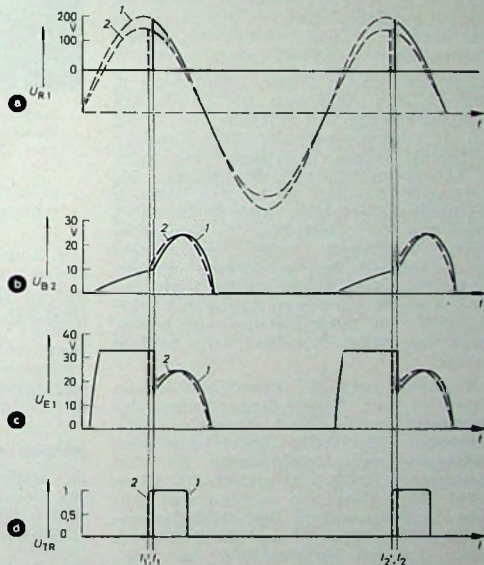
Bei der Schaltung nach Bild 7 handelt es sich ebenfalls um eine Einweg-Phasenanschnittschaltung, bei der die Netzspannungsschwankungen durch Verändern des Phasenanschnittzeitpunktes ausgeglichen werden. Die Zündung des Thyristors  $Th$  erfolgt hier durch einen Triggerimpuls, der über  $C3$  an die Steuerelektrode des Thyristors gelangt. Dieser Triggerimpuls wird durch eine Kippschaltung erzeugt, die aus der Zusammenschaltung eines PNP-Transistors ( $T1$ ) und eines NPN-Transistors ( $T2$ ) besteht und sich ähnlich verhält wie eine Vierschichtdiode.

Bild 8 zeigt die Spannungsverläufe in der Schaltung, und zwar gelten die mit 1 bezeichneten Kurven bei Netznormalspannung und die mit 2 bezeichneten bei Netzunterspannung.

Bei der positiven Halbwelle der Netzwechselspannung lädt sich der Kondensator  $C1$  über den Widerstand  $R2$  auf, wobei die Z-Diode  $D1$  die Spannung am Kondensator auf etwa 33 V begrenzt. Die

Bild 8. Spannungsverläufe zum phasenanschnittgesteuerten Thyristor-Netzteil nach Bild 7: a) Spannung  $U_{R1}$  am Vorwiderstand  $R1$ , b) Basisspannung  $U_{B2}$  des Transistors  $T2$ , c) Emitterspannung  $U_{E1}$  des Transistors  $T1$ , d) Triggerimpuls  $U_{TR}$  an der Steuerelektrode des Thyristors  $Th$

Die Ansprechschwelle der Kippstufe wird durch das Potential am Emittor des Transistors  $T2$  zuzüglich der Schwellwertspannungen der Diode  $D2$  und der Basis-Emitter-Diode des Transistors  $T2$  bestimmt. Die Spannung am Emittor des Transistors  $T2$  setzt sich aus einem Gleichspannungsanteil der Lastseite (Spannungsteiler  $R5, R6, R7$ ) und einem Wechselspannungsanteil der Netzseite (Spannungsteiler  $R4, R6, R7$ ) zusammen. Erreicht die Ladespannung des Kondensators  $C2$  die Ansprechschwelle, dann setzt ein Rückkopplungsvorgang zwischen beiden Transistoren ein, und sie werden durchgesteuert. Der im



forderliche Siebglied bilden. Gute Ergebnisse wurden mit einer Drossel nach folgender Bauvorschrift erreicht:

Kern EI 42, 120 Wdg., 0,8 CuL, Luftspalt 0,5 mm.

Bei Verwendung dieser Drossel in Verbindung mit einem Siebkondensator von 0,1 µF werden Störspannungen, die in das Netz eindringen könnten, ausreichend herabgesetzt.

#### Schrifttum

- [1] Thyristoranwendungen in Fernsehempfängern. Funk-Techn. Bd. 23 (1967) Nr. 23, S. 891-892

## 7. Internationales Bodenseetreffen der Funkamateure

Am 29. und 30. Juni dieses Jahres fand das „Familientreffen“ der Funkamateure, das internationale Bodenseetreffen, zum 7. Male in Konstanz statt. Mit einer Rekordbeteiligung von etwa 3500 Besuchern stand die Stadt bei schönstem Wetter ganz im Zeichen des Amateurfunks. Nicht nur in der Nähe der Tagungsstätte, dem Kongressgebäude, sondern in Restaurationsgärten, Badeanstalten und in Parkanlagen wurde mit mobilen Geräten Funkbetrieb aufgenommen. Kaum zu übersehen waren auch die zahlreichen Autos in den Straßen, die sich äußerlich schon durch lange KW-Antennen oder 2-m-Dipole auf dem Dach als Funkstationen zu erkennen gaben.

Der Veranstalter, OV Konstanz, an der Spitze OM Rudi Kühne (DJ 8 PO) mit seiner Gattin, hatten auch in diesem Jahr wieder ein interessantes Programm zusammengestellt. Die Schirmherrschaft übernahmen wieder die Distrikte Baden und Württemberg des DARC e.V. mit ihren Vorsitzenden DJ 1 TC und DJ 3 JZ. Am Samstag empfing Bürgermeister Dr. Dierks die offiziellen Gäste und Repräsentanten ausländischer Amateurfunk-Verbände. Besucher aus dem europäischen Ausland und aus Übersee waren zahlreich erschienen. VP 9 FR hatte es am weitesten; er kam im Zuge einer Europareise von den Bermudas und hatte in Funkgesprächen von diesem Treffen schon in seiner Heimat gehört.

Bürgermeister Dr. Dierks überbrachte in einer kurzen Ansprache die Grüße der Stadtverwaltung und würdigte die Treue, die die Funkamateure der Stadt Konstanz entgegenbringen. Ortsverbandsvorsitzender R. Kühne dankte der Stadtverwaltung für die Gastfreundschaft. Er betonte, daß sich das Bodenseetreffen im Laufe der Jahre zu einer Art Familientreffen der Funkamateure entwickelt habe und viele neue Freundschaften geschlossen wurden. DARC-Präsident Schultheiß (DL 1 QK) bestätigte die Worte von R. Kühne und fügte hinzu, daß die Funkamateure auch in Zukunft der Stadt Konstanz treu bleiben werden.

Am Abend fand das schon traditionelle Ham-Fest mit Tanz, Siegerehrung der Mobilwettbewerbe und Tombola statt. Präsident Schultheiß überreichte den Goldkranz zur Mobilplakette an OM Fleischmann (DL 9 LX) und an OM Klein (DJ 3 SK). Außerdem wurden drei goldene Leistungsadnadeln des DLD-Diploms an DJ 8 BK, DK 1 OP und DL 3 TU verliehen. An den Mobilwettbewerben nahmen 32 OM's auf 2 m und 23 OM's auf 80 m teil. Den Sieg auf 80 m konnte OM Fleischmann (DL 9 LX) – er wurde Mobilmeister – und auf 2 m OM Macho (DJ 7 KL) erringen. Die Tombola, deren Lose schon am Mittag ausverkauft waren, hatte auch in diesem Jahr keine Nieten. Es waren Bauelemente, fertige Geräte und andere wertvolle Preise unter den Gewinnen.

Der zweite Tag des Treffens stand unter dem Zeichen der Fuchsjagden. Es wurden Mobil- und Fuß-Fuchsjagden auf dem 80- und 2-m-Band durchgeführt. Bei der 2-m-Mobil-Fuchsjagd mußten Peileintragungen in eine gestellte Landkarte gemacht werden. Zwei Füchse wurden ebenso wie bei der 2-m-Fuß-Fuchsjagd und bei der 80-m-

Fuß-Fuchsjagd eingesetzt. Drei Füchse mußten bei der 80-m-Mobil-Fuchsjagd gefunden werden. Die Ergebnisse dieser Wettbewerbe wurden den Teilnehmern am Nachmittag mit dem Überreichen eines kleinen Fuchsschwanzes mitgeteilt. Außerdem erhielt jeder einen wertvollen Sachpreis.

Die Tagungsstation DL Ø IM des Bodenseetreffens wickelte mehrere tausend Funkverbindungen mit der ganzen Welt ab und begleitete die an- und abfahrenden Mobilstationen auf ihrem Weg. Eine weitere Station unter dem Rufzeichen DL Ø HK arbeitete im Schaufenster eines Kaufhauses; während der Funkverbindungen wurden über einen außen angebrachten Lautsprecher Erklärungen zu der laufenden Verbindung und über den Amateurfunk selbst gegeben.



DARC-Präsident K. Schultheiß (links) überreicht den Goldkranz zur Mobilplakette; rechts O. M. Blankenhorn, DJ 1 TC, der Distriktsvorsitzende Badens

O. M. E. Ludwig, DJ 3 JZ (Distriktsvorsitzender von Württemberg), bei der Begrüßung anlässlich des HAM-Festes

Die Bundespost gab an ausländische Besucher befristete Sonderlizenzen aus. Ebenso erteilten die Schweiz und Österreich auf deutschem Hoheitsgebiet Sonderlizenzen für ihre eigenen Länder. Diese Geste unterstreicht die gute Zusammenarbeit der angrenzenden Staaten untereinander beziehungsweise das Internationale dieses Bodenseetreffens.

### Neuheiten der Gerätemesse

Ein großer Teil der Geräte, Antennen und der Bausteine wurde schon in Wolfsburg dem Publikum vorgestellt. Da jedoch in Konstanz ein anderer Besucherkreis war, herrschte in der Gerätemesse immer großer Andrang. Einige Neuheiten konnten auch diesmal vorgestellt werden.

Die Firma Beyer zeigte neben ihrem reichhaltigen Mikrofonprogramm NF-Eingangsträger in Miniaturtechnik. Der kleinste Übertrager hat 13 mm Ø und ist nur 10 mm hoch; sie werden in einem patentierten Spezialverfahren ähnlich der Ringkerntechnik hergestellt und zeichnen sich durch hohe Verzerrungsfreiheit, günstigen Frequenzgang beziehungsweise Unempfindlichkeit gegen magnetische und elektrische Störfelder aus. Die Eingangsträger werden mit den verschiedensten Ein- und Ausgangswerten sowie als Stecktransformatoren für 7polige Miniatur-Röhrenfassungen oder für gedruckte Schal-



Blick auf den Stand der Firma Johannsen mit Cubical-Quad-Antenne (links)

tungen angeboten. Zur Anpassung dynamischer Kopfhörer an NF-Verstärker werden Kopfhörer-Ausgangsübertrager geliefert. Die übersetzten Impedanzen sind 2 kOhm/10 Ohm, 10 kOhm/10 Ohm und 4 kOhm/10 Ohm bei Übersetzungsverhältnissen 14 : 1 und 20 : 1.

Für 2-m-Amateure wurde von der Firma Erbar, Koblenz, ein Antennenrotor vorgeführt. Er eignet sich für Mobil- und



Portable-Betrieb. Die Betriebsspannung (3 V) kann einem Netzteil oder Trockenbatterien entnommen werden. Das Bedienungsgerät hat Lämpchen zur Richtungsanzeige. Der Rotor dreht sich bis 360° und ist mit einem Endabschalter ausgerüstet. Antennen verschiedenster Ausführungen waren am Stand der Firma Johannsen, Karlsruhe (sie vertritt Mosley-Erzeugnisse), aufgebaut. Der Mosley-3-Band-Beam „Classic 33“ hat drei Elemente und verwendet ein neuartiges Anpassungssystem. Der Strahler wird kapazitiv durch eine in das Rohr eingezogene Leitung gespeist. Die Anpassung ist daher sehr symmetrisch und breitbandig. Das Stehwellenverhältnis wird mit 1,5 : 1 oder besser angegeben. Im Durchschnitt werden auf den drei Bändern (20 m, 15 m, 10 m) Vorwärts-Rückwärts-Verhältnisse zwischen 15 und 20 dB erreicht. Der Beam ist für 2 kW SSB-PEP-Input der Sender-Endstufe bemessen. Eine weitere Antennenneuheit war die 5/8-Wellen-2-m-Vertikalantenne „Diplomat 2“. Sie wird koaxial gespeist und hat am Fuß vier Radials. Weiter stellte Johannsen die neuen Mosley-Cubical-Quad-Antennen für 10 m, 15 m und 20 m vor; sie sind für 1 kW AM-Leistung ausgelegt und haben ein Vorwärts-Rückwärts-Verhältnis von 20 dB.

D. Stoy

# Mehrfach-Antennenanordnungen

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 23 (1968) Nr. 14, S. 544

## Mehrere Antennen als Anordnung für höheren Gewinn und verbesserte Richtwirkung

Im hier vorliegenden Zusammenhang werden nur mehrere Antennen in einer Antennenanordnung betrachtet, mit der das Ziel verfolgt wird, höheren Gewinn und verbesserte Richtwirkung zu erreichen. Demgegenüber gibt es ja Anordnungen, die zum Beispiel das Ziel verfolgen, mehrere Frequenzbereiche mit geeigneten Antennen zu empfangen und auf eine gemeinsame Energieleitung zu schalten. Die erstgenannte Zielstellung soll hier näher betrachtet werden, wobei sie bei Emp-

Aufbau als Antennenzeile als auch beim Aufbau als Antennenspalte zu erreichen. Entsprechend erhält man für diese Zielstellung bei der Antennenzeile mit horizontaler Polarisierung meistens größere erforderliche Abstände, deren Erfordernis aus den hier erläuterten Dimensionierungsrichtlinien erkennbar ist.

In der Fachliteratur werden oft gegenüber der hier gebrauchten Bezeichnungsweise abweichende Bezeichnungen zu finden sein. So ist zum Beispiel bei einer Mehrfach-Antennenanordnung aus zwei horizontal polarisierten Antennen in einer Zeile die Bezeichnung „Zwillingsantenne“ üblich. Logischerweise ist demgegenüber doch wohl jede Doppelanordnung aus gleichen Grundtypen eine Zwillingsantenne und daher eine solche Bezeichnung nur für einen Spezialfall nicht gerechtfertigt.

Bild 8 zeigt eine Mehrfach-Antennenanordnung aus zwei Grundantennen in einer Zeile mit verschiedener Polarisierung und

anordnung zu erreichen. Mit diesem Richtwert ist die Berechnung der Gruppencharakteristik und der Gesamtdiagramme wie erläutert durchzuführen, wobei mit verschiedener Variation des gegenseitigen Abstandes außerdem eine Optimierung möglich ist. Dabei ist vom Strahlungsgewinn der Gesamtanordnung auszugehen, der in bekannter Weise aus dem Richtdiagramm berechenbar ist. Im allgemeinen erhält man als maximale Gewinnzunahme der Gesamtanordnung gegenüber einer Grundantenne einen jeweils 3 dB betragenden Gewinnzuwachs bei Verdoppelung des jeweiligen Aufwandes. Es kann dabei jedoch durchaus vorkommen, daß dieser Gewinnzuwachs größer ist (in der Praxis bis etwa 3,5 oder 4 dB), wenn in den Grundantennendiagrammen relativ große Nebenkeulen auftreten, die durch Nullstellen in der Gruppencharakteristik erheblich reduziert oder beseitigt werden. Der in den Nebenkeulen vorhandene Energieanteil wird in dieser Weise als zusätzlicher Gewinn nutzbar. Diese Berechnungsmethode bleibt jedoch versierten Antennenbauern und Amateuren vorbehalten, da der Rechenaufwand relativ groß ist. Bei industriellen Entwicklungen wird dieser Aufwand von entsprechend programmierten Elektronenrechnern übernommen. Bild 10 zeigt am Beispiel von vier UHF-Antennen mit dem Horizontaldiagramm a und dem Gewinn  $G \approx 15$  dB der einzelnen Antenne, die mit einem gegenseitigen Abstand von  $a/\lambda \approx 2,0$  in einer Zeile angeordnet sind, wie sich dieses Richtdiagramm durch die Gruppenanordnung sehr erheblich verbessern läßt (Diagramm b).

Verbunden ist mit dieser Anordnung eine Gewinnerhöhung von etwa 6 dB gegenüber der Einzelantenne. Es ist erkennbar, daß sich im Gesamtdiagramm Nebenkeulen mit einer Größe vom etwa 0,2fachen des Maximalwertes der Hauptkeule ausbilden. Man könnte bei oberflächlicher oder einzelner Betrachtung dieses Diagramms b geneigt

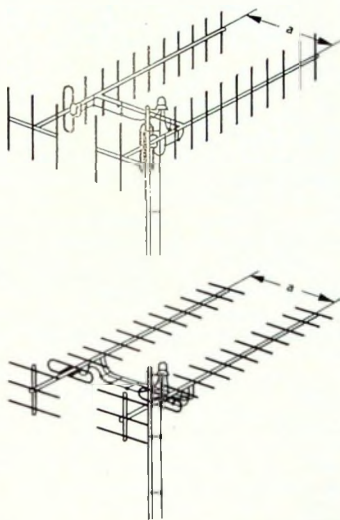


Bild 8. Praktischer Aufbau einer Antennenzeile aus zwei Yagi-Antennen mit gegenseitigem Abstand  $a$  für horizontale und vertikale Polarisation

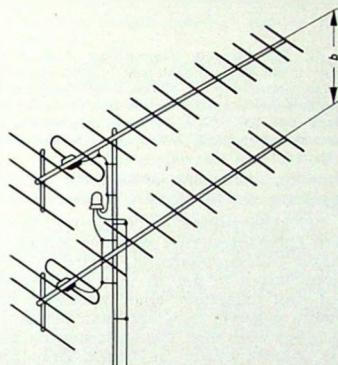


Bild 9. Praktischer Aufbau einer Antennenspalte aus zwei Yagi-Antennen mit dem gegenseitigen Abstand  $b$  (horizontal polarisiert)

fangsantennenanordnungen dadurch realisiert wird, daß also die von zwei Antennen aufgenommene Energie in günstiger Weise zusammengeschaltet wird, wobei sich durch Superposition die erläuterten Gesamtrichtdiagramme und daraus die verbesserte Richtwirkung und unmittelbar damit verbunden ein erhöhter Gewinn gegenüber einer Einzelantenne ergeben.

Die sinnvolle Anwendung einer Mehrfach-Antennenanordnung als Antennenzeile oder -spalte wurde bereits erwähnt. Eine Antennenzeile ist daher in all den Fällen zweckmäßig, in denen zum Beispiel durch Mehrwegeempfang verursachte Reflexionen (Geisterbilder) ausgeblendet und eine Gewinnerhöhung erreicht werden soll.

Eine Antennenspalte verbessert – wie erwähnt – die vertikale Richtwirkung und ist damit geeignet, zum Beispiel von unten auf die Antenne einstrahlende Störungen (Zündfunken- und sonstige Gerätestörungen) auszublenken und den Gewinn zu erhöhen. Bei richtiger Dimensionierung ist es in beiden Fällen – im Gegensatz zu weit verbreiteten Auffassungen – möglich, den gleichen Gewinnzuwachs sowohl beim

dem bei der Dimensionierung zu beachtenden wichtigen gegenseitigen Abstand  $a$ . Bild 9 zeigt den Aufbau von zwei Antennen als Spalte mit dem gegenseitigen Abstand  $b$  bei horizontaler Polarisation. Ein ähnlicher Aufbau mit vertikaler Polarisation ist in der Praxis nicht üblich, da bei vertikaler Polarisation im allgemeinen die an sich schlechtere horizontale Richtwirkung zweckmäßigerweise durch einen Aufbau als Zeile zu verbessern ist.

## Exakte Dimensionierungen

Bei exakten Dimensionierungen von Mehrfach-Antennenanordnungen geht man von den Richtdiagrammen der Grundantennentypen aus, wobei man als Grundantennentypen bereits leistungsfähige, das heißt große Ausführungen mit naturgemäß guter Richtwirkung und hohem Gewinn auswählt. Als Richtwert für den gegenseitigen Abstand kann man dabei davon ausgehen, daß bei zwei Grundtypen der Öffnungswinkel der Diagramme der Grundantennen auf etwa den halben Wert durch die Gruppencharakteristik reduziert werden sollte, um Maximalgewinn der Mehrfach-

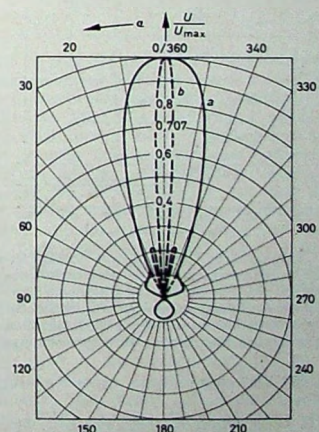


Bild 10. Kurve a: Diagramm einer UHF-Yagi-Antenne mit 20 Elementen in der E-Ebene; Kurve b: Horizontaldiagramm einer Mehrfach-Antennenanordnung mit 4 UHF-Yagi-Antennen mit je 20 Elementen in einer Zeile mit dem gegenseitigen Abstand  $a/\lambda = 2,0$

sein, diese Tatsache als ungünstig anzusehen. Es ist jedoch aus Bild 10 leicht erkennbar, daß dies ein Trugschluß ist, da diese Nebenzipfel sehr erheblich kleiner sind als der Wert des Diagramms  $a$  bei gleichem Winkel, und daß in jedem Fall eine erhebliche Verbesserung der Richtwirkung eingetreten ist. Diskussionen hinsichtlich Nebenzipfelgröße oder -freiheit sind daher in vielen Fällen fragwürdig, da nur in sehr seltenen Fällen ausgerechnet aus den Richtungen etwa vorhandener Nebenzipfel mit Störungen rein statistisch zu rechnen ist, wenn die allgemeine Richtwirkung, die letztlich unmittelbar durch den Gewinn ausgedrückt wird, sehr gut ist (hoher Gewinn).

#### Näherungsweise Dimensionierungen

Unter Beachtung allgemeingültiger Antenneneigenschaften ist es auch möglich, näherungsweise Dimensionierungen von Mehrfach-Antennenanordnungen vorzunehmen. Besonders ein mathematisch nicht versierter Personenkreis wird sich vorzugsweise dieser Methode bedienen. In diesem Sinne werden daher im folgenden einige näherungsweise Dimensionierungsrichtlinien gegeben, die auf bekannten Eigenschaften der als Mehrfachanordnung vorgesehenen Grundantennen basieren und allgemeingültige Zusammenhänge beachten.

Möchte man maximalen Gewinnzuwachs durch eine Mehrfach-Antennenanordnung erreichen, so ist es bei zwei Antennen erforderlich, den Öffnungswinkel der Grundantenne auf etwa den halben Wert in der Ebene, in der die Grundantennen angeordnet werden (Zeile oder Spalte), zu verkleinern. Die im folgenden angegebenen Dimensionierungsgrundlagen gelten in gleicher Weise auch für den gegenseitigen Abstand, wenn mehr als zwei Grundantennen verwendet werden; bei vier Antennen in einer Ebene reduziert sich der Öffnungswinkel der Gesamtanordnung sinngemäß auf etwa  $\frac{1}{4}$  des Wertes einer Einzelantenne allein in der entsprechenden Ebene. Bei einer Zweifach-Antennenanordnung erhält man etwa 3 dB Gewinnzuwachs, bei einer Vierfachanordnung

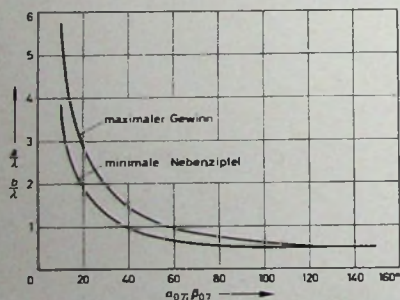


Bild 11. Erforderlicher gegenseitiger Abstand von beliebigen Grundantennen in einer Mehrfach-Antennenanordnung als Funktion des Öffnungswinkels der Hauptkeule der Einzelantenne für maximalen Gewinn oder minimale Nebenzipfel (Näherungsdimensionierung der Mehrfachantennenanordnung)

etwa 6 dB gegenüber einer einzelnen Antenne.

Bild 11 zeigt einen Zusammenhang, der für beliebige Antennen gilt. In Abhängigkeit vom Öffnungswinkel  $\alpha_{0,7}$  beziehungsweise  $\beta_{0,7}$  der zu verwendenden Grundantenne in der jeweiligen Ebene erhält man mit der Kurve für maximalen Gewinn den er-

forderlichen gegenseitigen Abstand  $a_1$  beziehungsweise  $b_1$  zwischen den Antennen. Diese Dimensionierung gilt gleichermaßen für die vertikale oder horizontale Ebene und ist auch unabhängig von der Polarisation. Man erkennt, daß bei kleinen Öffnungswinkeln der Grundantenne große gegenseitige Abstände erforderlich sind. Will man auf Maximal-Gewinnzuwachs verzichten und möchte man trotz der bereits gegebenen Erläuterungen in diesem Zusammenhang die Nebenzipfelgröße (bei relativ großen Anordnungen) reduzieren, dann kann man die Kurve „minimale Nebenzipfel“ nach Bild 11 für den gegenseitigen Abstand zugrunde legen. Die Gewinnzunahme ist dabei jedoch ge-

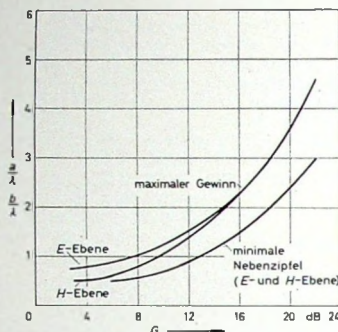


Bild 12. Erforderlicher gegenseitiger Abstand von Yagiantennen als Grundantennen in einer Mehrfach-Antennenanordnung als Funktion des Gewinns der Grundantenne für maximalen Gewinn bei Anordnung in der E- oder H-Ebene und für minimale Nebenzipfel in der E- und H-Ebene (Näherungsdimensionierung)

ringer und mit etwa 1,5 bis 2 dB bei Verdoppelung des Aufwandes zu erwarten.

Da bei konventionellen Yagiantennen mit einer Direktorenreihe in einer Ebene ein exakter Zusammenhang zwischen den Eigenschaften in der E- und H-Ebene besteht und insgesamt eine Beziehung zum Gewinn gegeben ist, kann man bei diesen Antennen auch eine Dimensionierung nach Bild 12 vornehmen. In diesem Diagramm ist der gegenseitige Abstand  $a_1$  beziehungsweise  $b_1$  in Abhängigkeit vom Gewinn  $G$  solcher Antennen dargestellt. Unter der Voraussetzung einer maximalen Gewinnerhöhung ist die entsprechende Kurve der Dimensionierung zugrunde zu legen. Bei Gewinnwerten kleiner als 14 dB muß man außerdem unterscheiden, ob die

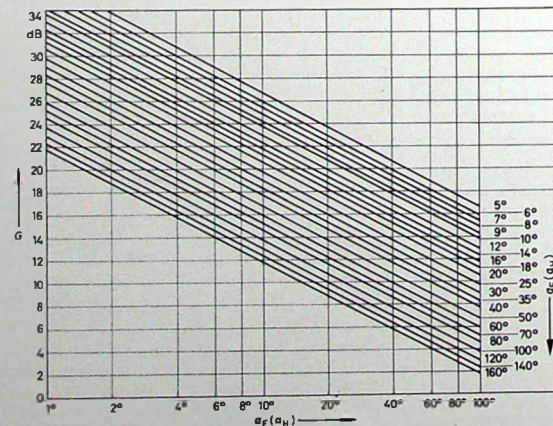


Bild 14 (oben). Näherungsweise Zusammenhang zwischen dem praktischen Gewinn von Yagiantennen und dem Öffnungswinkel der Hauptkeule in der E-Ebene oder der H-Ebene

Bild 15. Abhängigkeit des praktischen Antennengewinns beliebiger Fernseh-Empfangsanlagen von den Öffnungswinkeln der Hauptkeule in der E- und H-Ebene

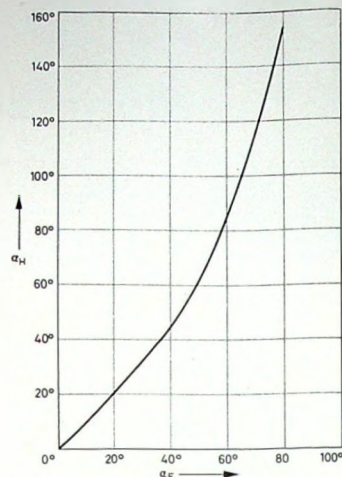
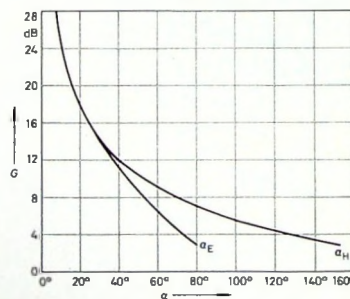


Bild 13. Näherungsweise Zusammenhang zwischen den Öffnungswinkeln der Hauptkeule bei Yagiantennen in der E- und H-Ebene

Mehrfachanordnung in der E- oder H-Ebene der Grundantennen erfolgt. Weiterhin ist im Bild 12 analog den bisherigen Erläuterungen eine Kurve für die Dimensionierung bei minimalen Nebenzipfeln angegeben; diese ist für die E- und H-Ebene gleichermaßen geeignet.

Bild 13 zeigt den Zusammenhang zwischen den Öffnungswinkeln der Hauptkeule bei konventionellen Yagiantennen in der E- und H-Ebene, der in dieser Weise näherungsweise allgemein gültig ist.

Bild 14 gibt den Gewinn konventioneller Yagiantennen als Funktion der Öffnungs-



winkel in einer Ebene (E- oder H-Ebene bei Zugrundelegung des Zusammenhangs nach Bild 13) näherungsweise an, wobei darin in der Praxis auftretende übliche Verluste bereits enthalten sind, so daß dieser Gewinn etwa den praktischen Gewinn darstellt.

Bild 15 zeigt den entsprechenden Zusammenhang für beliebige Empfangsantennen üblicher Bauart, bei denen sich der Gewinn aus zwei Öffnungswinkeln der Hauptkeule ( $\alpha_E$  und  $\alpha_H$ ) in ähnlicher Weise wie bei konventionellen Yagi-antennen nach Bild 14 ermitteln läßt.

Die Grundlagen für Mehrfach-Antennenanordnungen nach Bild 11 und Bild 12 lassen einige Fakten deutlich werden, die im Gegensatz zu weitverbreiteten Auffassungen stehen. Vielfach wird angenommen, daß Mehrfach-Antennenanordnungen mit einem gegenseitigen Abstand von etwa  $\lambda/2$  aufzubauen sind. Diese Dimensionierung ist jedoch als ein Spezialfall anzusehen, der nur für relativ kleine Antennen mit einem relativ niedrigen Gewinn und damit zusammenhängend mit relativ großen Öffnungswinkeln der Hauptkeule Gültigkeit hat. Gleichzeitig ist dieser Wert bei allen vorkommenden Dimensionierungen als minimaler Abstand anzusehen. Im Gegensatz zu diesen Auffassungen ist der erforderliche gegenseitige Abstand besonders bei leistungsfähigen Grundantennentypen in einer Mehrfach-Antennenanordnung relativ groß. Auch der Wert von  $1 \cdot \lambda$  bis etwa  $1,2 \cdot \lambda$ , wie er schon für größere Antennentypen propagiert worden ist, ist in gleicher Weise als Spezialfall für eine bestimmte Antennengröße mit entsprechenden Eigenschaften anzusehen. Je leistungsfähiger eine Antenne ist, um so größer muß der gegenseitige Abstand sein, wobei dieser bei heute üblichen Hochleistungsantennen durchaus in die Größe von etwa  $4 \cdot \lambda$  bis  $6 \cdot \lambda$  kommen kann. Werden die erforderlichen Abstände dabei nicht realisiert, dann ist auch der maximale Gewinnzuwachs nicht zu erreichen, und in solchen Fällen sind alle Bemühungen, den Gewinn zu erhöhen, vergeblich. Aus den Bildern 11 und 12 ist ebenfalls erkennbar, daß bei relativ kleinen und mittleren Antennen der erforderliche Abstand in der E-Ebene entsprechend der dort verbesserten Richtwirkung größer sein muß als in der H-Ebene, um den maximalen Gewinnzuwachs zu erreichen. Wird dieser Zusammenhang beachtet, dann ist der gleiche Gewinnzuwachs in beiden Ebenen, im Gegensatz zu weit verbreiteten anderen Auffassungen, erreichbar. Besonders Praktikern des Antennenbaues kann eine Dimensionierung nach Bild 11 und Bild 12 empfohlen werden.

#### Eigenschaften

Die prinzipiell erreichbaren Eigenschaften bei einer Mehrfach-Antennenanordnung in Zeilen und Spalten wurden bereits aufgezeigt. Besonders sei auch auf einen Aufbau von Vierergruppen in zwei Zeilen und zwei Spalten hingewiesen, mit dem hervorragende Eigenschaften erreichbar sind, der besonders Amateuren empfohlen werden kann. Sinngemäß läßt sich eine solche Anordnung natürlich erweitern auf mehrere Zeilen und mehrere Spalten. Die Dimensionierung der Eigenschaften in den verschiedenen Ebenen ist dabei getrennt und gezielt mit der Gruppencharakteristik möglich.

Bei der Zeilenanordnung wird ganz grundsätzlich die horizontale Richtwirkung

verbessert (Ausblendung von Reflexionsstörungen), die um so besser wird, je mehr Grundantennen in einer Zeile angeordnet sind. Bei der Spaltenanordnung wird entsprechend die vertikale Richtwirkung verbessert, und es werden damit Störungen von unten besonders unterdrückt. Im UHF-Bereich ist dabei jedoch die Besonderheit zu beachten, daß in diesem Bereich Störungen von unten bei weitem nicht die Bedeutung haben wie zum Beispiel im VHF-Bereich, da der Energieinhalt des Störspektrums bei hohen Frequenzen sehr gering ist.

Alle hier angegebenen Erläuterungen gelten natürlich in gleicher Weise für alle Frequenzbereiche (VHF- und UHF-Bereich).

Auf die Veränderungen der Öffnungswinkel der Hauptkeule und die zu erwartende Gewinnerhöhung wurde bereits hingewiesen. Aus der Gruppencharakteristik ergibt sich jedoch als Besonderheit, daß sich das Vor-Rück-Verhältnis, wenn man es auf die Richtungen 0 und 180 Grad ausschließlich bezieht, in keiner Weise verändert. Natürlich werden im rückwärtigen Winkelbereich vorhandene Nebenkeulen in den weitaus meisten Fällen verkleinert, so daß sich bei der Anwendung der Definition für das Vor-Rück-Verhältnis nach DIN ein zahlenmäßig günstiger Wert bei Mehrfach-Antennenanordnungen ergibt, obwohl eine Unterdrückung der Empfangsmöglichkeit bei 180 Grad in keiner Weise gegeben ist.

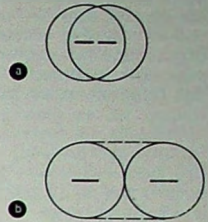
In den bisherigen Erläuterungen wurde bei der Dimensionierung von den allgemeinbekannten Antenneneigenschaften ausgegangen. Demgegenüber ist es jedoch auch möglich, andere Betrachtungsweisen anzuwenden, beispielsweise hinsichtlich der Apertur beziehungsweise der virtuellen Apertur, die bei allen Antennensystemen angebar und berechenbar ist. Zur Erläuterung sollen hier vorzugsweise die am weitesten verbreiteten konventionellen und modifizierten Yagi-antennen betrachtet werden, um die Wirkungsweise noch anschaulicher zu machen. Unter der Energieverteilung in einer virtuellen Apertur versteht man die Energieverteilung zum Beispiel einer Yagi-antenne am Ende der Direktorenanordnung in einer Ebene, die quer zur Empfangsbeziehungsweise Senderichtung liegt. Mit der Energieverteilung in dieser virtuellen Apertur ist es in gleicher Weise, wie es bei Flächenantennen üblich ist, möglich, die Eigenschaften zu berechnen und weitergehende Betrachtungen anzustellen. Bei einer Direktorenreihe aus Einzeldirektoren in der Ebene der Empfangsrichtung bildet sich eine Feldverteilung aus, deren Energieverteilung bei Hochleistungsantennen durch konzentrische Kreise angenähert werden kann. In den folgenden Betrachtungen wird ein solcher Kreis angegeben, bei dem ein Energieabfall auf die Hälfte der Maximalenergie eingetreten ist, um insbesondere zur Gesamtenergieverteilung in Mehrfachanordnungen zu kommen. Je größer die so erhaltene Fläche in der virtuellen Apertur im Verhältnis zum Quadrat der Wellenlänge ist, um so besser ist die Richtwirkung und damit unmittelbar zusammenhängend der Gewinn der Anordnung entsprechend den Berechnungsgrundlagen.

Bild 16 a zeigt eine Betrachtung solcher Aperturen, in denen zwei Direktorenreihen dicht nebeneinander angeordnet sind. Mit einer solchen Anordnung ergibt sich keine nennenswerte Vergrößerung der

resultierenden Apertur, so daß damit auch keine nennenswerte Gewinnerhöhung und Verbesserung der Richtwirkung verbunden ist. Es entsteht lediglich eine andere Energieverteilung, die jedoch später noch näher erläutert wird.

Bild 16 b zeigt sinngemäß zwei Direktorenreihen von vorn betrachtet, die in einem

Bild 16. Überlagerung der Feldverteilung in der virtuellen Apertur von zum Beispiel Yagi-antennen und resultierende Feldverteilung: a) bei relativ geringem gegenseitigen Abstand, b) bei optimalem gegenseitigen Abstand



solchen gegenseitigen Abstand angeordnet sind, daß sich die konzentrischen Kreise des Energieabfalls auf 50 % gerade berühren. In dieser Weise ergibt sich eine Vergrößerung der resultierenden virtuellen Apertur in der horizontalen Ebene auf etwa die doppelte Fläche, womit in der Praxis eine verbesserte Richtwirkung in dieser Ebene, das heißt eine Verringerung des Öffnungswinkels der Hauptkeule auf etwa den halben Wert und eine Gewinnzunahme von etwa 3 dB, verbunden ist. Da die Ausdehnung der virtuellen Apertur bei einer Antenne – zum Beispiel Yagi-antenne – unmittelbar mit der Größe des Gewinns zusammenhängt, ist aus dieser Betrachtungsweise recht anschaulich das Erfordernis großer gegenseitiger Abstände bei Mehrfachanordnungen unter den gegebenen Gesichtspunkten erkennbar.

Bild 17. Überlagerung der Feldverteilung in der virtuellen Apertur bei vier Einzelanordnungen (Yagi-antennen): a) bei relativ geringem gegenseitigen Abstand, b) bei optimalem gegenseitigen Abstand

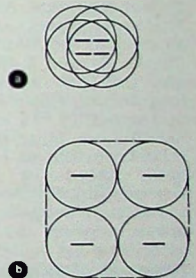


Bild 17 gibt die bei Bild 16 erläuterten Zusammenhänge wieder, wenn man die Betrachtungsweise auf vier Direktorenreihen ausdehnt. Bild 17 a zeigt dabei schematisch den Fall, wenn relativ geringe Abstände bei an sich leistungsfähigen Antennen in konventioneller Ausführung angewendet werden. Es ist erkennbar, daß sich in dieser Weise auch keine wesentliche Vergrößerung der virtuellen Apertur und damit Gewinnerhöhung erreichen läßt. Auf die Frage der Veränderung der Energieverteilung und der resultierenden Auswirkung wird noch eingegangen. Demgegenüber stellt Bild 17 b die den Erfordernissen entsprechende Optimalanordnung mit relativ großen Abständen dar, die zu einer Vervielfachung der Fläche der virtuellen Apertur und damit zu einer Gewinnerhöhung bis zu 6 dB führt. Hierbei werden die bei Bild 16 in ähnlichem Zusammenhang gegebenen Erläuterungen weiter verdeutlicht.

Bisher wurde die Gewinnerhöhung und Verbesserung der allgemeinen Richtwir-

kung betrachtet. Verschiedentlich ist erkennbar, daß sich die Energieverteilung in der Apertur von Mehrfachanordnungen sehr wesentlich verändern kann. Das hat natürlich Auswirkungen auf die Eigenschaften solcher Anordnungen.

Bild 18 a stellt eine qualitative Energieverteilung in der virtuellen Apertur am Ende einer konventionellen Yagi-antennen-Anordnung dar. Durch diese Energieverteilung werden eindeutig die gesamten Strahlungseigenschaften festgelegt. Allgemein gilt in diesem Zusammenhang, daß der Gewinn um so höher und die Richt-

denverteilung in der Apertur einer Gaußschen Verteilung annähert.

Bild 18 c zeigt demgegenüber die Amplitudenverteilung in der virtuellen Apertur, wenn zwei Anordnungen entsprechend Bild 18 a in relativ großem Abstand in optimaler Weise nebeneinander angeordnet werden. Es ergibt sich dadurch eine relativ gleichmäßige (konstante) Amplitudenverteilung in einer relativ großen Apertur. Daraus resultieren ein maximal möglicher Gewinnzuwachs und eine stark verbesserte Richtwirkung in der Hauptkeule des Diagramms. Nebenzipfel außerhalb der Haupt-

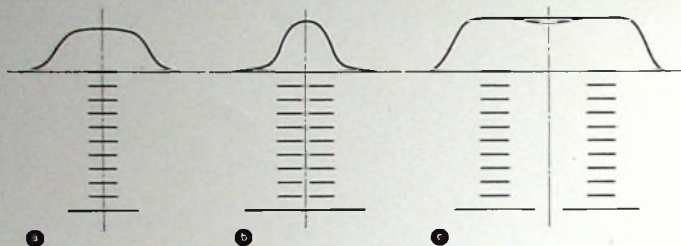


Bild 18. Qualitative Amplitudenverteilung in der virtuellen Apertur von längsstrahlenden Antennenanordnungen (Yagi-antennen): a) konventionelle Ausführung mit einer Direktorenreihe, b) Zweifachanordnung mit relativ geringem gegenseitigen Abstand, c) Zweifachanordnung mit optimalem gegenseitigen Abstand

wirkung der Hauptkeule um so besser ist, wenn eine konstante Amplitudenverteilung über eine möglichst große Fläche gegeben ist. Andererseits führt das jedoch zu einer entsprechenden Nebenzipfelbildung, die vielfach als ungünstig interpretiert wird. Das Erreichen von Maximalgewinn mit minimalem Aufwand ist dabei jedoch unbestrittene Tatsache.

Ordnet man zwei Anordnungen nach Bild 18 a in geringem Abstand nebeneinander an, wobei die Betrachtungen sinngemäß für die E- und H-Ebene gelten, dann ergibt sich eine andere Amplitudenverteilung in der virtuellen Apertur, die etwa der nach Bild 18 b entspricht. Die Amplitude in der Mitte der Apertur ist dabei erhöht worden; es erfolgt jedoch ein früherer Abfall der Amplitude nach den Grenzen hin. Das bedeutet, daß diese Tatsache im Widerspruch zur Forderung nach hohem Gewinn steht. Diese Amplitudenverteilung hat jedoch zur Folge, daß sich geringere Nebenzipfel ausbilden, wobei jedoch nur ein Verdoppeln entsprechend sehr geringer Gewinnzuwachs eintritt. Die Nebenzipfelreduzierung wird um so besser, je mehr sich die Amplitu-

denverteilung in der Apertur einer Gaußschen Verteilung annähert.

Aus den Aperturbetrachtungen ergibt sich in gleicher Weise, daß mit dem Ziel maximaler Gewinnerhöhung und Richtwirkungsverbesserung mit leistungsfähigen Grundantennen in einer Mehrfachanordnung relativ große gegenseitige Abstände unbedingt erforderlich sind. Dabei können Nebenzipfel auftreten, die jedoch in jedem Falle geringer sind als der Diagrammwert einer einzelnen Antenne. Damit ist eindeutig eine Richtwirkungsverbesserung erreicht worden (siehe dazu zum Beispiel auch Bild 10!). Der dabei getriebene Materialaufwand führt zu den angegebenen optimalen Ergebnissen.

Mit relativ kleinen gegenseitigen Abständen in Mehrfachanordnungen lassen sich gegenüber der optimalen Anordnung hinsichtlich Gewinn die Nebenzipfel reduzieren, gleichzeitig geht damit jedoch auch der Maximalgewinn entsprechend zurück. Welcher Dimensionierung der Vorzug zu geben ist, wird von den Forderungen, nicht zuletzt aber auch durch die Kosten bestimmt. (Schluß folgt)

können äußerliche Gehäuseschäden entstehen. Außerdem sollte der Techniker genau überlegen, wie das Gehäuse zu öffnen ist. Bei manchen Geräten muß der Tragriff zuerst abgenommen werden, oder die Skalenabdeckung ist abzuschrauben. Ferner sollte nicht wahllos an sämtlichen außen sichtbaren Schrauben gedreht werden. Unter Umständen werden Chassisteile oder Halterungen – sie haben meistens Muttern auf der Innenseite – gelockert. Das Wiederfestschrauben gelingt nicht selten erst, wenn das Chassis oder andere Teile ausgebaut sind. Es entsteht so ein erhöhter Arbeitsaufwand, der hätte vermieden werden können. Das gleiche gilt auch für den Chassisausbau. Manche Hersteller geben in den Serviceschriften Hinweise für diese Arbeiten.

Bei elektrischen Defekten läßt sich die Fehlerursache mit üblichen Messungen leicht finden. Dabei ist jedoch stets zu beachten, ob die in der Serviceschrift angegebene Versorgungsspannung des Gerätes stimmt, denn sämtliche weiteren Spannungsangaben in der Schaltung beziehen sich auf diesen Sollwert. Um die Batterie zu schonen, empfiehlt sich der Anschluß des Kofferempfängers an ein stabilisiertes Netzgerät. Bei Ersatz von Transistoren soll man zusätzlich noch den Stromverstärkungsfaktor  $\beta$  beachten.

Ersatzteile der Hersteller sind meistens servicefreundlich vorbereitet. Beispielsweise werden vorverdrahtete Drucklastenaggregate mit den gleichen farbigen Leitungen des Reparaturgerätes einlötfertig geliefert. Sie sind passend lang und schon abisoliert. Beim Austausch ist jeweils nur die entsprechende Leitung des defekten Aggregates abzutrennen und die gleichfarbige Leitung des Ersatzteiles anzulöten. Ähnliches gilt auch für HF-Eingangsteile, Ferritantennen und dergleichen. Sollten bei der Reparatur von Kofferempfängern jedoch zu große Schwierigkeiten auftreten, ist es günstiger, das Gerät an die nächste Werksvertretung oder Vertragswerkstatt des Herstellers einzuschicken. Dort stehen Spezialprüfeinrichtungen und besonders geschulte Fachkräfte zur Verfügung. di.

## Versteifen von Chassis

Handelsübliche Chassis sind häufig nur für geringe Belastungen bemessen. Das größte Gewicht in einem Gerät hat meistens der Netz- oder Ausgangstransformator. Man sollte für solche Geräte das gekaufte Chassis zweckmäßigerweise versteifen oder eine stärkere Montageplatte einsetzen. Mit angelöteten Winkeln, aufgeschraubten Blechen oder Winkelisen ist meistens eine ausreichende Stabilität erreichbar. Sollte sie jedoch noch nicht den Anforderungen entsprechen, konstruiert man ein neues Chassis mit möglichst dickem und oft angewinkeltem Blech.

Da manchmal von Transformatoren her wechselnde Magnetfelder entstehen, ist es bei dadurch hervorgerufenen Vibrationserscheinungen vorteilhaft, auch die Seitenwände zu versteifen. Beim Einbau von Transformatoren soll der Abstand zwischen einer größeren Metallwand und dem Kern groß genug gehalten werden. In manchen Fällen lassen sich die Magnetlinien durch eine „Mu-Metallwand“ abschirmen, sonst muß man die vibrierenden Gehäusewände durch angelötete oder angeschraubte Winkelisen verstärken. Außerdem kann eine Zwischenlage Schaumstoff oder Styropor zur weiteren Dämpfung beitragen. di.

## Für Werkstatt und Labor

### Service von Koffer-Rundfunkempfängern

Koffer-Rundfunkempfänger sind vielfach in Miniaturtechnik aufgebaut und erfordern zur Reparatur entsprechendes Werkzeug. Neben einem Satz Uhrmacher-Schraubenzieher, Steckschlüssel und Pinzetten sollte unbedingt ein Miniatur-NiedervoltlötKolben vorhanden sein. Oft leistet ein Entlötlgerät wertvolle Hilfe. Da LötKolben und Entlötlgerät für 6 V-Anschlußspannung ausgelegt sind, sollte auch ein Löttransformator zur Werkstatt-ausrüstung gehören. Er hat umschaltbare

Spannungen (5 V, 6 V, 7 V) für Bereitschaft, Löten und schnelles Hochheizen.

An Meßgeräten können die in einer modernen Werkstatt üblichen Geräte wie Röhren- oder Transistorvoltmeter mit Widerstands-Meßbereichen, Vielfachmeßgerät für Strommessungen, Oszillograf und Wobbelsender verwendet werden.

Nach Feststellen der Fehlerauswirkung – beispielsweise ein Empfangsbereich funktioniert nicht oder das Skalenseil ist gerissen – wird das Gehäuse vorsichtig geöffnet. Hier ist mit besonderer Sorgfalt vorzugehen, denn bei Gewaltanwendung

# Stereo-Verstärker für Kopfhörerwiedergabe

## Technische Daten

Eingangsspannung: 140 mV<sub>eff</sub> für 20 mW  
Ausgangsleistung  
Ausgangsleistung: 20 mW  
Ausgangsimpedanz: 5 Ohm  
Frequenzgang: 80 ... 20 000 Hz -3 dB  
Klangregler: stetig  
Balanceregler: -38 ... +1 dB  
Übersprechdämpfung bei 1 kHz: 30 dB  
Transistoren: 2 x BC 109 B, 2 x AC 175  
Stromaufnahme: 20 mA  
Betriebsspannung: 9 V-

Mit diesem Stereo-Verstärker für Kopfhörerwiedergabe kann man auch dann Stereo hören, wenn die Nachbarn oder Anwesende im selben Raum nicht gestört werden dürfen. Der Verstärker eignet sich besonders für den Anschluß an Stereo-Plattenspieler und Stereo-UKW-Tuner. Der verhältnismäßig geringe Material-

P 2a (Bild 1). Lautstärke und Klang lassen sich stufenlos regeln.

Über den Kopplungskondensator C 3 wird das Eingangssignal der Basis des Vorstufentransistors T 1 (BC 109 B) zugeführt. Den Arbeitspunkt des Transistors T 1 bestimmen die Widerstände R 3 (33 kOhm) und R 4 (100 kOhm). Das Emittieraggregat besteht aus R 5 (1 kOhm) und C 4 (25 µF). Das verstärkte NF-Signal gelangt über den Kondensator C 5 (10 µF) zur Eintakt-Endstufe mit dem Transistor AC 175 (T 2), deren Arbeitspunkt die Widerstände R 7 (18 kOhm) und R 8 (82 kOhm) bestimmen.

Das Ausgangssignal wird am Ausgangsübertrager Ü 1 abgenommen, dessen Sekundärseite für eine Lautsprecherimpedanz von 5 Ohm ausgelegt ist. Der Abblockkondensator C 11 (500 µF) verhindert Rück-

## Mechanischer Aufbau

Das Gerät ist auf einem 136 mm x 88 mm x 2 mm großen Resopalbrettchen aufgebaut (Bilder 2, 3, 4 und 5). An der Rückseite des Gerätes sind die beiden Lautsprecher-Normbuchsen Bu 2, Bu 3 und die Diodenbuchse Bu 1 montiert. An der Frontseite befinden sich der Ein/Aus-Schalter, das Lautstärkepotentiometer, der Klang- und der Balanceregler. Bild 6 zeigt die Konstruktionsskizzen für die Frontplatte und die Rückseite.

Die beiden Kanäle wurden jeweils von außen nach innen aufgebaut, das heißt, der Vorverstärker liegt jeweils an der Außenseite des Chassis, während die Endstufentransistoren mit den Ausgangsübertragern in der Mitte angeordnet sind. Für die Batterie des Gerätes ist an der rechten Seite des Verstärkers ausreichend Platz. Der Abblockkondensator C 11 wurde zwischen den beiden Lautsprecherbuchsen angeordnet.

## Inbetriebnahme

Vor dem ersten Einschalten des Gerätes sollte noch einmal die Schaltung auf etwaige Verdrahtungsfehler oder Kurz-

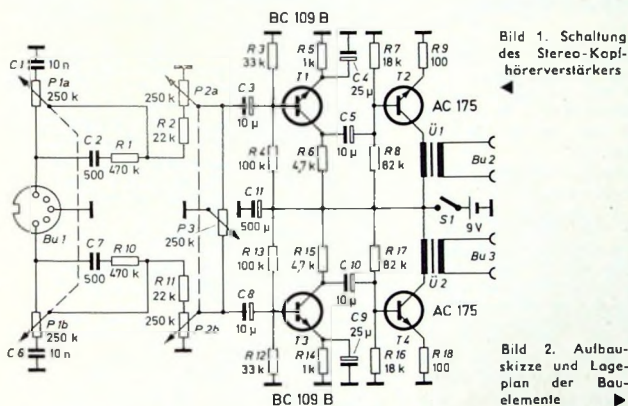


Bild 1. Schaltung des Stereo-Kopfhörerverstärkers

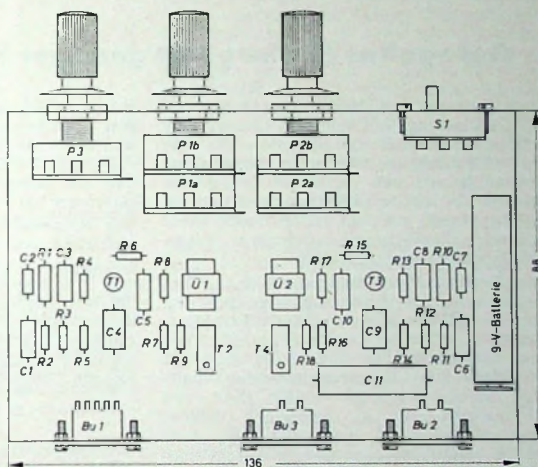


Bild 2. Aufbau-skizze und Lage-plan der Bauelemente

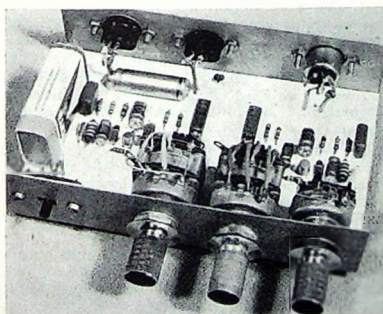


Bild 3. Gesamtansicht des Stereo-Kopfhörerverstärkers

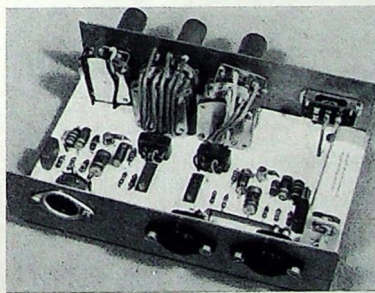


Bild 4. Rückansicht des Gerätes mit Anschlußbuchsen

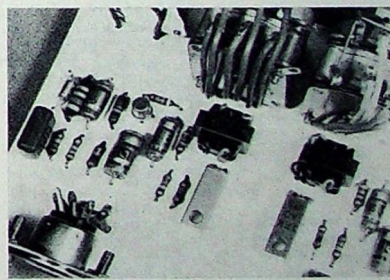


Bild 5. Teilschnitt eines Stereo-Kanals

aufwand und die einfache Schaltung erleichtern den Nachbau.

## Schaltung

Der transistorisierte Stereo-Kopfhörerverstärker arbeitet mit vier NPN-Transistoren. Das Eingangssignal gelangt über die Buchse Bu 1 zum hochohmigen Klangregler P 1a und zum Lautstärkeregler

kopplungen über den Batterie-Innenwiderstand bei Batteriealterung. Mit dem Balanceregler P 3, der an den beiden Schleifern des Lautstärke-Tandempotentiometers P 2a, P 2b angeschlossen ist, lassen sich etwaige Lautstärkeunterschiede der beiden Kanäle ausgleichen. Der zweite Kanal des Verstärkers ist ebenso wie der beschriebene aufgebaut.

schlüsse genau getestet werden. Dann wird der Balanceregler auf Mitte gestellt und überprüft, ob beide Kanäle gleiche Verstärkung aufweisen. Da die Widerstände zur Arbeitspunkteinstellung feste Werte haben, fällt das Abgleichen der Basisspannungsteiler auf Maximum fort. Sollte es trotzdem vorkommen, daß ein Kanal nicht die gewünschte Verstärkung liefert,

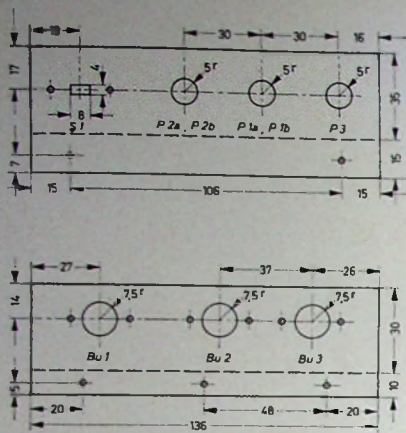


Bild 6. Maßskizzen (Frontplatten und Rückseite)

so wäre der Fehler bei einem defekten Kondensator oder Transistor oder bei einem stark von seinem Wert abweichenden Widerstand zu suchen. Es ist noch zu beachten, daß in jedem Fall der Kopfhörer vor dem Einschalten des Gerätes ange-

#### Einzelteilliste

|                                                                              |              |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Ausgangsübertrager „T 237“                                                   | (Rtm)        |
| Tandempotentiometer, $2 \times 250 \text{ k}\Omega$ lin.                     | (Dralowid)   |
| Potentiometer, $250 \text{ k}\Omega$ lin.                                    | (Dralowid)   |
| Widerstände, $0,3 \text{ W}$                                                 | (Dralowid)   |
| Niedervoltelektrolytkondensatoren, $12/15 \text{ V}$ (Telefunken/NSF)        |              |
| Styrolflexkondensatoren (C 1, C 7)                                           | (Siemens)    |
| Kondensatoren „MKS“ (C 2, C 6)                                               | (Wima)       |
| Ein/Aus-Schalter (Bu 2, Bu 3)                                                | (Schadow)    |
| Buchsen „8-6162“ (Bu 2, Bu 3)                                                | (Preh)       |
| Buchse „6080“, fünfpollig (Bu 1)                                             | (Preh)       |
| Transistoren $2 \times \text{BC } 109 \text{ B}$ , $2 \times \text{AC } 175$ | (Telefunken) |
| Batterie „Nr. 438“, $9 \text{ V}$                                            | (Varta)      |

schlossen wird, da sonst die Endstufen-transistoren beschädigt werden können.

Werner W. Diefenbach

## Geregelter Speisegerät geringer Restwelligkeit

Zum Betrieb von Meßgeräten oder von RC-Oszillatoren mit kleinem Klirrfaktor benötigt man oft Speisegeräte, die bei einer Stromabgabe von 50 bis 300 mA eine Restwelligkeit von  $< 100 \mu\text{V}$  aufweisen müssen. In der beschriebenen Schaltung (Bild 1) wurde ein noch unter diesem Wert liegender Restbrumm durch eine Rückkopplungsschaltung erreicht.

Am Emittor des Transistors T3 (Vergleichsstufe der Regelschaltung) liegt die mit der Z-Diode D1 stabilisierte Referenzspannung, während der Basis von T3 über den Spannungsteiler R9, R10, R11 ein Bruchteil der Ausgangsspannung zuge-

werden. Dazu nimmt man an R1 eine mit dem Laststrom ansteigende Spannung ab und führt sie über R5 der Basis von T3 zu. Durch Versuche ist R5 so zu wählen, daß die Spannung am offenen Ausgang gleich der bei Vollast ist.

Zur Brummkompensation wird die Restwelligkeit am Ladekondensator C1 über C2, R3, R6 und R7 ebenfalls der Basis von T3 zugeführt. Der Regelverstärker, die Kondensatoren und die elektrischen oder thermischen Zeitkonstanten der Transistoren bewirken eine Phasenverschiebung der Brummspannung, die durch geeignete Wahl des RC-Verhältnisses im

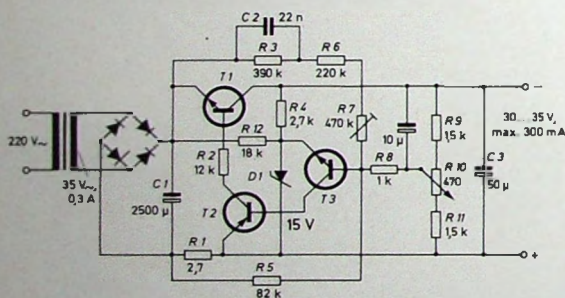


Bild 1. Schaltung des geregelten Speisegerätes; eine Brummkompensation im Rückkopplungszweig ergibt eine Restwelligkeit von weniger als  $100 \mu\text{V}$

führt wird. Bei sinkender Ausgangsspannung steigt daher der Kollektorstrom von T3 an. Diese Stromänderung wird von der Komplementärschaltung T2, T1 verstärkt und bewirkt einen weitgehenden Ausgleich der Änderung der Ausgangsspannung. Übersteigt der Ausgangsstrom den zulässigen Maximalwert, so kann T2 bei geeigneter Wahl von R2 in die Sättigung gelangen. Der Basisstrom von T1 bleibt dadurch auf einen Maximalwert begrenzt, den der Transistor auch noch bei Kurzschluß am Ausgang verarbeiten kann.

Verbleibende Spannungsänderungen bei Lastschwankungen können mit einem ersten Rückkopplungskreis kompensiert

Rückkopplungskreis kompensiert werden kann. Beim Abgleich arbeitet man unter Nominallast und stellt zunächst R7 auf minimalen Restbrumm ein. Danach kann man versuchen, durch Verändern der Werte von R3 und C2 sowie entsprechenden Nachstellen von R7 die Restwelligkeit weiter zu verringern.

Bei den in der Schaltung angegebenen Betriebsdaten lassen sich für T1 BD 109, BD 107, BD 121, B 5000, TIP 14 und ähnliche Typen, für T2 BC 157, BC 177, 2N3703 und für T3 BC 108, BC 148, BC 168, BC 167 verwenden. Für D1 eignet sich besonders eine rauscharme Z-Diode (1N965B).

H. Schreiber

## Ausbildung

### Empfehlungen zur Ausbildung auf dem Gebiet der Datenverarbeitung

Der „Fachbeirat für Datenverarbeitung“, der das Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung bei den Förderungsmaßnahmen auf dem Gebiet der Datenverarbeitung berät, hat Überlegungen über eine Verbesserung der akademischen Ausbildung auf dem Gebiet der Datenverarbeitung angestellt und die nachstehenden Empfehlungen hierüber erarbeitet.

1. Die rasche technische Entwicklung auf dem Gebiet der Informationsverarbeitung macht an mehreren Universitäten und Technischen Hochschulen die Einrichtung eines Studienganges Informatik erforderlich.

2. Dieser Studiengang sollte sich an der Ausbildung in Computer Science orientieren, wie sie sich in den letzten Jahren an den US-amerikanischen Hochschulen entwickelt hat. Er dient der Heranbildung von Akademikern für folgende Tätigkeiten:

a) In der DV-Industrie: Entwicklung von DV-Systemen (logischer Entwurf, Entwurf von Programmsystemen für Betrieb und Anwendung von DV-Anlagen).

b) Benutzer von DV-Anlagen (Rechenzentren in allen Bereichen der Industrie, bei Handel und Behörden):

Pflege und Weiterentwicklung von Betriebssystemen, Beteiligung an System- und Einsatzplanungsaufgaben, Entwicklung benutzerspezifischer Anwendungsprogrammsysteme.

c) Forschung: Vorbereitungen zu eigenen Arbeiten an der Weiterentwicklung von DV-Systemen und von neuen DV-Verfahren sowie an der Erschließung neuer Anwendungsgebiete für Rechner.

Gedacht ist an einen Studiengang, der nach 9 Semestern mit einem akademischen Grad (z. B. Diplom-Informatiker) abgeschlossen sein soll, der im Niveau dem Diplom-Mathematiker bzw. Diplom-Ingenieur entspricht. Er umfaßt u. a. die Ausbildungsgebiete:

1. Mathematische Grundlagen; Einführungen in
  - a) Mengenlehre, algebraische Strukturen, Kombinatorik, Graphentheorie, math. Logik
  - b) Analysis, Differentialgleichungen
  - c) lineare Algebra
  - d) numerische Mathematik
  - e) Wahrscheinlichkeitsrechnung
2. Programmierung algorithmischer Prozesse
3. Datenverarbeitungssysteme, Organisation
4. Schaltwerkentwurf
5. Datenstrukturen und Datenorganisation
6. Algorithmische Sprachen und ihre Übersetzer
7. Systemprogrammierung
8. Theorie formaler Sprachen
9. Automatenlehre
10. Turingmaschinen und rekursive Funktionen
11. Heuristische Programmierung

Ergänzend dazu Lehrveranstaltungen über Statistik, Systemsimulation, Unternehmensforschung, Spieltheorie, Kodierungs- und Informationstheorie, Mathematische Optimierung, Algebra und Impulstechnik.

Im Anschluß an das Diplom sollte im Rahmen eines Aufbaustudiums auch die Möglichkeit zur Promotion bestehen.

3. Die Verwirklichung dieser Studienrichtung sollte dadurch gefördert werden, daß die auf diesem Gebiet bereits tätigen Institute durch die Einrichtung neuer Lehrstühle verstärkt werden. Es scheint zweckmäßig, diese Lehrstühle in einem gegebenenfalls interakultativen Institut zusammenzufassen.

4. Diesem Institut sollte im Rahmen des Forschungsprogramms eine eigene Großrechenanlage zur Verfügung gestellt werden, evtl. mit der Auflage, damit auch die Funktion des Hochschulrechenzentrums zu übernehmen.

5. Zur Förderung der Anwendungsmethoden auf den verschiedenen akademischen Disziplinen (Betriebswirtschaft, Medizin, Rechtswissenschaft usw.) sollen

- a) von den Informatik-Lehrstühlen Lehrveranstaltungen zur Einführung in die Datenverarbeitung für Nichtinformatiker geboten werden.
- b) Informatiker die Möglichkeit haben, im Rahmen ihrer Ausbildung in Wahlfächern Einführungen in die verschiedenen Anwendungsgebiete zu hören, die von den Fakultäten geboten werden.
- c) Gemeinschaftsforschungsprojekte zwischen Informatik-Lehrstühlen und Lehrstühlen aus anderen Fakultäten gefördert werden.

# Elektronik für den Flug zum Mond

## II. Bordelektronik des Trägerfahrzeuges Saturn V, des Apollo-Raumfahrzeuges und des Mondlandefahrzeuges

### 1. Allgemeines

Während sich der erste Teil dieser Betrachtung mit der für die bemannte Mondexpedition erforderlichen Bodenelektronik befaßt hat<sup>1)</sup>, soll nun ein Blick auf die Bordelektronik des Trägers wie auch des

In Erinnerung gerufen sei, daß es sich bei der Saturn V um eine Dreistufenrakete handelt, die von Cap Kennedy starten, auf Umlaufbahn gehen und von dort das Apollo-Raumfahrzeug auf Fluchtgeschwindigkeit bringen wird. Die wichtigsten

Digitalrechner, der neben dem Kontrollrechner das „Gehirn“ der Trägerrakete darstellt.

Dieser Digitalrechner stellt auf Grund seines Programms und der ihm zugehenden Daten Geschwindigkeit und Standort fest, bestimmt die Fluglagenabweichung und Flugrichtung, errechnet die Brennschluß- und Zündsignalzeitpunkte und gibt schließlich die entsprechenden Steuersignale. Während des Erdumlaufes (der Flug zum Mond wird aus dem sogenannten Parking Orbit, der Parkumlaufbahn, angetreten) nimmt der Rechner noch zusätzlich die automatische Überprüfung des Raumfluges (Raumflugkörpers) vor. Im übrigen beginnt dieser Rechner bereits einige Stunden vor dem Start von der Erde aus mit seiner Arbeit. Gesteuert von den Bodenstellen, ist seine erste Aufgabe eine Untersuchung des gesamten Führungssystems. Als zweite Aufgabe führt er stufenweise einen simulierten Einsatz durch, wobei die Simulation den Zweck hat, das einwandfreie Zusammenwirken sämtlicher Saturn-Bordsysteme und ihr Funktionieren zu prüfen. Schließlich erhält der Rechner kurz vor dem Start jene Navigations- und Führungsinformationen eingespeist, die er für den Flug benötigt.

Die Speicherkapazität des Rechners beträgt 920 000 bit, wodurch die Möglichkeit gegeben ist, sämtliche für das Trägerfahrzeug erforderlichen Programme einzugeben. Außerdem können noch zwei weitere Speichereinheiten ohne Vergrößerung des Rechners zusätzlich eingeschoben werden, falls besondere Einsatzbedürfnisse eine noch höhere Speicherkapazität verlangen. Wesentlich an dem Rechner ist auch der Umstand, daß jeweils zwei Speicherstufen parallel zueinander arbeiten, um größtmögliche Sicherheit zu gewährleisten. Versagt eine der beiden Stufen, dann stellt ein Kontrollsystem dieses Versagen fest und schaltet nur auf die funktionierende Stufe um. Außerdem hat der Rechner dreifache Logikkanäle, die jeweils die gleiche Aufgabe bearbeiten, wobei die Resultate über einen Prüfkreis laufen, der sie nur dann weitergibt, wenn mindestens zwei davon richtig sind. Auf diese Weise wird die Gefahr ausgeschaltet, daß ein eventuell winziger Versager oder Fehler zum Versagen des Gesamtsystems führt.

Noch ein Wort zum Datenadapter, der ein wichtiges Zwischenglied zwischen den diversen Systemen und dem Rechner ist. Da es sich bei dem Saturn-Computer um einen Digitalrechner handelt, eingehende Daten und ausgehende Befehle aber sowohl digitaler als auch analoger Art sind, übernimmt der Adapter die Aufgabe, die Analog- in Digitalwerte umzuwandeln und umgekehrt. (Ein kleines Beispiel möge kurz den Unterschied zwischen digital und analog verdeutlichen. Zum Beispiel ist das Umlegen eines Schalters ein rein digitales Signal, da es hierbei nur die Stellungen „ein“ oder „aus“ (L oder O) gibt. Die Trägheitsplattform dagegen kann

Tab. I. Wichtigste Daten der einzelnen Saturn V-Stufen

| Stufe                        | S-1C                          | S-2                                      | S-4B                                     | IU      |
|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|---------|
| Hersteller                   | The Boeing Comp.              | North Am. Aviation                       | McDonnell/Douglas                        | IBM     |
| Zahl der Unterauftragsnehmer | 2400                          | 1981                                     | 3500                                     | ≈ 50    |
| Triebwerke                   | 5 Rocketdyne F-1              | 5 Rocketdyne J-2                         | 1 Rocketdyne J-2 <sup>1)</sup>           |         |
| Treibstoff                   | Kerosin/<br>Flüssigsaurestoff | Flüssigsaurestoff/<br>Flüssigwasserstoff | Flüssigsaurestoff/<br>Flüssigwasserstoff |         |
| Einzelschub                  | 680 000 kp                    | 90 800 kp                                | 90 700 kp                                |         |
| Brenndauer                   | 2,5 min                       | 0,5 min                                  | 8 min <sup>2)</sup>                      |         |
| Länge                        | 42,06 m                       | 24,84 m                                  | 17,91 m                                  | 0,91 m  |
| Durchmesser                  | 10,06 m                       | 10,06 m                                  | 6,55 m                                   | 6,55 m  |
| Trockengewicht               | 130 200 kg                    | 37 700 kg                                | 9 950 kg                                 |         |
| Gesamtgewicht                | 2 126 000 kg                  | 465 000 kg                               | 114 300 kg                               | 1600 kg |
| Treibstoffkapazität          | 1 995 800 kg                  | 427 300 kg                               | 104 350 kg                               |         |
| Gesamtschub                  | 3 400 000 kp                  | 454 000 kp                               | 90 700 kp                                |         |
| Abtrennhöhe                  | 65 km                         | 160 km                                   | 600 km                                   |         |

<sup>1)</sup> zweimal zündbar, <sup>2)</sup> bei zweimaligem Zünden

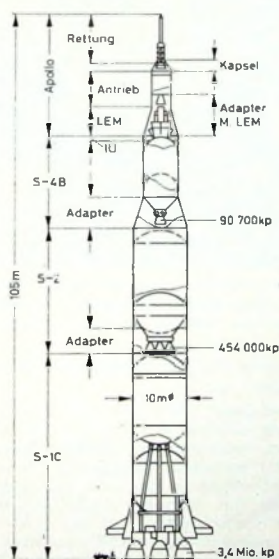


Bild 1. Saturn V mit seiner Nutzlast, dem Apollo-Raumfahrzeug

eigentlichen Raum- und Mondlandefahrzeuges geworfen werden.

Für die „Reise zum Mond“ wird die Saturn V, die zur Zeit stärkste Trägerrakete der Welt, eingesetzt werden, deren Nutzlast das Apollo-Raumfahrzeug einschließlich des Mondlandefahrzeuges LEM ist.

<sup>1)</sup> Kral, W. A.: Elektronik für den Flug zum Mond; I. Bodenelektronik für das Apollo-Programm. Funk-Techn. Bd. 23 (1968) Nr. 13, S. 505-506, u. Nr. 14, S. 545-547.

technischen Daten der Saturn V gehen aus Tab. I hervor.

### 2. Die Instrumenten-Einheit der Saturn V

Zwischen der dritten Stufe, der S-4B der Saturn V, und der Apollo-Nutzlast befindet sich ein nur 91 cm langes, zylindrisches Gehäuse von 6,55 m Durchmesser, das als Instrumenten-Einheit (IU) das „Nervenzentrum“ des Trägerfahrzeuges darstellt (Bild 1), da es die gesamte Elektronik beherbergt.

Über die der Kommandoübermittlung und der Bahnverfolgung dienenden Komponenten, die hier mit untergebracht sind, wurde bereits im ersten Teil gesprochen. Es handelt sich dabei um den C-Band-Transponder, der die Radarstationen am Boden bei der Messung von Entfernung, Richtung und Höhe unterstützt, dann den AZUSA-Transponder, der zu jenem System gehört, das die Entfernung und Richtung von der Bodenstelle zur Rakete mißt, und schließlich um den ODOP-Transponder für das auf dem Dopplerprinzip beruhende System für Entfernung und Orbitfeststellung.

Das komplizierteste System, das die IU birgt, dürfte ohne Zweifel das Lenk- und Fluglagen-Regelsystem sein, dessen Hauptkomponente eine ST-124-M-Trägheitsplattform ist – eine Trägheitsplattform, die eine stabile, raumgebundene Referenz darstellt, nach der die Lenkung des Trägerfahrzeuges durchgeführt wird, wobei die Plattform über den notwendigen Mechanismus verfügt, um eine bestimmte, im voraus festgelegte Flugbahn „zu fliegen“.

Alle durch diese mit vier Rahmen ausgestattete Plattform zum Ausdruck kommenden Beschleunigungs- und Lagewerte gehen über einen Datenadapter in den

aber innerhalb ihres Bezugssystems unendlich viele Stellungen einnehmen, so daß ihre Werte analoger Natur sind.) Der Datenadapter ist also eine Art Dolmetscher für den Rechner, der alle anfallenden Daten, Werte und Informationen in eine für den Rechner verständliche Sprache, nämlich in Digitalsignale, umwandelt. Die ausgehenden Befehle werden vom Adapter dann außerdem erst noch in einen Kontrollrechner eingegeben, bevor sie an die Steuersysteme weitergehen.

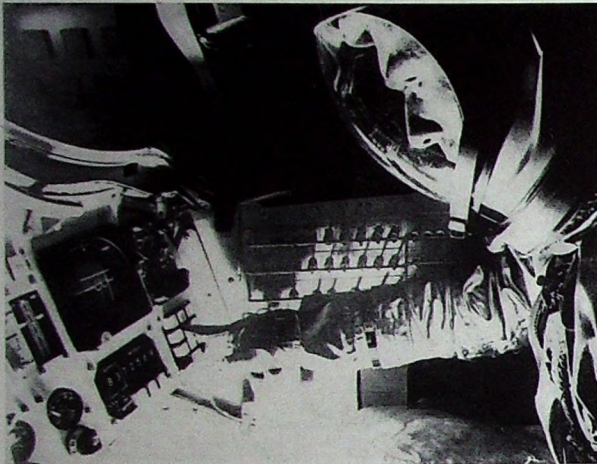


Bild 2. Apollo-Astronaut vor seinem Führungsrechner; in der Mitte das Fluglagenanzeigergerät (Aufnahme IBM)

Bild 3. Numerische Anzeige, Eingabegerät und Geschwindigkeitsanzeige für das Rendezvousmanöver des Führungsrechners, wie er bereits im Gemini-Programm benutzt wurde (Aufnahme IBM)

Bild 4. Der Führungsrechner, dessen barocke Form auf Einbaugründen beruht; im Vordergrund eine der zum Bau des Rechners verwendeten Mikroschalt-Baugruppen, die auf den gedruckten Schaltplatten (rechts) untergebracht sind (Aufnahme IBM)

Bemerkenswert ist, daß Digitalrechner und Datenadapter, falls eines der Triebwerke ausfällt, die restlichen Triebwerke so einstellen können, daß durch einen anderen Einstellwinkel und eine längere Brenndauer trotz des Ausfalls der errechnete Brennschlußstandort erreicht wird.

## 2. Das Sicherheits-System (Emergency Detection System = EDS)

Kurz angeführt muß hier auch das Sicherheitssystem werden, über das alle drei Raketenstufen verfügen. Dieses System stellt auf Kommando vom Boden her sofort die Triebwerke ab und veranlaßt ein Ablassen des Treibstoffes, sobald ein Notfall eintritt. Das Ablassen erfolgt dabei durch Aufreißen der Behälter. Unabhängig von den Bodenstellen kann aber das EDS bei einem schwerwiegenden Funktionsfehler auch selbständig und vollautomatisch den Abbruch des Starts auslösen oder (sofern noch eine entsprechende Zeitspanne bis zum Gefahrenpunkt zur Verfügung steht) den Astronauten in der Apollo-Kapsel eine entsprechende Warnung zukommen lassen.

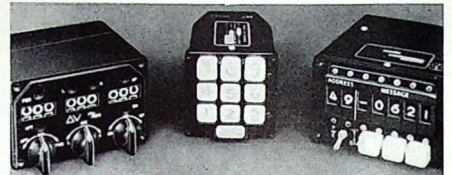
Mit den genannten Komponenten ist nun zwar keineswegs die gesamte Elektronik der Saturn V und ihrer IU erschöpft (schließlich stellten ja für die IU unter der IBM als Hauptauftragnehmer rund fünfzig Firmen siebenundzwanzig verschiedene Instrumentenbaugruppen her), doch dürfte dies schon genügen, um eine Ahnung von der Komplexität der hier im Trägerfahrzeug eingesetzten Elektronik zu vermitteln.

## 3. Die Apollo-Elektronik

Die Ausrüstung des Apollo-Raumfahrzeuges, deren offizielle amerikanische Bezeichnung Command and Service Module, abgekürzt CSM (manchmal auch nur CM) lautet, erfuhr im Laufe der letzten Jahre

beträchtliche Veränderungen. Und zwar deshalb, weil sich das gesamte Apollo-Programm vom Beginn seiner Entwicklung bis zum Flug zum Mond über den Zeitraum von rund zehn Jahren erstreckt - Jahre, in denen die Technik so ungeheure Fortschritte machte, daß Geräte, die zu Beginn der Entwicklung entworfen wurden, nicht einmal bis zur Erprobung kamen, sondern vorher schon durch Neuerungen überholt waren. Die beiden wichtigsten Systeme, über die das Apollo-

men und gehen als Informationen in den Bordcomputer. Dieser berechnet daraus für die Astronauten die genauen Steueranweisungen, damit die Astronauten ihr Raumschiff exakt auf Kurs bringen und sich ihrem Partner bis auf eine Entfernung von 15 m nähern können. Die Restdistanz wird visuell und manuell überprüft, wobei die Angaben der relativen Geschwindigkeiten der beiden Körper zueinander auf dem Anzeigergerät erscheinen. Zur Fluglageregelung und -kontrolle des Apollo-Raumfahrzeuges dient eine stabilisierte Dreirahmen-Plattform, die mit drei integrierten Lagekreisläufen (Bild 5) und drei



Raumfahrzeug verfügt, sind ohne Zweifel das Führungs- und Navigationssystem und das Stabilisations- und Steuersystem. Beide Systeme sind eng miteinander verknüpft.

### 3.1. Das Führungs- und Navigationssystem

Zum Führungssystem gehören als Zentrum der Gesamtanlage wiederum ein Elektronenrechner als Führungsrechner und daneben eine Trägheitsplattform, ein Sextant, ein Teleskop, fünf Koppel-/Anzeigergeräte und ein Darstellungs- und Eingabepult.

Das System ist so konzipiert, daß es während des gesamten Apollo-Einsatzes die Führungs- und Navigationsfunktionen autonom, also ohne jede Unterstützung von den Erdstationen, durchführen kann. Einzige Aufgabe der Bodenstellen ist es, die von der Bahnverfolgungszentrale in Houston errechneten Daten dem Rechner laufend als Informationen zu übermitteln.

Der hier eingesetzte Führungsrechner ist ein Allzweckrechner und weitgehend aus integrierten Schaltungen aufgebaut. Der Informationsaustausch zwischen Rechner und Astronauten erfolgt über ein sogenanntes Kombinationsgerät, das Display and Keyboard (DSKY), das über 16 Tasten und Elektrolumineszenzfelder für 21 Zeichen verfügt (Bilder 2, 3 und 4).

Dieser Rechner hat gleichzeitig die Aufgabe, die Astronauten beim Rendezvousmanöver mit allen notwendigen Informationen und Daten zu versehen, da alle diese Manöver (einschließlich des Apollo-LEM-Rendezvousmanövers) manuell gesteuert werden. Zu diesem Zweck ist in der Nase des Raumschiffes ein Radargerät montiert, das bereits Signale aussendet, wenn das Raumschiff noch etwa 350 km von seinem Rendezvouspartner entfernt ist. Die Radarwellen werden vom Partner reflektiert, vom Raumschiff aufgenommen

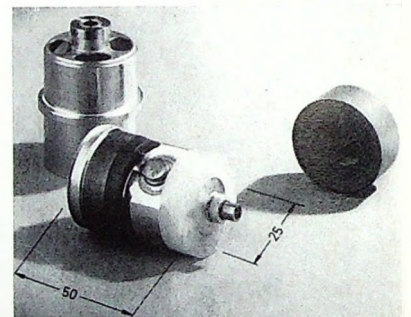
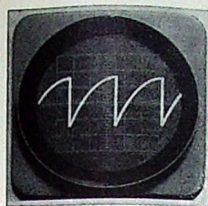


Bild 5. Wendekreisel, wie sie bei allen Raumflugaufgaben in den Raumflugkörpern verwendet werden (Aufnahme Teldix)

integrierten Impuls-Pendelbeschleunigern ausgerüstet ist.

Vor dem Start wird diese Plattform mittels eines Kreisel-Nivellierverfahrens ausgerichtet, während des Fluges dann mit Hilfe der optischen Bordgeräte. Diese optischen Bordgeräte sind das Teleskop zum Erfassen von Sternen oder bestimmten Orientierungspunkten auf der Erd- oder der Mondoberfläche als Fixpunkten und der Sextant zur genauen Winkelmessung. Nun sind die Plattform mit ihren drei Rahmenachsen, das Teleskop und der Sextant wiederum Analoggeräte, während es sich auch bei dem Führungscomputer um einen Digitalrechner handelt. Aus diesem Grunde erfolgt der Datenaustausch der Analoggeräte über die Koppel-/Anzeigergeräte, die die Funktion des Adapters übernehmen und die gleichzeitig die gemessenen Winkelwerte anzeigen. Bemerkenswert ist hier, daß es sich bei den Koppel-/Anzeigergeräten um vollelektronische Geräte handelt, die also ohne mechanisch bewegte Teile arbeiten. (Schluß folgt)

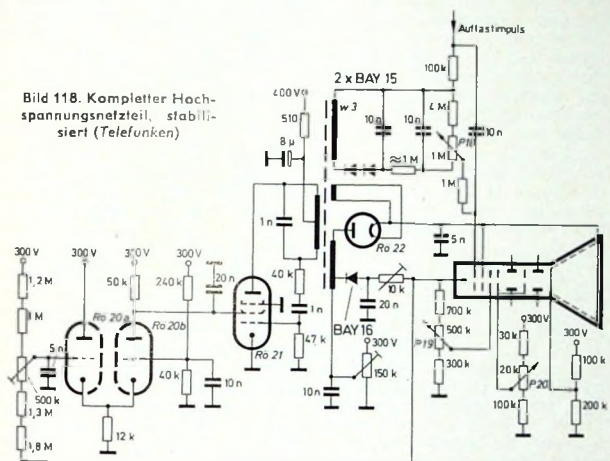


# Die Technik moderner Service-Oszillografen

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 23 (1968) Nr. 14, S. 550

Um eine Vorstellung vom Hochspannungsnetzteil eines modernen Oszillografen zu geben, zeigen wir im Bild 118 die komplette Schaltung eines solchen Netzteils mit Oszillator (nach Telefunken-Unterlagen). Dabei ist angenommen, daß eine Spannung von 300 V aus dem stabilisierten Niederspannungsnetzteil des Oszillografen zur Verfügung steht. Mit dem Potentiometer *P 20* kann eine Astigmatismuskorrektur der Röhre vorgenommen werden, während man die Nachbeschleunigung an einem festen Spannungsteiler abgreift. Zur Fokussierung ist das Potentiometer *P 19* bestimmt. Die Helligkeitsregelung erfolgt mit *P 18* am Wehneltzylinder.

Bild 118. Kompletter Hochspannungsnetzteil, stabilisiert (Telefunken)



Die Gesamtbeschleunigungsspannung wird mit einem HF-Oszillator (*Rö 21*) erzeugt. Das hat den Vorteil, daß man wegen der hohen Schwingfrequenz mit kleinen Siebkondensatoren auskommt. *Rö 21* arbeitet als Oszillatortöhre; die Rückkopplung erfolgt zwischen Steuergitter und Anode. Zur Stabilisierung dienen die Röhren *Rö 20a* und *Rö 20b*, die einen katodengekoppelten Regelverstärker bilden. Spannungsschwankungen an der Katode wirken auf den Regelspannungsverstärker zurück und werden durch Beeinflussung des Schirmgitters von *Rö 21* unwirksam gemacht. Durch diese Maßnahme erhält man eine sehr stabile Hochspannung. Die Wicklung *w 3* auf dem Transformator er-

zeugt über einen Gleichrichter die Hilfsspannung, die man dem Wehneltzylinder der Oszillografenröhre zuführt. Selbstverständlich ist auch diese Spannung stabilisiert. Das Schaltbild zeigt im übrigen deutlich die typischen Hochspannungsanschlüsse einer Oszillografenröhre, zu denen vor allen Dingen die drei Gitter, die Hauptanode sowie die Nachbeschleunigungselektrode gehören.

## 2.9.4. Stabilisierung der Heizspannung

Im allgemeinen verzichtet man auf die Stabilisierung der Heizspannung, da diese nur wenig auf die Konstanz der verschiedenen elektrischen Daten eingeht. Es gibt zwar elektronische Regelschaltungen zur Stabilisierung niedriger Wechselspannungen; sie sind jedoch so aufwendig, daß sie sich in die Oszillografentechnik nicht einführen konnten. Eher noch findet man bei sehr empfindlichen Eingangsrohren Gleichstromheizung, wobei man die Wechselspannung gleichrichtet, siebt und dann den Heizfaden zuführt. Das sind jedoch ebenfalls nur Ausnahmefälle.

## 2.9.5. Stromversorgung bei Transistor-Oszillografen

Mit Transistoren bestückte Elektronenstrahl-Oszillografen setzen sich immer mehr durch. Da die Transistoren nur niedrige Betriebsspannungen erfordern, liegt es nahe, auf den Netzanschluß zu verzichten und das Gerät vollständig aus Batterien zu betreiben. Das ist zwar teuer, macht jedoch den Oszillografen weitgehend unabhängig vom Netz.

Soll der Oszillograf sowohl am Netz als auch mit Batterien betrieben werden, so braucht man natürlich ebenso wie beim Röhren-Oszillografen einen Netzteil für die Niederspannung. Dafür kommen die Schaltungen nach den Bildern 114 und 115 in Betracht. Im Bild 115 werden dann Transistoren an Stelle der Röhren eingesetzt; die Schaltung bleibt prinzipiell die gleiche, von der andersartigen Bemessung der Einzelteile abgesehen.

Auch die Hochspannung für die Bildröhre läßt sich im Transistor-Oszillografen nach den bisher besprochenen Schaltungen (Bilder 116 bis 119) erzeugen. Wenn jedoch schon Transistoren verwendet werden, dann liegt die Einführung von Gleichspannungswandlern nahe. Eine derartige Schaltung zeigt zum Beispiel Bild 120. Die beiden Transistoren *T 1* und *T 2* arbeiten als Gegentaktzerhacker und erzeugen in den Wicklungen *w 1* und *w 2* entsprechend hohe Spannungen. Wenn erforderlich, wird die Spannung mit dem Spannungsverdoppler *C 3*, *D 1*, *D 2* nochmals erhöht und tritt dann am Siebkondensator *C 4* auf. *R 2* ist der Schutzwiderstand dieses Kondensators. Die Wicklung *w 1* liefert mit *D 3*, *C 1*, *R 1*, *C 2* die Spannung für den Wehneltzylinderkreis. Schaltungen dieser Art sind bereits häufig besprochen worden, so daß wir darauf nicht näher eingehen wollen.

## 2.10. Handelsübliche Oszillografen

Nachdem wir den Elektronenstrahl-Oszillografen in seiner elektrischen Wirkungsweise und in seinen Schaltungseinzelheiten ausführlich kennengelernt haben, soll nun ein Überblick über die Eigenschaften handelsüblicher Oszillografen gegeben werden. Das einschlägige Angebot ist außerordentlich reichhaltig und vielfältig. Lieferanten hochwertiger, aber auch teurer Oszillografen sind verschiedene Meßgerätefirmen (zum Beispiel: Rohde & Schwarz, Wandel u. Goltermann), während große Konzerne, etwa Siemens und Philips, neben hochwertigen und teuren Geräten auch einfachere, preisgünstige Ausführungen auf den Markt bringen. Selbst Firmen, deren Produktionsschwerpunkte auf dem

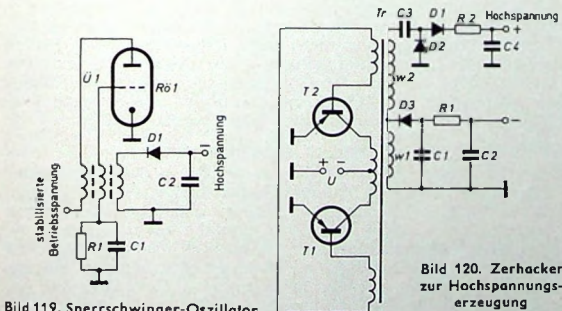


Bild 119. Sperrschwinger-Oszillator

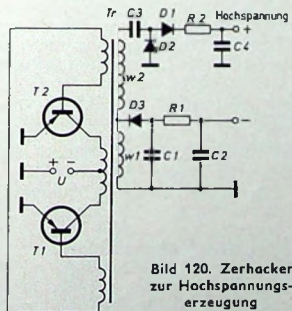
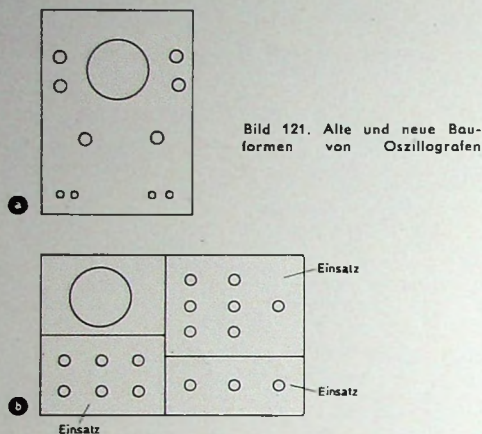


Bild 120. Zerhacker zur Hochspannungserzeugung

zeugt über einen Gleichrichter die Hilfsspannung, die man dem Wehneltzylinder der Oszillografenröhre zuführt. Selbstverständlich ist auch diese Spannung stabilisiert. Das Schaltbild zeigt im übrigen deutlich die typischen Hochspannungsanschlüsse einer Oszillografenröhre, zu denen vor allen Dingen die drei Gitter, die Hauptanode sowie die Nachbeschleunigungselektrode gehören.

Sektor der Unterhaltungselektronik liegen, haben Konstruktionsabteilungen für Meßgeräte, unter denen Oszillografen ebenfalls eine Rolle spielen. Beispielsweise gilt das für Grundig und Nordmende. Hier überwiegt das Angebot an preisgünstigen, aber sehr leistungsfähigen Oszillografen für den Service.

In konstruktiver Hinsicht beziehungsweise vom Äußeren her haben sich im wesentlichen die beiden im Bild 121 grob skizzierten Ausführungsformen durchgesetzt. Die ältere Form (Bild 121 a) führt zu Oszillografen, deren Frontplatte ein hochgestelltes Rechteck darstellt. Die Oszillografenröhre sitzt in der Mitte im oberen Teil der Platte; symmetrisch dazu sind die Drehknöpfe für die Bedienungsgänge angeordnet, desgleichen unterhalb, wo sich auch die verschiedenen Anschlüsse befinden. Diese Bauform



findet man auch heute noch sehr häufig, obwohl man jetzt mehr zu einer asymmetrischen Anordnung des Leuchtschirms neigt. Er ist dann links angebracht, während die rechte Hälfte von Bedienungsknöpfen ausgefüllt ist. Eine andere moderne Bauform, die allerdings hauptsächlich bei hochwertigen Laboroszillografen anzutreffen ist, zeigt Bild 121 b. Die Frontplatte bildet hier ein

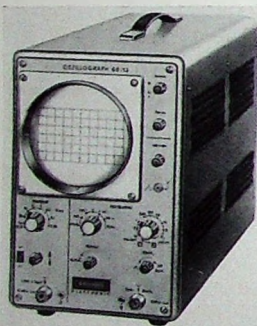


Bild 122. Ein Service-Oszillograf (Grundig)

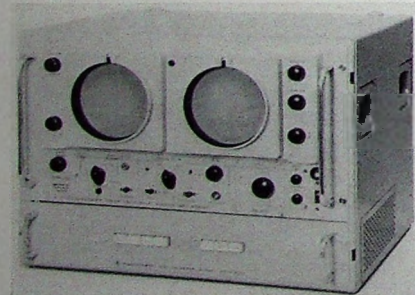


Bild 123. Ein Spezial-Oszillograf (Rhode & Schwarz)

liegendes Rechteck. Links ist beispielsweise der Leuchtschirm zu sehen, während die übrige Fläche Bedienungsgriffen aller Art vorbehalten bleibt. Besonders hochwertige und teure Oszillografen arbeiten mit Einschüben oder Einsätzen, die komplette Einheiten, beispielsweise den Y-Verstärker oder das Zeitablenkgerät, enthalten. Durch Auswechseln der Einsätze kann man dem

Oszillografen dann verschiedene Eigenschaften erteilen. Für Servicezwecke kommen derartige Konstruktionen kaum in Frage.

Die Bilder 122 und 123 sollen veranschaulichen, wie unterschiedlich die Bauformen sein können. Während Bild 122 die Außenansicht eines preisgünstigen Service-Oszillografen darstellt, zeigt Bild 123 einen Spezial-Oszillografen für Laborzwecke. Bild 122 ist typisch für die heute moderne asymmetrische Anordnung der Oszillografenröhre, während in dem Oszillografen nach Bild 123 zwei Oszillografenröhren vorhanden sind, beispielsweise um zwei voneinander getrennte Vorgänge gleichzeitig beobachten zu können. Wie dieses Bild zeigt, kommt auch bei Oszillografen der Drucktastenbedienung immer mehr Bedeutung zu.

Der Zweck der verschiedenen Bedienungsgriffe ist im allgemeinen sehr genau angegeben, was die Bedienung erleichtert. So zeigt die untere linke Hälfte im Bild 122 oben den Abschwächer für den Vertikaleingang, in der Mitte die vertikale Lageverschiebung und darunter die Eingangsbuchse für den Y-Verstärker. Die rechte untere Hälfte ist dem Horizontalteil vorbehalten. Links oben sieht man einen Wahlschalter, mit dem man verschiedene Betriebszustände einstellen kann (externe Synchronisierung beziehungsweise Triggerung, Polwender für das Eingangssignal, interne Synchronisierung, Synchronisierung mit 50 Hz usw.). Darunter liegt der Knopf zum Einstellen des Trigger- und Synchronisierungsniveaus. Rechts sehen wir oben den Drehknopf zur Einstellung des Zeitmaßstabes für die Ablenkung (geeicht in ms/cm und  $\mu$ s/cm). Darunter ist der Griff für die Trigger- und Synchronisierbarkeit zu erkennen, während ganz rechts unten der Anschluß für die Horizontalkomponente angebracht ist. Neben der Oszillografenröhre erkennen wir weitere Regler, und zwar (von oben nach unten) für Helligkeit (Intensität) und Schärfe (Focus) sowie für die horizontale Fleckverschiebung. Schließlich ist noch eine Buchse zu sehen, an der man die Ablenkspannung abgreifen und außerhalb des Oszillografen weiter verwerten kann. Ähnlich ist die Anordnung der Bedienungsgriffe bei anderen Oszillografen.

Da man den einzelnen Oszillografeneinheiten, zum Beispiel den Y- und X-Verstärkern, den Zeitablenkgeräten usw., beliebige elektrische Eigenschaften erteilen kann, lassen sich auch Oszillografen konstruieren, die für bestimmte Zwecke ganz besonders geeignet sind. Es gibt aber auch sogenannte Universal-Oszillografen, deren elektrische Eigenschaften so ausgelegt sind, daß sich ein sehr breites Anwendungsspektrum ergibt. Tab. I, auf die wir noch verschiedentlich zurückkommen werden, enthält als Beispiel einen Ausschnitt aus dem Lieferprogramm einer großen Firma (Philips). Schon ein flüchtiger Blick auf diese Tabelle zeigt, wie sich die verschiedenen Ausführungen vor allem in elektrischer Hinsicht voneinander unterscheiden<sup>1)</sup>.

### 2.10.1. Einfache Oszillografen

Ganz einfache Oszillografen, die nur die unbedingt erforderlichen Schaltgruppen enthalten, gibt es in handelsüblicher Form kaum. Solch ein Oszillograf würde sich aus der Oszillografenröhre, einem einfachen Kippgerät ohne Verstärker und dem Stromversorgungsteil zusammensetzen. Für solch einen Oszillografen braucht man hinreichend hohe Ablenkspannungen, die zur Aussteuerung des Schirms in vertikaler Richtung genügen. Ferner muß das Kippgerät in der Lage sein, von sich aus eine hinreichende Spannung für die X-Platten zur Verfügung zu stellen. Hierfür eignen sich zum Beispiel Sperrschwinger oder Multivibratoren mit Linearisierung der Ladespannung durch eine Pentode. Die Synchronisierung würde direkt durch die Meßspannung erfolgen. Solche Oszillografen wären zwar billig, entsprächen aber den heutigen Anforderungen nicht mehr. Diese Konzeption kommt daher höchstens für einfache Selbstbau-Oszillografen in Betracht. Ein Selbstbau ist insofern lohnend, weil man dabei eine Menge lernen kann. Auch für Schul- und Demonstrationszwecke können Oszillografen einfacher Bauart gute Dienste leisten.

### 2.10.2. Hochwertige Oszillografen, Einschubtechnik

Hochwertige Oszillografen werden vor allem in der Entwicklung und Forschung sowie für Untersuchungen benötigt, die nicht unbedingt elektrischer Natur sein müssen. Häufig beispielsweise interessiert der zeitliche Verlauf nichtelektrischer Größen, die über geeignete Meßwandler oder Meßfühler erst in elektrische Größen, die im Oszillografen weiterverarbeitet werden können, umgewandelt werden müssen. Man unterscheidet dabei im wesentlichen zwischen den HF- und den NF-Oszillografen. Die Typen „PM 2320“, „PM 3221“ und „PM 3230“ unserer Tabelle sind beispielsweise HF-Oszillografen, der „PM 3230“ ist sogar ein Zweistrahl-Oszillograf. Der Frequenzbereich des Y-Verstärkers reicht jeweils bis zu 10 MHz, die Stufen sind gleichstromgekoppelt. Das

<sup>1)</sup> Die Aufnahme der Oszillografen nur einer Firma hat lediglich den Zweck, einen besseren technischen Vergleich der einzelnen Daten zu ermöglichen.

Tab. I. Beispiele für handelsübliche Oszillografen (Philips)

|                                    | HF-<br>Oszillograf<br>„GM 6600 X“              | HF-<br>Oszillograf<br>„PM 3220“/„PM 3221“      | HF-<br>Zweistrahlo-Oszillograf<br>„PM 3230“                           | Einschub-<br>Oszillograf<br>„PM 3330“                                                 | NF-<br>Oszillograf<br>„PM 3206“                                   | NF-<br>Zweistrahlo-Oszillograf<br>„PM 3236“                         |
|------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Elektronenstrahlröhre              | DH 7-78                                        | D 13-27 GH                                     | E 10-12 GH                                                            | D 13-10 GH 1                                                                          | D 10-12 GL                                                        | E 13-11 GL                                                          |
| Gesamtbeschleunigungs-<br>spannung | 1,6 kV                                         | 3 kV                                           | 4 kV                                                                  | 10 kV                                                                                 | 3 kV                                                              | 4 kV                                                                |
| Leuchtschirm-<br>durchmesser       | 7 cm, plan                                     | 13 cm, plan                                    | 10 cm, plan                                                           | 13 cm, plan                                                                           | 10 cm, plan                                                       | 13 cm, plan                                                         |
| Rasterteilung                      | 1 cm                                           | 1 cm                                           | 0,8 cm                                                                | 1 cm                                                                                  | 1 cm                                                              | 1 cm                                                                |
| Y-Verstärker                       | Gleichspannung                                 | Gleichspannung<br>mit AC-DC-Schalter           | Gleichspannung<br>mit AC-DC-Schalter                                  | Gleichspannung <sup>1)</sup> ,<br>Differenzverstärker <sup>1)</sup>                   | Gleichspannung<br>mit AC-DC-Schalter                              | 2 Differenzverstärker<br>mit AC-DC-Schalter                         |
| Y-Frequenzbereich                  | 0...5 MHz                                      | 0...10 MHz,<br>0...2 MHz                       | 0...1,5 MHz,<br>0...10 MHz                                            | 0...60 MHz <sup>1)</sup> ,<br>0...50 MHz <sup>2)</sup>                                | 0...100 kHz,<br>0...300 kHz                                       | 0...150 kHz,<br>0...300 kHz                                         |
| Y-Ablenkoeffizient                 | 50 mV/Teil                                     | 10 mV/Teil,<br>1 mV/Teil                       | 2 mV/Teil,<br>20 mV/Teil                                              | 10 mV/Teil <sup>1)</sup> ,<br>0,5 mV/Teil <sup>1)</sup>                               | 2 mV/Teil,<br>10 mV/Teil                                          | 0,5 mV/Teil,<br>20 mV/Teil                                          |
| Y-Eingangsspannungs-<br>teiler     | stufenlos und<br>9 geeichte Stufen             | stufenlos und<br>9 geeichte Stufen             | stufenlos und<br>11 geeichte Stufen                                   | stufenlos und<br>geeichte Stufen                                                      | stufenlos und<br>12 geeichte Stufen                               | stufenlos und<br>15 geeichte Stufen                                 |
| X-Verstärker                       | Wechselspannung                                | Gleichspannung                                 | Gleichspannung                                                        | Gleichspannung                                                                        | Gleichspannung                                                    | 2 gleichspannungs-<br>gekoppelte Verstärker                         |
| X-Frequenzbereich                  | 5 Hz...2 MHz                                   | 0...1,5 MHz                                    | 0...1 MHz                                                             | 0...1 MHz                                                                             | 0...300 kHz                                                       | 0...250 kHz                                                         |
| X-Eingangsspannungs-<br>teiler     | stufenlos,<br>3...50 V/Teil                    | 0,2...1 V/Teil                                 | 100...500 mV/Teil                                                     | 0,5 und 5 V/Teil                                                                      | stufenlos,<br>1...50 V/Teil                                       | stufenlos und<br>7 geeichte Stufen                                  |
| Zeitablenkung                      | triggern,<br>selbstschwingend                  | triggern, automatisch,<br>Bild, Zeile          | triggern und<br>automatisch                                           | triggern, automatisch<br>einmalig                                                     | triggern,<br>selbstschwingend                                     | triggern, automatisch,<br>einmalig                                  |
| Zeitmaßstab                        | 0,5 µs/Teil...30 ms/Teil,<br>7 geeichte Stufen | 0,5 µs/Teil...0,5 s/Teil,<br>fünffache Dehnung | 0,5 µs/Teil...0,5 s/Teil,<br>19 geeichte Stufen,<br>fünffache Dehnung | 50 ns/Teil...1 s/Teil,<br>2 µs/Teil...0,5 s/Teil <sup>2)</sup> ,<br>fünffache Dehnung | 2 µs/Teil...1 s/Teil,<br>18 geeichte Stufen,<br>fünffache Dehnung | 10 µs/Teil...5 s/Teil,<br>18 geeichte Stufen,<br>zehnffache Dehnung |

<sup>1)</sup> je nach Einschub; <sup>2)</sup> 2. Zeitbasisgenerator

gilt auch für den X-Verstärker, dessen Frequenzbereich allerdings kleiner ist. Trotzdem kann man mit diesen Geräten weitgehende Hochfrequenzuntersuchungen durchführen.

Besonders hochwertig ist der Einschub-Oszillograf „PM 3330“. Er hat Y-seitig sogar einen Differenzverstärker, sein Frequenzbereich reicht je nach Einschub bis 50 oder 60 MHz. Zur Zeile „Zeitmaßstab“ in unserer Tabelle noch der Hinweis, daß man diesen nicht unbedingt in Zeiteinheit je Längeneinheit, also zum Beispiel ms/cm, sondern auch in Zeiteinheit je Teil angeben kann, wie das in Tab. I der Fall ist. Unter Teil versteht man dabei die Länge eines Teils des zu dem jeweiligen Oszillografen gehörenden Rasters.

Auch die Typen „PM 3206“ und „PM 3236“ gehören zu den hochwertigen Oszillografen, die teilweise schon Spezialzwecke zu erfüllen haben. Sie sind besonders für Untersuchungen im Niederfrequenzbereich geeignet; der Y-Verstärker ist selbstverständlich gleichspannungsgekoppelt. Besonders universell ist natürlich der Zweistrahlo-Oszillograf „PM 3236“, dessen Y-Teil sogar zwei Differenzverstärker mit Gleichspannungs-Wechselspannungs-Schalter enthält. Dagegen ist der Frequenzbereich des Y-Verstärkers bei diesen NF-Typen naturgemäß nur beschränkt. Man sollte sich im übrigen die Daten wenigstens ungefähr einprägen, um einen Überblick zu erhalten.

### 2.10.3. Spezial-Oszillografen

Die Industrie baut, meistens auf besonderen Wunsch, auch Oszillografen für Spezialzwecke. So gibt es solche mit nachleuchtenden Schirmen oder auch mit sogenannten Blauschirfröhren, auf denen das Oszillogramm nach Wegfall des Strahls längere Zeit bestehenbleibt. Durch Erwärmung des Schirms mit einem eingebauten Widerstandsnetz kann man das Oszillogramm wieder löschen. Weiterhin gibt es Oszillografen mit extrem langsamer Zeitablenkung, die sich zum Beispiel für die Darstellung von Frequenzkurven im Niederfrequenzbereich eignen. Erwähnenswert ist auch der sogenannte X-Y-Oszillograf, der identische Verstärker für X- und Y-Ablenkung hat. Solche Oszillografen eignen sich prinzipiell für alle Anwendungen, sofern ein Zeitablenkgerät eingebaut ist. Die gleichartigen Verstärker ermög-

lichen auch noch die leichte Darstellung eines Signals als Funktion eines zweiten Signals, das extern zugeführt wird. Beispielsweise läßt sich auf diese Weise die Phasenverschiebung zwischen zwei Signalen sehr genau bestimmen. Als Beispiele für die Anwendung der X-Y-Oszillografen seien genannt: Aufnahme von Röhren-, Dioden- oder Transistorkennlinien, Anzeigegerät beim Wobbeln, Verzerrungsmessungen, Kontrolle von Schaltern und Relais usw. Sie sind außerdem sehr geeignet zur Messung physikalischer Erscheinungen mit Hilfe entsprechender Aufnehmer. Selbstverständlich gehören auch noch die Zweistrahlo-Oszillografen zu den Spezialausführungen. Während sie ursprünglich nur für Labormessungen Bedeutung hatten, werden sie jetzt auch im Service interessant, da gerade bei Arbeiten an Farbfernsehempfängern die gleichzeitige Darstellung zweier synchroner Vorgänge von Interesse sein kann. Wir kommen darauf in unserer zweiten Beitragsreihe noch näher zu sprechen. Allerdings genügt in den meisten Fällen auch ein Einstrahl-Oszillograf, wenn man gleichzeitig einen der früher beschriebenen Elektronenstrahlschalter mit heranzieht. (Fortsetzung folgt)

## Neue Druckschriften

### Grundig Technische Informationen

Die neueste Ausgabe der Grundig-Werkzeitschrift Technische Informationen (Nr. 2/1968) berichtet ausführlich über Schaltungsaufbau und Technik des Hi-Fi-Stereo-Rundfunk-Tuner-Verstärkers „RTV 600“ und des Rundfunk-Tuner-Verstärkers „RTV 360“. Ein anderer Beitrag befaßt sich mit dem Cassetten-Tonbandgerät „C 200“, wobei auch Antriebsmechanik und Betriebsweise eingehend erläutert werden. Die zweite Folge der Aufsatzreihe über Einstell- und Reparaturpraxis an Grundig-Farbfernsehempfängern bringt wieder viele praktische Tipps, unter anderem für die Farbneueinstellung, den Abgleich der Zellenautomatik, über die Abhilfe bei Moiré- oder Brummstörungen und dergleichen mehr. Aus dem Electronic-Bereich wird das Meßoszillografen-System „MO 10/13“ mit den neuesten auswechselbaren Vertikal-Verstärkereinschüben vorgestellt und seine vielfältige Einsatzmöglichkeit erläutert. Ein abschließender Kurzbericht behandelt den speziell für den Tonband- und Diktiergeräte-Service geschaffenen Frequenzmesser „FM 1“.



**NEU! 1 JAHR GARANTIE**



auf alle Transistoren und Dioden

Dieses Zeichen garantiert für Qualität!

# Warum strebsame Nachrichtentechniker Radartechniker Fernsehtechniker Elektromechaniker ihre Zukunft in der EDV sehen

Nicht nur, weil sie Neues lernen oder mehr Geld verdienen wollen, sondern vor allem, weil sie im Zentrum der stürmischen technischen Entwicklung leben und damit Sicherheit für sich und ihre Familien erarbeiten können (sie können technisch nicht abgehängt werden!).

In allen Gebieten der Bundesrepublik warten die Mitarbeiter unseres Technischen Dienstes elektronische Datenverarbeitungsanlagen. Anhand ausführlicher Richtlinien, Schaltbilder und Darstellungen der Maschinenlogik werden vorbeugende Wartung und Beseitigung von Störungen vorgenommen.

Wir meinen, diese Aufgabe ist die konsequente Fortentwicklung des beruflichen Könnens für strebsame und lernfähige Techniker. Darüber hinaus ergeben sich viele berufliche Möglichkeiten und Aufstiegschancen.

Techniker aus den obengenannten Berufsgruppen, die selbstständig arbeiten wollen, werden in unseren Schulungszentren ihr Wissen erweitern und in die neuen Aufgaben hineinwachsen. Durch weitere Kurse halten wir die Kenntnisse unserer EDV-Techniker auf dem neuesten Stand der technischen Entwicklung.

Wir wollen viele Jahre mit Ihnen zusammenarbeiten; Sie sollten deshalb nicht älter als 28 Jahre sein. Senden Sie bitte einen tabellarischen Lebenslauf an

Remington Rand GmbH Geschäftsbereich Univac  
6 Frankfurt (Main) 4, Neue Mainzer Straße 57,  
Postfach 4165

## UNIVAC

Elektronische Datenverarbeitung

### Elektronische Orgeln selbstgebaul

Tongeneratoren m. Netz- u. Vibr.

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| 12x6 Oktaven, Bausatz     | DM 439,50 |
| 12x8 Oktaven, Bausatz     | DM 529,50 |
| Stummelpedal 13 Tasten    | DM 74,70  |
| Stummelpedal 25 Tasten    | DM 127,70 |
| Kirchenorgelpedal         |           |
| 30 Tasten                 | DM 229,50 |
| Schweller m. Fotwiderst.  | DM 35,—   |
| Orgelgehäuse auf 4 Beinen |           |
| mit Deckel für 1 Manual   | DM 99,—   |
| Orgelgehäuse mit durch-   |           |
| gehenden Wangen           |           |
| für 1 Manual              | DM 174,50 |
| dito für 2 Manuale        | DM 350,—  |
| Bänke 60 cm               | DM 79,50  |
| 100 cm                    | DM 120,—  |
| 125 cm                    | DM 136,50 |

Fordern Sie bitte meine kostenlose  
Preisliste mit genauer Beschreibung  
der Artikel an.

Karl-Erich Seelig  
205 Hamburg 80, Harnackring 9

### Achtung! Direkt vom Alleinhersteller.

Drahtlose Sendemikrofone mit und ohne FTZ-Nr. (Bundespost  
zugelassen). Mehrere Modelle in verschiedener Ausführung, mit viel  
Zubehör. Entsprechende Empfänger ebenfalls lieferbar.

Fordern Sie sofort unsere neuesten Kataloge an.

Wireless-Mike-Electronic  
Inh. Claus Braun

6051 Dietzenbach-Steinberg  
Pestalozzistraße 22  
West-Germany  
Telefon 061 04 / 35 43

### Preiswerte Halbleiter



|              |         |
|--------------|---------|
| AA 116       | DM —,50 |
| AA 117       | DM —,55 |
| AC 122 gn    | DM 1,25 |
| AC 151 V     | DM 1,60 |
| AC 187/188 K | DM 3,45 |
| AD 133 III   | DM 6,95 |
| AD 148 V     | DM 3,95 |
| AF 118       | DM 3,35 |

|                  |                    |
|------------------|--------------------|
| BC 107 A:B       | DM 1,20 10/DM 1,10 |
| BC 108 A:B:C     | DM 1,10 10/DM 1,—  |
| BC 109 B:C       | DM 1,20 10/DM 1,10 |
| BC 170 B         | DM 1,05 10/DM —,95 |
| BF 115           | DM 3,20 10/DM 3,—  |
| ZG 2,7 ... ZG 33 | je DM 2,40         |
| 2 N 706          | DM 1,65 10/DM 1,55 |
| 2 N 708          | DM 2,35 10/DM 2,20 |
| 2 N 2218         | DM 3,10 10/DM 2,90 |
| 2 N 2219 A       | DM 4,35 10/DM 3,95 |
| 2 N 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

## Preis-Sturz

von Rundfunk-Geräten

|                  |         |
|------------------|---------|
| 10 Tr. MW/UKW/LW | \$ 6.75 |
| 10 Tr. MW/UKW    | \$ 5.50 |
| 6 Tr. MW/LW      | \$ 3.40 |
| 6 Tr. MW         | \$ 1.95 |
| 6 Tr. MW         | \$ 1.82 |

Die o. g. Preise verstehen sich CIF  
europäische Häfen  
(Deutscher Zoll: 19,2 %).

Verkaufs-Organisation in Deutschland  
und Europa gesucht.

Zuschriften unter F. T. 8510

# Jetzt kaufen!

Preise stark herabgesetzt  
für Schreibmaschinen aus  
Vorführung und Retouren,  
trotzdem Garantie u. Umtausch-  
recht. Kleinste Raten. Fordern  
Sie Gratiskatalog 907 G

**NÖTHEL** Deutschlands großes  
Büromaschinenhaus  
34 GÖTTINGEN, Postfach 601

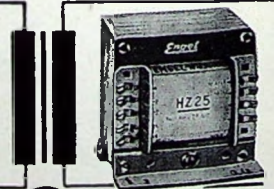


## Über 2300 Halbleiter

ab Lager lieferbar  
Dioden • Transistoren • Thyristoren • FET-Transistoren

Mengenrabatte • Fordern Sie bitte  
sofort RIM-Halbleiter-Preisliste an! Abt. F. 2.

RADIO-RIM • 8 München 15, Bayerstr. 25 • Tel. 0811/55 72 21



## Rundfunk- Transformatoren

für Empfänger, Verstärker  
Meßgeräte und Kleinsender  
Ing. Erich u. Fred Engel GmbH  
Elektrotechnische Fabrik  
62 Wiesbaden-Schierstein

**Wir suchen für den  
Innendienst unserer Abteilung  
Labortechnik einen**

## Techniker

mit guten Kenntnissen auf den Gebieten der Elektrotechnik, Elektronik und Feinmechanik sowie mit englischen Sprachkenntnissen. Er wird mit Inspektions-, Kontroll- und Versuchsarbeiten an Filmentwicklungsrichtungen und Laborgeräten betraut werden.

Wir bieten eine fachlich anspruchsvolle und vielseitige Tätigkeit. Herren im Alter von über 25 Jahren, die die genannten Voraussetzungen erfüllen, bitten wir um ihre Bewerbung mit tabellarischem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften und Angabe der Gehaltswünsche.

# Kodak

KODAK Aktiengesellschaft  
7000 Stuttgart-Wangen  
Hedelfinger Straße  
Postfach 369  
Telefon 0711/33641

## Sonderpreis

### Abspielgeräte

für Beispiele  
Philips-Kassetten ... \$ 9.—  
CIF europäische Häfen  
(Deutscher Zoll: 13,8 %)

Verkaufs-Organisation in Deutschland  
und Europa gesucht.  
Zuschriften unter F. U. 8511



In herrlicher Voralpenlandschaft in der Nähe des Chiemsees gelegen, suchen wir für die Abteilung Arbeitsvorbereitung einen

## Prüffeld-Sachbearbeiter

mit Refa-Ausbildung

Der Bewerber sollte aus der Rundfunk- und Fernsehgeräte-Industrie stammen, eine längere Prüffeld-Praxis nachweisen und in der Lage sein, alle vorkommenden Prüffeldaufgaben einschließlich Prüfmitteln und Einrichtungen selbständig und verantwortlich vorzuplanen.

Wohnungsbeschaffung kein Problem. — Bewerber, die den gestellten Anforderungen entsprechen, bitten wir, Bewerbungsunterlagen wie Zeugnisabschriften, Angabe der Gehaltswünsche und des frühesten Eintrittstermins einzureichen an:

### KÖRTING RADIO WERKE GMBH • 8211 GRASSAU IM CHIEMGAU

Persönliche Vorstellung Montag bis Freitag von 8 bis 16 Uhr.

### Tuner—Converter—Transistoren

UT 2 Orig. - Philips - UHF - Tuner, PC 88, PC 86, kpl. m. Baluntrafo, Abstimmknopf, mit Grob-Feintrieb  
1 St. 26.50 3 St. à 21.50 10 St. à 22.50  
UT 67 Telefunken-Trans.-Tuner, 2 x AF 139, Baluntrafo, separater Feintrieb und Schaltung  
1 St. 30.— 3 St. à 28.50 10 St. à 26.50  
UT 70 Converter Tuner 2 x AF 139, Baluntrafo, Ausg.-Symmetrieglied und Schaltung  
1 St. 30.— 3 St. à 28.50 10 St. à 26.50  
UC 240 Trans.-Converter in mod. Flachgehäuse, Linearskala, AF 239, AF 139, M.: 170 x 130 x 60 mm  
1 St. 59.50 3 St. à 56.— 10 St. à 53.50  
UAE 4 Telefunken-UHF-Tastenaggregat 4 Tasten, Tuner, UHF/VHF-Faste, plus 3 Progr.-Tasten, 2 x AF 139 1 St. 39.50 3 St. à 37.50  
SIEMENS  
Transistoren 1 St. 10 St. à 100 St. à  
AF 139 2.90 2.70 2.10  
AF 239 3.25 2.90 2.30  
Versand p. Nachn. ab Lager, Preise inklusive Mehrwertsteuer, Aufträge unter 25.—, Aufschlag 2.—, Katalog gegen 2.— in Briefmarken.  
Conrad 8452 Hirschau Fach 12 FT  
Ruf 0 96 22 / 2 25 Anrufbeantworter

Transformatoren und HF-Spulen zum Radiobasteln mit Transistoren. Kaho-Elektroversand, 65 Mainz/2333

## Kaufgesuche

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

Labor-Meßinstrumente aller Art. Charlottenburger Motoren, Berlin 30

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

Hans Kaminsky  
8 München-Sölln  
Spindlerstraße 17



### Moderne Elektronik-Fachbücher

für Techniker — Studenten — Amateure.  
Verlangen Sie kostenlos „RIM-Literaturfibel“!

### RIM-Electronic-Jahrbuch '68

— 464 Seiten — Schutzgebühr DM 3,90, Nachn. Inland DM 5,70. Vorkasse Ausland DM 5,60, (Postscheckkonto München Nr. 13753).

8 München 15, Postfach 275. — Abt. F 2.

Telex 05-28166 rarim-d.

**RADIO-RIM**

### Betriebsstunden- zähler „Horacont“

Einbau: 25 x 50 mm  
Typen 550 — DM 34.—

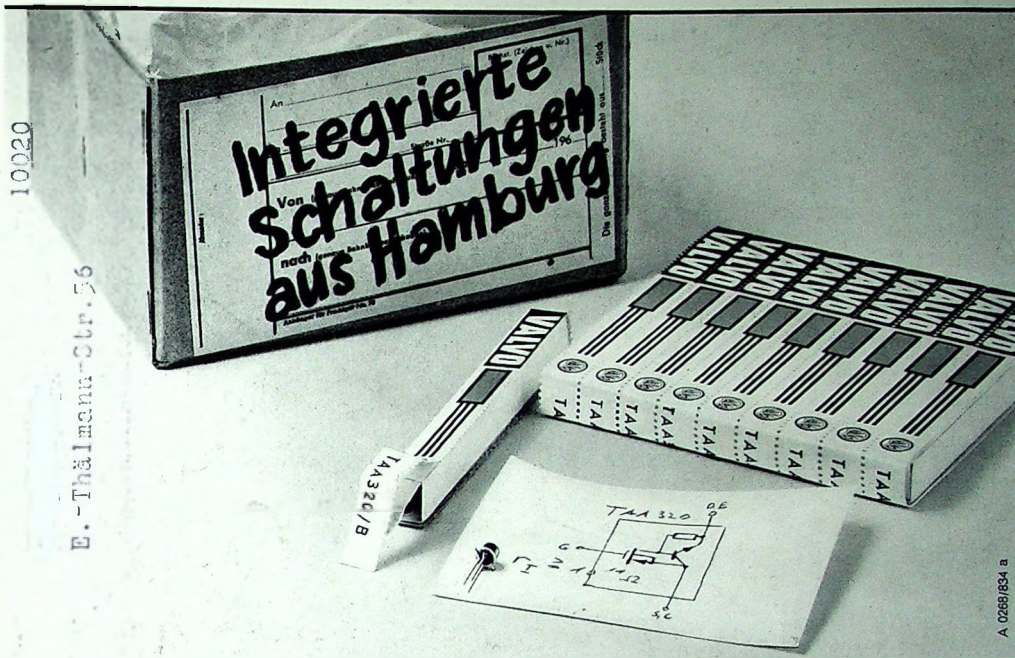


Unentbehrlich für einen wirtschaftlichen Austausch von Abtastsystemen u. Tonköpfen bei Hi-Fi- und Bandgeräten. Höchste Aufnahme- u. Wiedergabe-Qualität sind somit jederzeit gewährleistet.

Kontrolluhrenfabrik Julius Bauer  
7241 Empfingen, Horberg 34

# VALVO

Bauelemente für die gesamte Elektronik



## TAA 320

Lineare Integrierte Schaltung  
mit MOST-Eingang für ein  
breites Anwendungsgebiet

Zwei Anwendungsmöglichkeiten

2W-NF-Verstärker\*

### Kurzdaten

Kollektor-Emitter-Spannung

Emitterstrom

Gesamtverlustleistung

Gate-Kollektor-Spannung bei  $U_{CE} = 10V$ ,  $-I_E = 10mA$

Vorwärtsteilheit bei  $U_{CE} = 10V$ ,  $-I_E = 10mA$ ,  $f = 1kHz$

Eingangswiderstand bei  $-U_{GC} \leq 20V$ ,  $\vartheta_K \leq 125^\circ C$

$U_{CE S} = \text{max. } 20V$

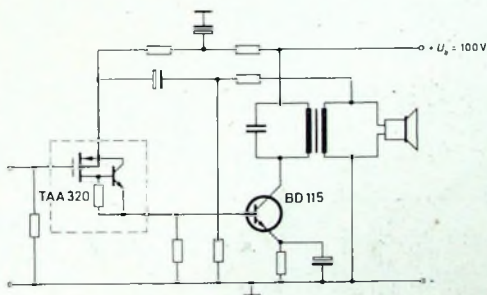
$-I_E = \text{max. } 25mA$

$P_{tot} = \text{max. } 200mW$

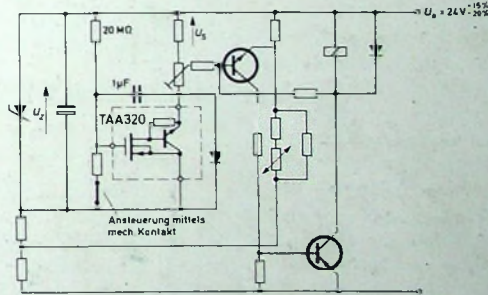
$-U_{GC} = 11V$

$|y_{fe}| = 75mS$

$r_i = 10^{11} \Omega$



Zeitgeberschaltung (60 s) hoher Genauigkeit mit  
Stabilisierung der Betriebsspannung und Temperatur-  
kompensation\*



\* Vollständige Dimensionierung auf Wunsch erhältlich.



VALVO GmbH Hamburg